



**PROYECTO MINA DE COBRE PANAMÁ**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA)**

**CATEGORÍA III**

*INFORME TRIMESTRAL DEL PROGRAMA DE  
MONITOREO Y CONSERVACIÓN DE  
TORTUGAS MARINAS Y CETÁCEOS*

Compromisos de EsIA Aplicables	Periodo reportado	Elaborado por	Fecha de Emisión del Reporte
13202 13208 13212 13223	Mayo - Julio	SEA TURTLE CONSERVANCY	15/08/2019





**INFORME TRIMESTRAL DE ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE  
MONITOREO Y CONSERVACION DE TORTUGAS MARINAS EN  
LAS PROVINCIAS COLÓN Y BOCAS DEL TORO Y LA COMARCA  
NGÄBE BUGLE, PANAMÁ**

**MAYO – JULIO 2019**

Fecha de entrega: **AGOSTO 2019**



## CONTENIDO

<b>CONTENIDO .....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>3</b>
<i>ÁREAS DE ESTUDIO .....</i>	<i>3</i>
<i>CENSO DE RASTROS .....</i>	<i>4</i>
<i>PATRULLAS NOCTURNAS .....</i>	<i>5</i>
<i>EXHUMACIONES .....</i>	<i>5</i>
<i>TELEMETRÍA SATELITAL .....</i>	<i>6</i>
<i>EDUCACIÓN AMBIENTAL, DIVULGACIÓN Y OTRAS ACTIVIDADES .....</i>	<i>6</i>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>7</b>
<i>CENSO DE RASTROS .....</i>	<i>7</i>
<i>PATRULLAS NOCTURNAS .....</i>	<i>8</i>
<i>EXHUMACIONES .....</i>	<i>9</i>
<i>TELEMETRÍA SATELITAL .....</i>	<i>10</i>
<b>EDUCACIÓN AMBIENTAL, DIVULGACIÓN Y OTRAS ACTIVIDADES .....</b>	<b>11</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>14</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>15</b>
<i>ANEXO 1 – FORMULARIOS .....</i>	<i>15</i>
<i>ANEXO 2 – CRONOGRAMA Y PLAN DE TRABAJO .....</i>	<i>16</i>
<i>ANEXO 3 – FOTOGRAFIA .....</i>	<i>17</i>
<i>ANEXO 4 – RUTAS MIGRATORIAS .....</i>	<i>18</i>
<i>ANEXO 5 – ACTIVIDADES EDUCATIVAS .....</i>	<i>19</i>



## INTRODUCCIÓN

En el Caribe panameño existe una cultura histórica del uso de las tortugas marinas y sus productos, dichas actividades han contribuido a una seria declinación de las poblaciones de quelonios en esta área (Meylan y Donnelly, 1999). Debido a las diferentes prácticas humanas, por ejemplo, degradación de hábitats de alimentación y anidación de las tortugas marinas, se afecta su ciclo de vida (Ruiz et al., 2007). En el área Caribe de Panamá encontramos cuatro de las siete especies de tortugas marinas: canal (*Dermochelys coriacea*), carey (*Eretmochelys imbricata*), catalogadas en peligro crítico de extinción, tortuga verde (*Chelonia mydas*), en peligro de extinción y cabezona (*Caretta caretta*) amenazada, en la lista roja de la UICN. Por décadas la Provincia de Bocas del Toro fue uno de los sitios más importantes para el comercio de tortugas (Meylan, A., 1999), sin embargo, la relevancia económica de las tortugas se expandió a otros sitios como la Provincia de Colón, en particular la Costa Abajo aportando al desarrollo de las comunidades (SNCLavalin, 2013).

Se han reportado tres regiones importantes de anidación de tortugas marinas en la costa caribeña de Panamá: Provincia de Bocas del Toro, incluyendo la Comarca Ngäbe Bugle hasta Isla Escudo de Veraguas, zonas de la Provincia de Colón (Portobelo) y La Comarca Guna Yala (Ordoñez et al., 2004 y Chacón, 2004). Desde 2003, la Sea Turtle Conservancy (STC) ha trabajado en importantes playas de anidación de tortugas marinas en la Provincia de Bocas del Toro y la Comarca Ngäbe Bugle, desde la desembocadura del Río Changuinola hasta el Río Chiriquí. Estas playas son sitios de anidación claves para la conservación de estos quelonios, por la cantidad de nidos depositados y el número de hembras anidadoras que llegan cada temporada. Los resultados de 16 años de investigación han sido positivos, se ha observado una reducción de la caza furtiva en la mayoría de las playas en la zona y, lo más importante, una tendencia positiva en la anidación de tortugas canal y carey, (Meylan, P. y Meylan, A., 2010; Ordoñez et al., 2004, 2005 y 2006). Mostrando así, la necesidad de mayores estudios en el área de Costa Abajo de Colón para conocer la población anidadora de tortugas marinas, sus hábitats de alimentación, reproducción y rutas de migración.

Los estudios anteriormente realizados entre 2010 a 2013 en Costa Abajo de Colón, muestran la presencia de cuatro especies de tortugas marinas (canal, carey, verde y cabezona) en el área de influencia del Proyecto Mina de Cobre Panamá (PCMP) de Minera Panamá S.A. (MPSA, 2010; Golder Associates, 2011 y SNC-Lavalin, 2012 y 2013).

El objetivo de STC es reducir amenazas y aumentar las poblaciones de tortugas marinas en la región. Para tales efectos se implementará un programa integrado de monitoreo, investigación, protección, educación pública y actividades de divulgación con el apoyo de las comunidades aledañas a las playas de estudio, contribuyendo así a los esfuerzos de conservación de las tortugas marinas por medio de la concientización de las comunidades presentes en las áreas de estudio.

STC recopila información para evaluar los impactos y sus posibles consecuencias para las poblaciones de tortugas marinas. Dicha información se utiliza para brindar sugerencias de como mitigar los posibles impactos en las playas y aguas costeras. Como valor añadido la contribución de Minera Panamá, S.A. (MPSA) bajo sus objetivos de cumplimiento con el Estándar 6 de Corporación Internacional de Financiamiento (CIF) y su programa de compensación, STC se dedica a la implementación de los programas anteriormente descritos en las playas de la Provincia de Bocas del Toro y la Comarca Ngäbe Bugle.

Este informe resume los resultados de las actividades realizadas durante los meses mayo – julio 2019, cumpliendo los objetivos del permiso otorgado por el Ministerio del Ambiente.



## METODOLOGÍA

### ÁREAS DE ESTUDIO

#### Provincia de Colón

Las actividades se llevan a cabo en las playas adyacentes al CP, en la Costa del Distrito de Donoso, Costa Abajo de Colón, Provincia de Colón, en el Golfo de Los Mosquitos. Las playas de estudio son Caletón, Caimito, Caballo y Punta Rincón (ver Figura 1).

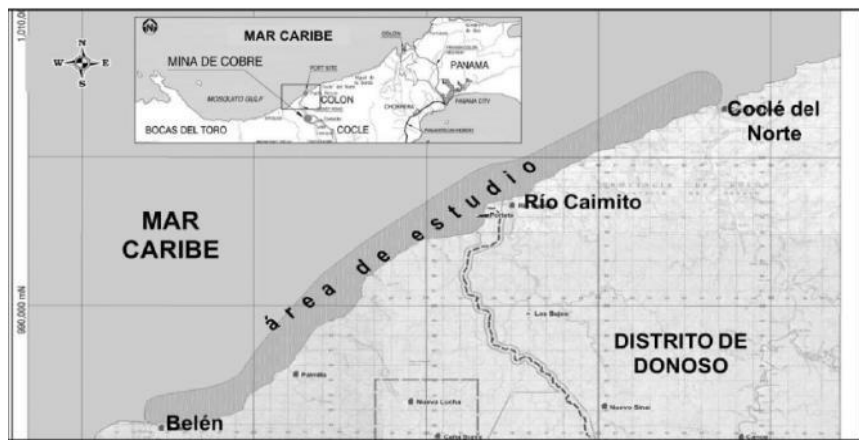


Figura 1. Mapa del área de estudio, Costa Abajo de Colón, Distrito de Donoso, Provincia de Colón

#### Provincia de Bocas del Toro y la Comarca Ngäbe Bugle

La Figura 2 muestra los sitios de trabajo en la Provincia de Bocas del Toro: Playa Soroopta (Humedal de Importancia Internacional San San Pond Sack), Playa Bluff (Reserva Municipal Playa Bluff), Playa Larga (Parque Nacional Marino Isla Bastimentos), y en la Comarca Ngäbe Bugle: Playa Roja, Isla Escudo de Veraguas (Paisaje Protegido Isla Escudo De Veraguas-Degó) y Playa Chiriquí (Humedal de Importancia Internacional Damani-Guariviara). Las actividades llevadas a cabo en estos sitios ayudan a "compensar" los impactos del PMCP y dar lugar a un impacto neto positivo para las poblaciones de tortugas marinas.



Figura 2. Mapa muestra la ubicación de las playas de estudio (círculos rojos) en la Provincia de Bocas del Toro y la Comarca Ngäbe Bugle



## CENSO DE RASTROS

Se realizaron recorridos matutinos en las playas de estudio, para conocer la densidad, distribución espacial y temporal de anidación de las diferentes especies y determinar las diferentes amenazas naturales y antropogénicas a la supervivencia de los nidos y las tortugas en las playas.

En las playas cercanas al proyecto CP, Playa Caimito a Playa Rincón, se realizaron cuatro censos en mayo. Debido a una optimización de fondos durante este año fue necesario suspender los trabajos de monitoreo en la Provincia de Colón.

En las playas de la Provincia de Bocas del Toro y la Comarca, se realizaron censos diarios entre mayo – julio en Playa Soropta, Playa Bluff, Playa Chiriquí y Playa Larga. En Playa Roja se iniciaron censos diarios el 15 de marzo; En Isla Escudo de Veraguas censos diarios del 14 a 31 de mayo, posteriormente fue necesario suspender los trabajos por problemas de narcotráfico. Las playas Soropta, Bluff y Larga fueron segmentadas cada 100 metros y Playa Chiriquí cada 500 metros, Isla Escudo de Veraguas y Playa Roja se utilizan marcas naturales. Los resultados se registran en un formulario de toma de datos (ver Anexo 1 – Cuadro 1).

Para cada censo se tomaron los siguientes datos:

- Fecha
- Nombre de monitores

Para cada rastro observado se tomaron los siguientes datos:

- Especie
- Identificación de rastro como nido o regreso (cuando la tortuga salió del mar, pero no puso huevos)
- Zona: Localización del nido se clasifica en tres grupos:
  - Vegetación: Cubierta vegetativa; brinda sombra al nido
  - Borde: Presenta poca sombra al nido
  - Abierta: Desprovista de vegetación; sin sombra
  - Mar: Límites de marea baja; acción de las olas
- Marcador: Si la playa está segmentada; se coloca el número mayor del poste
- Destino del Nido: Mediante observación determinar el destino del nido:
  - D: Depredado – Identificar si fue por animal doméstico o silvestre
  - IS: *In Situ* – Permanece en el sitio depositado por la tortuga
  - R: Relocalizado – Nido trasladado a un sitio más seguro en playa
  - S: Nido saqueado por humano
  - No sé: En tortuga canal, es difícil confirmar si hay huevo
- Condición: Situaciones naturales observadas en cada nido durante el censo:
  - PI: Peligro inundación
  - PE: Peligro erosión
  - PV: Peligro vegetación (impacto por raíces)
  - B: Buena
  - E: Erosionado
- Georreferenciación: Con ayuda de un GPS, se toman las coordenadas



## **PATRULLAS NOCTURNAS**

En las playas de Bocas del Toro y la Comarca se realizaron patrullas diarias en todos los sitios, con excepción de Playa Roja que iniciaron el 15 de mayo, ya que es un sitio con muy pocas anidaciones de tortuga canal, pero importante para carey. Isla Escudo de Veraguas, es el único sitio donde no se realiza trabajo nocturno, debido al poco personal y difícil acceso. La razón de hacer las patrullas es de encontrar hembras anidadoras, colocarles marcas que nos permiten identificarlas para conocer más sobre su biología reproductiva, como frecuencia e intervalos de anidación, estimar el tamaño de la población de hembras anidadoras por temporada; además nos proporcionan datos sobre las diferentes especies que anidan en las playas de estudio. Las patrullas se realizaron por periodos de aproximadamente cinco a ocho horas; con un horario flexible, dependiendo del personal disponible, la marea y la hora de salida de las tortugas.

Al momento de encontrar una tortuga, se procede a verificar la primera actividad en la que fue avistada. Se espera a que la tortuga empiece a desovar para el conteo de huevos sin molestarla, si se encuentra desovando se espere hasta que inicie a tapar el nido para la toma de información que es recordada en una hoja de campo (ver Anexo 1 – Cuadro 2).

A continuación, se detallan los datos colectados a de cada tortuga:

- Fecha
- Nombre de monitores
- Especie
- Número de nido
- Cantidad de huevos
- Marcador
- Zona
- Actividad y hora de encuentro
- Evidencia de placas anteriores
- Número de placas – viejas o nuevas
- Largo curvo del caparazón mínimo (LCC)
- Ancho curvo del caparazón (ACC)
- Triangulación del nido
- Observaciones generales

## **EXHUMACIONES**

Durante las patrullas nocturnas y/o censos, una muestra de nidos son marcados mediante el sistema de triangulación, que nos permite encontrar los huevos después de dos meses de incubación, para revisar el contenido y determinar el éxito de eclosión y emergencia. Al observar evidencia de emergencia (rastros de neonatos), se realiza la exhumación del nido después de 72 horas, si no hay evidencia de emergencia del nido, se realizó la excavación dependiendo de la especie; después de 70 días (carey) o 63 días (canal), los datos se anotan en la hoja de campo (ver Anexo 1 – Cuadro 2).

Durante la excavación se colectaron los siguientes datos:

- Fecha de desove
- Fecha de excavación
- Número del nido
- Nombre de monitor
- Marcador
- Zona



- Número de cascarones vacíos (Solamente si es más de 50% del cascarón)
- Número de tortugas vivas en la cámara del nido
- Número de tortugas muertas en la cámara del nido
- Número de huevos no eclosionados según la siguiente clasificación:
  - Huevos sin desarrollo aparente (no presenta embrión)
  - Huevos con desarrollo, diferenciando por etapa de desarrollo
- Número de crías eclosionando vivas y muertas (huevos reventados – el neonato rompe el huevo, pero no emergió del mismo)
- Número de huevos depredados
- Observaciones generales

La información de los nidos excavados es utilizada para calcular los éxitos de eclosión y emergencia, utilizando la siguiente formula:

- ❖ Porcentaje de éxito de eclosión:  $(C / NH) \times 100$
- ❖ Porcentaje de éxito de emergencia:  $((C - V - M) / NH) \times 100$ 
  - C - Número de cascarones vacíos.
  - NH - Número total de huevos en el nido.
  - V - Número de tortugas vivas encontradas en la cámara de nido.
  - M - Número de tortugas muertas encontradas en la cámara de nido.

## TELEMETRÍA SATELITAL

Los estudios de telemetría satelital proveen información sobre los patrones de migración que no pueden ser determinados con las placas metálicas. Además, brindan información sobre los usos de hábitats, rutas migratorias y sitios de forraje. Estos datos sirven para desarrollar planes de manejo y conservación, mostrando las amenazas que enfrentan las tortugas por parte de pesquerías u otras actividades humanas. También permiten conocer que las tortugas son capaces de anidar en un país y desplazarse a otro para su alimentación, recorriendo miles de kilómetros del sitio donde les fue colocado el transmisor. Se colocaron cinco transmisores satelitales del 23 al 25 de mayo en tortugas canal y el 29 julio un transmisor en tortuga carey, utilizando el protocolo estándar de colocación de estos dispositivos.

## EDUCACIÓN AMBIENTAL, DIVULGACIÓN Y OTRAS ACTIVIDADES

El Programa de Educación Ambiental y Divulgación (PEAD) En la provincia de Bocas del Toro y la Comarca Ngäbe Bugle, se trabaja tanto con instituciones educativas como con la comunidad, sus actores clave y el sector turístico, estableciendo alianzas entre los distintos estamentos, tanto privados como gubernamentales. En relación con el trabajo con las instituciones educativas, el programa cubre todo el rango de edades, siendo éste desde el kínder hasta los últimos años de colegio, aprovechando así las diferentes etapas educativas de los alumnos para su propio beneficio y el de la comunidad. Asimismo, se trabaja a nivel comunitario y divulgativo, manteniendo a la población local y turística informada sobre el trabajo y la anidación de tortugas marinas en la zona, así como en proyectos que benefician al área y su entorno natural. Todas las actividades de monitoreo, y educación se realizan mediante cronograma y Plan de trabajo establecidos (ver Anexo 2 – cuadros 1 y 2).



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### CENSO DE RASTROS

Un resumen de los censos diarios se muestra en Tabla 1.

**Tabla 1. Resumen de censos de rastros, mayo – julio, 2019**

Playa	Periodo	No. Censos	Nidos <i>Ei</i>	Salida falsa <i>Ei</i>	Nidos <i>Dc</i>	Salida falsa <i>Dc</i>	Nidos <i>Cm</i>	Salida falsa <i>Cm</i>
<b>PLAYAS EN LA PROVINCIA DE COLÓN</b>								
Caletón	4 – 7 mayo	4	0	0	1	1	0	0
Caimito	4 – 7 mayo	4	0	0	0	0	0	0
Rincón	4 – 7 mayo	4	0	0	2	3	0	0
<b>Subtotal Provincia de Colón</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>PLAYAS EN LA PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO</b>								
Soropta	1 may – 31 jul	92	14	10	487	138	0	1
Bluff	1 may – 31 jul	92	130	42	42	18	0	0
Larga	1 may – 31 jul	92	84	18	48	12	0	0
<b>Subtotal Provincia de Bocas del Toro</b>			<b>228</b>	<b>70</b>	<b>577</b>	<b>168</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>PLAYAS EN LA COMARCA NGÄBE BUGLE</b>								
Chiriquí	1 may – 26 jul	86	870	213	2,554	469	1	1
Roja	2 may – 17 jul	66	145	41	5	1	0	0
Escudo de Veraguas	14 - 31 may	18	68	11	0	0	0	0
<b>Subtotal Comarca Ngäbe Bugle</b>			<b>1,083</b>	<b>265</b>	<b>2,559</b>	<b>470</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>TOTAL</b>			<b>1,311</b>	<b>335</b>	<b>3,139</b>	<b>642</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

*Ei* – *Eretmochelys imbricata*, *Dc* – *Dermochelys coriacea*, *Cm* – *Chelonia mydas*

En la Costa Abajo de Colón, Distrito de Donoso, se realizaron solo cuatro censos matutinos. Estos censos dieron como resultado un total de siete rastros correspondientes a cuatro regresos y tres nidos de tortuga canal (ver Anexo 3 – Foto); dos en playa Rincón y uno en playa Caletón; estos nidos no reflejan el comportamiento de anidación, ya que al no ser constantes las actividades de monitoreo, las anidaciones anteriores realizadas por las tortugas en estas playas posiblemente fueron borrados por las lluvias, olas, entre otros.

Cabe destacar que se decidió cancelar los monitoreos en estos sitios de estudio para optimizar los fondos disponibles para la temporada 2019, además las playas de la provincia de Colón tienen un bajo índice de



anidación y lo más apropiado era invertir los fondos en las playas de Bocas del Toro y la Comarca por ser los sitios más importantes de anidación reportados durante años.

En las playas de la Provincia de Bocas del Toro, se realizaron censos diarios. En Playa Soroopta, Playa Bluff y Playa Larga 92 censos. En la Comarca Ngäbe Bugle, se reportan los registros de 86 censos en Playa Chiriquí, Playa Roja 66 y en Isla Escudo de Veraguas 18. En las playas de la Provincia de Bocas del Toro y la Comarca Ngäbe Bugle, se ha encontrado un total de 4,448 nidos de tortugas; 1,311 nidos de carey, 3,136 nidos de canal y uno de verde (ver Tabla 1). En Playa Chiriquí se registraron 870 nidos de tortuga carey, 2,554 de tortuga canal y uno de verde, siendo la playa más importante de anidación de los sitios de estudio.

La mayoría de los nidos encontrados se mantienen naturales o *in situ*; cuando la tortuga no se observa desovando, se intenta buscar los huevos durante el censo al día siguiente, sin embargo, el nido de tortuga canal es tan grande que es difícil encontrarlo, por tal motivo el nido se registra como *in situ*, pero puede ser que la tortuga no desovó. Los monitores, toman las medidas de precaución para prevenir el saqueo de los nidos como: borrar los rastros y colocar las cintas en sitios alejados del nido para despistar a los saqueadores.

Durante este periodo, la mayor pérdida de nidos es por perros en Playa Chiriquí 74 carey y 29 canal (ver Tabla 2); en playa Soroopta se incrementó el saqueo de nidos (72). También se registró el robo de once hembras de tortugas carey, cinco en Playa Chiriquí, una Playa Roja, una Playa Bluff y 4 en Playa Larga.

**Tabla 2. Resumen de supervivencia de nidos en la Provincia de Bocas del Toro y la Comarca Ngäbe Bugle  
mayo – julio, 2019**

Playa	Destino							
	Saqueados		Depredados		Erosionados		TOTAL	
	<i>Ei</i>	<i>Dc</i>	<i>Ei</i>	<i>Dc</i>	<i>Ei</i>	<i>Dc</i>	<i>Ei</i>	<i>Dc</i>
<b>Chiriquí</b>	7	1	74	29	10	16	<b>91</b>	<b>46</b>
<b>Roja</b>	0	0	5	3	3	0	<b>8</b>	<b>3</b>
<b>Escudo</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Larga</b>	7	0	0	0	12	5	<b>19</b>	<b>5</b>
<b>Bluff</b>	11	0	1	0	0	4	<b>12</b>	<b>4</b>
<b>Soroopta</b>	2	72	0	6	0	20	<b>2</b>	<b>98</b>
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>73</b>	<b>80</b>	<b>38</b>	<b>25</b>	<b>45</b>	<b>132</b>	<b>156</b>

*Ei* – *Eretmochelys imbricata*, *Dc* – *Dermochelys coriacea*

## PATRULLAS NOCTURNAS

En Costa Abajo de Colón, durante el período de este informe, no se realizaron patrullas y se cancelaron para el resto de la temporada 2019. En las playas de Bocas del Toro y la Comarca, se han realizado patrullas diariamente en la mayoría de las playas. La Tabla 3 resume el número de encuentros con tortugas en los diferentes sitios de estudio, durante el periodo de este informe.



**Tabla 3. Número de tortugas encontradas durante las patrullas nocturnas, mayo – julio, 2019**

Playa	Número de encuentros			
	<i>Ei</i>	<i>Dc</i>	<i>Cm</i>	<i>Cc</i>
Chiriquí	201	471	0	0
Roja	43	1	0	0
Larga	36	13	0	0
Bluff	61	33	0	0
Soropta	6	260	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>347</b>	<b>778</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

*Ei* – *Eretmochelys imbricata*, *Dc* – *Dermochelys coriacea*, *Cm* – *Chelonia mydas*, *Cc* *Caretta caretta*

Además, durante los encuentros con tortugas y censos, se marcó una muestra de nidos para el análisis de éxito de eclosión. La Tabla 4 resume el número de nidos marcados, tanto nidos naturales (*In situ*) como nidos relocados. Los nidos relocados son solo aquellos nidos en peligro de erosión o que se encuentran en zonas utilizadas por saqueadores furtivos. En Playa Chiriquí, se han colocado 40 mayas en nidos de tortuga carey, para prevenir la depredación por perros.

**Tabla 4. Número de nidos marcados durante las patrullas nocturnas, mayo – julio, 2019**

Playa	Destino			
	<i>Ei</i> <i>In situ</i>	<i>Ei</i> <i>Relocalizados</i>	<i>Dc</i> <i>In situ</i>	<i>Dc</i> <i>Relocalizados</i>
Chiriquí	836	0	156	0
Roja	146	0	0	0
Escudo	68	0	0	0
Larga	70	3	3	2
Bluff	36	77	9	5
Soropta	4	5	116	13
<b>TOTAL</b>	<b>1,160</b>	<b>85</b>	<b>284</b>	<b>20</b>

*Ei* – *Eretmochelys imbricata*, *Dc* – *Dermochelys coriacea*

## EXHUMACIONES

En la Tabla 5, se resume los datos de los nidos exhumados por especie en las playas de Bocas del Toro y la Comarca Ngäbe Bugle. Durante el periodo de este informe se han exhumado 291 nidos de tortuga canal y 107 de tortuga carey. Las altas precipitaciones y mareas muy altas han afectado los éxitos de eclosión y emergencia de los nidos de tortuga canal, esta especie anida principalmente en la zona abierta de la playa por lo que la gran mayoría de los nidos se inundan. Se estimaron que un total de 7,822 neonatos emergieron de los 291 nidos evaluados de canal. De los 107 nidos de carey se liberaron 12,601 neonatos, esta especie anida principalmente en la vegetación, por lo que no son muy afectados por las mareas. Se ha realizado la evaluación de un nido de tortuga verde en playa Chiriquí su éxito de eclosión y emergencia fue de 94.0% y se liberaron 78 crías.



**Tabla 5. Resumen de nidos exhumados durante mayo – julio, 2019**

Playa	Numero de nidos		Éxito de eclosión %		Éxito de emergencia %		Numero de crías liberadas	
	<i>Dc</i>	<i>Ei</i>	<i>Dc</i>	<i>Ei</i>	<i>Dc</i>	<i>Ei</i>	<i>Dc</i>	<i>Ei</i>
<b>Chiriquí</b>	205	64	36.8	77.6	35.7	57.3	5,664	7,434
<b>Roja</b>	2	21	85.0	83.9	80.4	59.7	118	2,575
<b>Escudo</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Larga</b>	9	15	50.5	73.9	39.9	58.4	384	1,776
<b>Bluff</b>	5	6	5.2	78.7	10.0	73.9	42	771
<b>Soropta</b>	70	1	39.3	33.3	22.0	33.3	1,614	45
<b>Total crías liberadas</b>							<b>7,822</b>	<b>12,601</b>

*Ei* – *Eretmochelys imbricata*, *Dc* – *Dermochelys coriácea*

## TELEMETRÍA SATELITAL

A finales de mayo; se colocaron cuatro transmisores satelitales en tortugas canal en Playa Soropta, estas tortugas se llamarán Frankie, Eve, Jujube y Shelly. Las rutas migratorias pueden observarse en Anexo 4.

**Frankie:** se colocó el transmisor el día 23 de mayo, esta tortuga, se quedó en la zona de Bocas del Toro anidando una vez más en playa Soropta el 3 de junio. El día 5 de junio emprendió su camino hacia el norte llegando al Golfo de México frente la costa de Florida, actualmente se mantiene en ese sitio, hasta el 14 de agosto llevaba 3,467 km recorridos durante 83 días, <https://conserveturtles.org/trackingmap/?id=220>

**Eve:** fue trabajada el 25 de mayo, se quedó por las aguas cercanas a la costa entre Bocas del Toro y la Comarca Ngäbe Bule; emprendió su viaje el 19 de junio llegó hasta la costa de Florida en el Golfo de México; ha recorrido 3,842 km durante 81 días <https://conserveturtles.org/trackingmap/?id=221>

**Jujube:** la tortuga se trabajó el 25 de mayo; inicio su viaje hacia el norte el 1 de agosto, los datos más recientes la registran entre la costa de Quintana Roo México e Islas Caimán ha viajado 3,348 Km durante 83 días, <https://conserveturtles.org/trackingmap/?id=219>

**Shelly:** la tortuga se trabajó el 25 de mayo; anido una vez más en playa Soropta el 3 de junio; inicio su viaje hacia el norte el 16 de junio, los datos más recientes la registran frente la costa de Tabasco México ha viajado 3,562 Km durante 80 días, <https://conserveturtles.org/trackingmap/?id=222>

Además, se colocó un transmisor en tortuga Carey el 29 de julio en playa Bluff (**Rosita**), durante la liberación de esta hembra se contó con la participación de estudiantes, vecinos, residentes y algunos turistas (Ver Anexo 3 – Foto)



## EDUCACIÓN AMBIENTAL, DIVULGACIÓN Y OTRAS ACTIVIDADES

### Programa de educación ambiental y divulgación (PEAD)

Una de las principales premisas del PEAD es el trabajo de actividades y proyectos a largo plazo que puedan traducirse en un cambio real a nivel comunitario y ecosistémico. Durante el periodo de este informe el PEAD se centró en varias líneas de trabajo, siendo éstas la conservación de tortugas marinas y sus hábitats, la gestión de los residuos, la sostenibilidad y los buenos hábitos y la biodiversidad, entre otros.

A continuación, se presenta un cuadro con las actividades ya llevadas a cabo en los centros. Por supuesto todas ellas han requerido un periodo de diseño de la propia actividad.

#### PERIODO DEL 01 DE MAYO AL 31 DE JULIO

INST. EDUCATIVA	EDAD	SESIONES	NÚM. ALUMNOS	TEMÁTICA
Colegio Josué Ibarra	16	1	30	Charla por el día de las tortugas marinas
School for Field Studies (SFS)	18 a 23	3	30	Conservación de tortugas marinas y tours en Bluff
Universidad de Minnesota	18 a 21	1	10	Conservación de tortugas marinas y ecosistemas
Universidad Nacional, sede de Chitré	18 a 60	1	80	Tortugas marinas de Panamá, amenazas y conservación
Centros educativos de Ciudad de Panamá	12 a 18	10	600	Conservación de tortugas marinas y ecosistemas

Asimismo, se trabaja a nivel comunitario y divulgativo, manteniendo a la población local y turística informada sobre el trabajo y la anidación de tortugas marinas en la zona, así como en proyectos que benefician al área y su entorno natural. Se presenta a continuación un cuadro con algunas de las actividades llevadas a cabo:

#### PERIODO DEL 01 DE MAYO AL 31 DE JULIO

TIPO ACTIVIDAD	SESIONES	OBSERVACIONES
Mantenimiento de Facebook e Instagram	A diario	Se comparte información sobre las actividades de educación y conservación en tortugas marinas
Gestión y mantenimiento de la oficina de la STC en Bocas del Toro	Varios meses	Espacio de trabajo y divulgación sobre la STC y la conservación de las tortugas marinas en Bocas del Toro
Elaboración de material divulgativo para turistas y locales	Varios meses	Para dar a conocer el trabajo que hace la STC
Colaboración en proyecto local sobre control de pez león	Varios meses	Se pretende establecer un control de la especie invasora mediante colaboración comunitaria e incremento de la venta y consumo
Creación de una base de datos de fotografía y video	Varios meses	Toma de fotografías y vídeos sobre tortugas y los programas de investigación y educación
Divulgación en medios de comunicación regionales y nacionales	Permanente	Entrevistas y colaboraciones puntuales pero permanentes en medios de comunicación del país, para hablar de medio ambiente y tortugas marinas.



Actividades en diferentes comunidades del archipiélago y la comarca Ngäbe

Generar y mantener colaboraciones con entidades privadas y públicas.

Seguimiento y evaluación de programa

Seguimiento de los objetivos del encuentro nacional de la Red Panatortugas

Permanente

Permanente

Permanente

3 meses

Presentaciones, charlas y actividades educativas a petición, para adultos y niños de las diferentes comunidades del archipiélago y la comarca.

Para tener un mayor impacto en nuestro trabajo diario debemos establecer y mantener buenas relaciones con los diferentes actores locales.

Registro de las actividades realizadas y evaluación de su impacto

Implementación de estrategias nacionales colaborativas entre organizaciones dedicadas a la protección de las tortugas marinas en Panamá

Como indicado arriba, el PEAD ha formado parte de varias reuniones relacionadas con proyectos de **reciclaje comunitarios, cursos de conservación, instituciones gubernamentales y actores claves** para el establecimiento de alianzas en pro de la conservación y educación ambiental.

A continuación, algunas fotos, el Facebook y el Instagram del proyecto de Bocas del Toro:

<https://www.facebook.com/SeaTurtleConservancyBocas>

<https://www.instagram.com/conserveturtlesbocas/>



Perros de Bluff durante el día de la castración



Casita en Bluff durante el día de la castración



Mapa de encuentros con tortugas en el archipiélago y comarca Ngäbe



Charla en escuela pública de Tocumen



Mancha rosada de tortuga baula



Charla en comunidad de Bocas del Toro





Antes de charla en Universidad Nacional, sede de Chitré



Charla en Colegio de Artes y Oficios de Ciudad de Panamá



Durante la reunión nacional de la Red Panatortugas

## RECOMENDACIONES

Se decidió finalizar los esfuerzos de monitoreo en la Provincia de Colón y concentrar las actividades de monitoreo en las playas de la Provincia de Bocas del Toro y la Comarca Ngäbe Bugle, por el poco nivel de anidación, el difícil acceso a las playas de estudio y optimización de fondos. Pero se espera reanudar las actividades la próxima temporada, para dar continuidad a los trabajos de monitoreo en este sitio.

Se espera para el 2020, continuar las actividades de monitoreo y trabajo en conjunto con el departamento de Relaciones Comunitarias de MPSA para la realización de actividades de educación ambiental con la comunidad de Caimito en pro de mejorar la relación humano-ambiente.

Continuar con las medidas de protección de los nidos naturales (*in situ*) como: borrar los rastros y colocación de cintas de marcaje lejos del nido. Se puede relocalizar en la playa cualquier nido clasificado en alto riesgo de erosión, saqueo o depredación. El uso de vivero no lo recomendamos, ya que las playas del caribe son muy dinámicas y al manipular los huevos se reducen los éxitos de sobrevivencia, además otra desventaja de los viveros es someter todos los huevos a un mismo tratamiento y si hay inundaciones se pueden perder todos los nidos.

Se recomienda continuar los programas de educación ambiental y divulgación en la Provincia de Bocas del Toro y la Comarca Ngäbe Bugle, para concientizar a las comunidades aledañas a las playas de anidación y los hábitats marinos de las tortugas marinas, y se favorezcan las actividades de investigación, protección y conservación que se realizan en los diferentes sitios de estudio.

Solicitar a las autoridades: Ministerio del Ambiente, Autoridad de los Recursos Acuáticos Pesqueros, Servicio Nacional Aero-Naval (SENAN) que vigilen y ayuden a controlar la caza ilegal con arpones y la utilización de redes por parte de los pescadores de las comunidades, para evitar la pesca de animales en peligro de extinción como las tortugas marinas o los delfines, además de ser un importante apoyo para nuestro trabajo, sabemos que pese a ser especies protegidas por ley, continua el saqueo de huevos y hembras en algunas de las playas de estudio, por lo que también continuaremos solicitando el apoyo de guarda parques del Ministerio del Ambiente y la Policía Nacional.



## BIBLIOGRAFÍA

**CHACÓN, D. 2004.** Caribbean hawksbills – An introduction to their biology and conservation status. WWF - Regional Program for Latin America and the Caribbean, San José, Costa Rica.

**GOLDER ASSOCIATES. 2011.** “Diagnóstico evaluación de hábitats potenciales de tortugas marinas y rutas migratorias en Punta Rincón, Distrito de Donoso, Provincia de Colón-Panamá”. Preparado para Minera Panamá S. A. Informe Técnico # 1196151011\_IT. 51 p.

**MEYLAN, A. B. 1999.** Status of the hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) in the Caribbean region. Chelonian Conservation and Biology 3(2):177-184.

**MEYLAN, P. y MEYLAN, A. 2010.** Ecología y migración de las tortugas marinas en la provincia de Bocas del Toro y comarca Ngäbe Bugle, Panamá. Reporte 2009. Sin publicar. 12p.

**MPSA. 2010.** Estudio de Impacto Ambiental y Social Proyecto Mina de Cobre Panamá. Minera Panamá S. A. Golder Associates, Panamá, 2312 p.

**ORDOÑEZ, C., RUIZ, A. TROËNG, S., MEYLAN, A. y MEYLAN, P. 2004.** Reporte final de 2003 del Proyecto Investigación y recuperación de la población de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en Playa Chiriquí e Isla Escudo de Veraguas, región Nö Kribo, Comarca Ngöbe-Buglé y Parque Nacional Marino Isla Bastimentos. 20 pp.

**RUIZ, A., DÍAZ, M. y MEREL, R. 2007.** WIDECAST Plan de Acción para la Recuperación de las Tortugas Marinas de Panamá (Hedelvy J. Guada, Editora). Informe Técnico del PAC No. 47. UNEP Caribbean Environment Programme, Kingston. xii + 119 pp.

**SNC-LAVALIN. 2013.** Entregable final monitoreo de tortugas marinas y cetáceas en el 2012: Plan de acción para el ecosistema marino costero. Preparado para Minera Panamá, S. A. Informe Técnico Pp. 43.



## ANEXOS

### ANEXO 1 – FORMULARIOS

Cuadro 1. Formulario de datos usado por los censos de rastros

<b>PROYECTO COLÓN</b>			
<b>CENSO DE RASTROS</b>			
Fecha:		Hora Inicial:	
Código de Nido:	Especie:	Zona:	GPS:
Condición:	Destino:	Observaciones:	
Monitores:		Hora Final:	

Cuadro 2. Formulario de datos de encuentros con tortugas durante las patrullas nocturnas y revisión de nidos

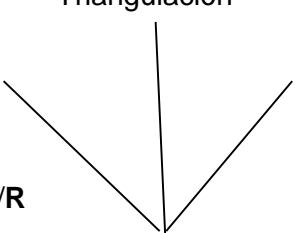
Nombre de monitores:

### PROYECTO CHIRIQU, HOJA DE CAMPO, STC

Fecha \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Especie \_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_ Marcador \_\_\_\_ Núm. Ficha \_\_\_\_

Actividad \_\_\_\_ Hora Encuentro \_\_\_\_ No. Nido \_\_\_\_

Huevos \_\_\_\_ Huevos inviables \_\_\_\_ Contador \_\_\_\_

Aleta ____		Zona		Revisor ____	
Placa 1 ____	M/R ____	M/R ____	(V B A M NP)	Fecha Revisión ____ / ____ / ____	
Cic. Marca <b>S N</b>	<b>S N</b>	Triangulación		Crías En Superficie V ____ M	
				Crías Dentro del Nido V ____ M	
Encarnada <b>S N</b>	<b>S N</b>			Cascares ____	
				Crías Eclosionando V ____ M ____	
Placa 2 ____	M/R ____	M/R ____	LMA ____	H. E1 ____ E2 ____ E3 ____ E4 ____ ¿? ____	
Plaqueador ____			Mar	Sin embrión ____ Gusanos <b>S N</b>	
LC ____ AC ____			PC C I	Observaciones: ____	
LC ____ AC ____					
LC ____ AC ____	Medidor ____				
Observaciones: ____					



## ANEXO 2 – CRONOGRAMA Y PLAN DE TRABAJO

Cuadro 1. Cronograma de actividades 2019

Actividades	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Provincia de Colón</b>												
Entrenamiento monitores de playa												
Educación ambiental y otras actividades												
<b>Sitio de impacto – Caballo (Cb), Caimito (Cm), Portete (P), Punta Rincón (PR)</b>												
Censos de rastros diarios (Cb, Cm, P, PR)												
Patrullas nocturnas (PR)												
Marcación de nidos, monitoreo y evaluación												
Evaluación del impacto de luces (Cb, Cm, P, PR)												
<b>Provincia de Bocas del Toro</b>												
Entrenamiento monitores de playa												
Educación ambiental y otras actividades												
<b>Sitios de control – Playa Larga (PL), Soropta (S)</b>												
Censos de rastros diarios (PL, S)												
Patrullas nocturnas (PL, S)												
Marcación de nidos, monitoreo y evaluación PL, S)												
Colocación de transmisor satelital (S)												
<b>Comarca Ngäbe Bugle</b>												
Entrenamiento monitores de playa												
Educación ambiental y otras actividades												
<b>Sitios de Control – Chiriquí Beach (CB), Escudo de Veraguas Island (EdV), Playa Roja (PR)</b>												
censos semanales de rastros (CB)												
Censos de rastros cada dos días (CB)												
Censos diarios de rastros (CB)												
Censos diarios de rastros (EdV, PR)												
Patrullas nocturnas (CB)												
Patrullas nocturnas (PR)												
Marcación de nidos monitoreo y evaluación (CB)												
Colocación de transmisores satelitales (CB)												



## ANEXO 2 – Continuación

Cuadro 2. Plan de trabajo de educación ambiental y otras actividades temporada 2019

Actividades	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Provincia Bocas del Toro</b>												
Conservación de tortugas marinas												
Actividades de gestión de residuos												
Ecosistemas marinos												
Bosque tropical												
Eventos comunitarios												
<b>Comarca Ngäbe Bugle</b>												
Conservación de tortugas marinas y telemetría satelital												
Actividades de gestión de residuos												
Talleres comunitarios												
<b>Todos</b>												
Actualizaciones en Facebook												

## ANEXO 3 – FOTOGRAFIA



Nidos de tortuga canal en playa Rincón



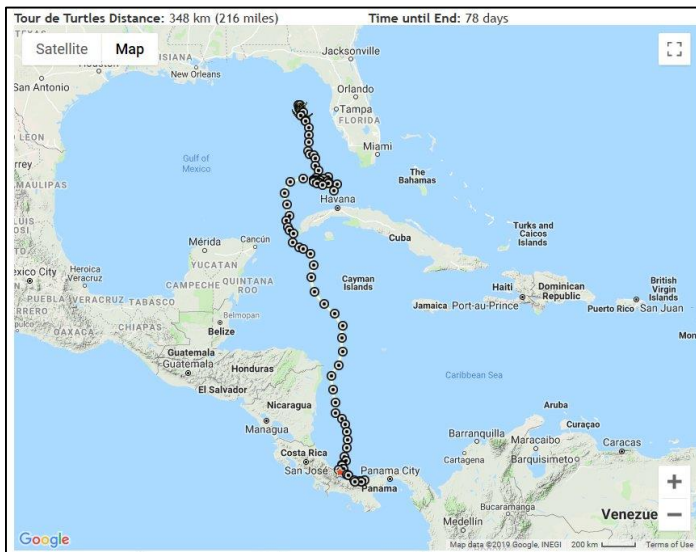
### ANEXO 3 – Continuación



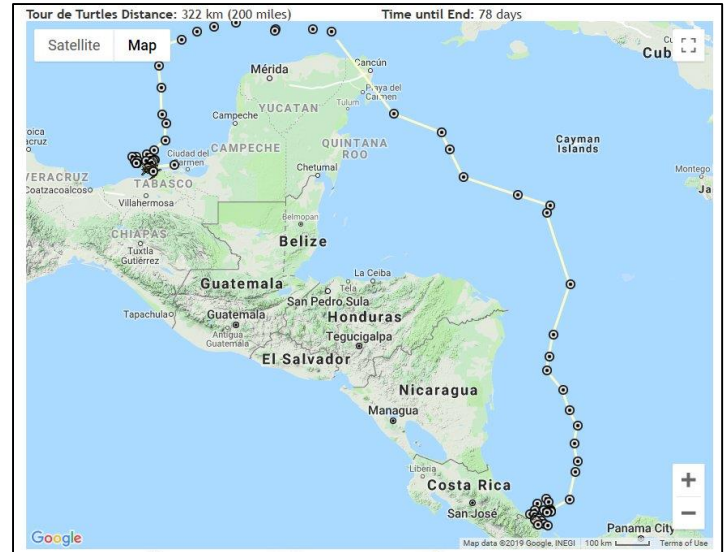
Liberación de tortuga carey con transmisor en playa Bluff

### ANEXO 4 – RUTAS MIGRATORIAS

Rutas migratorias de tortugas canal, temporada 2019

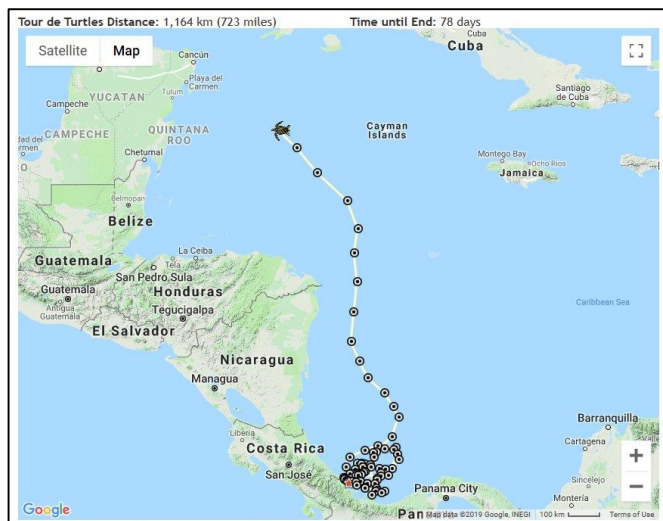


Frankie

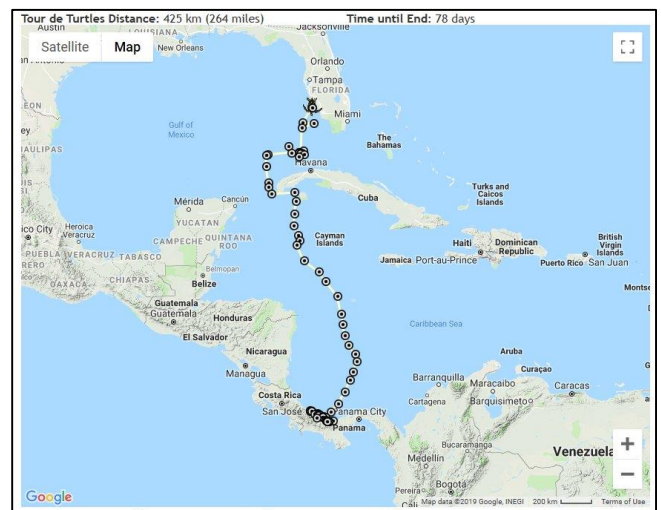


Shelly





**Jujube**



**Eve**

## ANEXO 5 – ACTIVIDADES EDUCATIVAS

### ACTIVIDADES EN CENTROS EDUCATIVOS Y COMUNIDAD

FECHA	LUGAR	EDAD PARTICIPANTES	TEMA	NÚM. PARTICIPANTES
13 de mayo	School for Field Studies	De 18 a 45	Sobre la STC y las tortugas de Bocas del Toro	30
22 de mayo	Universidad de Minnesota	De 18 a 21	Sobre la STC y las tortugas de Bocas del Toro	21
16 de junio	Colegio Rogelio Josué Ibarra, Bocas del Toro	De 15 a 18	Charla por el día mundial de la tortuga marina	22
29 de junio	Bocas Dive Center	De 14 a 60	La STC y sus programas en Bocas del Toro y comarca Ngabe	25
3 de julio	Universidad Nacional, sede de Chitré	De 18 a 60	Tortugas marinas de Panamá, amenazas y conservación	80
8 de julio	Instituto América, Ciudad de Panamá	De 11 a 18	Sobre las tortugas marinas de Panamá y su protección	220



9 de julio	Colegio de Artes y Oficios, Ciudad de Panamá	De 13 a 18	Sobre las tortugas marinas de Panamá y su protección	70
10 de julio	Colegio Internacional Oxford, Ciudad de Panamá	De 13 a 18	Sobre las tortugas marinas de Panamá y su protección	96
11 de julio	Colegio Santo Domingo Sabio	De 11 a 18	Sobre las tortugas marinas de Panamá y su protección	80
12 de julio	Escuela Nuevo Belén, Tocumen	De 11 a 14	Sobre las tortugas marinas de Panamá y su protección	92

#### ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN

FECHA	ORGANIZACIÓN/PERSONAS/LUGAR	TEMA
28 de mayo	Diario Bocas Breeze	Entrevista sobre anidación de tortugas marinas en Bocas
18 de junio	Pulso informativo	Entrevista sobre casos de saqueo en Bocas y comarca Ngabe
25 de julio	Diario Ara Balears	Entrevista sobre anidación de tortugas marinas

#### REUNIONES PARA PROYECTOS COMUNITARIOS

FECHA	ORGANIZACIÓN/PERSONAS	TEMA
Del 1 al 16 de mayo	Red Panatortugas	Coordinación del encuentro anual de la red nacional Panatortugas
3 de mayo	Fundación Springboard	Reunión sobre la gira en centros educativos de ciudad de Panamá
8 de mayo	Give&Surf	Colaboración en proyectos 2019
10 de mayo	Escuela de Río Caña	Futuras actividades en la comunidad
22 de mayo	Red Panatortugas	Reunión para creación de acta e informe del encuentro de la red
26 de mayo	Fundación CARES	Reunión sobre estrategia del evento para la castración de perros en playa Bluff y otras comunidades
3 de junio	Colegio Rogelio Josué Ibarra	Coordinación de charla



4 de junio	Fundación Springboard	Reunión sobre la gira en centros educativos de ciudad de Panamá
8 de junio	Bocas Dive Center	Coordinación de charla a comunidad de Bocas del Toro
20 de junio	Fundación Springboard	Reunión sobre la gira en centros educativos de ciudad de Panamá

## EVENTOS

FECHA	ORGANIZACIÓN	EVENTO	NÚM. PERSONAS
17 al 19 de mayo	Sea Turtle Conservancy y Red Panatortugas	Tercera reunión de la red Panatortugas	19
29 de junio	Playa Bluff	Castración de perros para control de población	100 aprox.

## OTROS

FECHA	ORGANIZACIÓN	DESCRIPCIÓN
10 de mayo	ARAP y comunidad local	Seguimiento sobre la situación del pez león en el archipiélago
30 de junio	Comunidad local	Detección de encuentros de tortugas marinas en agua
30 de junio	Centros de buceo	Detección de encuentros de tortugas marinas en agua
29 de julio	Comunidad local y centros de buceo	Seguimiento de encuentros de tortugas marinas en agua





**PROYECTO MINA DE COBRE PANAMÁ**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA)**

**CATEGORIA III**

*INFORME ANUAL DEL PLAN DE ACCIÓN DE  
BIODIVERSIDAD*

Compromisos de EsIA Aplicables	Periodo reportado	Elaborado por	Fecha de Emisión del Reporte
13207, 13208 13221, 13234	2018	Hardner & Gullison Associates, LLC	20/06/2018



## **Tabla de Contenido**

<b>Introducción .....</b>	<b>2</b>
<b>La declaración de valores de MPSA y su visión para Cobre Panamá .....</b>	<b>2</b>
<b>Enfoque en la Conservación de Biodiversidad .....</b>	<b>3</b>
<b>Descripción general del PAB .....</b>	<b>4</b>
<b>Identificación de los valores de la biodiversidad .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Hábitats críticos. ....</b>	<b>5</b>
<b>2. Especies de Interés (EdI) .....</b>	<b>10</b>
<b>3. Servicios Ecosistémicos .....</b>	<b>11</b>
<b>4. Áreas protegidas .....</b>	<b>12</b>
<b>Evaluación del conocimiento .....</b>	<b>15</b>
<b>Evaluación de la conservación “sin proyecto” .....</b>	<b>17</b>
<b>Evaluación de la conservación “con proyecto” .....</b>	<b>19</b>
<b>Estrategia de mitigación .....</b>	<b>20</b>
<b>Sub-estrategia central #1: Plan de áreas protegidas .....</b>	<b>20</b>
<b>Sub-estrategia central #2: Reforestación .....</b>	<b>22</b>
<b>Sub-estrategia central #3: Conservación a nivel de especies .....</b>	<b>23</b>
<b>Implementación .....</b>	<b>24</b>
<b>Compartiendo Conocimientos .....</b>	<b>24</b>
<b>Monitoreo .....</b>	<b>25</b>



## Introducción

El Plan de Acción de Biodiversidad (PAB) de Minera Panamá (MPSA) es una guía para manejar los impactos de la mina Cobre Panamá en la biodiversidad de la región. El PAB sirve para resumir en un solo documento las numerosas actividades relevantes para la gestión de MPSA sobre la biodiversidad. Como documento integrador, no pretende contener todos los detalles técnicos en los muchos estudios de apoyo a la biodiversidad que se han desarrollado para este proyecto; más bien, muestra cómo este cuerpo de trabajo se integra para formar un plan integral para que la mina Cobre Panamá *cumpla con la Norma de Desempeño 6 (PS6) de la Corporación Financiera Internacional y, al hacerlo, logre un **impacto neto positivo** en la biodiversidad en Panamá*

### La declaración de valores de MPSA y su visión para Cobre Panamá

El PAB respalda los valores de MPSA y su compromiso con la responsabilidad social corporativa. A continuación se presenta la Declaración de valores de MPSA:

Nuestros valores guían nuestras decisiones, acciones y procesos a través de todo el ciclo de vida de la mina, desde la etapa de exploración hasta el cierre de la mina y la restauración ambiental de los lugares que la rodean. Estamos comprometidos a desarrollar nuestros negocios de una manera responsable, con respeto por el medio ambiente y las comunidades vecinas. Entre nuestros valores se incluyen los siguientes:

- Excelencia en la gestión de la seguridad, salud y medio ambiente.
- Innovación tecnológica y gestión de recursos.
- Promoción del desarrollo socioeconómico sostenible en las comunidades que rodean al proyecto.
- Ética, transparencia y cumplimiento con los más altos estándares internacionales.
- Diálogo abierto y respetuoso con las comunidades, el gobierno y la sociedad civil.

La visión para Cobre Panamá es que el proyecto será una empresa rentable para sostener los objetivos de crecimiento de First Quantum, contribuir al desarrollo de Panamá y ser un motor económico regional que ayudará a aliviar la pobreza y promoverá la biodiversidad en el área del proyecto, catalizando el desarrollo de comunidades sostenibles y laprotección de la rica biodiversidad del Corredor Biológico Mesoamericano.



## **Enfoque en la Conservación de Biodiversidad**

Con respecto a la conservación de la biodiversidad, MPSA tiene un enfoque claramente definido.

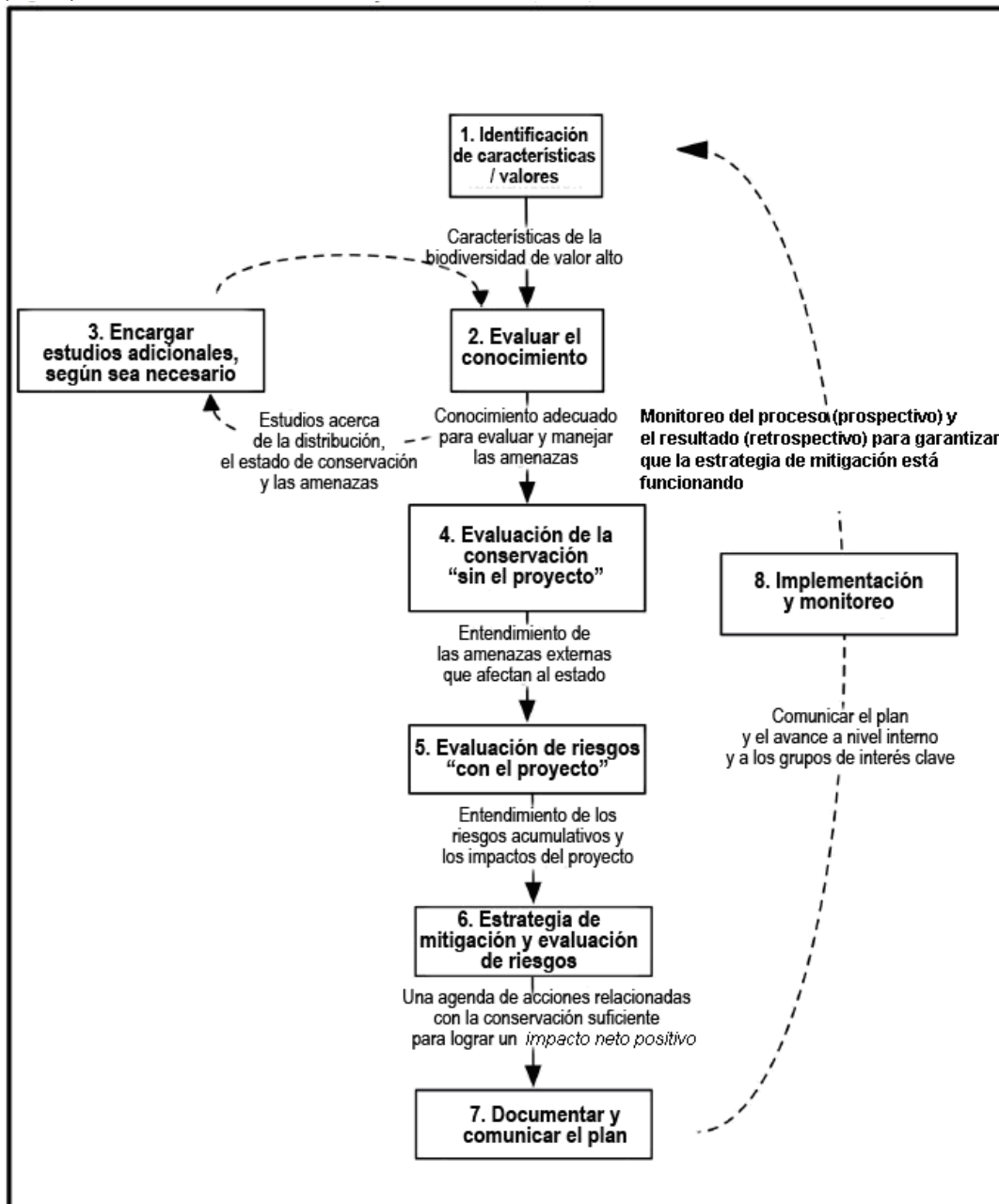
1. MPSA se compromete a tener un impacto neto positivo (NPI) en la biodiversidad en Panamá y a ser un líder mundial en la gestión de la biodiversidad.
2. MPSA sigue las regulaciones nacionales, como se describe en su Evaluación de Impacto Ambiental y Social (ESIA), y las mejores prácticas internacionales para el manejo de la biodiversidad, como las descritas en la Norma de Desempeño 6 (PS6) de la Corporación Financiera Internacional, el sobre compensaciones de biodiversidad: Business and Biodiversity Offset Program' (BBOP) y el Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM) - Buenas prácticas para la minería y la biodiversidad.
3. MPSA está implementando tres actividades principales para la gestión de la biodiversidad:
  - Apoyar la conservación a escala del paisaje en el CBM, mediante el establecimiento y el financiamiento de áreas protegidas actualmente amenazadas por la pérdida de bosques;
  - Reforestando con especies nativas en un área mayor que la impactada por la minería y apoyando la restauración de los valores de biodiversidad impactados por la compañía; y,
  - Manejo de Especies de Interés (EdI) identificadas por la empresa.
4. Como resultado de la combinación de alta biodiversidad y brechas en el conocimiento científico del área y de las especies encontradas en el sitio, el plan de acción de biodiversidad de MPSA se estructurará para permitir el desarrollo continuo del conocimiento sobre el sitio. Los nuevos conocimientos se integrarán en las prácticas de gestión que se llevarán a cabo a lo largo de la vida útil de la mina.



## Descripción general del PAB

El PAB está compuesto por ocho componentes (**Figura 1**). Este documento presenta un resumen de cada uno de ellos y referencia una serie de anexos técnicos.

**Figura 1:** Descripción general del Plan de acción para la biodiversidad (PAB)





## Identificación de los valores de la biodiversidad

El BAP trata los valores de biodiversidad en tres categorías: hábitats críticos, especies de interés (SoC) y servicios de los ecosistemas.

### 1. Hábitats críticos.

PS6 clasifica las áreas afectadas por proyectos como hábitat modificado o hábitat natural. El hábitat modificado o natural que es de la mayor importancia para la biodiversidad se designa como hábitat crítico, el cual requiere un manejo especial para la conservación.

PS6 (2012) establece:

16. Los hábitats críticos son áreas con alto valor de biodiversidad, que incluyen (i) hábitats de importancia significativa para las especies en peligro crítico y / o en peligro de extinción; (ii) hábitat de importancia significativa para las especies endémicas y / o de rango restringido; (iii) hábitat de importancia significativa para concentraciones globalmente significativas de especies migratorias y / o especies que se congregan; (iv) ecosistemas regionalmente significativos y / o altamente amenazados o únicos; y / o (v) áreas que están asociadas con procesos evolutivos clave.

El PAB trata tres amplias clases de hábitats críticos en el área de influencia de Cobre Panamá: a) el bosque del Corredor Biológico Mesoamericano, donde se encuentra la huella del proyecto; b) playas de anidación de tortugas marinas ubicadas a lo largo de la costa de Donoso; y, c) hábitats marinos de fondos duros profundos y poco profundos cerca de la instalación portuaria del proyecto. Esta actualización del PAB ya no identifica el estuario del río Caimito como hábitat crítico porque no se han observado valores de biodiversidad de hábitat crítico (según PS6) en esa área.

#### 1.a. *Hábitat forestal en el Corredor Biológico Mesoamericano*

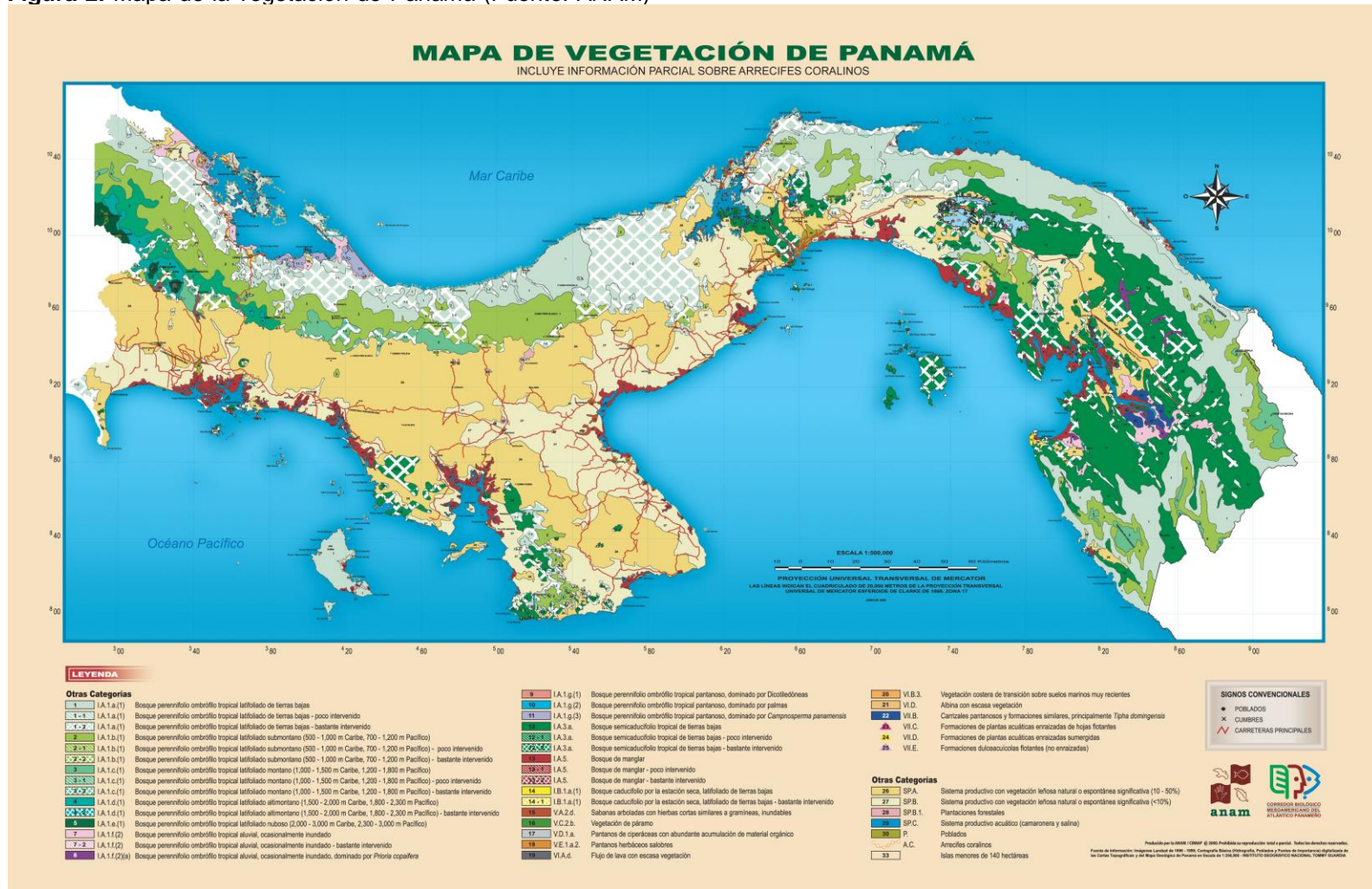
Cobre Panamá está ubicado dentro de un área clasificada por ANAM como *bosque húmedo tropical de tierras bajas siempreverde* (**Figura 2**). Se describe más detalladamente en el ESIA, Anexo XVI: Línea de base de biodiversidad. El bosque también se encuentra dentro de la ecorregión de bosques húmedos ístmicos y atlánticos de WWF<sup>1</sup>, un bosque biológicamente diverso que resulta de la mezcla de las floras de América del Norte y del Sur.

---

<sup>1</sup> [http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial/nt/nt0129\\_full.html](http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial/nt/nt0129_full.html)



**Figura 2:** Mapa de la vegetación de Panamá (Fuente: ANAM)





El área del bosque del Corredor Biológico Mesoamericano posee las siguientes características que dan lugar a la designación de *hábitat crítico* según el PS6:

- *Hábitat de importancia significativa para especies en peligro crítico de extinción y/o en peligro de extinción*: Los ecosistemas que rodean al proyecto sirven de hogar a especies incluidas en las listas de especies en peligro (EN) y en peligro crítico (CR) de la IUCN y los organismos reguladores panameños<sup>2</sup>. Además, el área del proyecto yace dentro de un *área importante para las aves* (IBA), según la designación de Birdlife International - (PA016 – Bosques del Golfo de los Mosquitos), como se muestra en la **Figura 3**, debido a que suministra un hábitat estacional para el gran guacamayo verde (*Ara ambiguus*)<sup>3</sup>.
- *Hábitat de importancia significativa para especies endémicas o de rango restringido*: Los ecosistemas que rodean al proyecto podrían servir de hogar a especies endémicas a Donoso<sup>4</sup>.
- *Habitat del cual se sabe que sustenta regularmente poblaciones globales de aves migratorias*: la totalidad de muchas especies de aves migratorias se canalizan a través del istmo de Panamá en la región del proyecto en sus migraciones anuales.
- *Ecosistemas regionalmente significativos y/o altamente amenazados o únicos*: La ecorregión del bosque húmedo del Atlántico ístmico tiene una protección muy pobre y sufre de una creciente fragmentación. Los bosques ubicados en el área del proyecto tienen un índice de deforestación *superior* al promedio nacional.
- *Áreas asociadas con procesos evolutivos clave*: El proyecto se ubica en el Corredor Biológico Mesoamericano - CBM (**Figura 4**). El CBM es una red de áreas protegidas y ecosistemas naturales adyacentes que sirven como un vínculo ecológico y evolutivo entre Norte y Sur América. Dentro de este corredor, los hábitats naturales que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto conectan las áreas protegidas y, además, suministran conectividad a lo largo de una gradiente altitudinal que abarca las cordilleras de dos parques nacionales que se extienden hacia la costa caribeña. Información de línea base sobre fragmentación y conectividad del CBM se presenta en el Apéndice A.

---

<sup>2</sup> Las especies EN y CR son EdI y aparecen en los Apéndices B y C.

<sup>3</sup> BirdLife International (2011) Important Bird Areas factsheet: Golfo de los Mosquitos Forests. Descargado de <http://www.birdlife.org> el 27/05/2011

<sup>4</sup> Las especies con espectro severamente restringido son EdI y aparecen en los Apéndices B y C.



**Figura 3:** Mapa de las áreas importantes para las aves (IBA) de Panamá

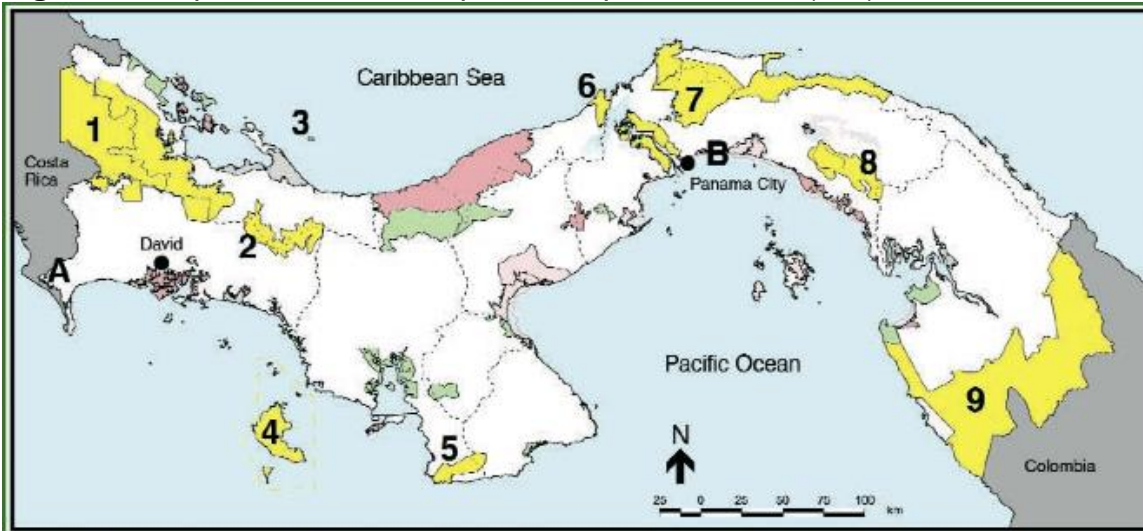


Figure 1. Panama's Important Bird Areas. Areas mentioned in the text are highlighted in yellow. For other areas, green = Globally important, protected; pink = Globally important, unprotected; light pink = Nationally important, unprotected; grey = Potential IBA. Sites are referred to in the text.

Fuente: Important Bird Areas of the- Neotropics: Panama. -*Neotropical*- Birding, 2007. Disponible en:

<http://www.neotropicalbirdclub.org/articles/neobirding/NeoBird2-montanez.pdf>

**Figura 4:** Huella del proyecto dentro del Corredor Biológico Mesoamericano





### 1.b. Playas de anidación de tortugas marinas

Las áreas de playa a lo largo de la costa de Donoso, especialmente los 3.8 km de Playa Rincón, adyacente al sitio de la instalación portuaria y la planta de energía, están documentadas como áreas de anidación para tres especies de tortugas marinas: Verde (*Chelonia mydas*) - En peligro de extinción, la baula (*Dermochelys coriacea*) - Vulnerable, y la Carey (*Eretmochelys imbricata*) - En Peligro Crítico. Las playas adicionales documentadas como áreas de anidación son: Playa Petaquilla, Playa Palmilla, Playa San Roque, Playa Belén, Playa Chiquero, Playa Calvario y Playa Caimitillo. Todas estas playas califican como hábitat crítico de Nivel 2 bajo IFC PS6<sup>5</sup>.

**Figura 5: Juvenil de de tortuga carey en Playa Caimitillo (Fuente: MWH).**



### 1.c. Hábitat marino de fondo duro

La zona marina a lo largo de la costa de Donoso activa la designación de hábitat crítico para áreas de hábitat de fondo duro donde el sustrato rocoso ofrece una oportunidad para que las comunidades estructuradas y diversas se reúnan, lo que no es posible en los sustratos arenosos circundantes. En particular, esto incluye un área pequeña de aproximadamente 0,5 hectáreas de hábitat de fondo duro poco profundo que alberga esponjas y corales (**Figura 6**) en Punta Rincón, donde se

---

<sup>5</sup> GN75. Tier 2 sub-criteria for Criterion 1 are defined as follows: Habitat that supports the regular occurrence of a single individual of an IUCN Red-listed CR species and/or habitat containing regionally-important concentrations of an IUCN Red-listed EN species where that habitat could be considered a discrete management unit for that species.



están construyendo el puerto y la planta de energía. Además, el hábitat de fondo duro profundo se encuentra cerca del sitio del puerto pero fuera del sitio del proyecto inmediato. Este sustrato de fondo duro se produce de forma intermitente a lo largo de la costa de Donoso.

**Figura 6:** Hábitat marino somero de fondo duro



## 2. Especies de Interés (EdI)

MPSA emplea el término “Especies de Interés” para referirse al subconjunto de especies de fauna y flora que están presentes en el área del proyecto y que dan lugar a la designación de *hábitat crítico* según el estándar PS6, o requieren atención especial para garantizar su conservación.

Actualmente, las especies de interés de fauna incluyen 4 especies de anfibios, 11 especies de aves, 2 especies de reptiles, y 10 especies de mamíferos. Las especies de interés marinas incluyen 3 especies de peces, 1 especie de langosta, 2 especies de tortugas marinas, y el delfín nariz de botella. Mas información de las EdI de fauna se presenta en el Apéndice B.

Las EdI de flora son más numerosas. El ESIA de Cobre Panamá enumera 208 EdI par flora. Desde la finalización del ESIA, MPSA ha realizado estudios de campo y ha apoyado una evaluación de conservación de la UICN de múltiples partes interesadas



de la flora EdI, lo que ha dado lugar a la inclusión de un gran número de especies en función de la información mejorada sobre su distribución geográfica y estado de conservación en poblaciones naturales. La actual lista de edI de flora incluye 60 especies. Los detalles de la lista se pueden encontrar en el Apéndice C.

Tanto para Flora como para Fauna, las listas de EdI están sujetas a una revisión adicional a medida que la información científica mejora. Además, el estado de conservación de las especies puede cambiar con el tiempo debido a factores no relacionados con el proyecto, lo que hace que otras especies se unan u otras dejen de formar parte de la lista de EdI.

### **3. Servicios Ecosistémicos**

Los *servicios ecosistémicos*, a veces llamados “servicios ambientales” o “servicios ecológicos”, son los beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas. El estándar PS6 incluye los requisitos para la protección y conservación de los servicios ecosistémicos. Este estándar indica:

24. Cuando es probable que el proyecto tenga un impacto adverso en los servicios ecosistémicos, según lo determina el proceso de identificación de riesgos e impactos, el cliente deberá efectuar una revisión sistemática para identificar los servicios prioritarios del ecosistema. Los servicios prioritarios del ecosistema son de dos tipos: (i) los servicios en los cuales es más probable que las operaciones del proyecto tengan un impacto, y, por consiguiente, produzcan impactos adversos para las Comunidades Afectadas; y/o (ii) los servicios de los cuales el proyecto depende directamente para la ejecución de sus operaciones (por ejemplo, agua). Cuando es probable que las comunidades afectadas sufran un impacto, éstas deben participar en la determinación de los servicios prioritarios del ecosistema, de acuerdo con el proceso de relacionamiento con los grupos de interés definidos en el Estándar de Desempeño 1 del FCI.

25. En lo que respecta a los impactos sobre los servicios prioritarios del ecosistema relevantes para las Comunidades Afectadas y en los cuales el cliente posee un control directo o una influencia significativa sobre la gestión de dichos servicios, los impactos adversos deben evitarse. Si estos impactos son inevitables, el cliente deberá minimizarlos e implementar medidas de mitigación orientadas a mantener el valor y la función de los servicios prioritarios. Con respecto a los impactos en los servicios prioritarios del ecosistema de los cuales depende el proyecto, los clientes deben minimizar los impactos en los servicios del ecosistema e implementar medidas que



aumenten la eficacia de los recursos en sus operaciones, según se describe en el Estándar de Desempeño 3. Se incluyen disposiciones adicionales para los servicios del ecosistema en los Estándares de Desempeño 4, 5, 7 y 8.

El área de influencia de la mina en Donoso está escasamente poblada, sin embargo, pequeñas comunidades indígenas se han formado en Donoso en los últimos años. Un estudio realizado sobre el uso de los recursos naturales de las comunidades indígenas de Nuevo Sinaí (41 familias) y Nuevo Lucha (36 familias) reveló que estas comunidades migratorias no han desarrollado una tradición de uso de recursos locales, como las plantas medicinales específicas de Donoso (Apéndice D). Más bien, los servicios ambientales que benefician a las comunidades son principalmente el suministro de agua superficial, el uso de madera para la construcción y la leña, y la recolección ocasional de frutas y la caza; ninguno de los cuales contribuye sustancialmente a las fuentes de alimentos de las comunidades.

Este plan reconoce el estilo de vida tradicional de subsistencia agrícola de las comunidades que residen en Donoso y el contexto forestal que viven. Los servicios ambientales más importantes para conservar este estilo de vida son: aguas superficiales limpias y el mantenimiento de un paisaje boscoso. El Apéndice E proporciona algunos resultados del programa de monitoreo de la calidad del agua dulce de MPSA. Detalles de la cobertura forestal se dan en los Apéndices A y E.

Adicionalmente, este plan reconoce la importancia de equilibrar el uso de los recursos naturales con su conservación, especialmente en los casos de caza de mamíferos amenazados (por ejemplo, el tapir de Baird) y la recolección de huevos de tortuga marina para consumo humano, así como de anfibios y aves para el comercio de mascotas. Estas actividades pueden afectar la viabilidad de las poblaciones locales de estas especies. A más largo plazo, el uso del suelo para la agricultura y las prácticas mineras informales también representan una amenaza para la conservación de los valores de biodiversidad del paisaje. Estas cuestiones se abordarán como parte integrante del PAB.

#### **4. Áreas protegidas**

Otra consideración de PS6 es si el proyecto afecta a las áreas protegidas. El estándar PS6 señal:

20. En circunstancias en las que un proyecto propuesto se ubica dentro de



un área legalmente protegida<sup>6</sup> o un área reconocida internacionalmente, el cliente deberá cumplir los requisitos de los párrafos 13 a 19 de este Estándar de Desempeño, según corresponda. Además, el cliente deberá:

- Demostrar que el desarrollo propuesto en dichas áreas está permitido legalmente.
- Actuar de una manera consistente con cualquier plan de gestión reconocido por el gobierno para dichas áreas.
- Consultar con los patrocinadores y gestores de las áreas protegidas, las comunidades afectadas, los pobladores indígenas y otros grupos de interés en el proyecto propuesto, según corresponda.
- Implementar programas adicionales, según corresponda, para promover y mejorar los objetivos de conservación y la gestión eficaz del área.

El paisaje que rodea al proyecto incluye dos áreas protegidas: los parques nacionales Omar Torrijos y Santa Fe, que se ubican al suroeste de la huella del proyecto (**Figura 7**). El área protegida Omar Torrijos (25.275 hectáreas, y Categoría II de la IUCN), es contigua al área protegida mayor: 72.636 hectáreas, PN Santa Fe (Categoría II de la IUCN).

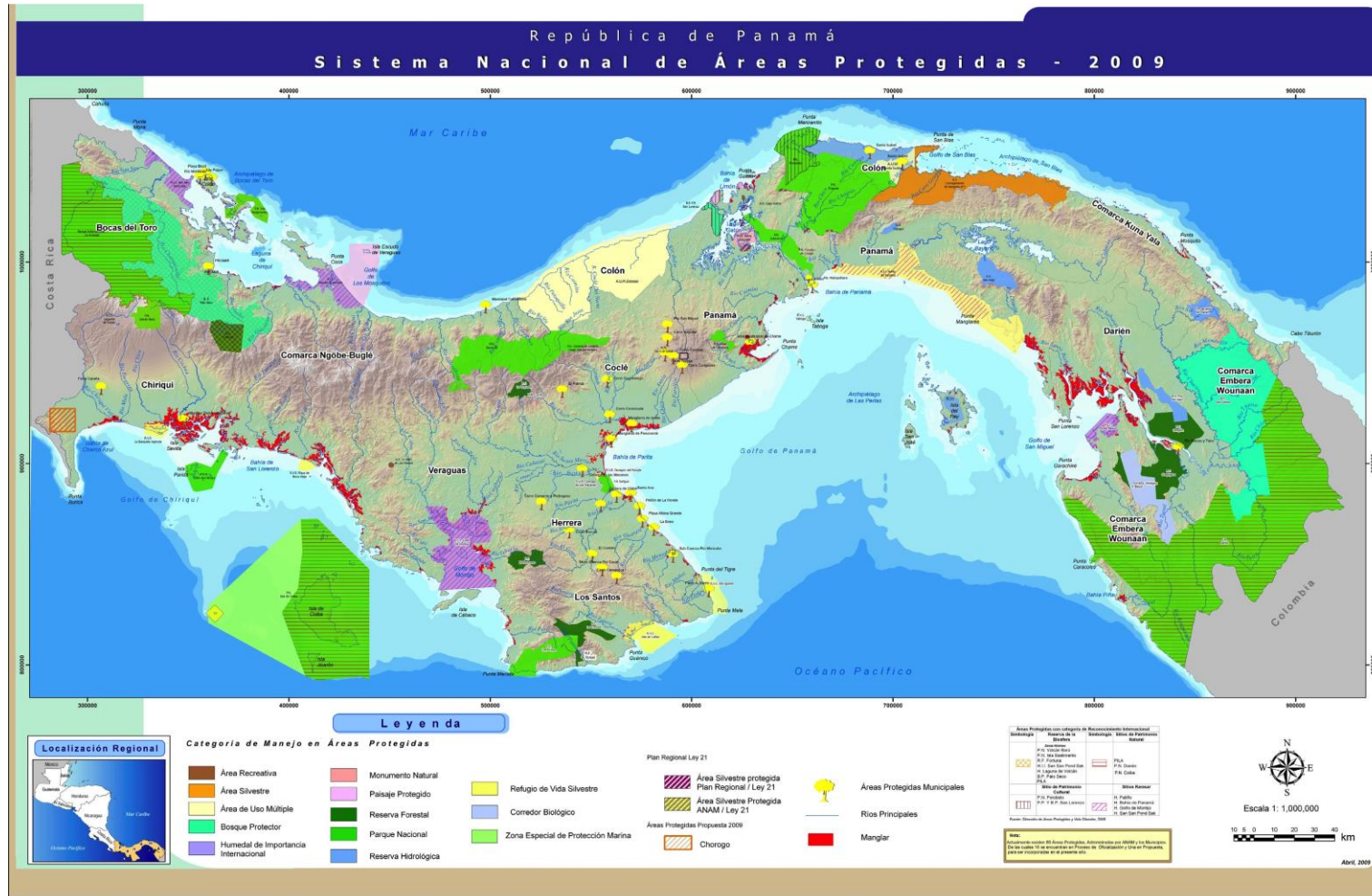
Una tercera área protegida, el Área de Uso Múltiple de Donoso (MUA por sus siglas en inglés), que ocupa todo el Distrito de Donoso, se declaró originalmente en 2009 (Resolución AG-0139-2009). Su estado legal se suspendió temporalmente, pero luego se restableció en 2016. El área protegida Donoso (Categoría VI de la UICN) tiene un área de entre 150,000 hectáreas y 195,917 hectáreas, incluyendo un área marina de hasta 18,852 hectáreas.

---

<sup>6</sup> Este Estándar de Desempeño reconoce las áreas protegidas legalmente que satisfacen la definición de la IUCN: “Un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios eficaces, legales o de otra naturaleza, para lograr la conservación de la naturaleza a largo plazo con los servicios del ecosistema y los valores culturales asociados”. Para fines relacionados con este Estándar de Desempeño, esto incluye las áreas propuestas por los gobiernos para ser designadas como tales.



Figura 7: Mapa de las áreas protegidas de Panamá





## Evaluación del conocimiento

Se requiere del desarrollo continuo tanto del conocimiento científico de la biodiversidad en el sitio, como de los mejores medios para conservarla. En ese contexto MPSA ha realizado esfuerzos agresivos para llenar los vacíos que pueden abordarse en la práctica durante el período de planificación del proyecto. Otras lagunas, como la comprensión de la ecología de especies que no se han estudiado previamente, requerirán años de esfuerzo continuo. MPSA continuará abordando estas brechas en el conocimiento y adaptando las prácticas de manejo para acomodar el nuevo conocimiento según sea apropiado.

Un árbol de decisión, que se muestra en la **Figura 8**, se utiliza para evaluar si se necesita información adicional para respaldar el manejo de los valores de biodiversidad relevantes para el proyecto. Como lo demuestra la figura, los requisitos de información aumentan a medida que una característica de la biodiversidad avanza a través del árbol de decisión. Las necesidades de información son mayores para aquellas características de biodiversidad que tienen un alto valor de conservación y que están amenazadas o impactadas por el proyecto. Las etapas en la toma de decisiones son las siguientes:

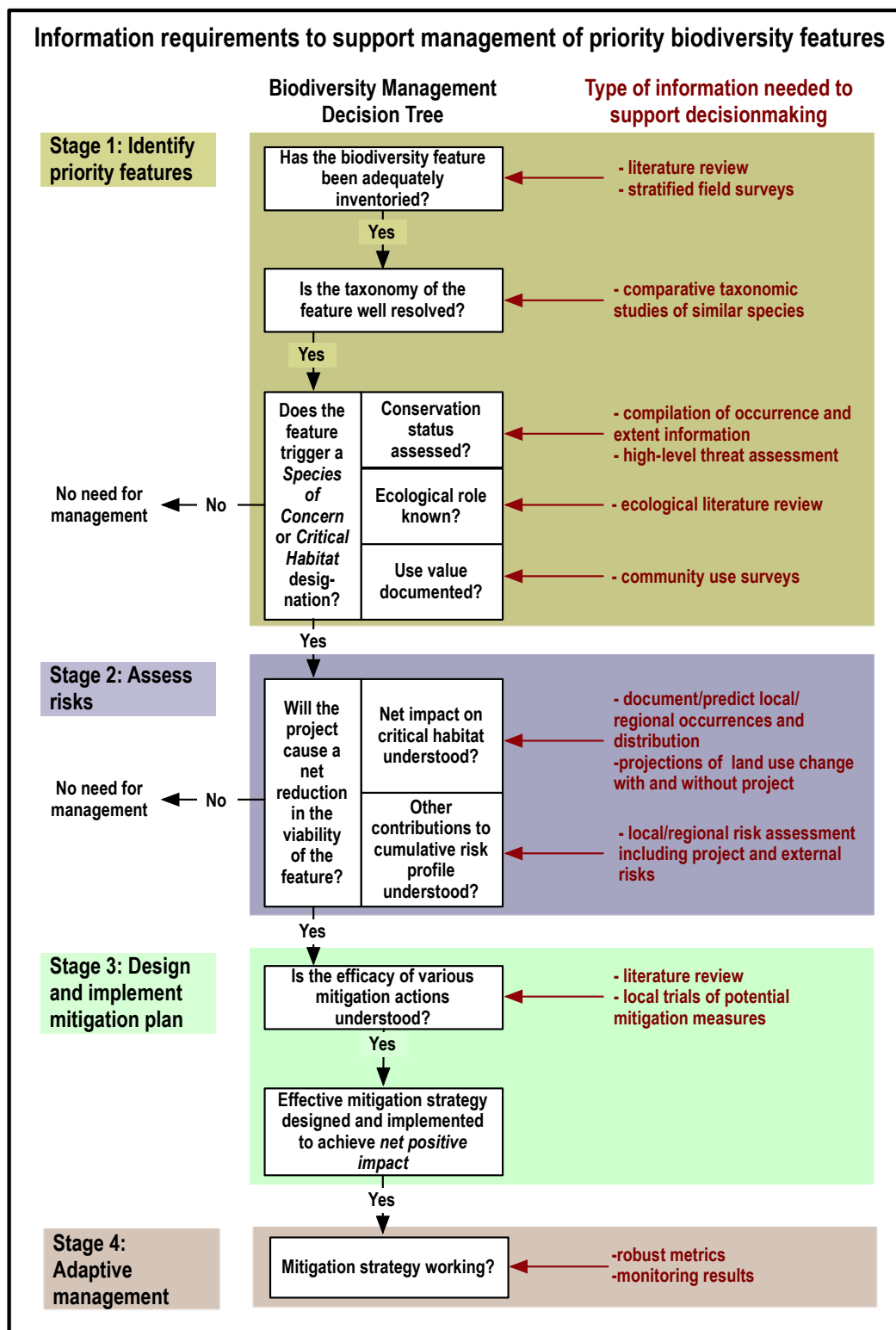
1. Identificar los valores de prioridad relevantes para el proyecto. Solo los valores de biodiversidad prioritarios pasan a la siguiente etapa.
2. Realizar un análisis de riesgo e impacto para los valores de biodiversidad prioritarios para determinar si el proyecto afectará su viabilidad. Solo aquellos valores de prioridad cuya viabilidad se ve afectada por el proyecto continúan en la siguiente etapa.
3. Diseñar e implementar planes de mitigación para aquellas características prioritarias cuya viabilidad se ve amenazada por el proyecto.

Los tipos de información que respaldan estas tres etapas de la toma de decisiones se enumeran en rojo en la parte derecha de la **Figura 8**. Si esta información no existe, la toma de decisiones no puede continuar y se deben encargar estudios adicionales.

Se están realizando más investigaciones y se desarrollarán los conocimientos necesarios para manejar los valores de biodiversidad en el área de influencia de Cobre Panamá. Algunos ejemplos incluyen investigaciones en curso sobre la distribución geográfica y el estado de conservación de las especies de plantas actualmente listadas como Edl, y la conservación, propagación e integración de Edl de plantas en la restauración de bosques



**Figura 8:** Árbol de decisiones para el manejo de la biodiversidad y requisitos de información





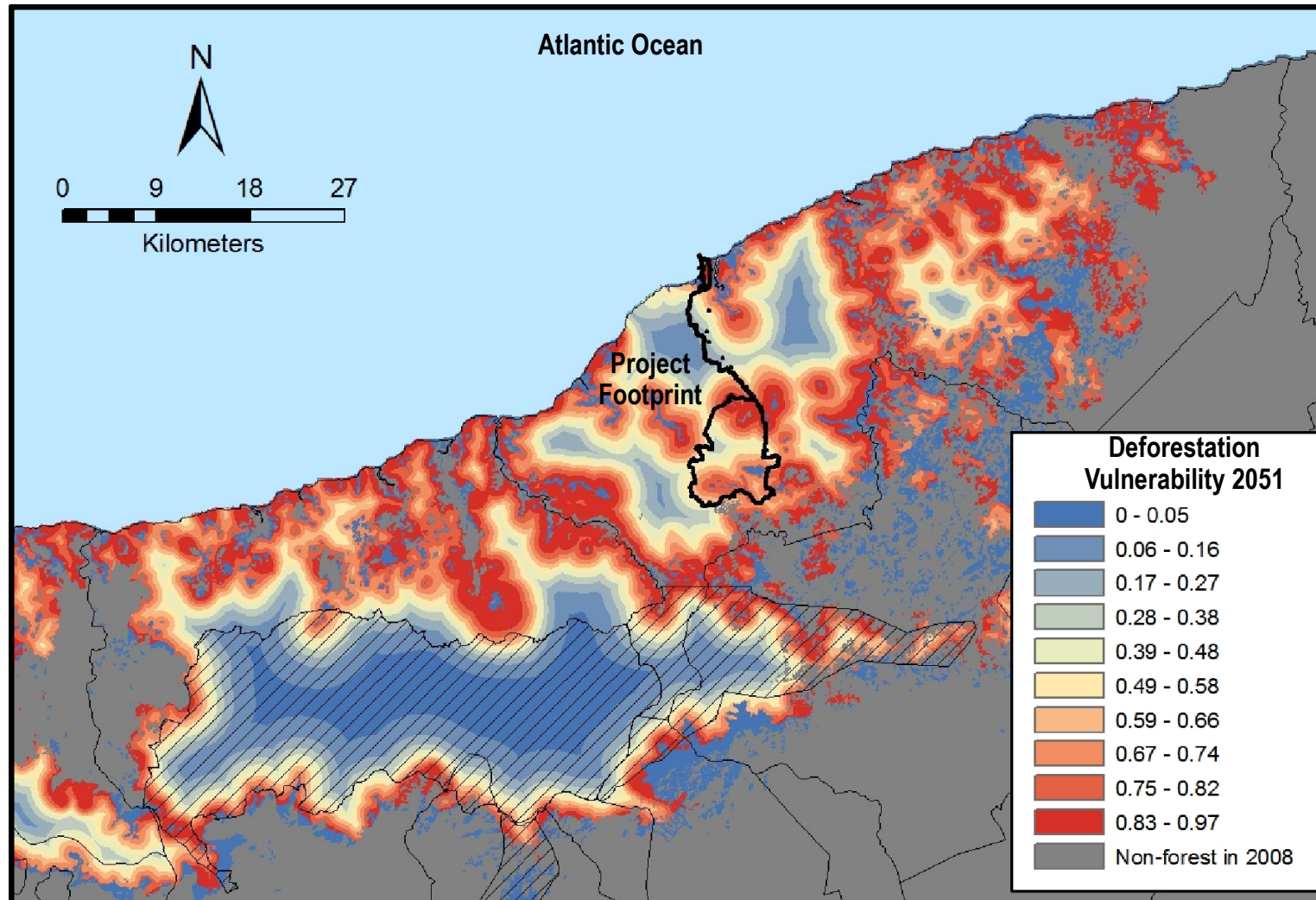
## Evaluación de la conservación “sin proyecto”

Como punto de partida para evaluar el contexto para conservar los valores de la biodiversidad en el área de influencia de Cobre Panamá, es necesario comprender las tendencias actuales que amenazan estos valores. Esta es la evaluación de conservación “sin proyecto”, técnicamente conocida como el escenario hipotético. Es el punto de comparación contra el cual evaluamos los impactos de Cobre Panamá.

Se utiliza un modelo de cambio en el uso del suelo para proyectar tendencias en la cobertura forestal en el paisaje que rodea el Cobre Panamá. Los resultados de la evaluación histórica más reciente y el pronóstico del cambio en el uso de la tierra se presentan en el Apéndice E. La **Figura 9** muestra la proyección del cambio en el uso de la tierra para el paisaje que rodea Cobre Panamá. El escenario “sin proyecto” predice una pérdida de cobertura forestal equivalente a 79.3 mil hectáreas en este paisaje debido a la expansión de la agricultura y la ganadería en la región. En otras palabras, bajo el *status quo*, sin una mina en el área, se espera que esta cantidad de bosque se pierda durante 40 años.



**Figura 9:** Vulnerabilidad del paisaje a la deforestación durante el período de tiempo de 40 años. La huella del proyecto se ilustra en el mapa, pero el análisis no incluyó el proyecto propiamente dicho. Clark Labs efectuó este análisis utilizando su Land Change Modeler en IDRISI.





## **Evaluación de la conservación “con proyecto”**

Como se indicó en la sección anterior, el escenario “sin proyecto” es el punto de comparación frente al cual evaluamos los impactos de Cobre Panamá en un escenario “con proyecto”. El propósito de este análisis es determinar de qué manera los riesgos del proyecto Cobre Panamá *antes de la mitigación* afectan a la viabilidad de los valores de la biodiversidad en el paisaje.

Se espera que finalmente por el proyecto Cobre Panamá resulte en la tala de 5,900 hectáreas de bosque como huella de sus operaciones.

Además de la huella directa, Cobre Panamá generará impactos indirectos relacionados con la migración laboral y las demandas económicas secundarias. El alcance de estos impactos no se ha estimado, pero se reconoce como un riesgo adicional para los valores de biodiversidad en el paisaje.

Sobre la base de esta evaluación, se puede afirmar que el escenario "con proyecto" representa una mayor probabilidad de deforestación en el paisaje de Cobre Panamá. Si bien gran parte del área de la huella de la mina ya tenía una alta probabilidad de ser deforestada en los próximos 40 años, esta probabilidad es del 100 por ciento con el proyecto. La deforestación en áreas adyacentes podría acelerarse por los impactos indirectos de Cobre Panamá.

La siguiente sección describirá las acciones de mitigación que tomará la compañía para gestionar los impactos “con proyecto” de Cobre Panamá.



## Estrategia de mitigación

El propósito de la estrategia de mitigación es manejar los impactos descritos en el escenario “con proyecto” mencionados en la sección anterior. De una manera más específica, la estrategia se empleará para:

- Cumplir la meta de MPSA de lograr un *impacto neto positivo* en la biodiversidad.
- Cumplir con los reglamentos ambientales de Panamá.
- Cumplir o exceder el estándar PS6 de la CFI y otras mejores prácticas internacionales promovidas por organizaciones tales como BBOP e ICMM.

Tres sub-estrategias centrales comprenden la estrategia de mitigación: 1) apoyar las áreas protegidas en el paisaje alrededor del proyecto Cobre Panamá; 2) durante la vida del proyecto reforestar 7,375 hectáreas fuera de la huella del proyecto y 3,100 hectáreas dentro de la huella del proyecto; y 3) realizar manejo y conservación a nivel de especies.

### Sub-estrategia central #1: Plan de áreas protegidas

La deforestación presenta un gran desafío para la conservación de la biodiversidad en Panamá, especialmente en el distrito de Donoso. La compañía tomará medidas para mitigar su contribución a la deforestación y, al mismo tiempo, ayudará a reducir las tasas de deforestación generalizadas que afectan el paisaje a nivel del CBM.

Como una subestrategia central del PAB, MPSA se ha comprometido con ANAM para respaldar tres áreas protegidas en el Corredor Biológico Mesoamericano (Resolución DIEORA IA-1210-2011; ver el Apéndice G). Esto incluye: el Parque Nacional Santa Fe (72,636 ha), el Parque Nacional Omar Torrijos (25,275 ha) y un área protegida que se establecerá en el Distrito de Donoso y su zona marina costera (=> 150,000 ha).

En términos de cumplimiento con el permiso ambiental de MPSA, la subestrategia de áreas protegidas cumple con dos requisitos específicos (Resolución DIEORA IA-1210-2011):

(i) Diseñar e implementar un programa de conservación de la biodiversidad en el Distrito de Donoso en un área de 150,000 hectáreas, bajo un esquema de Pago por Servicios de Ecosistemas (PSE), que debe cumplir con los siguientes criterios: a) un mecanismo de financiamiento; b) un mecanismo de pago; c) Un mecanismo administrativo. La ejecución debe ser independiente para ambas partes. El programa puede orientarse a la preservación de ecosistemas que ya se están beneficiando de otras fuentes de financiamiento para la conservación, y debe ser aprobado por la ANAM.



(ii) Poner a disposición los recursos financieros y logísticos para el manejo adecuado del Parque Nacional Santa Fe y el Parque Nacional Omar Torrijos Herrera, con el objetivo a largo plazo de fortalecer la conectividad del Corredor Biológico Mesoamericano. Los recursos se destinarán a la mejora y / o instalación de infraestructura de parques, sistemas de cumplimiento dentro de los parques y apoyo para la investigación sobre temas de conservación de la biodiversidad.

En el caso de la cláusula (i), no hay medios prácticos para monetizar el valor de los servicios de los ecosistemas en Donoso. Entre las razones se encuentran: a) Panamá no ha adoptado una política de REDD; b) la población humana en Donoso es muy baja; c) el valor de los servicios de los ecosistemas locales afectados por MPSA es bajo. Además, no hay ninguna entidad con la que MPSA pueda realizar la transacción económica requerida. Por estas razones, MPSA acordó simplemente financiar la conservación del Distrito de Donoso (en un área de al menos 150,000 ha), para ser implementada por una entidad con la capacidad adecuada.

La subestrategia de áreas protegidas: a) reducirá las presiones de asentamiento indirectas y la subsiguiente pérdida de hábitat en el área que rodea el proyecto Cobre Panamá; b) conservar el hábitat para las poblaciones de especies que pueden verse afectadas por el proyecto para asegurar su recuperación a largo plazo de los impactos directos de la compañía y su viabilidad a largo plazo; c) conservar los servicios ecosistémicos generados en el área; y, d) compensar la pérdida de hábitat natural (tanto temporal como permanente) en la huella del proyecto.

El plan de áreas protegidas se basa en el concepto de deforestación y degradación evitadas, siguiendo la definición de una compensación de biodiversidad en el Estándar de compensación 2012 del Business and Biodiversity Offset Program's (BBOP).

Compensación: medidas que se toman para compensar cualquier impacto adverso significativo y residual que no puede evitarse, minimizarse y/o rehabilitarse o restaurarse, para lograr el objetivo de no tener ninguna pérdida neta o lograr una ganancia neta de biodiversidad. Las compensaciones pueden adoptar la forma de intervenciones de gestión positivas, como la restauración de un hábitat degradado, inhibición de la degradación o prevención del riesgo, protección de áreas en las que existe una pérdida de la biodiversidad inminente o proyectada.

El concepto de las compensaciones por pérdida evitada se explica más detalladamente en la Guía del BBOP sobre la pérdida neta y los cálculos de ganancia-pérdida en las compensaciones de biodiversidad (2011). De acuerdo con esta guía, se pueden obtener créditos de compensación al detener la pérdida de hábitats naturales como resultado de amenazas de fondo.

... las compensaciones por riesgos evitados que reducen o detienen las amenazas naturales continuas o esperadas para la biodiversidad, con frecuencia pueden proporcionar beneficios



más seguros e inmediatos que las compensaciones basadas en la restauración. Esto es especialmente cierto para los ecosistemas altamente complejos, ricos en especies (por ejemplo, los bosques tropicales) o los sistemas que se regeneran lentamente y que responden a eventos abióticos periódicos e impredecibles (por ejemplo, lluvias en sistemas desérticos) donde existe poca evidencia, o ninguna, de que la restauración completa del hábitat sea posible dentro de escalas de tiempo significativas (Gardner y colaboradores 2007).

Las compensaciones por riesgo evitado son posibles gracias a la reducción de las amenazas de fondo para la biodiversidad que son independientes del proyecto de desarrollo planificado. Los beneficios pueden medirse como una desviación positiva de las tasas de pérdida de fondo después del inicio de la compensación.

La cantidad de deforestación evitada como resultado del plan de áreas protegidas superará en gran medida el área afectada por Cobre Panamá (5,900 hectáreas). La modelación del cambio en el uso del suelo indica que podría haber hasta ca. 79,000 hectáreas más de bosque en 40 años con el plan de áreas protegidas que sin él (ver Figura 9). Esto debería dejar los valores de biodiversidad en este paisaje en mejores condiciones que si MPSA no operara allí, un impacto neto positivo para la biodiversidad.

El Apéndice G proporciona detalles sobre la implementación del plan de áreas protegidas.

## **Sub-estrategia central #2: Reforestación**

La segunda estrategia central de mitigación es la reforestación. MPSA reforestará 10,475 hectáreas usando tres estrategias.

- El *Programa de Agroforestería* se enfocará en brindar beneficios a las comunidades, al mismo tiempo que mejorará las condiciones ecológicas al aumentar la cobertura de árboles nativos.
- El *Programa de Restauración Ecológica* llevará a cabo reforestaciones dentro de áreas protegidas y otros lugares que pueden protegerse permanentemente con el objetivo de restaurar bosques nativos con diversidad estructural y de composición.
- El *Programa de rehabilitación de la huella* se centrará en la estabilización y rehabilitación de la huella minera. La compensación de la huella del proyecto se producirá a lo largo de varios años. La reforestación se llevará a cabo en áreas dentro de la huella de la mina, a medida que ingresen en la reclamación. Esto será progresivo durante la vida útil de la mina, en lugar de esperar el cierre final de la misma. La huella completa del proyecto no se restaurará: el depósito de relaves está actualmente planeado para permanecer como un cuerpo de agua.

Con estos tres programas, el plan de reforestación contribuye al objetivo de lograr un impacto *neto positivo* en la biodiversidad. Lo hace por:

- Apoyar la conservación de los servicios de los ecosistemas mediante la



- mejora de la función de la cuenca y otros beneficios para las comunidades.
- Apoyar la conservación del *hábitat crítico* mediante la sustitución de las funciones perdidas del hábitat en áreas degradadas y mejorar la conectividad del Corredor Biológico Mesoamericano;
- Apoyar la conservación de Especies de Interés (EdI) al proporcionar un programa para la propagación y plantación de EdI de flora y el desarrollo de futuros sitios de introducción para EdI de fauna; y,
- Apoyar la restauración de la cubierta vegetal y la función ecológica básica en el sitio de la mina del proyecto, que al menos inicialmente será altamente alterado por el proyecto.

MPSA ha iniciado actividades de viveros y ensayos de repoblación vegetal en Cobre Panamá, con una serie de actividades en curso para estabilizar áreas previamente perturbadas en el sitio. Se ha iniciado un esfuerzo para mantener y propagar EdI en el vivero de Cobre Panamá. MPSA desarrollará una instalación para la conservación de semillas de EdI, para su eventual propagación e integración en la reforestación.

El Apéndice H proporciona detalles técnicos sobre el plan de reforestación.

### **Sub-estrategia central #3: Conservación a nivel de especies**

La tercera subestrategia central es el manejo a nivel de especie que abordará las necesidades de manejo de las especies individuales para las cuales el plan de áreas protegidas y el plan de reforestación pueden no ser suficientes para garantizar el *impacto neto positivo*. Cada EdI tiene un Plan de Acción de Especies que describe una serie de acciones que son suficientes para asegurar un *impacto neto positivo* en su viabilidad. Se cree que el plan de áreas protegidas conservará la mayoría de EdI. Los planes de conservación de especies brindan la garantía de que si el plan de áreas protegidas no conserva adecuadamente una especie, recibirá un manejo adicional.

Los planes de acción de especies cumplen con lo siguiente:

- Cada plan incluye información descriptiva sobre el ciclo de vida, la ecología y la distribución de la especie. Esto puede requerir un trabajo de campo adicional enfocado para determinar parámetros importantes del ciclo de vida, como la temporada de reproducción (aves) o la fenología (plantas). Los estudios ecológicos también pueden ser necesarios para entender los movimientos de los animales. Los mapas de distribución de especies, validados por estudios de campo, serán una parte importante del plan para cada especie.
- Cada Plan de acción de especies describe las contribuciones específicas de las herramientas de mitigación principales para lograr un *impacto neto positivo* para cada especie.



- Para el plan de áreas protegidas, estas contribuciones incluyen: conservación crítica del hábitat, reducción de amenazas antropogénicas (por ejemplo, caza, recolección, diseminación de enfermedades) y medidas de conservación adicionales (por ejemplo, provisión de idos artificiales *Ara ambiguous* (Gran Guacamayo verde)).
- Para el plan de reforestación, estas contribuciones incluyen la incorporación de EdI de flora en los esfuerzos de reforestación y la introducción de Edi de fauna en áreas restauradas.
- Los Planes de acción de especies también describen medidas adicionales al apoyo y restauración de áreas protegidas que son necesarias para lograr la *no perdida neta* para la especie en cuestión. Por ejemplo, los programas de conservación *ex situ* pueden ser necesarios, en particular para las especies con rango restringido severo<sup>7</sup>. La conservación *ex situ* de flora incluirá bancos de semillas, así como huertos de semillas y viveros. La conservación *ex situ* de la fauna incluirá la cría en cautividad de anfibios. Es posible que se requieran otros controles y acciones de mitigación, como estructuras para el cruce de la vida silvestre y la educación de conductores para reducir la mortalidad de EdI en mamíferos por colisiones de vehículos en la carretera costera. El monitoreo de la mortalidad aviar relacionada con las líneas de transmisión del proyecto identificará la necesidad de medidas de mitigación adicionales, como la instalación de desviadores de vuelo para aves.
- Cada Plan de acción de especies incluirá un componente de monitoreo que describe métricas y un protocolo para monitorear la viabilidad de las poblaciones naturales de la especie.

El Apéndice I proporciona detalles sobre el desarrollo de los Planes de Acción de Especies.

## Implementación

La implementación del PAB está en curso y continuará durante la vida útil de la mina. Cada año, el PAB se actualiza para informar sobre los desarrollos más significativos del año anterior (consulte los Anexos para ver actualizaciones).

## Compartiendo Conocimientos

MPSA se comprometió a compartir el conocimiento y la experiencia que obtiene del manejo de la biodiversidad en el sitio de Cobre Panamá. El conocimiento se comparte a través de publicaciones científicas, presentaciones, talleres de capacitación y artículos en los medios populares. En el Apéndice J se presenta

---

<sup>7</sup> It is important to emphasize that *ex situ* conservation is not an end in itself, but rather, a means to buy time while other mitigation tools (e.g., re-introduction into restored areas) can be developed, as needed.



una lista de acciones recientes para compartir conocimientos.

### **Monitoreo**

MPSA financiará el monitoreo biológico que confirmará la efectividad de los tres tipos principales de mitigación que implementará (áreas protegidas, reforestación y manejo de especies). El programa de monitoreo tendrá componentes terrestres, de agua dulce y marinos / costeros. Los resultados serán reportados a MiAmbiente y al público en general. Se pueden encontrar más detalles sobre el monitoreo en el Apéndice K.



## Apéndice A – Valores de Biodiversidad: Conectividad del Corredor Biológico Mesoamericano

El proyecto Mina de Cobre Panamá está situado dentro del Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) (**Figura A-1**). El CBM es una red de áreas protegidas y ecosistemas naturales enlazados que funciona como vínculo ecológico y evolutivo entre Norte y Sur América. Dentro de este corredor, los hábitats naturales del área de influencia del proyecto conectan áreas protegidas y también proporcionan conectividad a lo largo de un gradiente altitudinal que abarca desde los riscos de los dos parques nacionales hasta la costa del Caribe.

**Figura A-1:** Ubicación de Cobre Panamá dentro del Corredor Biológico Mesoamericano



Independientemente de la función del corredor completo, los bosques de Donoso son parte de una larga y continua banda de cobertura forestal que recorre la costa atlántica de Panamá y, por ende, son de considerable valor para la vida silvestre que realiza amplios recorridos. El Plan de Acción de Biodiversidad de MPSA reconoce el papel que los bosques de Donoso tienen para mantener la conectividad del gran corredor boscoso del cual forman parte.

### Línea Base de Fragmentación del Hábitat

Como parte del análisis de uso de tierra histórico y proyectado en la región de Donoso, Clark Labs utilizó FRAGSTAT para medir la fragmentación de la cobertura boscosa en el paisaje de Donoso (utilizando imágenes de 2008). Entre las métricas utilizadas para el análisis de fragmentación se incluyen:

- **Porcentaje del paisaje (PLAND):** Esta medida representa el porcentaje del paisaje comprendido por bosque maduro. Los valores van de 0 a 100; donde los valores cercanos a 0 representan tierra totalmente deforestada y, los cercanos a 100, paisajes boscosos intactos.



- **Densidad de fragmento (PD):** Esta medida expresa el número de fragmentos en cada 100 hectáreas. Se estandariza por área total, lo cual permite comparaciones entre paisajes de diferentes tamaños.
- **Índice del fragmento mayor (LPI):** Esta medida de dominancia representa el área del paisaje ocupada por el fragmento mayor. Va de 0 a 100; los valores acercándose a 0 significan que el fragmento mayor se hace más pequeño.
- **Densidad del borde (ED):** Esta medida representa el borde total de una clase por hectárea.
- **Promedio ponderado de fragmentos promedio (AREA\_AM):** Esta medida representa un promedio ponderado del área del fragmento, los fragmentos más grandes reciben mayor ponderación que los pequeños. Así, el promedio tiende hacia parches más grandes con mayor importancia ecológica.
- **Índice de contigüidad media (CONTIG\_MD):** Esta métrica representa la contigüidad media de los fragmentos. La contigüidad de los fragmentos va de 0 a 1; los valores más altos representan fragmentos que son más contiguos a otros fragmentos.
- **Media euclidiana de la distancia entre vecinos más próximos (ENN\_MD):** Esta medida representa el aislamiento y se calcula como la distancia hacia el fragmento vecino de la misma clase más próximo.

Los resultados de la línea base de análisis de fragmentación se muestran en la **Tabla 1**. En general, Santa Fé es el paisaje menos fragmentado y Donoso, la región con mayor fragmentación, tal y como lo indican varias medidas de paisaje.

**Tabla 1:** resultados de la línea base de fragmentación para el año 2008 para las tres áreas protegidas dentro del paisaje del proyecto.

	% paisaje	Densidad del fragmento	Índice del fragmento mayor	Densidad del borde	Media euclidiana de la distancia entre vecinos más próximos	Índice de contigüi- dad media	Promedio ponderado del área promedio de fragmento
Donoso	66	0.038	61.4	10.44	127	0.825	103,826
Santa Fe	99	0.003	99.1	0.54	64	0.624	71,637
Omar							
Torrijos	90	0.011	84.6	5.75	143	0.975	20,984

La evaluación de la fragmentación actual servirá como una adecuada línea base para sopesar el cambio futuro. Nótese que los análisis se basan en mediciones de fragmentación estructural generalizadas. Para comprender cuáles serían los impactos de la fragmentación en especies específicas, se requeriría un análisis funcional que interprete los cambios de las medidas estructurales en términos de los requerimientos de la especie en cuestión.



## Línea base de densidades y movimientos animales a lo largo de la carretera a la costa

El proyecto Mina de Cobre Panamá, particularmente su carretera a la costa y línea de transmisión, tiene el potencial de ejercer impacto en la conectividad del paisaje de Donoso. MPSA contrató a MWH (2012-2013) para llevar a cabo una serie de inventarios de fauna y estudios de monitoreo con el fin de desarrollar una línea base sobre densidad de fauna y movimientos de los animales a lo largo de la carretera costera. Principalmente, se utilizaron cámaras trampa para estudiar las Especies de Interés (EdI) de mamíferos. Los objetivos específicos de las campañas con cámaras trampa fueron:

- Documentar la línea base sobre densidades de especies de mamíferos EdI de la región contra la cual pueda medirse cualesquiera cambios futuros de abundancia;
- Aprender más sobre los movimientos de los animales en el área y, por medio de ello, comprender mejor la importancia de la conectividad del hábitat formado por el bosque intacto en el área, y
- Apoyar los planes de mitigación relacionados con el diseño de la carretera, estructuras para pasos de fauna y demás medidas de mitigación.

**Tabla 2:** detalles sobre las siete rondas de cámaras trampa colocadas donde se ha planificado construir la carretera a la costa.

Mes	Año	Días de Muestreo
Abril/Mayo	2012	45
Junio/Julio	2012	37
Julio/Agosto	2012	45
Ago/Sept	2012	66
Sept/Dic	2012	62
Dic/Mar	2012/2013	80
Marzo/Mayo	2013	45

Para octubre de 2013, MWH completó siete rondas de cámaras trampa en la ruta de la carretera a la costa (**Tabla 2**).

Las cámaras trampa han generado una gran cantidad de información útil sobre las comunidades de mamíferos en un área de Panamá había sido poco estudiada.

- La **Tabla 3** muestra cálculos de abundancia relativa promedio de las especies de mamíferos que han sido registrados con las cámaras-trampa. Los futuros impactos de la carretera podrán medirse respecto a esta estimación de abundancia como línea base.
- La **Figura 2** muestra la variación de abundancia total de mamíferos en las estaciones con cámaras trampa. Esta información es sumamente útil para ayudar a identificar “hotspots” de actividad que podrían servir para priorizar la ubicación de estructuras de paso. La **Figura 3** presenta la misma información en forma de “mapa de calor”, donde el color indica la relativa abundancia en cierto punto a lo largo de la futura carretera (en este ejemplo, para el jaguar).
- La **Figura 4** muestra cómo pueden utilizarse los datos generados por las cámaras trampa para delinear patrones diarios de actividad de las diferentes especies de mamíferos. Esta información es muy útil para identificar las horas del día en que los conductores en la carretera a la costa deben prestar particular atención a fin de evitar colisiones con la vida silvestre.



Basándose en los primeros resultados con cámaras trampa, MPSA construyó nueve estructuras para paso, donde se observó el mayor número de animales. MPSA continuará con el monitoreo con cámaras trampa para dar apoyo al manejo adaptativo de las estructuras de paso de fauna y para monitorear los impactos de largo plazo de la huella del proyecto en la conectividad del paisaje de Donoso.

**Tabla 3:** Índice de abundancia por especie en las seis rondas de muestreo. Color gris, azul, naranja, verde, rojo y morado representan respectivamente los datos de la ronda 1, 2, 3, 4, 5 y 6 del muestreo.

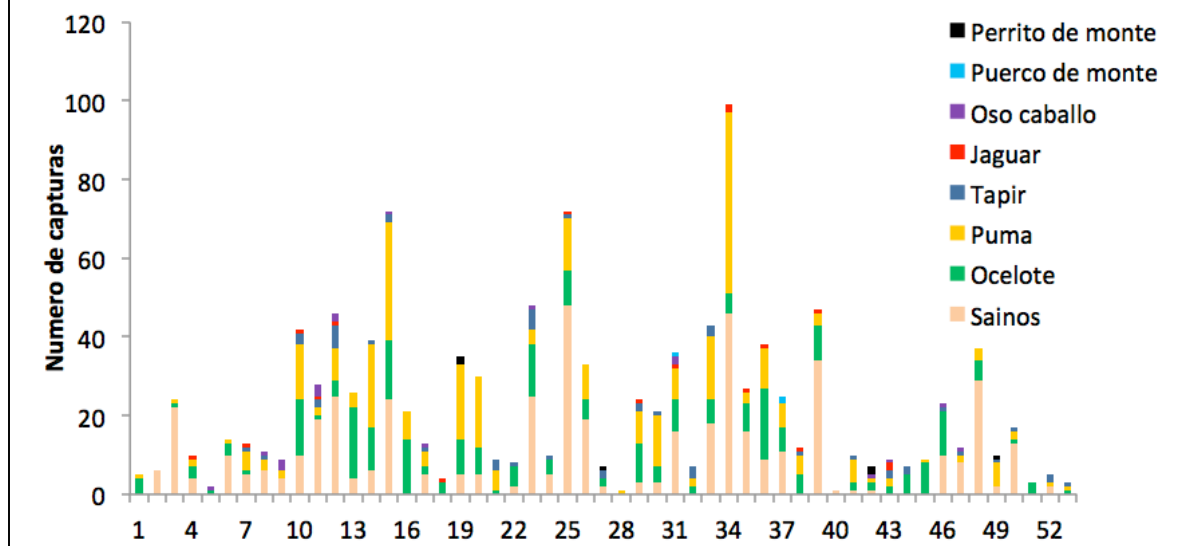
	Especie	Nombre común	Índice de abundancia						IA Total	6
DIDELPHIMOR										
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya común	2.36	1.68	0.92	0.83	0.85	0.32	1.01	
	<i>Philander opossum</i>	Zorro de cuatro ojos	0.04						0.01	
	<i>Metachirus</i>	Zorro chocolate de	0.06	0.09	0.10				0.05	
PILOSA										
Myrmecophagi	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	0.05	0.05	0.13	0.10			0.06	
	<b>Myrmecophaga</b>	<b>Oso caballo</b>	0.05	0.05	0.27	0.03	0.17		0.11	
CINGULATA										
Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve	0.68	0.76	0.71	0.47	0.25	0.22	0.46	
	<i>Cabassous centralis</i>	Armadillo rabo de	0.02						0.01	
RODENTIA										
Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Ñeque	18.59	14.4	17.74	16.49	10.81		15.65	
Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Conejo pintado	0.91	1.25	0.71	0.80	0.75	1.51	1.02	
Echimyidae	<i>Hoplomys gymnurus</i>	Rata espinosa	0.82	0.38	0.13	0.24	0.13	0.15	0.27	
Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla roja	0.18	0.05	0.17	0.12	0.03	0.15	0.12	
LAGOMORPH										
Leporidae	<i>Sylvilagus gabbi</i>	Conejo	0.13	0.09	0.03	0.02			0.05	
CARNIVORA										
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache común	0.05	0.06	0.02				0.02	
	<i>Procyon cancrivorus</i>	Mapache manglatero	0.59	0.11	0.25	0.68	0.06	0.46	0.38	
	<i>Nasua narica</i>	Gato solo	0.03						0.01	
Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Gato cutarro	0.73	0.54	0.71	0.71	0.47	0.63	0.64	
	<i>Conepatus semistriatus</i>	Gato cañero	0.05	0.05	0.17	0.06	0.05		0.06	
	<i>Galictis vittata</i>	Hurón	0.03	0.02					0.01	
Felidae	<b>Panthera onca</b>	<b>Jaguar</b>	0.17	0.21	0.15				0.1	
	<b>Puma concolor</b>	<b>Puma</b>	1.54	1.63	2.72	1.45	1.42	2.34	1.88	
	<b>Leopardus pardalis</b>	<b>Ocelote</b>	1.7	1.41	2.09	1.69	1.48	1.27	1.59	
	<b>Leopardus wiedii</b>	<b>Tigrillo</b>	0.63	0.65	0.54	0.41	0.37	0.61	0.53	
	<b>Herpailurus</b>	<b>Tigrillo congó</b>	0.27	0.22	0.21	0.30	0.09	0.29	0.24	
	<b>Leopardus tigrinus</b>	<b>Oncilla</b>	0.08	0.12	0.31				0.04	
	<b>Speothus venaticus</b>	<b>Perrito de monte</b>	0.05	0.06	0.09				0.04	
Canidae										
PERISSODAC										
Tapiridae	<i>Tapirus bairdii</i>	Tapir	0.68	0.16	0.29	0.39	0.19	0.20	0.31	
ARTIODACTY										
Cervidae	<b>Mazama americana</b>	<b>Venado corzo</b>	0.27	0.05	0.13	0.36	0.13	0.07	0.17	
	<b>Odocoileus</b>	<b>Venado cola blanca</b>	0.05	0.03					0.01	
Tayassuidae	<b>Pecari tajacu</b>	<b>Saíno</b>	1.41	0.92	2.64	3.85	3.07	3.56	2.85	
	<b>Tayassu pecari</b>	<b>Puerco de monte</b>	0.09						0.02	
PRIMATES										
Hominidae	<i>Homo sapiens</i>	Humanos-cazadores*								
Cebidae	<i>Cebus capuchinus</i>	Mono cara blanca*								
AVES	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava*								
	<i>Crax rubra</i>	Pavón*								
	<i>Tinamus major</i>	Gallina de monte*								
	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabeza roja*								
	<i>Leptotila cassini</i>	Paloma*								
Todas las			24	25	25	31	24	30	37	
Mamíferos			19	20	21	27	20	24	30	



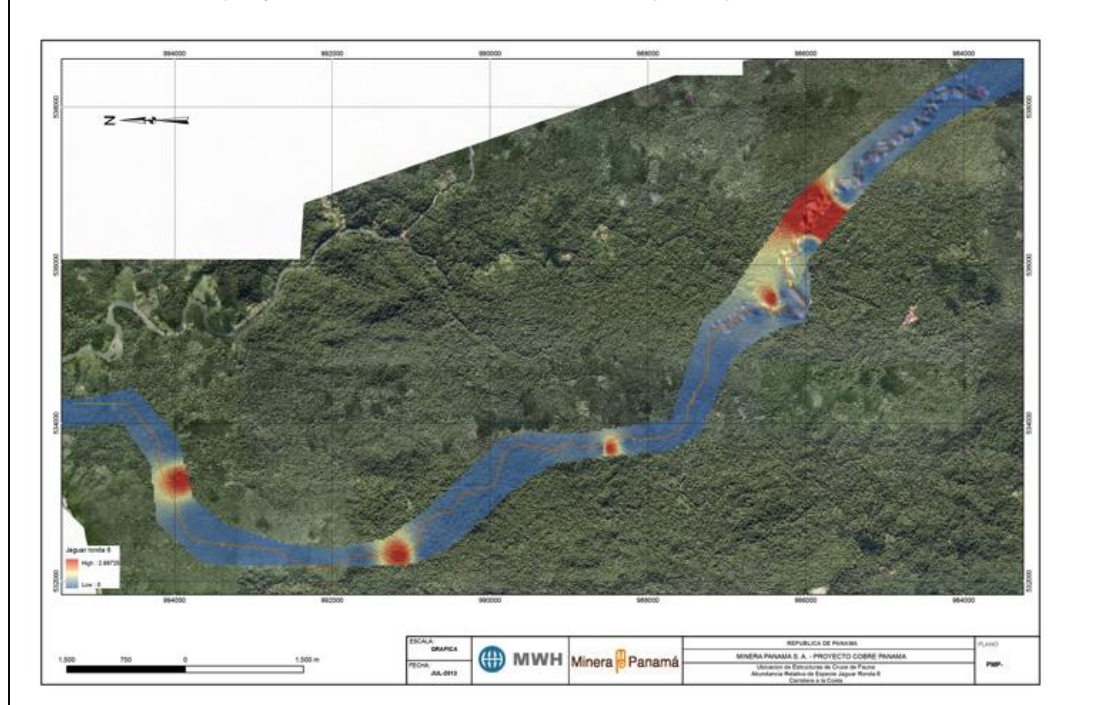
Numero de fotos de mamíferos terrestres	696	448	733	1010	646	1176	4708
Esfuerzo de	2250	1845	2390	3378	3164	16997	16997
Promedio de número de fotos/noche trampa	0.31	0.24	0.31	0.30	0.20	0.29	0.

\* Especies no incluidas en el análisis

**Figura 2:** abundancia acumulativa de algunas especies de mamíferos durante las seis primeras rondas de cámaras-trampa.

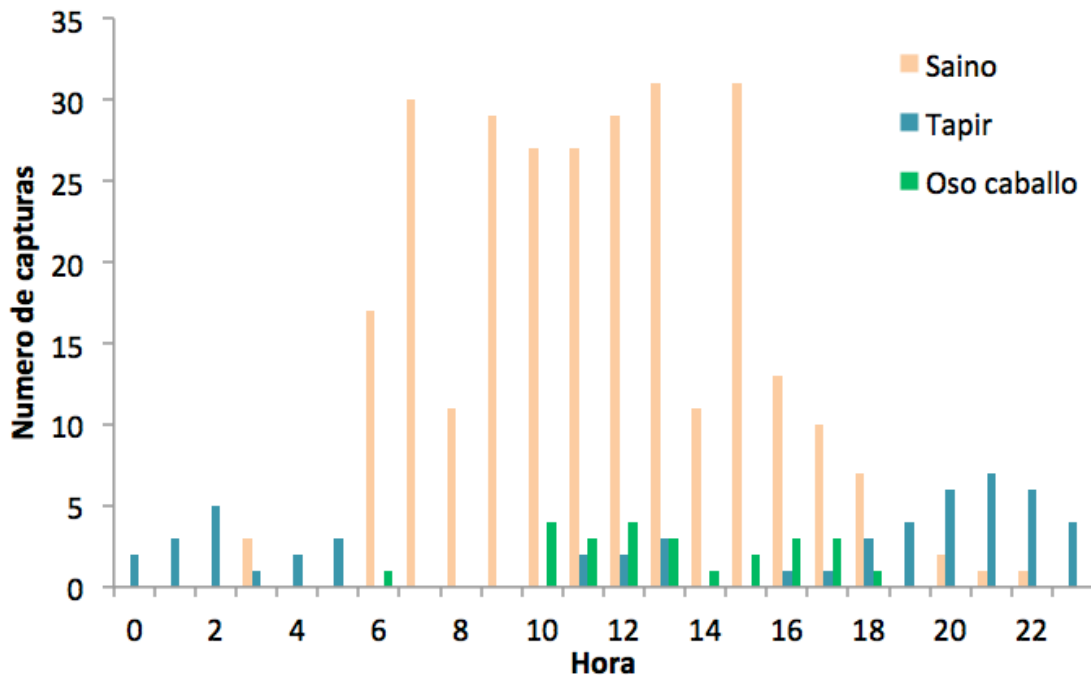


**Figura 3:** ejemplo de “mapa de calor” de la actividad de mamíferos (en este caso, jaguares) relativo al futuro trazado de la carretera a la costa. El color indica la abundancia relativa; rojo indica mayor abundancia. Tal información es crítica para determinar el tipo y ubicación de estructuras de paso para vida silvestre.





**Figura 4:** patrones de actividad diaria de tapir, saíno y oso caballo.

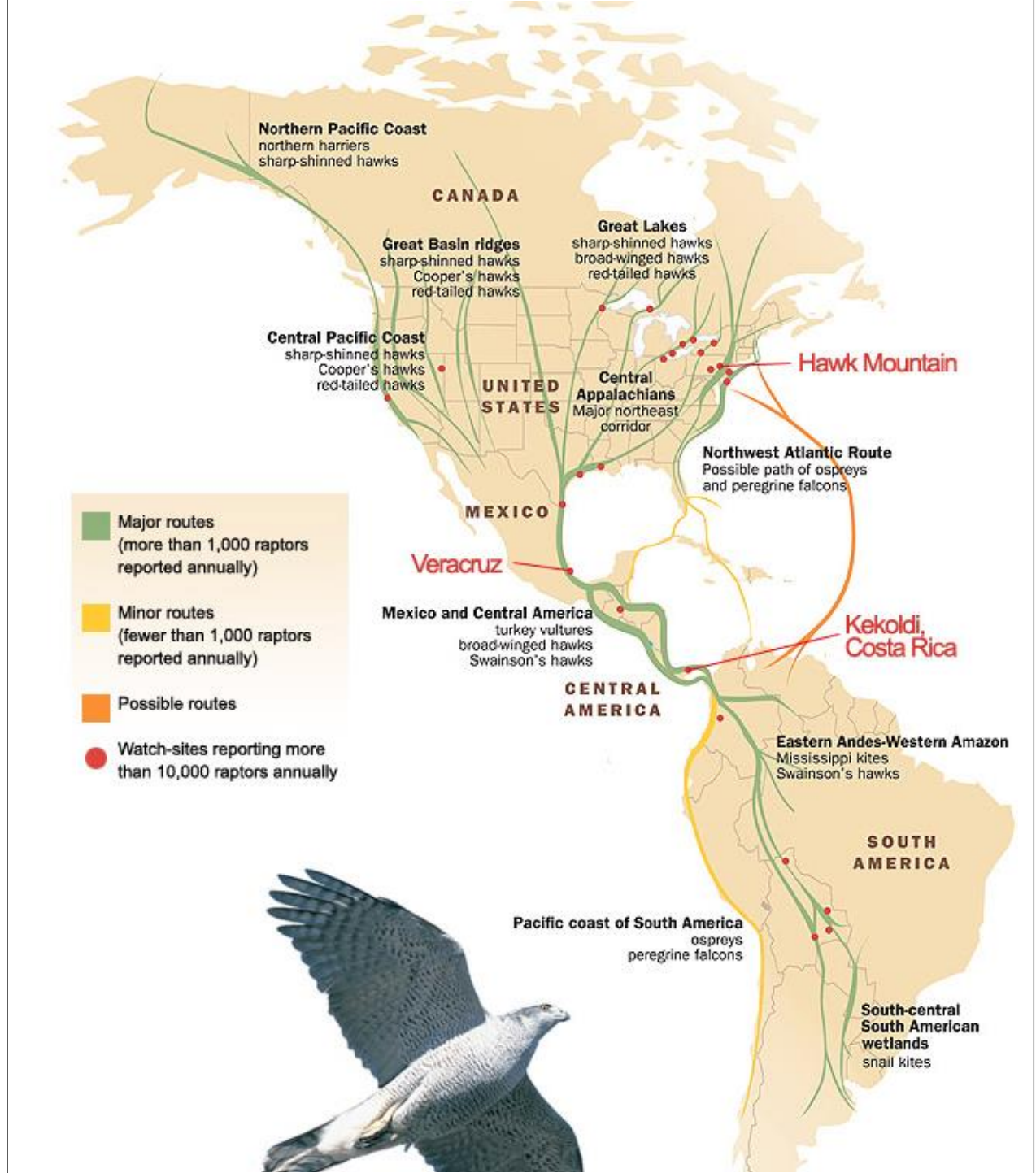


### Migración de rapaces

El BAP de MPSA también reconoce que el istmo de Panamá es una ruta migratoria importante para muchas aves. Millones de rapaces vuelan sobre el área dos veces al año en sus vuelos de ida y vuelta entre América del Norte y del Sur (**Figura 5**). Debido a la importancia de la ruta migratoria, MPSA monitorea la mortalidad de aves por colisión de aves con su línea de transmisión. Se implementarán medidas de mitigación, como la instalación de desviadores de aves, si se detecta una mortalidad significativa en cualquiera de los segmentos de la línea de transmisión.



**Figure 5:** principales rutas de aves migratorias (Fuente: <http://www.hawkmountain.org/raptorpedia/migration-path/page.aspx?id=352>)





## Apéndice B – Valores de Biodiversidad: Especies de Interés de Fauna

Especies de Interés (EdI) son el sub grupo de especies de fauna y flora presentes en el área de influencia del proyecto que, para garantizar su conservación, requieren de atención especial.

En el ESIA, las Especies de Interés *de fauna* (EdI) se definieron como:

- 1) Aquellas que se presume son endémicas a la huella del proyecto (i.e., especies que son nuevas para la ciencia y que por el momento se sabe que sólo ocurren en la huella del proyecto);
- 2) Especies que están actualmente sido clasificadas como “críticamente amenazadas” o “amenazadas” por ANAM o IUCN;
- 3) Especies para las cuales las actividades del proyecto podrían ocasionar cambios en los valores poblacionales que provocarían que las especies “vulnerables” crucen un umbral, provocando que entren en estatus de “críticamente amenazadas” o “amenazadas”, y
- 4) Especies ecológicamente significativas identificadas como de importancia cultural en el reporte de línea base socioeconómica.

Esto es consistente con los criterios para designar un hábitat crítico según el párrafo 9 de PS6 (2005) y el párrafo 16 de PS6 (2011). Utilizando estos criterios, el ESIA del Proyecto Cobre Panamá identificó 12 especies de anfibios, 15 especies de aves, 8 especies de reptiles, 10 especies de mamíferos, 9 vertebrados marinos y 1 especie de invertebrados marinos, y 1 pez de agua dulce como especies de interés de la fauna (EdI).

Sin embargo, el Comité de Biodiversidad de MPSA y otros expresaron preocupación sobre el listado de EdI (fauna) porque (i) depende en gran medida en la lista nacional de especies amenazadas de Panamá, la cual algunos expertos creen que está desactualizada, y (ii) algunas especies fueron clasificadas como EdI debido a que aparecen en el Apéndice II de CITES, el cual no es indicador fiable del estatus de conservación<sup>1</sup>.

Por lo tanto, MPSA comisionó una serie de estudios para revisar el estatus de conservación de las especies de fauna catalogadas como EdI por el ESIA. Estos estudios incorporaron, en cierta medida, consultas a expertos, búsquedas adicionales fuera de la huella y la implementación de la metodología para la evaluación de la conservación de IUCN para determinar si las especies clasificadas como EdI lo eran verdaderamente. El proceso de revisión ha llevado a una evaluación significativa de las listas de EdI originales, especialmente para los anfibios (que se reducen de 12 a 4 en número) y reptiles (se removieron seis de los ocho originales). Los resultados se resumen brevemente aquí.

---

<sup>1</sup> El Apéndice II incluye especies que no están necesariamente amenazadas con extinción hoy día, pero que podrían estarlo si no se controla el mercado atentamente.



## Anfibios

La evaluación encontró que algunas de las especies de anfibios documentadas por los estudios de línea base tenían una distribución más amplia que lo que se pensó originalmente. Ninguna especie era endémica a la huella del proyecto y sólo dos especies son probablemente endémicas al Distrito Donoso. La evaluación concluyó que cuatro especies deben permanecer en el listado de EdI (**Tabla 1**):

- *Atelopus varius*
- *Craugastor evanescens*
- *Gastrotheca cornuta*,
- *Andinobates* sp.

**Tabla 1:** Listados de EdI – anfibios, original y actualizado.

Amphibian Species	IUCN Status	ESIA SoC?	Current SoC?
<i>Andinobates</i> sp.	-	X	✓
<i>Atelopus varius</i>	CE	✓	✓
<i>Craugastor</i> (near to ranoides)	CE	✓	X
<i>Craugastor</i> (fitzingeri group)	-	✓	X
<i>Craugastor evanescens</i>	-	X	✓
<i>Diasporus</i> sp1 (diastema group)	-	✓	X
<i>Diasporus</i> sp2 (diastema group)	-	✓	X
<i>Diasporus</i> sp3 (diastema group)	-	✓	X
<i>Gastrotheca cornuta</i>	EN	✓	✓
<i>Oophaga vicentei</i>	DD	✓	X
<i>Phyllobates lugubris</i>	LC	✓	X
<i>Ranitomeya</i> sp.	-	✓	X
<i>Ranitomeya minuta</i>	LC	✓	X
<i>Dendrobates auratus</i>	LC	✓	X

**Figura 1:** Fotografía de la nueva especie *Andinobates geminisae*. Fotografía: Batista et al. 2014)



La evaluación notó que *Atelopus varius* y *Craugastor evanescens* están declinando en toda su distribución debido al hongo quitridio.

En 2014, la hasta entonces desconocida especie *Andinobates* fue identificada formalmente y descrita como una especie nueva para la ciencia, con el nombre *Andinobates geminisae* sp. nov.<sup>2</sup> (Figura 1).

<sup>2</sup> Batista, A., Jaramillo, C. A., Ponce, M., & Crawford, A. J. (2014). A new species of *Andinobates* (Amphibia: Anura: Dendrobatidae) from west central Panama. *Zootaxa*, 3866(3), 333-352.



## Reptiles

La evaluación llegó a la conclusión que seis de las ocho especies originales de reptiles designadas en el ESIA están ampliamente distribuidas y no bajo considerable amenaza para clasificarlos como EdI (**Tabla 2**). Sin embargo, la evaluación recomendó que la serpiente coral *Micrurus stewartii*, endémica a Panamá, y la boa constrictor (CITES Apéndice I) permanezcan en el listado de EdI de MPSA.

Reptiles	IUCN Status	ESIA SoC?	Updated SoC?
<i>Boa constrictor</i>	-	✓	✓
<i>Caiman crocodilus</i>	LC	✓	✗
<i>Diploglossus monotropis</i>	-	✓	✗
<i>Iguana iguana</i>	-	✓	✗
<i>Micrurus clarki</i>	-	✓	✗
<i>Micrurus stewartii</i>	-	✓	✓
<i>Sibon annulatus</i>	-	✓	✗
<i>Urotheca pachyura</i>	-	✓	✗

## Aves

La revisión incluyó un resumen básico de la ecología y el estado de conservación de las aves en la lista original de EdI y resúmenes de entrevistas con tres expertos en aves de Panamá.

En general, los expertos consideraron que la lista original de EdI necesitaba una mejora significativa, tanto con respecto a la eliminación de las especies que son comunes en Panamá, o solo como un registro incidental en el sitio del proyecto, y la adición de especies que posiblemente estén presentes y de interés para la conservación.

En 2016, MPSA encargó una revisión de la lista a los expertos, que se resume aquí en la Tabla 3.

**Tabla 3:** listados original y actualizados de EdI aves

Especies de aves	Estatus IUCN/ANAM	EdI ESIA	EdI Actual
<i>Amazona autumnalis</i>	LC/VU	✓	✗
<i>Amazona farinosa</i>	LC/VU	✓	✓
<i>Amazona ochrocephala</i>	LC/EN	✓	✗
<i>Ara ambiguus</i>	EN/CR	✓	✓
<i>Aramides axillaris</i>	LC/-	✓	✗
<i>Brotogeris jugularis</i>	LC/VU	✓	✗
<i>Crax Rubra</i>	VU/EN	✓	✓
<i>Harpia harpyja</i>	NT/CR	✗	✓
<i>Jabiru mycteria</i>	LC/-	✓	✗
<i>Morphnus guianensis</i>	NT/CR	✓	✓
<i>Penelope purpurascens</i>	LC/VU	✓	✗
<i>Pionus menstruus</i>	LC/VU	✓	✗
<i>Pyrilia haematotis</i>	LC/VU	✓	✗
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	LC/VU	✓	✗
<i>Sarcoramphus papa</i>	LC/EN	✓	✓
<i>Touit costaricensis</i>	VU/EN	✓	✓



## Mamíferos

La evaluación del listado de EdI mamíferos encontró que las diez especies originalmente designadas como EdI en el ESIA están ampliamente distribuidas y generalmente han sido clasificadas por IUCN en estatus más bajo que el que les ha otorgado ANAM para Panamá. Sin embargo, los expertos opinaron que el listado original de diez especies debería mantenerse, porque la evaluación del ANAM es la mejor

caracterización del estatus de conservación nacional de dichas especies. La evaluación anotó que la mayoría de EdI de mamíferos requiere de grandes extensiones de hábitat intacto y que son vulnerables a perturbaciones y cacería.

**Tabla 4:** Listados original y actualizados de EdI mamíferos.

Mammals	IUCN Status	ESIA SoC?	Updated SoC?
<i>Cuniculus paca</i>	LC	✓	✓
<i>Leopardus pardalis</i>	LC	✓	✓
<i>Leopardus wiedii</i>	NT	✓	✓
<i>Mazama americana</i>	DD	✓	✓
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	VU	✓	✓
<i>Panthera onca</i>	NT	✓	✓
<i>Pecari tajacu</i>	LC	✓	✓
<i>Puma concolor</i>	LC	✓	✓
<i>Puma yagouaroundi</i>	LC	✓	✓
<i>Tapirus bairdii</i>	EN	✓	✓

## Fauna marina

Actualmente, tres peces, una langosta, un mamífero y dos tortugas constituyen el listado de EdI marinas (**Tabla 5**). Cuando fueron escritos el ESIA y BAP 2.0, no se había confirmado la presencia de tortugas marinas, pero como medida conservadora se incluyeron las cuatro especies en espera de mejor información de línea base. En 2011, las inspecciones realizadas a pie y en avión confirmaron la presencia de dos especies de tortugas marinas EdI: la tortuga verde (*Chelonia mydas*), que es

EN - UICN, y la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), que es la CR - UICN. Desde entonces, la baula (*Dermochelys coriacea*) clasificada como UICN VU también se ha documentado en las proximidades del proyecto. En el caso del manatí, (*Trichechus manatus*), no hay evidencia de su ocurrencia en el área, por lo que se ha eliminado de la lista.

**Tabla 5:** listados original y actualizado de EdI marinas.

Marine vertebrates and Invertebrates	IUCN Status	ESIA SoC?	Updated SoC?
<i>Anisotremus moricandi</i>	EN	□	□
<i>Epinephelus itajara</i>	CR	□	□
<i>Anisotremus virginicus</i>	N/A	□	□
<i>Panulirus argus</i>	DD	□	□
<i>Trichechus manatus</i>	VU	□	×
<i>Tursiops truncatus</i>	LC	□	□
<i>Caretta caretta</i>	EN	□	×
<i>Chelonia mydas</i>	EN	□	□
<i>Eretmochelys imbricata</i>	CR	□	□
<i>Dermochelys coriacea</i>	VU	□	×

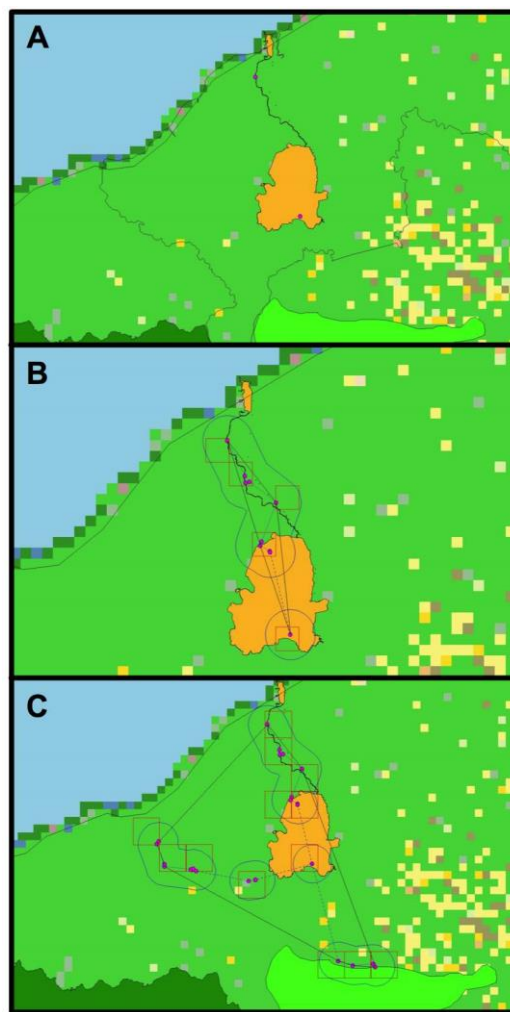


## Apéndice C – Valores de Biodiversidad: Especies de Interés de Flora

El listado de Especies de Interés (EdI) del Proyecto Mina de Cobre Panamá ha evolucionado considerablemente desde que se llevaron a cabo los primeros estudios de línea base. Debido a:

- La flora de Donoso y Panamá no ha sido documentada suficientemente. Por ello, la distribución y estatus de conservación de las especies puede variar drásticamente a medida que se realizan nuevas colecciones que revelan poblaciones anteriormente desconocidas (para un ejemplo, ver a **Figura 1**). Durante los últimos doce años, los estudios sobre la flora realizados fuera de la huella del proyecto, dieron como resultado la remoción de 25 especies del listado de EdI, debido al hallazgo de poblaciones de esas especies en otros sitios, y su distribución dejó de ser restringida a la huella del proyecto.
- MPSA y Missouri Botanical Garden (MBG) mejoraron los criterios para depurar la flora EdI. Inicialmente, debido a que varias especies de plantas documentadas en la huella del proyecto carecían de evaluaciones de conservación actualizadas, la identificación de EdI se basaba simplemente en el número de ocurrencias conocidas de la especie. En noviembre de 2011, MBG llevó a cabo una evaluación de conservación formal, según los criterios de la IUCN, de potenciales especies EdI halladas dentro del área de influencia del proyecto. Utilizando los criterios de IUCN que reflejan de mejor forma el verdadero estatus de conservación, se redujo el listado de especies EdI de 295 a tan solo 85 especies.
- La lista de EdI también puede cambiar debido a la resolución taxonómica de una especie, lo que resulta en una identificación actualizada de una especie que no califica como EdI. Este puede ser el caso, por ejemplo, cuando las colecciones iniciales de una especie no poseían flores o los frutos necesarios para hacer una identificación definitiva, pero las colecciones subsiguientes proporcionan las estructuras reproductivas necesarias. En 2013, la resolución

**Figura 1:** cambio en el estatus de conservación de una especie no descrita de Melastomataceae, a medida que el muestreo en el área fuera de la huella proporcionó mejor entendimiento de su distribución. **A.** La especie es CR según IUCN luego de haber sido encontrada en dos sitios (uno en la huella y la otra en la carretera a la costa). **B.** La especie se convierte en EN, luego de haberla encontrado en otros 8 sitios. **C.** La especie se clasifica como LC tras registrarse en 26 sitios diferentes.





taxonómica de algunas especies proporcionó la justificación para eliminar 19 especies adicionales de la lista Edl.

Cada año, la lista se actualiza según las colecciones realizadas en la huella del proyecto y el área circundante. Para finales del 2018, la lista de Edl de flora se sitúa en 60 especies. Esto incluye 7 especies en peligro crítico (CR), 24 como en peligro (EN), 9 especies vulnerables (VU+), y 20 se encuentran en la categoría de datos deficientes (DD). La lista actual de Edl se muestra en la **Tabla 1**.

MPSA continúa beneficiándose de la base de datos de Edl de flora desarrollada y mantenida por MBG. La base de datos es una interfaz personalizada desarrollada como un componente dedicado de la base de datos relacional de Tropicos de MBG (<http://www.tropicos.org/Project/MPSA>). Esta interfaz en español incluye datos sobre todas las colecciones realizadas por el proyecto y sobre todas las otras colecciones registradas de Edl, con información de respaldo sobre el estado de conservación, taxonomía y fotos. La base de datos se actualiza regularmente para incorporar nueva información.

Las descripciones formales de numerosas especies de plantas nuevas para la ciencia recopiladas como parte de los estudios de línea base de biodiversidad de MPSA se publican en revistas científicas. Estas publicaciones incluyen:

- Frank, A. & D. S. Penneys. 2018. *Blakea echinata* (Melastomataceae: Blakeeae): a new species from the Caribbean rainforest of Panama. *Phytotaxa* 372 (1): 104–110.
- Batista, J. and S. Mori. 2017. Two new species of *Eschweilera* (Lecythidaceae) from rainforest on the Caribbean slope of Panama. *Phytotaxa* 296 (1): 041-052.
- Croat T. B., Delannay, X. and O. Ortiz. 2017. A Revision of *Xanthosoma* (Araceae). Part 2: Central America. *Aroideana* 40 (2): 504-581.
- De Gracia, J., Grayum, M. H. & G. E. Schatz. 2017. A New Species of *Wettinia* (Arecaceae: Arecoideae: Iriarteae) from Panama. *Novon* 25(2):145-149.
- Barrie, F., C. Ramos, O. Ortiz, I. Vergara-Pérez, G. McPherson. 2016. Five new species of *Eugenia* (Myrtaceae) from Panama. *Novon* 24: 333-342.
- Croat T. B. & O. Ortiz. 2016. A Reappraisal of the *Anthurium cuspidatum* Masters Complex, section *Polyneurium* (Araceae). *Aroideana* 39(2): 134-186.
- Grayum M. H. & J. De Gracia. 2016. A new species of *Synechanthus* (Arecaceae: Arecoideae: Chamaedoreae) from central Panama. *Phytoneuron* 71: 1–10.
- Kawasaki, M. L., Castillo, S. & G. McPherson. 2016. A New Species of *Erismia* (Vochysiaceae) from Panama. *Novon* 25: 18–21.
- Idárraga, P., Lowry & J. De Gracia. 2015. “A New Species of *Dendropanax* (Araliaceae) of Restricted Range from the Caribbean Slope of Panama.” *Novon* 24:165–169.
- Schatz, G. E., Ramos, C., Ortiz, O. & G. McPherson. 2015. A New, Restricted Range Species of *Annona* (Annonaceae) Endemic to the Caribbean Slope of Panama. *NOVON* 24: 203–208.



- Thomas F. Daniel, Gordon McPherson. 2014. A new species of *Aphelandra* (Acanthaceae: Acantheae) from Panama with notes on some Colombian species. *Brittonia* 1-8.
- Clark, John L. and M. Marcela Mora. 2014. "*Paradrymonia peltatifolia* (Gesneriaceae), a Recently Discovered Species from Panama." *Novon* 23, no. 1 (2014): 18-20.
- Daly, Douglas C. 2014. "*Dacryodes patrona*, a new and endangered species, and new generic record for Central America. Studies in neotropical Burseraceae XIX." *Brittonia* (2014): 1-4.
- Holst, Bruce K. 2014. A new species of *Calypttranthes* (Myrtaceae) from Panama. *Phytoneuron* 77: 1–3.
- Gamba-Moreno, Diana Lucia, and Frank Almeda. 2014. "Systematics of the *Octopleura* clade of *Miconia* (Melastomataceae: Miconieae) in tropical America." *Phytotaxa* 179, no. 1 (2014): 1-174.
- Keene, J. & J. Clark. 2014. Two New Species of *Monopyle* (Gesneriaceae) from Panama. *Novon* 23: 281–286.
- Kennedy, H. 2014. "*Calathea Gordonii* (Marantaceae), A New Endemic Panamanian Species." *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 8, no. 1.
- Almeda, F. & D. S. Penneys. 2013. New and reconsidered species of tropical American Melastomataceae. *Brittonia* 66(2): 160–169.
- McPherson, G. 2011. *Strychnos puberula* (Loganiaceae), a New Species from Panama. *Novon* 21(4):472-474.
- Rodríguez de Morae, P. L. & H. van der Werff. 2010. Two New Species of *Cryptocarya* (Lauraceae) from Panama and Ecuador. *Novon* 20(2):190-194.
- Taylor, C. M. and R. E. Gereau. 2010. Rubiacearum Americanum Magna Hama Pars XXIV: New species of Central and South American *Bouvardia*, *Hillia*, *Jossia*, *Ladenbergia*, *Pentagonia*, and *Posoqueria*. *Novon* 20 (4): 470-480.

Con el propósito de continuar construyendo capacidades entre la comunidad botánica panameña, MPSA ha patrocinado varias actividades de entrenamiento:

- Del 6 al 21 de agosto de 2014, MPSA patrocinó un taller de capacitación en MBG para dos botánicos panameños en la identificación y descripción de especies de plantas nuevas para la ciencia. Los participantes fueron Cristel Ramos de MPSA y Orlando Ortiz del Herbario Nacional de Panamá. Los instructores fueron George Schatz, Gordon McPherson y Peter Lowry de MBG y Fred Barrie del Field Museum de Chicago.
- Del 10 de agosto al 4 de septiembre de 2015, MPSA patrocinó un taller de capacitación en MBG para dos botánicos panameños en la identificación y descripción de especies de plantas nuevas para la ciencia.
- Del 14 al 30 de agosto de 2015, MPSA envió a Juvenal Batista (FCD) al Jardín Botánico de Nueva York para aprender cómo preparar manuscritos científicos sobre la descripción de nuevas especies.



**Tabla 1:** Lista actualizada de Edl flora.

Familia	Especie (MPSA Database)	Categoría UICN
Melastomataceae	<i>Blakea echinata</i> Almeda & Penneys	CR
Melastomataceae	<i>Blakea unguiculata</i> Almeda & Penneys	CR
Vochysiaceae	<i>Erismia panamense</i> M.L. Kaway., S. Castillo & McPherson	CR
Arecaceae	<i>Synechanthus dasystachys</i> De Gracia & Grayum	CR
Lauraceae	<i>Cryptocarya panamensis</i> P.L.R. Moraes & van der Werff	CR
Myrtaceae	<i>Eugenia brachyblastiflora</i> Barrie, C.A. Ramos & O. Ortíz	CR
Araceae	<i>Xanthosoma petaquillense</i> Croat	CR
Marantaceae	<i>Calathea gordonii</i> H. Kenn.	EN
Myrtaceae	<i>Calyptanthus straminea</i> B. Holst	EN
Gesneriaceae	<i>Columnnea</i> sp. 1	EN
Rhizophoraceae	<i>Cassipourea undulata</i> Prance	EN
Araliaceae	<i>Dendropanax pachypedunculatus</i> Idárraga & Lowry	EN
Lecythidaceae	<i>Eschweilera donosoensis</i> Batista & S.A. Mori	EN
Lecythidaceae	<i>Eschweilera rotundicarpa</i> Batista & S.A. Mori	EN
Myrtaceae	<i>Eugenia arrhaphocalyx</i> Barrie, I. Vergara & McPherson	EN
Myrtaceae	<i>Eugenia donosoensis</i> Barrie, C.A. Ramos & O. Ortíz	EN
Myrtaceae	<i>Eugenia roseopetala</i> Barrie, I. Vergara & McPherson	EN
Rubiaceae	<i>Faramea</i> sp. 2	EN
Gesneriaceae	<i>Monopyle longicarpa</i> J.L. Clark & Keene	EN
Gentianaceae	<i>Lisianthus aurantiacus</i> Sytsma	EN
Lacistemataceae	<i>Lozania glabrata</i> A.H. Gentry	EN
Lauraceae	<i>Pleurothyrium triflorum</i> van der Werff	EN
Gesneriaceae	<i>Trichodrymonia peltatifolia</i> (J.L. Clark & M.M. Mora) M.M. Mora & J.L. Clark	EN
Rubiaceae	<i>Posoqueria laevis</i> C.M. Taylor	EN
Araliaceae	<i>Schefflera coclensis</i> M.J. Cannon & Cannon	EN
Orchidaceae	<i>Stelis lankesteri</i> Ames	EN
Loganiaceae	<i>Strychnos puberula</i> McPherson	EN
Arecaceae	<i>Wettinia donosoensis</i> J. De Gracia & M. Grayum	EN
Araceae	<i>Xanthosoma ortizii</i> Croat	EN
Zamiaceae	<i>Zamia skinneri</i> Warsz. ex S. Dietr.	EN
Melastomataceae	<i>Miconia mcphersonii</i> Almeda & Penneys	EN
Cyatheaceae	<i>Cyathea stolzeana</i> (L.D. Gomez) Lehnert	VU+
Burseraceae	<i>Dacryodes patrona</i> Daly	VU+
Annonaceae	<i>Guatteria zamorae</i> Erkens & Maas	VU+
Euphorbiaceae	<i>Mabea tenorioi</i> Mart. Gord., Jiménez Ram. & Cruz Durán	VU+
Rubiaceae	<i>Palicourea roseocremea</i> (Dwyer) C.M. Taylor	VU+
Araceae	<i>Philodendron llanense</i> Croat	VU+
Rubiaceae	<i>Rudgea hemisphaerica</i> Dwyer ex C.M. Taylor	VU+
Ericaceae	<i>Didonica panamensis</i> Luteyn & Wilbur	VU+
Melastomataceae	<i>Diolena lanceolata</i> Gleason	VU+
Araceae	<i>Anthurium</i> sp. 1	DD
Araceae	<i>Anthurium</i> sp. 3	DD
Araceae	<i>Anthurium</i> sp. 6	DD
Araceae	<i>Anthurium</i> sp. 7	DD
Araceae	<i>Anthurium</i> sp. 8	DD
Araceae	<i>Anthurium</i> sp. 9	DD
Primulaceae	<i>Ardisia</i> sp. 3	DD
Primulaceae	<i>Ardisia</i> sp. 4	DD
Marantaceae	<i>Calathea</i> sp. 2	DD
Arecaceae	<i>Calyptrogyne</i> sp. 1	DD
Arecaceae	<i>Chelyocarpus</i> sp. 1	DD
Marattiaceae	<i>Danaea</i> sp. 2	DD
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp. 3	DD
Rubiaceae	<i>Faramea</i> sp. 3	DD
Malpighiaceae	<i>Hiraea</i> sp. 1	DD
Rubiaceae	<i>Ixora</i> sp. 1	DD
Malvaceae	<i>Phragmothea</i> sp. 1	DD
Orchidaceae	<i>Stelis</i> sp. 1	DD
Araceae	<i>Stenospermation donosoense</i> Croat ined.	DD
Magnoliaceae	<i>Talauma</i> sp. 1	DD



## Apéndice D – Valores de Biodiversidad: Servicios Ecosistémicos

Aunque el área de influencia de la mina en Donoso está escasamente poblada, se han formado pequeñas comunidades indígenas en Donoso en los últimos años. El PAB de MPSA reconoce que las comunidades que residen en Donoso y su contexto forestal subsisten gracias a la agricultura.

El PAB 2.0 utilizó la metodología de Revisión de Servicios Corporativos de Ecosistemas del Instituto de Recursos Mundiales para detectar posibles servicios ecosistémicos Tipo I y Tipo II. Este ejercicio produjo la lista de servicios del ecosistema que se muestra en la **Tabla 1**. Estos servicios son principalmente de Tipo I utilizando la nomenclatura IFC PS6<sup>1</sup>. Sin embargo, un estudio realizado sobre el uso de los recursos naturales de las comunidades indígenas de Nuevo Sinaí (41 familias) y Nuevo Lucha (36 familias) reveló que estas comunidades migratorias no han desarrollado una tradición de uso de recursos locales, como las plantas medicinales específicas de Donoso. Más bien, los servicios ambientales que benefician a las comunidades son principalmente el suministro de agua superficial, el uso de madera para la construcción y la leña, y la recolección ocasional de frutas y caza (ninguno de los cuales contribuye sustancialmente a las fuentes de alimentos de las comunidades).

MPSA tiene varios programas para gestionar los impactos potenciales a los servicios de los ecosistemas en las cercanías de la mina.

Dentro del área de influencia del proyecto, MPSA trabaja con las comunidades locales para mejorar la sostenibilidad de sus prácticas agrícolas. El programa ayuda a mejorar la seguridad alimentaria de los miembros de la comunidad y también reduce la presión para deforestar nuevas áreas. En 2014, MPSA comenzó un programa de extensión para brindar asistencia a 160 personas en 15 comunidades en temas como: mejorar la productividad de sus huertos familiares, practicar el manejo integrado de plagas del escarabajo barrenador del café, y ayudar a organizar una asociación de productores para aumentar la producción local y el suministro de frutas, verduras y ganado pequeño, todo con el objetivo de reducir la presión de la cosecha sobre la flora y fauna del bosque.

**Tabla 1:** Servicios ecosistémicos de importancia potencial para el proyecto Cobre Panamá.

<b>Aprovisionamiento</b>
Captura de Peces
Comida Silvestre
Madera y otras fibras
Fibras y resinas
Piel de animales
Leña
Agua
Plantas Medicinales
<b>Regulación</b>
Regulación del clima local/regional
Regulación de retención de agua y flujos
Control de erosión
Purificación del agua y tratamiento de desechos
<b>Cultural</b>
Valor espiritual y étnico
<b>Soporte</b>
Habitat

<sup>1</sup> Type I ecosystem services refer to those that are important to third parties and potentially impacted by a project.



MPSA continua con el programa de extensión, a través del cual 156 productores en 13 comunidades en La Pintada y Donoso recibieron asistencia técnica sobre mejores prácticas para la gestión agrícola y ganadera, que abarcan diversos temas como fertilizantes orgánicos, y el manejo y aplicación de productos químicos agrícolas, entre otros. Con la ayuda de MPSA, 34 beneficiarios de este programa establecieron legalmente una asociación de productores que ahora comercializa frutas y verduras para cuatro campamentos de trabajadores en el proyecto Cobre Panamá (TMF, Dorado, SK, GAP).

MPSA promueve el cuidado y la conservación de la naturaleza entre los jóvenes locales a través del programa Escuelas Integrales en 99 escuelas en Donoso y La Pintada, que incluye huertos estudiantiles, cría de aves, talleres de producción, talleres de educación ambiental y clínicas deportivas. Las conferencias para niños sobre conservación del medio ambiente incluyen: conservación de bosques tropicales, uso y manejo de los recursos hídricos, conservación de energía, reciclaje y conservación de suelos y reforestación. Este programa beneficia a 6,834 estudiantes, maestros y padres, que reciben asistencia técnica, insumos y capacitación para la producción escolar de alimentos.

MPSA implementó numerosas medidas para controlar la posible erosión y sedimentación derivadas de sus actividades de remoción de cobertura vegetal (resúmenes completos de estas actividades se informan a MiAmbiente). Para el 2018 se hidrosembraron 651,331 m<sup>2</sup> de suelos expuestos, principalmente taludes.

MPSA tiene un programa integral de monitoreo de la calidad del agua para garantizar que los controles para proteger la calidad del agua en los arroyos y ríos locales estén funcionando. MPSA envía informes de monitoreo de la calidad del agua a MiAmbiente cada tres meses.

MPSA también ha tomado medidas para aliviar cualquier preocupación que las comunidades locales puedan tener con respecto a los impactos en la calidad del agua. Desde 2014, MPSA ha establecido un comité comunitario participativo de monitoreo del agua. El comité, denominado Defensores de los Recursos Hídricos (DRHi), está compuesto por representantes elegidos por 12 comunidades ubicadas cerca de las operaciones de la mina. Estos incluyen Ranchería, Nazareno, Molejón, San Benito, Caimito, Los Molejones, Coclesito, Nuevo San José, San Juan de Turbe, Llano Grande, Villa del Carmen y Cascajal. El comité estableció que los objetivos son: (1) monitorear cualquier cambio en la calidad del agua que pueda ser causado por la mina Minera Panamá y sus operaciones auxiliares; y, (2) garantizar que el suministro de agua de la comunidad sea adecuado para el consumo humano. Semestralmente, DRHi toma muestras de agua en un punto seleccionado por la comunidad, analiza los resultados con la asistencia del comité asesor técnico y socializa estos resultados a la comunidad. El comité técnico asesor de DRHi está compuesto por un profesor de la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI) y representantes de Avanzar, un facilitador social.

En 2018, los representantes de DRHi continuaron con el monitoreo de la calidad del agua, como planificado cada año (trimestralmente, en cada comunidad), y los resultados se entregaron con la asistencia de educadores escolares en cada localidad. Los representantes de la comunidad aprovecharon la oportunidad para recibir capacitación



en temas relacionados que incluyen: minería, pH, métodos de monitoreo y regulaciones de calidad del agua del MINSA.

En 2016, MPSA comenzó otro comité de monitoreo en la comunidad de Nueva Esperanza con los mismos facilitadores mencionados anteriormente. La primera capacitación y monitoreo con los participantes del comité se llevó a cabo en diciembre.

El PAB reconoce la importancia del uso sostenible de los recursos naturales, especialmente en los casos de caza de mamíferos amenazados (por ejemplo, el tapir) y la recolección de huevos de tortuga marina para consumo humano. Estas actividades pueden afectar la viabilidad de las poblaciones locales de estas especies. A largo plazo, el uso del suelo para la agricultura y las prácticas mineras informales también representan una amenaza para la conservación de los valores de biodiversidad del paisaje. El diseño y la implementación de planes de manejo para el área protegida Donoso, el Parque Nacional Santa Fe y el Parque Nacional Omar Torrijos ayudarán a manejar las presiones antropogénicas y mantendrán los servicios de los ecosistemas que son importantes para las comunidades locales. Estas actividades se describen con más detalle en el Apéndice G - Plan de áreas protegidas. Las actividades realizadas a través de la asociación de MPSA con Sea Turtle Conservancy ayudan a controlar la presión de captura en las tortugas marinas en la parte costera del área de influencia del proyecto. Estas actividades se describen con más detalle en el Apéndice I: Planes de acción de especies.



## Apéndice E – Escenario Comparativo “Sin Proyecto”

MPSA ha desarrollado una comprensión del escenario hipotético "sin proyecto" para las características de biodiversidad a lo largo de la vida de la mina, con el cual puede evaluar sus propios impactos y la "adicionalidad" de sus acciones de mitigación.

### **Especies de Interés**

Una evaluación actual de conservación creíble, basada en la abundancia y distribución de una especie y las amenazas a las que se enfrenta, proporciona una indicación confiable del estado de las especies en ausencia del proyecto. Sin embargo, muchas de las evaluaciones de conservación de las especies de flora y fauna en cuestión (**Edl**) identificadas en el ESIA y el **PAB 2.0** son inadecuadas, ya sea porque:

- Las evaluaciones están desactualizadas y requieren una mejor comprensión de la distribución actual y el *estatus* de la especie;
- Las evaluaciones utilizaron criterios, como el estado de inclusión en el Apéndice II de la CITES, que no necesariamente reflejan el estado de conservación;
- Algunas especies son nuevas para la ciencia, se encuentran por primera vez en los estudios de línea de base realizados por el proyecto y, como resultado, no tienen una evaluación de conservación;
- La información sobre la distribución de una especie está sesgada porque los estudios de línea de base solo se realizaron en la huella de la mina, lo que causó un virtual "endemismo".

Como se describe en los Apéndices B y C, MPSA ha contratado a expertos taxónomos para revisar las listas de Edl de flora y fauna, actualizándolas según corresponda para reflejar la mejor información disponible y realizando investigaciones básicas y evaluaciones de conservación para aquellas especies que actualmente no las tienen. Este mejor entendimiento del estado de conservación de las especies apoyará las evaluaciones de impacto y contribuirá al desarrollo de escenarios hipotéticos para estas especies.

### **Hábitats críticos**

#### *Pérdida y fragmentación del bosque del Corredor Biológico Mesoamericano*

En 2011, MPSA contrató a Clark Labs para que, mediante una serie cronológica de mapas de cobertura boscosa (1992, 2000 y 2008), analizara los cambios históricos en el uso de la tierra en el área del proyecto y calibrara un modelo de simulación de cambios del

**Tabla 1: cambio proyectado de uso de la tierra en el paisaje de Donoso (km<sup>2</sup>).**

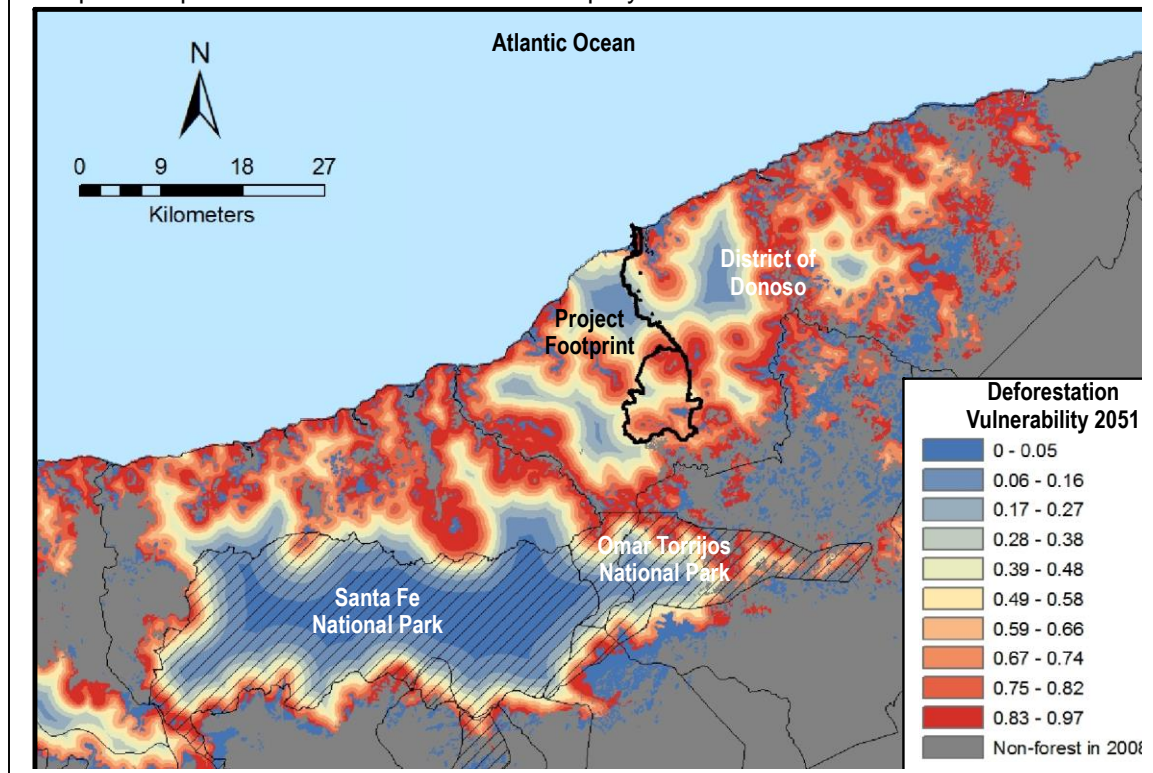
	Bosque Maduro (ha)			Tasa media anual de cambio (%)
	2110	2051	Cambio	
Distrito de Donoso	1082.89	433.7	-649.19	-2.23
Parque Nacional Omar Torrijos	228.58	141.28	-87.3	-1.17
Parque Nacional Santa Fe	713.52	663.88	-49.64	-0.18
Total	2024.99	1238.86	-786.13	-1.2



uso de la tierra para pronosticar la deforestación hasta 2051.

Los resultados del modelo de cambio de uso del suelo se presentan tanto cuantitativamente (**Tabla 1**) como gráficamente (**Figura 1**). Ambos métodos indican una pérdida muy significativa de bosques en ausencia de la mina, y también muestran una variación considerable en las presiones de deforestación sobre el paisaje. Los bosques no protegidos en el distrito de Donoso son los más vulnerables a la deforestación, con una tasa promedio anual de deforestación del 2.23%. Omar Torrijos también fue vulnerable a la deforestación, con una tasa del 1,17%. Santa Fe fue la menos vulnerable a la deforestación, con una tasa de apenas 0.18%. El modelo de cambio de uso de la tierra sugiere que si las tendencias históricas de uso de la tierra continúan, entonces 786 km<sup>2</sup> (78,600 ha) de bosque maduro se convertirán a la agricultura o se degradarán de otra manera durante este período, lo que representa una reducción en la cobertura forestal de aproximadamente el 39% respecto de los valores de 2010.

**Figura 1:** mapa de vulnerabilidad a la deforestación hasta 2051. Aunque el mapa muestra la huella del proyecto, el análisis no incluye al proyecto y por lo tanto funge como escenario comparativo para determinar los beneficios del proyecto.



Además de predecir la pérdida de bosque, el estudio de Clark Labs también pudo predecir cómo la fragmentación del bosque podría cambiar con el tiempo en ausencia del proyecto Cobre Panamá.

Los resultados sugieren un escenario contra factual de fragmentación cada vez mayor de la región de Donoso durante la vida del proyecto (**Figura 2**).



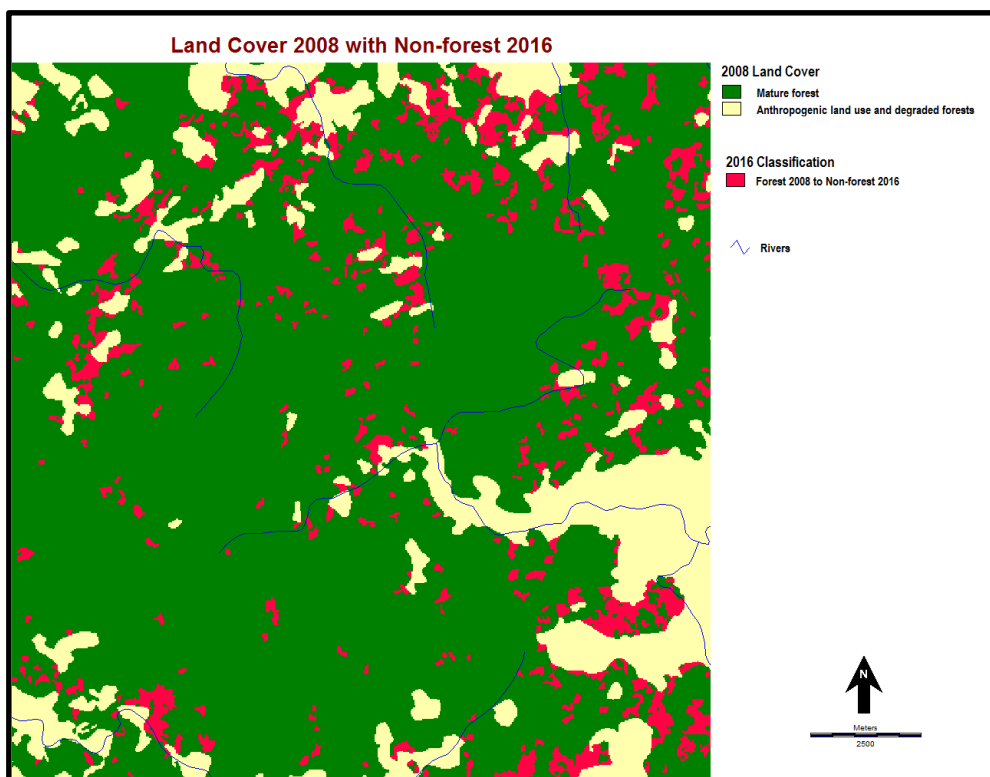
**Figura 2:** Fragmentación de paisaje histórica y proyectada de Donoso (1992 – 2051). Las medidas incluyen: Porcentaje de paisaje (PLAND); Densidad de fragmento (PD); Densidad de borde (ED); Promedio ponderado del área de fragmento (LPI); Índice de contigüidad media (CONTIG\_MD); Media euclidiana de la distancia entre vecinos más cercanos (ENN\_MD)



En 2016, Clark Labs analizó las imágenes satelitales actuales de deforestación en Donoso para actualizar las proyecciones a partir de 2011. El análisis encontró una tasa promedio de deforestación en los últimos 8 años de 1.38% por año, ligeramente más baja que el análisis original, pero sigue siendo una amenaza seria (**Figura 3**).



**Figura 3:** La deforestación ocurrió a una tasa de 1.38% por año durante el período 2008-16 en el área de estudio en Donoso (fuera de la huella del proyecto); las áreas que se muestran en rojo se deforestaron en el período de análisis.



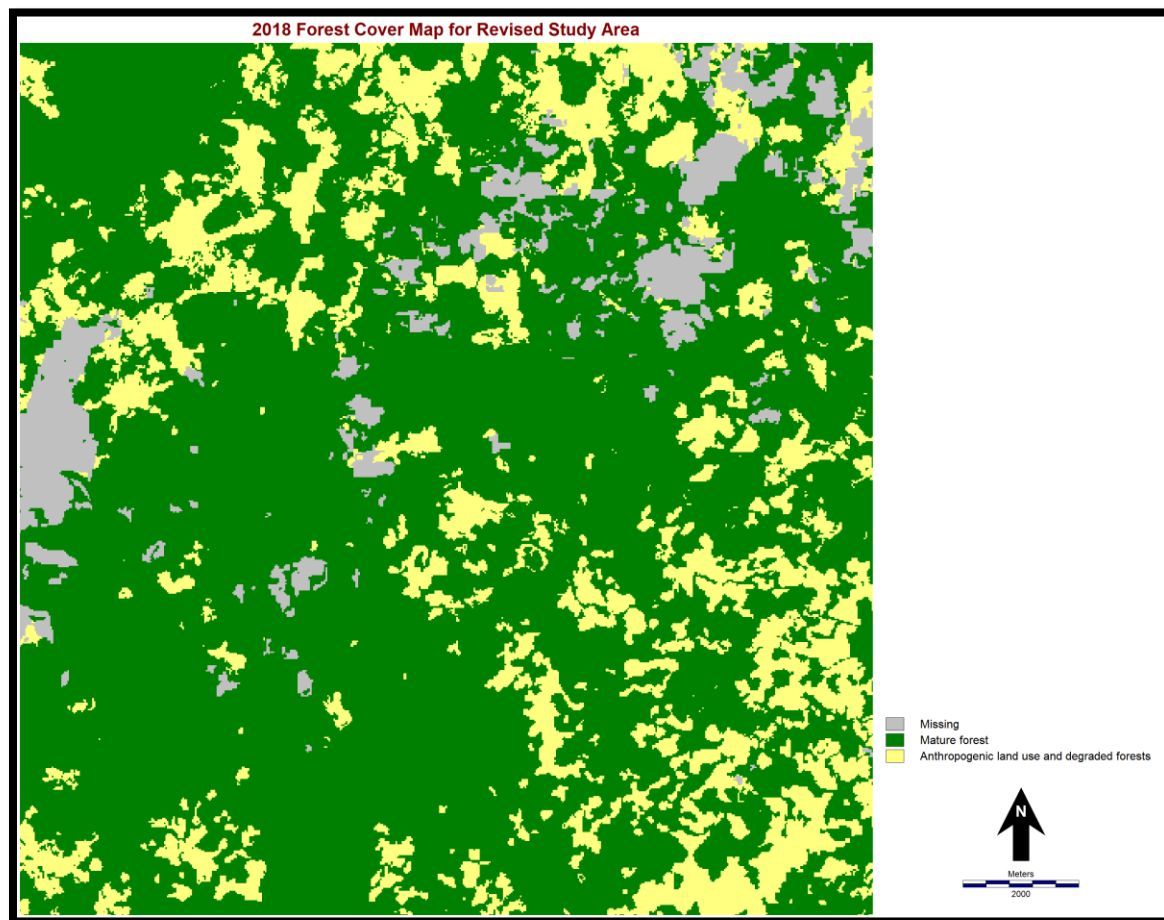
En 2018, Clark Labs analizó las imágenes satelitales actuales de deforestación en Donoso para actualizar las proyecciones. El análisis encontró que el área de estudio está experimentando una deforestación a un ritmo creciente en los últimos dos años, con un promedio de 2.5% entre 2016 y 2018. Esto representa un aumento de aproximadamente el 1% por año de 1992 a 2016 (Tabla 2).

**Table 2:** Tasas históricas y actuales de deforestación.

Land Cover Date	Forest (ha)	Deforestation Rate	Average Annual Deforestation Rate
1992	23,701	na	na
2000	21,749	8%	1%
2008	19,990	8%	1%
2016	19,790	1%	0.5%
2018	18,754	5%	2.5%



**Figura 4:** La deforestación ocurrió a una tasa de 2.5% durante el período de 2016-18 en el área de estudio en Donoso (fuera de la huella del proyecto).





## **Apéndice F – Escenario “Con Proyecto”**

### **Terrestre**

Se espera que Cobre Panamá resulte en la tala de 5,900 hectáreas de bosque para la huella de sus operaciones. Los cronogramas de compensación y los mapas se encuentran actualmente en revisión.

En el programa de reforestación de MPSA se han reforestado al menos 3,200 hectáreas (registros en contratos), sin embargo, se han perdido muchas hectáreas tanto por causas naturales como antropogénicas (incendios, conflictos de moradores, etc.)

En la actualidad, el programa se ha expandido a las provincias de Veraguas, Herrera, Darién y Los Santos. Nos encontramos recuperando aquellas áreas que se han perdido o haciendo nuevas áreas con otros productores diferentes. Contamos actualmente con 141 productores y sumamos un total de 2,447 has.

Además de la huella directa, Cobre Panamá generará impactos indirectos relacionados con la migración laboral y las demandas económicas secundarias. El alcance de estos impactos no se ha estimado, pero se reconoce como un riesgo adicional para los valores de biodiversidad en el paisaje.

Sobre la base de esta evaluación, se puede afirmar que el escenario "con proyecto" representa una mayor probabilidad de deforestación en el paisaje de Cobre Panamá. Si bien gran parte del área de la huella de la mina ya tenía una alta probabilidad de ser deforestada en los próximos 40 años, esta probabilidad es del 100 por ciento con el proyecto. La deforestación en áreas adyacentes podría acelerarse por los impactos indirectos del Cobre Panamá.

### **Marina**

El ESIA establece que un área de 0,5 hectáreas de hábitat marino de fondo duro poco profundo se verá directamente afectada por la construcción de una instalación portuaria



## **Apéndice G – Subestrategia de Mitigación: Plan de Áreas Protegidas**

Como una sub-estrategia central del Plan de Acción de Biodiversidad (PAB), MPSA se ha comprometido a apoyar tres áreas protegidas en el Corredor Biológico Mesoamericano (Resolución DIEORA IA-1210-2011). Esto incluye: el Parque Nacional Santa Fe (72,636 ha), el Parque Nacional Omar Torrijos (25,275 ha) y un área protegida en el Distrito de Donoso y su zona costera marina (> 150,000 ha). Este compromiso fue refinado y formalizado en una Carta de Acuerdo entre ANAM y MPSA, fechada el 3 de octubre de 2012. El acuerdo expiró y MPSA ha intentado renovarlo, pero no ha recibido respuesta de MiAmbiente.

En términos de cumplimiento con el permiso ambiental de MPSA, la sub-estrategia de áreas protegidas cumple con dos requisitos específicos (Resolución DIEORA IA-1210-2011):

- (i) Diseñar e implementar un programa de conservación de la biodiversidad en el Distrito de Donoso en un área de 150,000 hectáreas, bajo un esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA), que debe cumplir con los siguientes criterios: a) un mecanismo de financiamiento; b) un mecanismo de pago; c) Un mecanismo administrativo. La ejecución debe ser independiente para ambas partes. El programa puede orientarse a la preservación de ecosistemas que ya se están beneficiando de otras fuentes de financiamiento para la conservación, y debe ser aprobado por la ANAM.
- (ii) Poner a disposición los recursos financieros y logísticos para el manejo adecuado del Parque Nacional Santa Fe y el Parque Nacional Omar Torrijos Herrera, con el objetivo a largo plazo de fortalecer la conectividad del Corredor Biológico Mesoamericano. Los recursos se destinarán a la mejora y/o instalación de infraestructura de parques, sistemas de cumplimiento dentro de los parques, y apoyo para la investigación sobre temas de conservación de la biodiversidad.

En el caso de la cláusula (i), no hay medios prácticos para monetizar el valor de los servicios de los ecosistemas en Donoso. Entre las razones se encuentran: a) Panamá no ha adoptado una política de REDD; b) la población humana en Donoso es muy baja; c) el valor de los servicios de los ecosistemas locales afectados por MPSA es bajo. Además, no hay ninguna entidad con la que MPSA pueda realizar la transacción económica requerida. Por estas razones, MPSA acordó simplemente financiar la conservación del Distrito de Donoso (en un área de por lo menos 150,000 ha), para ser implementada por una entidad con la capacidad adecuada.

La sub-estrategia de áreas protegidas: a) reducirá las presiones de asentamiento indirectas y la subsiguiente pérdida de hábitat en el área que rodea el proyecto Cobre Panamá; b) conservará el hábitat para las poblaciones de especies que pueden verse afectadas por el proyecto para asegurar su recuperación a largo plazo de los impactos directos de la compañía y su viabilidad a largo plazo; c) conservará los servicios ecosistémicos generados por el área; y, d) compensará la pérdida de hábitat natural (tanto temporal como permanente) en la huella del proyecto.



Es probable que la cantidad de deforestación evitada como resultado del plan de áreas protegidas supere significativamente el área afectada negativamente por Cobre Panamá (se estima que es de 5,900 ha según el diseño actual de la mina; ver el Apéndice F). La modelación del cambio en el uso de la tierra indica que podría haber hasta 78,6 km<sup>2</sup> (78,600 ha) más de bosque en 40 años con el plan de áreas protegidas que sin él (Apéndice E). Esto debería dejar la mayoría o la totalidad de los valores de biodiversidad en este paisaje en mejores condiciones que si MPSA no operara allí, un **Impacto Neto Positivo** para la biodiversidad.

El diseño del plan de áreas protegidas se ajusta a los principios para las compensaciones de biodiversidad, según lo propuesto por el Programa de Compensaciones para Empresas y Biodiversidad (BBOP por sus siglas en inglés). En la **Tabla 1** se proporciona un resumen de la conformidad.

### **Estableciendo el MUA Donoso**

En 2016, el Área de Uso Múltiple de Donoso (MUA, por sus siglas en inglés) fue restablecida por decisión de la Corte Suprema de Panamá. MPSA cree que el proyecto Cobre Panamá es compatible con la zonificación de MUA en su Plan de Manejo, que se preparó en 2013 y está a la espera de la aprobación oficial de MiAmbiente.

### **Planificación de Manejo**

Cada área protegida debe contar con un plan de manejo, el cual debería ser actualizado periódicamente. Los planes de manejo definen los objetivos de conservación de las áreas y la forma en que se cumplirá con ellos.

- El plan de manejo para el Parque Nacional de Santa Fe fue aprobado en 2014 y se mantiene vigente hasta 2019.
- El plan de manejo del Parque Nacional Omar Torrijos Herrera ha caducado y debe actualizarse.
- MPSA financió el desarrollo del plan de manejo para el Área de Uso Múltiple de Donoso, pero aún no se ha aprobado oficialmente.

### **Financiamiento**

Desde 2012 hasta 2016, MPSA ha contribuido con más de los US \$ 2,165,900 dólares indicados en la Carta del Acuerdo de 2012 entre MPSA y ANAM. A continuación se presenta un resumen de su apoyo a las áreas protegidas.

1. El 3 de octubre de 2012, ANAM y MPSA firmaron una Carta de Acuerdo en la que se acordó que MPSA financiaría el Plan Operativo Anual (2012-13) para el Parque Nacional Santa Fe, el Parque Nacional Omar Torrijos Herrera y el MUA Donoso, hasta un monto de US \$ 2,165,900. La Carta indicaba que los fondos se depositarían en una cuenta con BG Trust para el Proyecto de Productividad Rural / Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño (CBMAP II).
2. ANAM desarrolló y aprobó el Plan Operativo Anual (2012-13), y MPSA realizó un desembolso financiero inicial de US \$ 500,000 el 20 de septiembre de 2012. El 2



de agosto de 2013, CBMAP II presentó a MPSA un informe de las actividades realizadas a fecha utilizando estos fondos.

3. El 2 de octubre de 2013, MPSA realizó un segundo desembolso financiero de US \$ 800,000 a la cuenta de BG Trust para el Plan Operativo Anual (2012-13). El 6 de diciembre de 2013, MPSA recibió una notificación del Dr. Ivan Valdespino, Director de CBMAP II, de que BG Trust le había informado el 23 de octubre de 2013 que no podían aceptar el desembolso de MPSA porque la cuenta de CBMAP solo estaba legalmente aprobada para recibir dinero del Fondo Mundial para la Conservación, el Banco Mundial y el Gobierno de Panamá. En la misma correspondencia, el Dr. Valdespino solicitó que MPSA pagara directamente los salarios de 16 guardias del Parque Nacional de Santa Fe y el Parque Nacional Omar Torrijos Herrera como medida de emergencia para ayudar a cubrir la brecha creada por el hecho de que BG Trust no administró los fondos de MPSA .
4. El 21 de febrero de 2014, MPSA envió una carta a ANAM en la que indicaba que MPSA estaría interesada en formalizar un acuerdo con la recién creada Fundación Público-Privada para Áreas Protegidas y Corredores Biológicos para que administren el financiamiento de MPSA para la conservación, una vez que la fundación posea personal adecuado y esté preparada para administrar fondos. Además, MPSA solicitó que ANAM aprobara un plan operativo anual para 2014.
5. El 24 de marzo de 2014, Silvano Vergara, Administrador General de ANAM, notificó a MPSA que el plan operativo anual de 2014 fue aprobado. Sin embargo, la Fundación Público-Privada para Áreas Protegidas y Corredores Biológicos todavía no tenía administrador o capacidad para administrar los fondos para los parques. MPSA continuó pagando directamente a los guardias de los parques, así como los costos de un programa de capacitación para guardas de parques para todo el sistema de áreas protegidas (Diplomado de Manejo y Gestión de Áreas Protegidas).
6. El 19 de septiembre de 2014, MPSA organizó un taller para familiarizar a la nueva directora de la Agencia de Áreas Protegidas y Vida Silvestre (DAPVS) de ANAM, Zuleika Pinzón, con el subprograma de MPSA para apoyar las tres áreas protegidas. El taller también buscó asistir a ANAM en la preparación de un plan operativo anual para 2015 y solicitar el restablecimiento de un mecanismo administrativo para que MPSA proporcione fondos a las áreas protegidas, y de las cuales faltaba casi un año.
7. El 10 de febrero de 2015, MPSA organizó otro taller para ayudar a ANAM a completar el plan operativo anual de 2015 para las áreas protegidas y establecer un sistema para realizar pagos directos por los gastos de gestión de áreas protegidas como medida provisional hasta que se establezca un mecanismo administrativo para administrar la financiación de MPSA.
8. El 13 de mayo de 2015, MPSA presentó una carta a Zuleika Pinzón, Directora de DAPVS, solicitando una vez más que se restablezca un mecanismo administrativo para la transferencia de fondos de MPSA a las áreas protegidas, y la actualización de la Carta de Acuerdo entre MPSA y ANAM.



9. En junio de 2015, DAPVS proporcionó a MPSA un informe de progreso sobre la ejecución del plan operativo anual de 2014. MPSA nunca recibió un informe final para 2014, a pesar de las múltiples solicitudes.
10. ANAM nunca presentó un plan operativo anual para 2016. MiAmbiente presentó propuestas para proyectos individuales que se implementarán en el Parque Nacional Omar Torrijos Herrera (ver más abajo). MiAmbiente no utilizó ninguno de los fondos disponibles para el Parque Nacional de Santa Fe.

## **Actividades anuales 2016**

En 2016, MiAmbiente implementó las siguientes actividades con financiamiento de MPSA:

1. Capacitación de 53 guardias de parques en técnicas de control, control de incendios, supervivencia en la naturaleza, primeros auxilios, manejo ambiental y monitoreo biológico en el Parque Nacional de Santa Fe y en el Parque Nacional de Omar Torrijos Herrera;
2. Taller sobre manejo participativo de áreas protegidas con comunidades locales;
3. Taller de educación ambiental en el Parque Nacional Omar Torrijos Herrera;
4. Reconstrucción y mejora de las líneas de agua potable en el Parque Nacional Omar Torrijos Herrera;
5. Taller de planificación estratégica de la Lista Roja de la UICN, dirigido por el Jardín Botánico de Missouri (MBG), titulado *Hacia una Lista Roja de Plantas Endémicas de Panamá*;
6. Pago por parte de MPSA de US \$ 139,210.28 en salarios para los guardaparques.

## **Planes para 2018**

Las actividades para 2018 aún no han sido planificadas por DAPVS, y MPSA y MiAmbiente aún deben actualizar y renovar su Carta de Acuerdo. Mientras tanto, MiAmbiente debe presentar un plan operativo anual para las tres áreas protegidas.

La incapacidad de MiAmbiente de utilizar el financiamiento disponible por MPSA hasta la fecha pone en riesgo la biodiversidad de las tres áreas protegidas y debilita el plan de mitigación para Cobre Panamá. Por ambas razones, MiAmbiente tiene la responsabilidad de mejorar su desempeño. MPSA espera sugerencias de MiAmbiente sobre cómo pueden ayudar a mejorar la implementación de este subprograma.



**Tabla 1: Plan de compensación de MPSA evaluado de acuerdo con los principios, criterios e indicadores de BBOP**

<b>PRINCIPIO 1</b> No pérdida neta: Una compensación por pérdida de biodiversidad se debe diseñar y ejecutar para alcanzar resultados de conservación <i>in situ</i> medibles, que, de manera razonable pueda esperarse que darán lugar a la no pérdida neta y preferiblemente a una ganancia neta de biodiversidad.	
<b>CRITERIO 1-1</b> <b>La compensación de biodiversidad se diseñará para alcanzar no pérdida neta y, preferiblemente, una ganancia neta de todos los componentes de la biodiversidad afectados por el proyecto de desarrollo, con la confianza de este resultado confirmada por una buena planificación para que no se produzca una pérdida neta de los componentes clave de la biodiversidad afectados.</b>	
INDICADOR 1-1-1 El compromiso de una compensación con cero pérdidas netas o por ganancia neta de biodiversidad lo expresa el desarrollador del proyecto en un documento público, o en el caso de un departamento o agencia gubernamental, en un documento de política pública o en un sitio web del gobierno.	El compromiso de "no pérdida neta" se realiza en el BAP, un documento público presentado a los reguladores públicos y prestamistas de proyectos.
INDICADOR 1-1-2 Los componentes claves de biodiversidad que serán afectados por el desarrollo del proyecto serán identificados y reflejados en el diseño de la compensación.	El BAP identifica los "componentes" de la biodiversidad (también conocidos como "valores" o "características") según tres categorías: hábitats críticos; especies de interés; y servicios ecosistémicos. Cada uno de los componentes se trata individualmente en el BAP para garantizar su conservación.
INDICADOR 1-1-3 Se identificará y utilizará un método para evaluar el método de equivalencia de pérdidas y ganancias para el diseño de la compensación con un criterio de "igual por igual" o "igual por igual o mejor".	<p>Como se describe en el mapa de vegetación de Panamá de ANAM, el área de compensación es del mismo tipo de bosque que el área del proyecto. Según lo descrito por WWF, ambos están dentro de la misma ecorregión. El hábitat forestal en ambos está en condiciones similares.</p> <p>Los estudios de MPSA hasta la fecha no muestran diferencias estadísticas entre el hábitat en la huella del proyecto y el área de compensación.</p> <p>El mapeo de microhábitats y el modelo de distribución de especies demostrarán "igual por igual" con respecto al hábitat crítico de Especies de Interés.</p>
INDICADOR 1-1-4 Las métricas que abordan las pérdidas y ganancias de la biodiversidad se identificarán y utilizarán en los cálculos de pérdidas y ganancias.	El BAP tiene métricas para cada valor de biodiversidad. En el corto plazo serán medidas basadas en el área; A más largo plazo, también se llevará a cabo el monitoreo directo de las poblaciones de especies de interés.
INDICADOR 1-1-5 Las pérdidas residuales anticipadas de la biodiversidad debidas al proyecto de desarrollo y las ganancias anticipadas de la compensación, se calcularán para demostrar "no pérdida neta" (o "ganancia neta"), e incluirán provisiones explícitas para el riesgo y la incertidumbre.	Las pérdidas y ganancias del proyecto se calculan en el BAP.  En términos de hábitat crítico, el proyecto impactará 6,200 hectáreas durante un período de 30 años. Se reforestará / restaurará un área de 8,780 hectáreas. Ese es un beneficio neto de 2,580 hectáreas, si no se consideran la pérdida temporal y la incapacidad de restaurar completamente el hábitat



	<p>forestal. La compensación generará 84,600 hectáreas de créditos por pérdidas evitadas durante 40 años, bajo una implementación perfecta. En términos de hábitat crítico, la compensación compensa con creces la posible pérdida residual después de la restauración, un impacto neto positivo para el hábitat crítico.</p> <p>En términos de EdI, la compensación protegerá el hábitat necesario para la viabilidad a largo plazo de las poblaciones de especies presentes en la huella del proyecto. Además, las EdI de plantas, las EdI de anfibios y las EdI de reptiles tendrán un manejo específico para garantizar la viabilidad a largo plazo de sus poblaciones. La compensación evitará la pérdida de especies en la región, un impacto neto positivo.</p> <p>En términos de servicios ecosistémicos, la compensación evita la degradación y protege los valores de uso local de varias cuencas hidrográficas importantes que drenan hacia la costa atlántica de Panamá, un impacto neto positivo.</p>
<b>CRITERIO 1-2</b> <b>Resultados medibles de conservación <i>in-situ</i> que razonablemente esperan resultar en no pérdida neta o una ganancia neta son definidos.</b>	
INDICADOR 1-2-1 La condición de línea base de la biodiversidad que será afectado por el proyecto ha sido identificado, caracterizado y documentado antes de cualquier impacto asociado con el desarrollo del proyecto.	El ESIA del proyecto proporciona información de línea base detallada sobre la ocurrencia y abundancia de Especies de Interés. Esta información ha sido actualizada por una serie de estudios de campo. El análisis del cambio en el uso de la tierra mediante sensores remotos proporciona cobertura de bosques y datos de línea base de la tasa de cambio.
INDICADOR 1-2-2 Los resultados de conservación que deben resultar de la compensación, especialmente para componentes de biodiversidad claves, están descritos explícitamente en el Plan de manejo de Compensación por pérdida de Biodiversidad.	<p>Los resultados de conservación serán:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Protección de hábitat en tres áreas protegidas (MUA Donoso, PN Santa Fe, PN Omar Torrijos)</li> <li>2) Función Ecológica del Corredor Biológico Mesoamericano; y</li> <li>3) Viabilidad de las poblaciones de especies de interés.</li> </ol>
<b>CRITERIO 1-3</b> <b>Implementación de hitos para lograr los resultados de conservación de la compensación se especifican, y existe un manejo adaptativo para asegurar que se logren los resultados de conservación.</b>	
INDICADOR 1-3-1 Se desarrollarán hitos para poder medir el progreso hacia el cumplimiento de los resultados medibles de la compensación de biodiversidad.	El PAB provee un plan de acción detallado.
INDICADOR 1-3-2 Procedimientos serán documentados sobre como el Plan de Manejo de Compensación por pérdida de Biodiversidad será adaptado en el evento de que circunstancias cambiantes o impredecibles se den que	El PAB incluye un mecanismo de manejo adaptativo basado en monitoreo.



puedan afectar la habilidad de la compensación de poder obtener sus metas de conservación.	
<b>PRINCIPIO 2</b> <b>Resultados adicionales de conservación: Una compensación de biodiversidad debe obtener resultados más allá de los resultados que se hubiesen dado si la compensación no se hubiese realizado. El diseño de compensación debe evitar desplazar actividades dañinas a la biodiversidad a otras ubicaciones.</b>	
<b>CRITERIO 2-1</b> <b>La compensación de biodiversidad debe demostrar “adicionalidad”</b>	
<b>INDICADOR 2-1-1</b> Ganancias en el sitio(s) de compensación serán previstos para un tiempo específico a largo plazo y son definidos como la diferencia entre el resultado de conservación con y sin las actividades de compensación propuestas.	<p>El análisis del cambio de uso de la tierra, basado en el análisis de imágenes históricas de sensores remotos, proporciona la base para proyectar la "pérdida de hábitat evitada" atribuible al manejo efectivo del MUA Donoso.</p> <p>La compensación evitará la pérdida forestal de 84.600 hectáreas a lo largo de 40 años.</p>
<b>CRITERIO 2-2</b> <b>La compensación evitará “fugas”</b>	
<b>INDICADOR 2-2-1</b> Se debe realizar una evaluación para determinar los posibles impactos negativos y positivos (directos e indirectos) sobre la biodiversidad, derivados de las actividades de compensación en todos los sitios compensados (incluidos los usos socioeconómicos y culturales de la biodiversidad).	<p>El área de la compensación tiene una población pequeña, principalmente pequeños asentamientos dispersos. Las comunidades en el área de compensación participarán en proyectos de desarrollo comunitario patrocinados por la compañía, orientados a medios de vida sostenibles compatibles con el área de uso múltiple dentro del área protegida. Algunas actividades, como la minería informal de cauces de ríos, la caza comercial y la recolección para el comercio de mascotas se reducirán.</p> <p>Un programa de desarrollo de capacidades para las tres áreas protegidas garantizará que desarrollen nuevas capacidades y no solo atraigan capacidades limitadas de otras áreas protegidas en Panamá.</p>
<b>INDICADOR 2-2-2</b> Se debe demostrar que las actividades de compensación no cambiarán, o es muy poco probable que cambien, las causas de la pérdida de biodiversidad en el sitio de la compensación a otra ubicación.	<p>La compensación es tan expansiva que cubre la mayor parte del hábitat natural existente en la región. El desplazamiento ralentizará el movimiento de los colonos de áreas más pobladas de hábitat convertido a áreas de hábitat natural en el Corredor Mesoamericano. Esto mitiga el problema de las fugas a escala regional, con la posible excepción del Distrito Norte de Santa Fe, que, sin embargo, también puede estar protegido.</p> <p>La posibilidad de fugas (capacidad de permear) a otras áreas protegidas se mitigará mediante un programa de desarrollo de capacidades.</p>



INDICADOR 2-2-3 Se debe demostrar cómo se podrían prevenir o manejar los posibles impactos de desplazamiento y las fugas.	Se ha propuesto expandir la compensación para incluir el Distrito Norte de Santa Fe. Esta propuesta espera ser considerada por la ANAM.
<b>PRINCIPIO 3</b> Adherencia a la jerarquía de mitigación: Una compensación de biodiversidad es un compromiso para compensar los impactos adversos residuales significativos en la biodiversidad identificados después de que se hayan tomado las medidas adecuadas de prevención, minimización y rehabilitación en el sitio de acuerdo con la jerarquía de mitigación.	
<b>CRITERIO 3-1</b> El desarrollador debe identificar e implementar las medidas de prevención, minimización y rehabilitación / restauración en el lugar que sean apropiadas para los impactos negativos directos, indirectos y acumulativos del proyecto de desarrollo.	
INDICADOR 3-1-1 Un proceso que incluye participación de actores claves será realizado para determinar los impactos del proyecto sobre la biodiversidad.	El proyecto cuenta con un ESIA completo. La planificación de la gestión de áreas protegidas fortalecerá el proceso de participación de los interesados.
INDICADOR 3-1-2 El Plan de manejo de la compensación de biodiversidad se desarrollará para abordar los impactos en la biodiversidad, y para identificar, gestionar y monitorear las medidas para evitar y minimizar los impactos del proyecto de desarrollo en la biodiversidad, y emprender la rehabilitación en el sitio.	El PAB incluye el tratamiento completo de la jerarquía de mitigación para cada valor de biodiversidad.
INDICADOR 3-1-3 Medidas definidas en el Plan de Manejo de Compensación de Biodiversidad serán implementadas, monitoreadas y manejadas de manera adaptativa.	El PAB incluye monitoreo y manejo adaptativo. Específicamente, las acciones en el PAB se integrarán en el Sistema de Gestión Ambiental de la compañía.
<b>CRITERIO 3-2</b> <b>La compensación de la biodiversidad solo abordará los impactos residuales del proyecto de desarrollo, es decir, los impactos que quedan después de que se hayan identificado todas las acciones apropiadas de prevención, minimización y rehabilitación / restauración.</b>	
INDICADOR 3-2-1 Cualquier pérdida residual de biodiversidad que pueda existir después de la evitación, minimización y rehabilitación / restauración deberá identificarse y describirse en el Plan de manejo de compensación de biodiversidad.	El PAB cuantifica la pérdida / riesgo residual para cada valor de biodiversidad.
<b>PRINCIPIO 4</b> <b>Límites a lo que se puede compensar: hay situaciones en las que los impactos residuales no pueden ser compensados por una compensación de la biodiversidad debido a la irremplazabilidad o vulnerabilidad de la biodiversidad afectada.</b>	
<b>(NUEVO) CRITERIO 4-1</b> <b>Se evaluará el riesgo de los impactos de los proyectos sobre la diversidad biológica que no se pueden compensar y se tomarán medidas para minimizar este riesgo.</b>	
INDICADOR 4-1-1 Se realizará una evaluación para determinar si se prevé que los componentes de la biodiversidad altamente vulnerables e insustituibles se vean afectados por el proyecto de desarrollo.	La evaluación continua de los impactos sobre EdI indica aquellas especies que requieren un manejo específico, incluida la conservación y propagación ex-situ / cría en cautividad.



INDICADOR 4-1-2 Cuando sean aplicables umbrales nacionales / regionales / internacionales, la evaluación deberá: (a) identificar y resaltar dónde existe el riesgo de que los impactos del proyecto crucen estos umbrales, y (b) incluir medidas y compromisos de los desarrolladores del proyecto para garantizar que estos umbrales no se pueden crucen, y así permitir la entrega de una compensación de biodiversidad. En ausencia de orientación nacional o internacional aplicable, proporcione evidencia que demuestre que los impactos pueden compensarse.	La UICN y el estado de conservación nacional de todas las especies impactadas por el proyecto se consideran en la identificación de EdI y se integran en el análisis de riesgo en el PAB.
INDICADOR 4-1-3 La evaluación de vulnerabilidad e irremplazabilidad deberá demostrar cómo los impactos residuales del proyecto pueden compensarse a través de medidas y compromisos específicos, teniendo en cuenta el nivel de riesgo asociado con:	El análisis de riesgos es fundamental para el PAB. Los riesgos del proyecto se identifican de acuerdo con la lista de verificación del ICMM sobre los impactos de la minería. Las clasificaciones de riesgo se basan en la vulnerabilidad y la irremplazabilidad.
a) El contexto ecológico específico y los procesos ecológicos, de modo que la compensación los sustituya de manera efectiva.	El contexto ecológico, en particular la función del Corredor Biológico Mesoamericano, es un valor que se conserva por la compensación.
b) La fiabilidad y el éxito comprobado de las técnicas de compensación propuestas.	La deforestación evitada, a través del establecimiento de áreas protegidas y el manejo efectivo, es un enfoque comprobado para la conservación.
c) Cualquier impedimento insuperable, que limite el acceso a sitios de compensación adecuados.	Un sitio de compensación adecuado, en locación inmediata, está disponible.
d) Las implicaciones para la persistencia de la biodiversidad de cualquier pérdida temporal residual de la biodiversidad.	La pérdida temporal del hábitat se minimiza por la magnitud de la compensación. El riesgo de pérdida temporal de EdI se minimiza por la conservación ex situ.
<b>CRITERIO 4-2</b> <b>Las medidas para abordar los impactos residuales en la biodiversidad que no pueden ser compensados completamente por una compensación de biodiversidad no deben denominarse "compensación de biodiversidad".</b>	
INDICADOR 4-2-1 Si hay impactos residuales significativos en la biodiversidad que se han evaluado según este principio como no posiblemente compensables, el desarrollador del proyecto reconoce esto y no debe referirse a ninguna medida para abordarlos como una "compensación de biodiversidad".	El proyecto califica como una compensación, basado en la aplicación efectiva de la jerarquía de mitigación, para la mayoría de los valores de biodiversidad. Para aquellos valores de biodiversidad donde existe incertidumbre con respecto a su efectividad (por ejemplo, EdI), se están tomando medidas adicionales (por ejemplo, manejo a nivel de especie).
<b>PRINCIPIO 5</b> <b>Contexto del paisaje: una compensación de la biodiversidad debe diseñarse e implementarse en un contexto de paisaje para lograr los resultados de conservación medibles esperados, teniendo en cuenta la información disponible sobre la gama completa de valores biológicos, sociales y culturales de la biodiversidad y apoyando un enfoque a nivel de ecosistemas.</b>	
<b>CRITERIO 5-1</b> <b>La compensación de la biodiversidad se diseñará e implementará para contribuir a las prioridades de conservación de la biodiversidad [y para complementar otros usos de la tierra (actuales y propuestos)] a nivel paisajístico, eco regional y nacional.</b>	



INDICADOR 5-1-1 La identificación de posibles ubicaciones de compensación se realizará en el contexto de un análisis a nivel de paisaje, y el enfoque por ecosistemas se utilizará para planificar la compensación.	La compensación es, en efecto, un proyecto de conservación a escala de paisaje en sí mismo, que abarca un segmento importante del Corredor Biológico Mesoamericano en esta parte de Panamá.
INDICADOR 5-1-2 Las ganancias de la compensación y los resultados de conservación contribuyen a los objetivos de conservación regionales y nacionales, donde existen.	La conservación del Corredor Biológico Mesoamericano es una meta nacional e internacional.
<b>CRITERIO 5-2</b> <b>La compensación de la biodiversidad se diseñará e implementará para tener éxito a largo plazo, teniendo en cuenta otros desarrollos probables (por ejemplo, presiones de uso de la tierra que compiten entre sí) dentro del paisaje.</b>	
INDICADOR 5-2-1 El proceso de planificación de la compensación de biodiversidad deberá considerar desarrollos razonablemente previsibles propuestos por terceros al especificar el diseño de la compensación.	La compensación mitigará presiones de uso de suelo dentro de todo el Distrito de Donoso.
INDICADOR 5-2-2 La compensación de la biodiversidad se incorporará, cuando sea posible, en los planes de uso del suelo del gobierno local, regional y nacional u otros procesos de planificación apropiados.	El plan de manejo del MUA Donoso - la compensación, será el plano de uso del suelo para todo el Distrito de Donoso. El área compensada / protegida es parte de un plan nacional de uso de la tierra que incluye la protección del Corredor Biológico Mesoamericano.
<b>PRINCIPIO 6</b> <b>Participación de interesados: en las áreas afectadas por el proyecto de desarrollo y por la compensación de la biodiversidad, se debe garantizar la participación efectiva de los interesados en la toma de decisiones sobre las compensaciones de biodiversidad, incluida su evaluación, selección, diseño, implementación y monitoreo.</b>	
<b>CRITERIO 6-1</b> <b>La consulta y la participación de las partes interesadas relevantes se integrarán en el proceso de toma de decisiones para el diseño e implementación de compensaciones, y se documentarán en el Plan de manejo de compensación de biodiversidad.</b>	
INDICADOR 6-1-1 Las partes interesadas relevantes serán identificadas, informadas y consultadas sobre el diseño y la implementación del proyecto y de la compensación, y se las invitará a participar en foros públicos y procesos de toma de decisiones para que su comprensión y acuerdo con la compensación pueda ser confirmada.	Las partes interesadas participarán en un proceso formal en el desarrollo del plan de zonificación y administración y la implementación del MUA de Donoso.
INDICADOR 6-1-2 El proceso de participación de las partes interesadas debe documentarse para demostrar que el diseño de compensación refleja la participación de las partes interesadas y aborda las preocupaciones relacionadas con los impactos del proyecto y la compensación.	Las partes interesadas participarán en un proceso formal en el desarrollo del plan de zonificación y administración y la implementación del MUA de Donoso.



INDICADOR 6-1-3 La participación y los roles de las partes interesadas en la implementación del Plan de manejo de compensación de biodiversidad, incluido el monitoreo requerido, se deben definir y establecer claramente.	Las partes interesadas participarán en un proceso formal en el desarrollo del plan de zonificación y administración y la implementación del MUA de Donoso.
<b>CRITERIO 6-2</b> <b>Se debe implementar un proceso claro para manejar los conflictos y reclamos que surgen durante la planificación e implementación del proyecto.</b>	
INDICADOR 6-2-1 Se implementa un proceso de resolución de conflictos para escuchar, responder y resolver conflictos y reclamos de los interesados.	ANAM, el gerente del MUA Donoso, PN Santa Fe y Omar Torrijos NP, tiene procedimientos de quejas.
<b>PRINCIPIO 7</b> <b>Equidad: Una compensación de la biodiversidad debe diseñarse e implementarse de manera equitativa, lo que significa compartir con los interesados de los derechos y responsabilidades, riesgos y recompensas asociados con un proyecto de desarrollo y compensar de manera justa y equilibrada, respetando los acuerdos legales y consuetudinarios. Se debe prestar especial atención a respetar los derechos reconocidos internacional y nacionalmente de los pueblos indígenas y las comunidades locales.</b>	
<b>CRITERIO 7-1</b> <b>Los derechos, responsabilidades, riesgos y recompensas deben estar claramente identificados y los mecanismos para compartirlos de manera justa entre las partes interesadas deben incluirse en el Plan de manejo de compensación de biodiversidad.</b>	
INDICADOR 7-1-1 El Plan de manejo de la compensación de la Biodiversidad deberá documentar la forma en que los derechos, responsabilidades, riesgos y recompensas se han definido y acordado entre las partes interesadas relevantes, para los impactos en la biodiversidad del proyecto de desarrollo y de la compensación.	Las partes interesadas participarán en un proceso formal en el desarrollo del plan de zonificación y administración del MUA Donoso.
INDICADOR 7-1-2 Como mínimo, todos los acuerdos de partes interesadas asociados con la compensación de la biodiversidad cumplen con los requisitos y políticas normativas pertinentes.	La compensación por pérdida de biodiversidades es un componente de los compromisos regulatorios de MPSA para ANAM.
INDICADOR 7-1-3 Los acuerdos relacionados con el diseño y la implementación de compensaciones abordan los derechos reconocidos internacional y nacionalmente de los pueblos indígenas y las comunidades locales y respetan los acuerdos legales y consuetudinarios.	Las partes interesadas participarán en un proceso formal en el desarrollo del plan de zonificación y administración del MUA Donoso, reconociendo los derechos de las comunidades locales y los pueblos indígenas.  El proyecto también se ha juzgado para cumplir con IFC PS7.
INDICADOR 7-1-4 Se debe establecer un proceso transparente y documentado de toma de decisiones que reconozca los derechos de los pueblos indígenas y las comunidades locales, tanto para el diseño como para la implementación de la compensación.	Las partes interesadas participarán en un proceso formal en el desarrollo del plan de zonificación y administración del MUA Donoso, reconociendo los derechos de las comunidades locales y los pueblos indígenas.
INDICADOR 7-1-5 Se ha establecido un protocolo acordado y documentado para determinar el nivel de compensación por los impactos en los usos y valores de la diversidad	Las partes interesadas participarán en un proceso formal en el desarrollo del plan de zonificación y administración del MUA Donoso, reconociendo los derechos de las comunidades locales y los pueblos indígenas.



biológica de las personas como resultado de los impactos de la biodiversidad del proyecto de desarrollo y la compensación.	MPSA se ha comprometido a un programa de compensación para los residentes de Donoso.
<b>PRINCIPIO 8</b> <b>Resultados a largo plazo: el diseño y la implementación de una compensación de la biodiversidad deben basarse en un enfoque de manejo adaptativo, que incorpore monitoreo y evaluación, con el objetivo de asegurar resultados que duren al menos tanto como los impactos del proyecto de desarrollo y preferiblemente a perpetuidad.</b>	
<b>CRITERIO 8-1</b> <b>Deben existir mecanismos para garantizar que los resultados medibles de conservación de la compensación duren al menos el tiempo de impacto del proyecto de desarrollo, y preferiblemente a perpetuidad.</b>	
INDICADOR 8-1-1 Un Plan de Manejo de Compensación por pérdida de Biodiversidad ha sido acordado por todos los actores relevantes, el cual establece papeles, responsabilidades e hitos claramente para su implementación e incluye un plan financiero para la duración de las actividades de compensación.	Se desarrollará / actualizará un plan de manejo para cada área protegida. ANAM gestionará las 3 áreas protegidas en un futuro previsible. MPSA ha asumido un compromiso legal con ANAM para respaldar los costos de gestión de las 3 áreas protegidas durante la vida útil de la mina, a través del cierre.
INDICADOR 8-1-2 El Plan de manejo de la Compensación de la Biodiversidad incluye un registro de riesgos que identifica los riesgos anticipados asociados y establece respuestas para mitigar los riesgos.	Los planes de manejo de las áreas protegidas incluirán un registro de riesgos y una estrategia para mitigar los riesgos.
INDICADOR 8-1-3 Existen acuerdos legales e institucionales, y una capacidad adecuada para garantizar la gestión eficaz de la compensación por lo menos mientras duren los impactos del proyecto.	La unidad de gestión de áreas protegidas existente de ANAM administrará las áreas protegidas. MPSA apoyará el desarrollo de capacidades de ANAM para mejorar su efectividad.
<b>CRITERIO 8-2</b> <b>Los enfoques de monitoreo y evaluación adaptativos se integrarán en el Plan de manejo de compensación de biodiversidad para asegurar la retroalimentación regular y permitir que el manejo se adapte a las condiciones cambiantes y logre resultados de conservación en el campo.</b>	
INDICADOR 8-2-1 Se implementa y sigue un protocolo de monitoreo de riesgos para identificar cualquier riesgo (como el cambio climático, la presión de la población, el cambio en el uso de la tierra) que pueda afectar el logro de los resultados de conservación propuestos.	MPSA financiará un extenso programa de ciencia y monitoreo, dirigido por Smithsonian Tropical Research Institute (STRI).
INDICADOR 8-2-2 Los resultados e hitos de la conservación compensados se auditan de manera independiente y el proyecto responde a las recomendaciones de auditoría de manera oportuna.	MPSA financiará un extenso programa de ciencia y monitoreo, dirigido por Smithsonian Tropical Research Institute (STRI).



INDICADOR 8-2-3 Los protocolos de monitoreo y evaluación brindan retroalimentación regular sobre el progreso de la implementación y los resultados, y se utilizan para documentar, corregir y aprender de los problemas (por ejemplo, manejo adaptativo).	El monitoreo de la compensación se vinculará con el Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001 de MPSA, que se basa en la mejora continua.
<b>PRINCIPIO 9</b> <b>Transparencia: El diseño e implementación de una compensación de la biodiversidad y la comunicación de sus resultados al público deben realizarse de manera transparente y oportuna.</b>	
<b>CRITERION 9-1</b> <b>El desarrollador responsable del diseño e implementación de la compensación de biodiversidad debe garantizar que se proporcione información clara, actualizada y de fácil acceso a las partes interesadas y al público sobre el diseño y la implementación de la compensación, incluidos los resultados hasta la fecha.</b>	
<b>INDICADOR 9-1-1</b> La información sobre los resultados de la línea de base, la evaluación de impactos, así como el diseño y la implementación de la compensación, se informará a las partes interesadas y al público en los medios apropiados sobre el diseño y la implementación de la compensación.	La compensación es parte del proceso público de ESIA y permisos en Panamá.
<b>INDICADOR 9-1-2</b> Se debe establecer un panel de revisión / comité directivo independiente que trabaje de manera transparente para supervisar el proceso de diseño e implementación de la compensación e informar regularmente al público sobre su evaluación del progreso.	El diseño y la implementación de la compensación involucran a partes independientes, incluidas ANAM y STRI. El acuerdo con las entidades incluye el requisito de informar públicamente sobre la efectividad de la gestión de las áreas protegidas.
<b>PRINCIPIO 10</b> <b>Ciencia y conocimiento tradicional: El diseño y la implementación de una compensación de la biodiversidad deben ser un proceso documentado y fundamentado en una ciencia sólida, que incluya una consideración adecuada de los conocimientos tradicionales.</b>	
<b>CRITERIO 10-1</b> <b>La información científica y, cuando corresponda, los conocimientos tradicionales, se utilizarán al diseñar e implementar la compensación.</b>	
<b>INDICADOR 10-1-1</b> El Plan de manejo de la compensación de la Biodiversidad deberá describir cómo se han utilizado los mejores conocimientos y métodos científicos disponibles en el diseño y la implementación de la compensación, proporcionando evidencia de consultas con expertos científicos.	Expertos independientes, incluido STRI, han proporcionado información sobre el diseño de la compensación.
<b>INDICADOR 10-1-2</b> El Plan de manejo de la compensación de la Biodiversidad deberá describir cómo se ha utilizado el conocimiento tradicional relevante en el diseño y la implementación de la compensación, con la participación de las comunidades	Los pueblos indígenas y las comunidades locales han contribuido al desarrollo del plan de zonificación y gestión del MUA de Donoso.



locales y los pueblos indígenas, según corresponda y con su aprobación previa, y de los expertos pertinentes.	
---	--



## **Apéndice H – Plan de Reforestación y Restauración**

El programa de reforestación y restauración de MPSA cumple con el compromiso # 13240 de Cobre Panamá ESIA, como sigue:

### **Compromiso #13240**

Reforestar siete mil trescientas setenta y cinco hectáreas (7,375 ha) fuera de la huella del proyecto para compensar los impactos ecológicos, y restaurar tres mil cien hectáreas de área impactada dentro de la huella (3,100 ha). La densidad de siembra será de seiscientas a ochocientas (600-800) plantas por hectárea. Las áreas a ser reforestadas fuera de la huella pueden estar dentro de áreas protegidas (Parque Nacional Omar Torrijos Herrera y otras) o afuera, siempre y cuando cumplan con los siguientes criterios: zonas de protección de recursos, zonas de recarga de acuíferos, áreas que soportan la conectividad de Corredor Biológico Mesoamericano, bosques de galería y/o áreas con altas tasas de erosión. Previo al trabajo, el Departamento de Cuencas Hidrográficas de ANAM debe aprobar la siembra. La rehabilitación dentro de la huella del proyecto debe comenzar en el año 15 de la operación (3,100 ha dentro de la huella). Minera Panamá (MPSA) reforestará 720 ha fuera de la huella en 2102, y 300 ha por año a partir de entonces hasta el 11º año de operación (7,375 ha), para un total de 10,475 ha reforestadas. La reforestación debe utilizar especies nativas. Para verificar que el programa logre los resultados esperados, MPSA llevará a cabo el monitoreo de la densidad de los bosques, composición y crecimiento de los árboles, mortalidad de los árboles, la composición y distribución de la vida silvestre y las enfermedades de las plantas que afectan a las especies reforestadas. Esta información se evaluará periódicamente y el programa se adaptará según sea necesario para lograr los mejores resultados.

De acuerdo con este compromiso, MPSA estableció dos programas:

- A. Programa de Reforestación y Compensación Ecológica (huella exterior del proyecto)
- B. Programa de Restauración Ecológica (dentro de la huella del proyecto)

### ***Desarrollo del Programa de Reforestación por Compensación Ecológica***

MPSA lleva a cabo este programa desde 2011 en coordinación con ANAM / MiAmbiente. Entre 2011 y 2014, MPSA implementó el programa a través de contratistas, y a partir de 2015 comenzó a implementar el programa directamente con cada uno de los productores. El programa de Reforestación se compone básicamente de dos componentes, el componente de producción y el de plantación directamente.

#### **Componente de Producción**

El componente de producción del programa de reforestación de Minera Panamá está formado por el vivero principal, ubicado en San Juan de Turbe, y una serie de viveros satélites ubicados en diferentes provincias de acuerdo a los lugares donde se van a reforestar las fincas.

El vivero principal de MPSA está ubicado en el kilómetro 33 + 200 de la carretera Vía Llano Grande-Mina, en el Corregimiento de San José del General, Distrito de Donoso, Provincia de Colón. Cuenta con diferentes áreas para el manejo de cada una de las especies, tales como: germinación, aclimatación, preparación de sustratos y desarrollo.



**Figura 1: Imágenes del Vivero En San Juan de Turbe**



Durante este período se produjeron más de 34 especies sumando un total de 826,796 plantas. En la tabla 1 se muestran las especies más representativas producidas en éste período.



<b>Tabla 1. Algunas Especies Producidas en el Vivero</b>		
<b>Especie</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Cantidad</b>
Albizia procera	Frijolillo	8,824
Alibertia patinoi	Borojo	2,128
Anacardium excelsum	Espave	72
Anacardium occidentale	Marañon	744
Bixa orellana	Achiote	60,828
Calophyllum longifolium	María (hoja grande)	2,508
Castilla elastica	Caucho	72
Cedrela odorata	Cedro amargo	18,696
Cedrela tonduzii	Cedro de Montaña	110,800
Ceiba pentandra	Bonga	5,552
Chrysophyllum cainito	Caimito	1,880
Coffea canephora	Café	400,374
Colubrina glandulosa	Carbonero	19,976
Copaifera aromatica	Cabimo	1,506
Cupania Cinerea	gorgojero	4,032
Guazuma ulmifolia	Guacimo	840
Hyeronima alchorneoides	Zapatero	200
Inga spectabilis	Guava machete	3,416
Lacmellea panamensis	Perita de mono	8,304
Nectandra hihua	sigua	2,716
Pseudosamanea saman	Frijolillo guachapali	25,920
Psidium guajava	Guayava	3,800
Samanea saman	Guachapali	6,248
Senna reticulata	Laureño	3,570
Spondias mombin	Jobo	4,386
Swietenia macrophylla	Caoba	14,748
Syzygium malaccense	Marañon curazao	9,464
Tabebuia guayacan	Guayacan	2,712
Tabebuia rosea	Roble	14,240
Terminalia amazonia	Amarillo	4,304
Virola elongata	Miguelario	384
Vitex cooperi	Cuajao	38,552
Dalbergia retusa	Cocobolo	25,000
Platymiscium pinnatum	Quira	20,000
	<b>Total</b>	<b>826,796</b>



Como parte de nuestra estrategia general, para mejorar la logística y conseguir un mejor empoderamiento de los productores que son parte del programa, para esta temporada se lograron establecer 28 viveros satélites, los cuales llegaron a producir en su conjunto mas de 270,000 plantones, de al menos unas 30 especies nativas.

A continuación, se presenta una tabla con la producción de plantones por región.

<b>Tabla 2. Producción de los Viveros Satélites</b>		
Provincia	Número de Viveros	Número d Plantones
Veraguas	9	121,206
Herrera	8	76,446
Coclé	11	62,010
Darién	1	14,000

### **Componente de Plantación**

#### *Área Reforestada hasta la fecha*

El compromiso de ESIA requiere que MPSA reforeste 720 ha para 2012, y 300 ha anualmente después de eso, lo que equivale a 2,520 ha para 2018.

En el programa de reforestación de MPSA se han reforestado al menos 3,200 hectáreas (registros en contratos), sin embargo, se han perdido muchas hectáreas tanto por causas naturales como antropogénicas (incendios, conflictos de moradores, etc.)

En la actualidad, el programa se ha expandido a las provincias de Veraguas, Herrera, Darién y Los Santos. Nos encontramos recuperando aquellas áreas que se han perdido o haciendo nuevas áreas con otros productores diferentes. Contamos actualmente con 141 productores y sumamos un total de 2,447 has.

A continuación, se presenta una tabla resumen sobre la cantidad de productores y área reforestada. Cabe señalar que estas cifras cambian constantemente, ya que actualmente se sigue reforestando.



**Figura 2. Imágenes de algunos viveros Satélites**



**Tabla 3. Resumen de Productores por Provincia y Superficie Reforestada.**

Provincia	Número de productores	Hectareas
Veraguas	21	649
Herrera	22	496
Colón	26	340.42
Coclé	72	961.81
	<b>141</b>	<b>2447.23</b>



**Figura 3.** Imágenes de Fincas reforestadas en Veracruz y Coclé





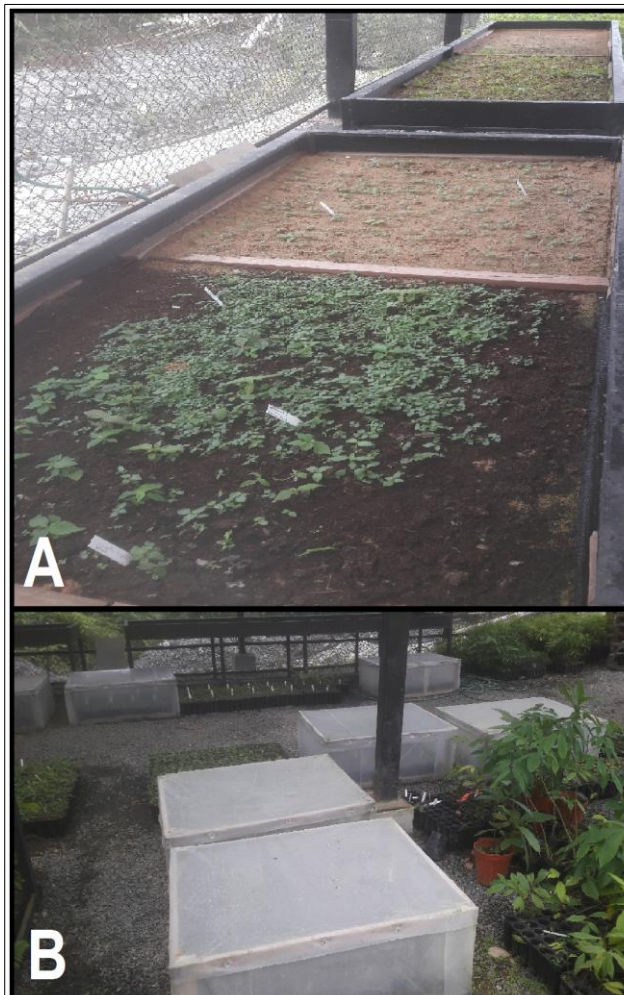
### **Programa de restauración ecológica dentro de la huella de la mina.**

Los objetivos del Programa de Restauración Ecológica son la estabilización y rehabilitación de la huella de la mina. El programa se implementará progresivamente a medida que se cierran las áreas de la mina.

Se sabe muy poco acerca de cómo germinar y plantar más eficazmente muchas de las especies nativas locales. Como resultado, el programa de restauración ecológica realiza pruebas de germinación y pruebas de crecimiento y supervivencia para determinar qué especies son las mejores para nuestros propósitos (**Figura 7**). Algunas de las formas en que intentamos aumentar las tasas de germinación incluyen cambiar el sustrato de germinación, remojar las semillas en agua caliente antes de plantar, y hacer cicatrices mecánicamente en las superficies de las semillas.

Los diferentes tratamientos de germinación pueden tener un efecto dramático en el tiempo que tardan las semillas en germinar y en el porcentaje de éxito en la germinación (**Figura 8**).

**Figura 7:** A. camas de arena para germinación de semillas y B. cámaras de invernadero



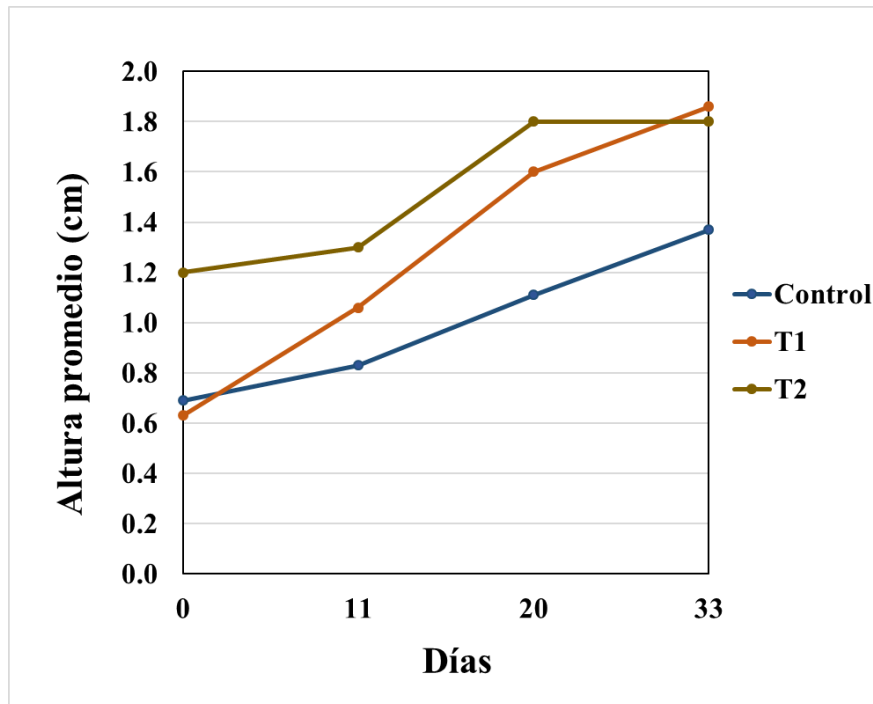
En 2014 se establecieron parcelas de restauración experimentales, y en esa área se han plantado varias plántulas de especies de árboles nativos. Las parcelas de restauración experimentales se dividen en parcelas de 20 x 20 metros, que se subdividen en parcelas de 5 x 5 metros donde todas las plantas se han mapeado para registrar la supervivencia o mortalidad y el crecimiento (**Figura 9**). Esto incluye las plantas sembradas y aquellas de regeneración natural. Sobre la base de las tasas de crecimiento y supervivencia, hemos identificado algunas especies prometedoras para la restauración ecológica de la huella. Estos incluyen: *Cespedesia spathulata*, *Couratari guianensis*, *Croton billbergianus*, *Inga sp. 1*, *Iseria laevis*, *Senna reticulata*, *Terminalia amazonica* y *Vochysia ferruginea*. Otras especies también pueden resultar aceptables con germinación y tratamientos del suelo apropiados.



Hasta la fecha, el programa de restauración ha producido 65, 942 plantas de 86 especies en 35 familias. Aproximadamente 12,00 plántulas ya han sido sembradas en las parcelas que han sido restauradas. Las plántulas se plantan una vez que alcanzan una altura de 10-15 cm y se aclimatan a pleno sol.

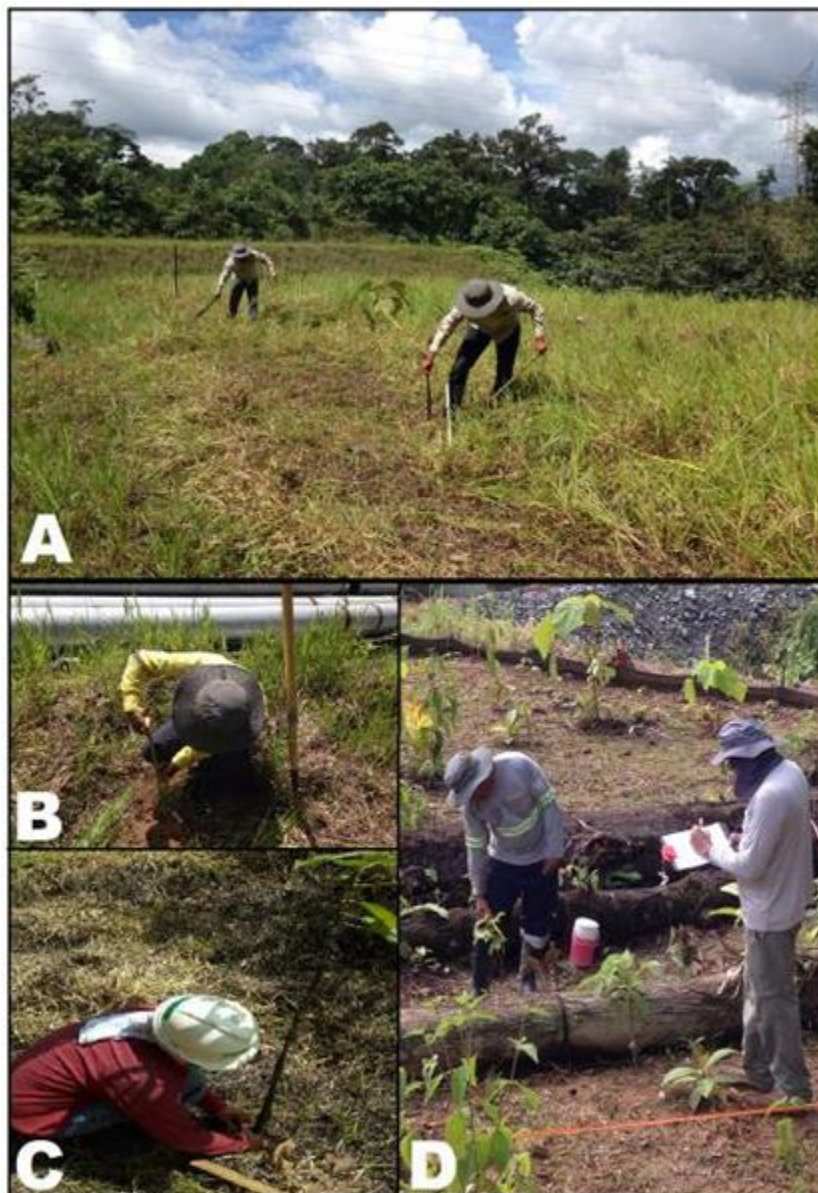
Hasta el 2018 el programa ha restaurado 5.14 hectáreas distribuidas en 5 parcelas (Figura 10)

**Figura 8.** Gráfico de crecimiento de la especie pionera *Ochroma pyramidale* en cámaras de invernadero bajo dos condiciones microclimáticas establecidas en el vivero.



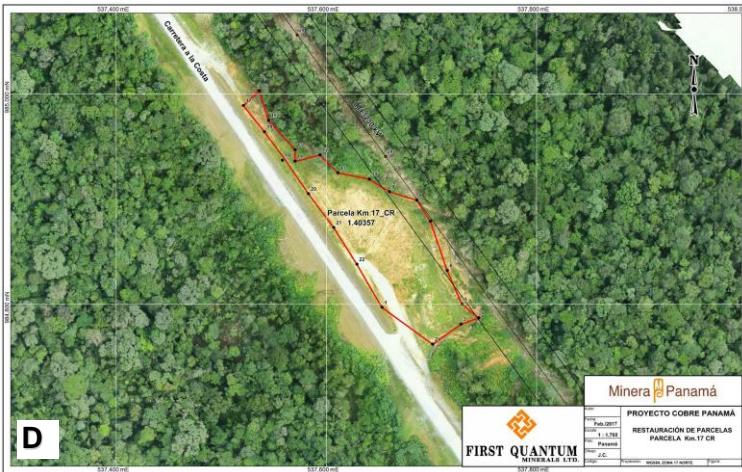
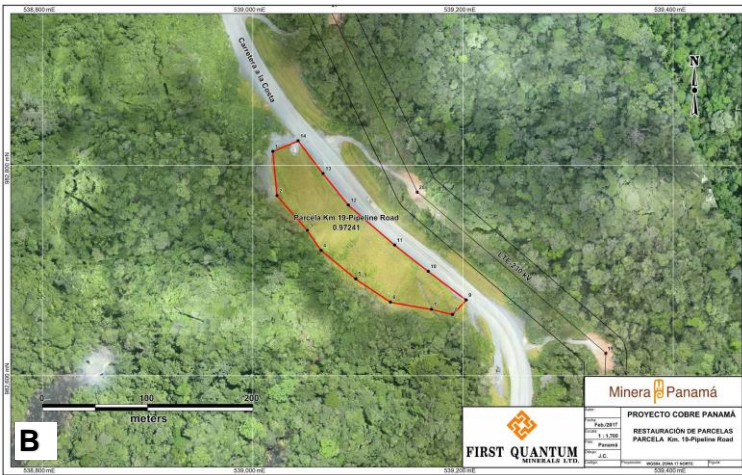


**Figura 9.** Mantenimiento y monitoreo de plantones en la parcela en la carretera de tuberías (Pipeline Road, Km 19+700): A. Limpieza de maleza en la parcela. B-D Monitoreo de plantones (medidas de la altura, diámetro de cuello de raíz y toma de datos).





**Figura 10.** Mapas de localización de las cinco parcelas de restauración existentes hasta diciembre de 2018. A. parcela del Km. 2.5. B. parcela del Km 19 (pileline road). C. parcela del Km. 18 (carretera a la costa). D. parcela del Km 17 (carretera a la costa). E. parcela del Km 12 (carretera a la costa). La parcela del kilómetro 2.5 de la carretera de acceso al campamento Dorado y del kilómetro 19 en el Pipeline Road están bajo monitoreo anual.





## Apéndice I – Planes de Acción para las Especies

Luego del apoyo a las áreas protegidas (Apéndice G) y la restauración (Apéndice H), la tercera estrategia de mitigación de MPSA es manejo a nivel de especies. El manejo a nivel de especies podría requerirse si existiera incertidumbre sobre si el apoyo a las áreas protegidas y la restauración darán un *Impacto Neto Positivo* a las Especies de Interés (EdI). Si se requiere de acciones de manejo específicas para las especies para que efectivamente haya un *impacto neto positivo* para una Especie de Interés, las mismas podrán describirse en los Planes de Acción para las Especies.

En 2012, el Dr. Avi Holzapfel, especialista en conservación del Gobierno de Nueva Zelanda, visitó dos semanas Panamá para ayudar al proyecto Cobre Panamá a construir capacidad para planificación de planes de acción para IEdI. Entre sus tareas se contaban (i) liderar un taller de un día de duración para MPSA, ANAM, contratistas y especialistas, con el fin de proporcionar un vistazo al proceso de planificación de acciones, y (ii) desarrollar cinco planes de acción con especialistas en EdI de flora para que sirviesen de modelo para el desarrollo de los demás planes.

Para desarrollar cada plan se siguió un proceso similar, incluyendo un compendio de información disponible sobre las especies, la evaluación del impacto de protección vigente y planes de restauración/reforestación, y se

desarrollaron acciones adicionales para mitigar cualquier impacto residual de los impactos negativos. La **Figura 1** muestra el formato para planificación de acciones de conservación.

El Dr. Holzapfel continuó proporcionando apoyo técnico al proyecto, principalmente revisando los borradores de los planes de acción a medida que eran producidos. Actualmente, todas las EdI de flora cuentan con Planes de Acción finales.

La identificación de acciones de conservación sigue la jerarquía de mitigación de la biodiversidad para "evitar, minimizar, restaurar, compensar y acciones de conservación

**Figura 1**

### **Action planning template for Species of Concern**

Plan de Acción para \_\_\_\_\_

1. Introducción
2. Justificación para elaborar un plan de acción para esta especie.
3. Fecha de ejecución y revisión
4. Revisión general de la especie
  - 4.1 Taxonomía
  - 4.2 Distribución y abundancia
  - 4.3 Ecología
    - 4.3.1 Hábito/Hábitat
    - 4.3.2 Fenología
    - 4.3.3 Estructura de la población
    - 4.3.4 Reproducción
    - 4.3.5 Dependencia Interspecificas
  - 4.4 Amenazas
  - 4.5 Impacto del Proyecto Cobre Panamá.
  - 4.6 Estado de Conservación
  - 4.7 Manejo Actual de la Especie
5. Objetivos
6. Implementación

#### **META 1**

Problemática

Objetivos

Indicadores

Actores

Plazo de ejecución

Etc.

#### **7. Bibliografía**



adicionales", aunque la contribución relativa de cada tipo de acción variará según la especie en cuestión.

Antes de describir los planes de acción de manera gruesa para los principales grupos taxonómicos, se cubrirán algunas medidas generales de mitigación.

## Rescate y reubicación

Al inicio del proyecto, se esperaba que el rescate y la reubicación fueran una medida efectiva para minimizar los impactos sobre EdI de flora y fauna, derivados del desmonte y descapote de los bosques. Sin embargo, un análisis de casi dos años de datos de Rescate y Reubicación en el sitio del proyecto indica que muy poca flora o fauna EdI que se benefició de este programa.

Además, la guía reciente de la UICN enfatiza los riesgos considerables que acompañan la translocación de la vida silvestre con respecto a la transmisión de enfermedades y la alteración de especies en los hábitats receptores<sup>1</sup>. En consecuencia, MPSA ha reducido sus actividades de Rescate y Reubicación y los planes de acción para Especies de Interés (EdI), y se basan en otros tipos de acciones de conservación.

En la actualidad, el enfoque principal del programa de rescate y reubicación es simplemente utilizar el ruido para dispersar a los animales en las áreas que deben ser desalojadas para la construcción. Sin embargo, algunos individuos aún requieren que se rescaten intervenciones directas durante la tala del bosque o antes de la inundación de las instalaciones de relaves. Entre los meses de julio y octubre de 2018, MPSA rescató a 1086 animales (**Tabla 1**), durante la campaña de rescata en la zona a inundar en la presa de relaves) TMF, por sus siglas en inglés. La mayoría de los animales rescatados fueron anfibios (n = 734). De las 100 especies de animales rescatados, cuatro especies fueron según las categorías de UICN Casi Amenazadas y una fue UICN Vulnerable. Seis especies se encuentran en el Apéndice II de CITES. Trece especies están clasificadas como amenazadas en Panamá (11 Vulnerables, 1 En Peligro (EN) y una En Peligro Crítico (*Micrurus stewarti*, con 6 individuos).

En la Tabla 2, se lista las especies e individuos rescatados durante el proceso de desbroce de las áreas que serán impactadas para la construcción de las infraestructuras.

**Tabla 1:** Fauna rescatada en las zonas a inundar en TMF.

Clase / Familia	N° Individuos
<b>Anfibios</b>	<b>734</b>
Bufonidae	142
Centrolenidae	2
Craugastoridae	185
Dendrobatidae	263
Eleutherodactylidae	1
Hylidae	30
Leptodactylidae	22
Plethodontidae	2
Ranidae	87
<b>Aves</b>	<b>13</b>
Columbidae	2
Tinamidae	1
Columbidae	5
Grallaridae	1
Thamnophilidae	1
Tinamidae	3
<b>Mamíferos</b>	<b>110</b>
Cricetidae	5
Didelphidae	34
Echimyidae	55
Heteromyidae	14
Leporidae	1
Muridae	1
<b>Reptiles</b>	<b>229</b>
Colubridae	34
Corytophanidae	11
Dactyloidae	138
Dipsadidae	7
Elapidae	6
Geomydidae	2
Gymnophthalmidae	15
Gymnophthalmidae	1
Phrynosomatidae	1
Sphaerodactylidae	9
Teiidae	1
Viperidae	4
<b>Gran Total</b>	<b>1086</b>

<sup>1</sup> [http://www.iucn.org/news\\_homepage/news\\_by\\_date/?13377/New-Guidelines-on-conservation-translocations-published-by-IUCN](http://www.iucn.org/news_homepage/news_by_date/?13377/New-Guidelines-on-conservation-translocations-published-by-IUCN)



**Tabla 2.** Fauna rescatada en las zonas a ser desbrozadas.

Grupo/Especie	N° Individuos
Anfibios	41
<i>Agalychnis callidryas</i>	3
<i>Craugastor fitzingeri</i>	1
<i>Craugastor gollmeri</i>	1
<i>Craugastor</i> Sp.	1
<i>Dendrobates auratus</i>	4
<i>Dendrobates</i> Sp. 1	1
<i>Leptodactylus bolivianus</i>	3
<i>Leptodactylus savagei</i>	1
<i>Lithobates vaillanti</i>	1
<i>Lithobates warszewitschii</i>	8
<i>Oophaga vicentei</i>	11
<i>Pristimantis gaigei</i>	1
<i>Rhinella alata</i>	3
<i>Rhinella marina</i>	1
<i>Silverstoneia flotator</i>	1
Aves	40
<i>Amblycercus holosericeus</i>	1
<i>Coccyzus americanus</i>	1
<i>Megascops guatemalae</i>	4
<i>Nyctibius griseus</i>	1
<i>Phaethornis superciliosus</i>	1
<i>Psarocolius wagleri</i>	12
<i>Pteroglossus torquatus</i>	2
<i>Pyrilia haematotis</i>	2
<i>Ramphastos swainsonii</i>	1
<i>Tinamus major</i>	7
Sin identificar	8
Mamíferos	326
<i>Aotus zonalis</i>	3
<i>Bassaricyon</i> sp.	2
<i>Bradypus variegatus</i>	178
<i>Caluromys derbianus</i>	33
<i>Choloepus hoffmanni</i>	88
<i>Coendou quichua</i>	5
<i>Cyclopes didactylus</i>	3
<i>Didelphis marsupialis</i>	2
<i>Hoplomys gymnurus</i>	1
<i>Marmosa mexicana</i>	1
<i>Microsciurus mimulus</i>	3
<i>Potos flavus</i>	6
<i>Sciurus granatensis</i>	1
Reptiles	99
<i>Bothriechis schlegelii</i>	19
<i>Bothrops asper</i>	37
<i>Coniophanes fissidens</i>	1
<i>Corallus annulatus</i>	4
<i>Iguana iguana</i>	1
<i>Imantodes cenchoa</i>	2
<i>Kinosternon leucostomum</i>	1
<i>Lachesis stenophrys</i>	7
<i>Leptodeira annulata</i>	1
<i>Leptophis ahaetulla</i>	3
<i>Micrurus mosquitensis</i>	1
<i>Micrurus</i> sp.	1
<i>Micrurus stewarti</i>	4
<i>Oxybelis aeneus</i>	1
<i>Oxybelis fulgidus</i>	2
<i>Porthidium nasutum</i>	8
<i>Pseustes poecilonotus</i>	2
<i>Rhinoclemmys annulata</i>	1
<i>Sibon annulatus</i>	1
<i>Sibon nebulatus</i>	1
<i>Ungaliophis panamensis</i>	1
Gran Total	506



## Reducir la mortalidad de vida silvestre por tráfico vehicular en la carretera costera

La carretera a la costa construida hacia el puerto tiene el potencial de fragmentar el hábitat y causar la mortalidad de la fauna Edl. Para mitigar este riesgo, MPSA ha construido estructuras de cruce de carreteras e implementado controles de velocidad para los vehículos de la compañía (ver la **Figura 2** para un ejemplo de una estructura de cruce).

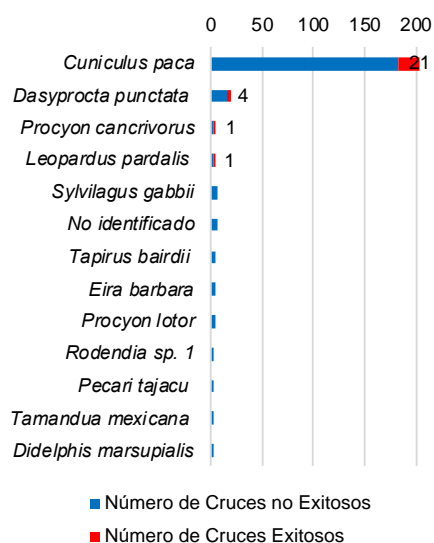
Las estructuras de cruce de carreteras minimizan el impacto de la fragmentación del hábitat y la mortalidad por colisiones vehiculares. La ubicación y el número de estructuras se basan en los resultados de los estudios de línea base del movimiento de animales descritos en el Apéndice A. Se han construido nueve estructuras de cruce. Debido a que el conocimiento científico existente no está bien desarrollado con respecto al diseño y la efectividad de las estructuras de cruce de vida silvestre en los bosques de América Central, MPSA está utilizando cámaras trampa para llevar a cabo un plan de monitoreo a largo plazo en las estructuras de cruce y en los sitios de control para determinar su efectividad.

Los resultados del monitoreo (**Figura 3**) indican que un número creciente de especies están utilizando las estructuras de cruce de vida silvestre. En el primer año de monitoreo, solo una especie, la *paca* de tierras bajas, utilizó las estructuras. En 2017, tres especies adicionales usaron las estructuras (*Agouti* de América Central, mapache cangrejero y el ocelote), aunque en números bajos. Otras nueve especies se registraron en las proximidades de las estructuras de cruce y pueden haber intentado cruzar sin éxito. Esperamos que la cantidad de individuos y especies que usan los cruces continúe aumentando a medida que requieren tiempo para acostumbrarse a usar las estructuras.

**Figura 2:** un ejemplo de estructuras de cruce de vida silvestre en la carretera a la costa.



**Figura 3:** número de cruces fallidos y exitosos de octubre de 2017 a junio de 2018.





Las restricciones de conducción reducen la probabilidad de colisiones, incluidos los límites de velocidad, las señales que indican lugares con mayor probabilidad de encontrarse con animales en la carretera y las restricciones para conducir de noche. MPSA está monitoreando las colisiones vehiculares y usará los resultados para mejorar las medidas para reducir la mortalidad de la vida silvestre. En 2018, se produjeron sólo 7 colisiones de vehículos con individuos de vida silvestre, en comparación con las 18 colisiones del año anterior.

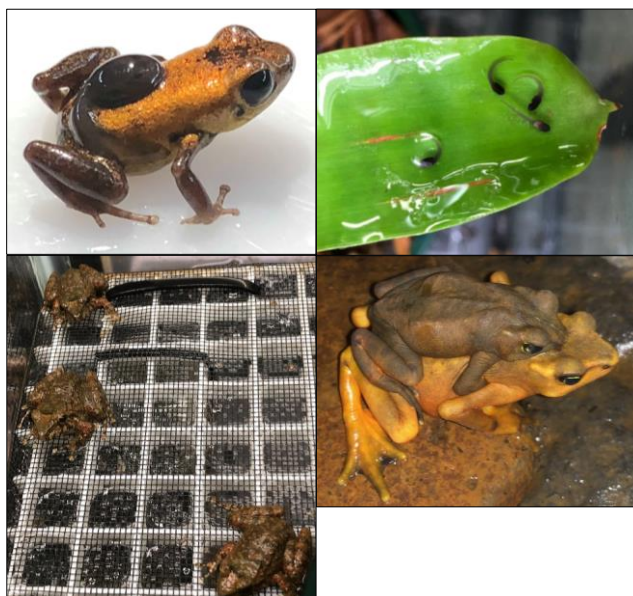
Las siguientes secciones proporcionan una mejor descripción del tipo de acciones que caracterizan los planes de acción para diferentes grupos taxonómicos.

## Anfibios

Los planes de acción para especies de anfibios se centran en la conservación *in situ* mediante el apoyo a áreas protegidas y el establecimiento de programas de conservación *ex situ*, que son necesarios dada la amenaza de los hongos quitridios y/o los impactos de la mina a poblaciones de cuatro especies de anfibios EdI que poseen muy pequeñas áreas de distribución conocida (**Tabla 3**).

Tabla 3: aspectos generales de los planes de acción para EdI de anfibios	
Acciones	
<b>Evitar y minimizar</b>	- Estructuras de paso para la vida silvestre en la carretera costera
<b>Restaurar</b>	- Reintroducir EdI anfibios en hábitats restaurados dentro de sus rangos naturales una vez que el hongo quitridio haya sido tratado (de ser posible)
<b>Compensar</b>	- Promover conservación <i>in-situ</i> apoyando el manejo efectivo de las áreas protegidas vecinas al proyecto
<b>Acciones adicionales para conservación</b>	- Establecer un programa de conservación <i>ex-situ</i> para cuatro EdI anfibios (EVACC y STRI). - Estudiar la ecología y distribución de EdI anfibios para apoyar su manejo

**Figura 4:** Macho de *A. geminisiae* transportando a su renacuajo (arriba izq.). huevos y renacuajos de *O. vicentei* en bromelia (arriba der.). Juveniles de *C. evanescens* nacidos en cautiverio. Pareja de *A. varius* (abajo der.)



MPSA se ha asociado con el Proyecto de Rescate y Conservación de Anfibios de Panamá del Smithsonian Tropical Research Institute para construir instalaciones para el cuidado de animales y establecer poblaciones *ex situ* de las cuatro especies EdI de anfibios (*Andinobates geminisiae*, *Atelopus varius*, *Craugastor evanescens* y *Gastrotheca cornuta*), entre otros con rangos limitados (*Ecnomiohyla veraguensis* y *Oophaga vicentei*) o interés científico (*Ecnomiohyla miliaria*, *Incilius coniferus* entre otros). En abril de 2015, el proyecto finalizó la construcción de su nuevo Centro de Investigación y Conservación



de Anfibios de Gamboa de 4,000 pies cuadrados que fue parcialmente apoyado por MPSA. La instalación también apoya la implementación del Plan Nacional de Acción para la Conservación de Anfibios de Panamá. El proyecto estableció poblaciones fundadoras para las cuatro especies objetivo y crio con éxito tres de las cuatro especies objetivo en cautiverio. El proyecto continúa el trabajo de campo para complementar a las poblaciones cautivas y lleva a cabo investigaciones para mejorar su atención y controlar las enfermedades. En 2017/2018, el proyecto llevó a cabo la primera liberación experimental de individuos (criados en cautiverio y marcados) de *Atelopus varius* criados en la región de la mina. Esto redujo el número de individuos mantenidos en las instalaciones de cría en cautividad, que a finales de 2018 sumaban 1,098. Los individuos liberados serán monitoreados a lo largo del tiempo para determinar las tasas de supervivencia y la incidencia de la enfermedad.

En 2018, MPSA y STRI firmaron una extensión de un año de su trabajo en conjunto. Las actividades actuales se mantendrán durante todo este período. Además, se construyó una instalación de crianza de insectos. Al 31 de enero de 2019, 1,132 individuos de ocho especies de ranas se mantenían en las instalaciones de STRI (**Figura 4**), junto a aproximadamente 922 renacuajos (**Tabla 4**).

**Tabla 4:** Anfibios de Donoso en cautiverio en el Proyecto de Rescate y Conservación de Anfibios de Panamá del Smithsonian Tropical Research Institute – enero, 2019

Especie	Machos	Hembras	Juveniles	Total	Reproducción en cautiverio	Renacuajos	Instalación
<i>Andinobates geminisae</i>	23	29	178	230	+	112	PARC-Gamboa
<i>Atelopus varius</i>	333	309	91	733	+	~800	PARC-Gamboa
<i>Craugastor evanescens</i>	25	20	36	81	+	-	PARC-Gamboa
<i>Ecnomihyla miliaria</i>	2	0	0	2	-	0	PARC-EI Valle
<i>E. veraguensis</i>	2	0	0	2	-	0	PARC-EI Valle
<i>Incilius coniferus</i>	2	1	0	3	-	0	PARC-EI Valle (exhibición)
<i>Gastrotheca cornuta</i>	10	2	1	13	+	-	PARC-Gamboa
<i>Oophaga vicentei</i>	21	21	26	68	+	~10	PARC-Gamboa
<b>Total</b>	<b>418</b>	<b>282</b>	<b>332</b>	<b>1132</b>		<b>~922</b>	<b>PARC-EI Valle y Gamboa</b>

## Reptiles

A nivel de especies los Planes de Acción para reptiles se centran en la conservación *in situ* a través del apoyo de áreas protegidas (**Tabla 5**). Además, MPSA desarrolló una sociedad con el Centro para la Investigación de Serpientes (Centro para Investigaciones y Respuestas en Ofidología - CEREO) en la Universidad de Panamá.

Los objetivos de la sociedad fueron:

1. Desarrollar e implementar Planes de Acción de Especies para las poblaciones de especies de serpientes amenazadas y protegidas que están presentes en el área del proyecto MPSA.
2. Para apoyar la investigación en CEREO sobre las especies de serpientes que se encuentran en el área del proyecto MPSA.
3. Capacitar a técnicos y biólogos panameños en la recolección, identificación, mantenimiento en cautiverio e investigación de especies de serpientes del área del proyecto.



Tabla 5: aspectos generales de los planes de acción para EdI de reptiles	
Acciones	
Evitar y minimizar	- Estructuras de paso para la vida silvestre en la carretera costera
Restaurar	
Compensar	- Promover conservación <i>in-situ</i> apoyando el manejo efectivo de las áreas protegidas vecinas al proyecto
Acciones adicionales para conservación	- Establecer un programa de conservación <i>ex-situ</i> para dos EdI reptiles con la Universidad de Panamá

Como parte de la sociedad, CEREO recibió serpientes venenosas capturadas en el sitio del proyecto MPSA y las llevó a sus instalaciones en la Universidad de Panamá. Estas serpientes se utilizan para ayudar a desarrollar la capacidad para la producción de anti-veneno en Panamá. En 2015, MiAmbiente requirió un nuevo proceso de permisos para este programa, que impidió la transferencia de serpientes durante la mayor parte del año. Una vez resuelto, MPSA proporcionó un total de 9 individuos a CEREO de los géneros *Bothrops*, *Bothriechis* y *Porthidium*. MPSA ha proporcionado un informe detallado a MiAmbiente. La sociedad MPSA-CEREO ya no está vigente.

## Aves

Como en el caso de los reptiles, los Planes de Acción de Especies para aves se enfocan

**Figura 5:** Copulación de Águilas Arpías en el nido (Donoso).



en medidas de conservación *in situ* a través del apoyo de áreas protegidas vecinas.

Además, MPSA se ha asociado con el Fondo Peregrino (FP) para promover la conservación del águila arpía. La asociación comenzó en 2011 cuando MPSA solicitó la ayuda de FP para comprender el impacto potencial del proyecto en un nido activo de águila arpía que se había documentado dentro de la huella del proyecto. El FP comenzó el estudio de la pareja reproductora y sus crías, y hasta la fecha, la pareja reproductora ha seguido ocupando

el mismo árbol cada año y produciendo polluelos.

Desafortunadamente, en 2018, uno de los pichones murió al caer del nido. La causa de la caída es desconocida, pero se cree que no tiene nada que ver con las actividades del proyecto en las cercanías.

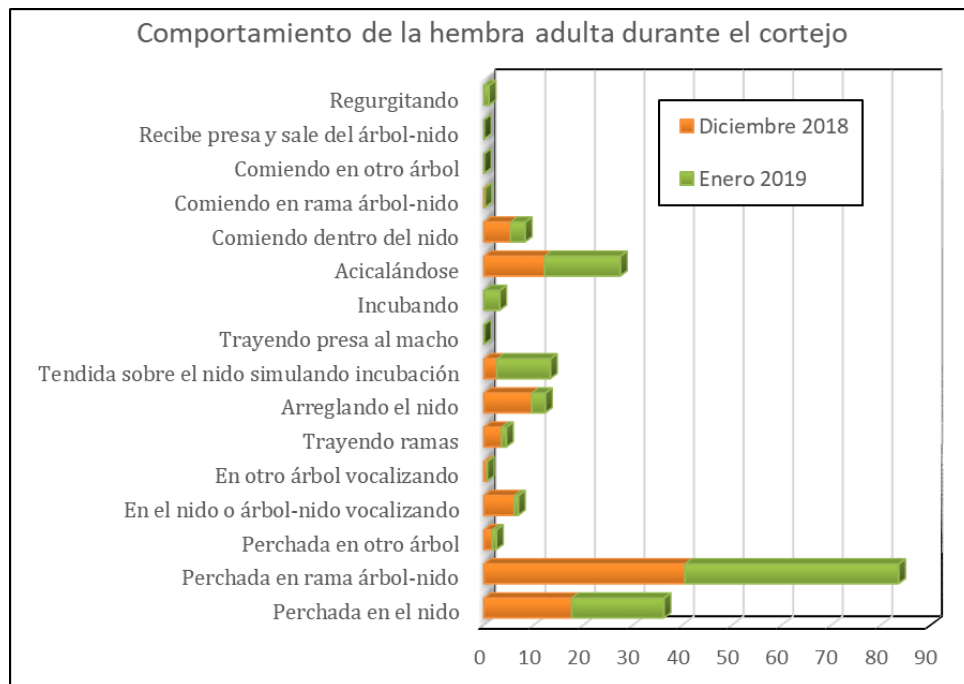
MPSA y FP han ampliado sus actividades en la región de Donoso para incluir un estudio más general sobre los requisitos de hábitat de las águilas, capacitar al personal de MPSA en el monitoreo de águila arpía y llevar a cabo educación ambiental con las comunidades locales con el objetivo de aumentar su tolerancia y reducir la persecución hacia la especie.

La sociedad se amplió para incluir un proyecto de conservación para MPSA en el Darién. La población de águilas arpías en el Darién es la más grande de América Central y es



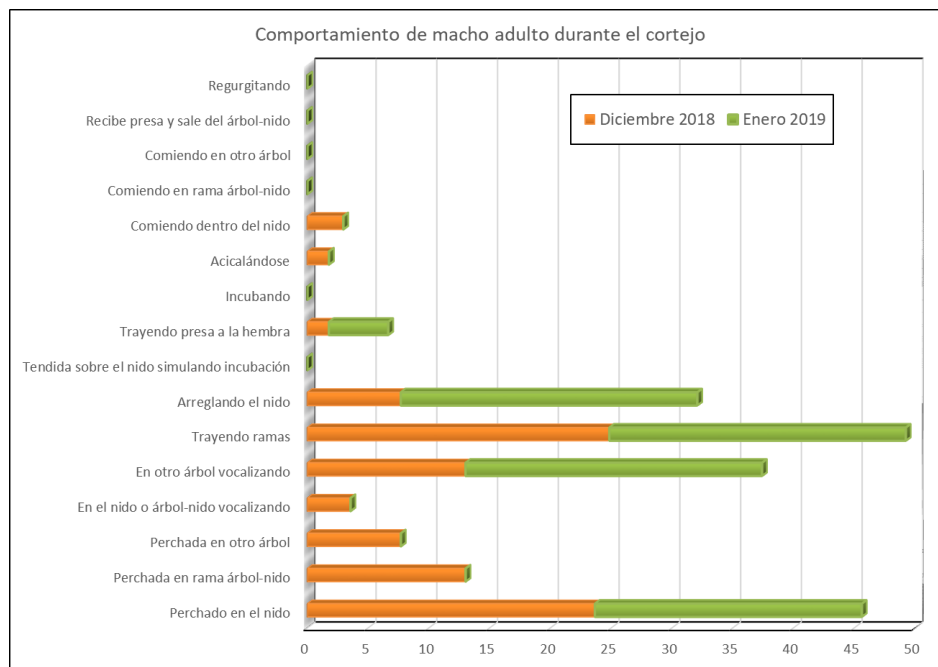
crítica para la supervivencia a largo plazo de la especie en Panamá. Este proyecto tiene tres componentes: (1) investigación para comprender mejor la ecología y la dinámica poblacional del águila arpía para restaurar las poblaciones en declive; (2) educación para la conservación; y, (3) acciones de conservación para desarrollar actividades económicas sostenibles que protegen el medio ambiente, junto con las comunidades locales, ONG y agencias gubernamentales. Algunos aspectos destacados de las actividades en 2018 incluyeron: talleres líderes en agroforestería en pequeñas comunidades; monitoreando las dietas y actividad de más de 41 parejas de águilas arpías; y, realizar campañas de educación ambiental en las comunidades cercanas a donde se desarrolla el proyecto de conservación (Donoso y Darién). Este año, el Ministerio de Medio Ambiente de Panamá otorgó al Fondo Peregrino un premio por su trabajo en el Darién.

**Tabla 6:** Comportamiento del Águila Arpía hembra entre diciembre y enero de 2019





**Tabla 7: Comportamiento del Águila Arpía macho entre diciembre y enero de 2019**



## Mamíferos

Todas las EdI de mamíferos son especies de cacería o grandes carnívoros. Estas especies padecen de grandes presiones por pérdida de hábitat y cacería en casi todo su territorio, pero son localmente comunes en la región de Donoso.

**Tabla 8: aspectos generales de los planes de acción para EdI de mamíferos**

	Acciones
<b>Evitar y minimizar</b>	• Construir pasos para fauna silvestre por la carretera entre La Mina y El Puerto
<b>Restaurar</b>	
<b>Compensar</b>	• Promover conservación in situ con apoyo a áreas protegidas
<b>Acciones Adicionales</b>	

La principal medida para mitigar los impactos del proyecto sobre las EdI de mamíferos es promover la conservación *in-situ* de estas especies mediante el apoyo al manejo efectivo de las áreas protegidas vecinas (**Tabla 8**). Esta financiación ha estado disponible en MPSA desde 2014, pero MiAmbiente ha ejecutado los fondos. La provisión de estructuras de cruce de vida silvestre y la implementación de controles de conducción a lo

largo de la carretera costera también deben ser efectivos para reducir la mortalidad por colisiones con vehículos.



## Fauna Marina

Se han implementado varias medidas para promover la conservación de las EdI marinas, como se detalla en la **Tabla 9**.

El programa más importante es conservar las poblaciones amenazadas de tortugas marinas de las especies *Chelonia mydas*, *Dermochelys coriacea* y *Eretmochelys imbricata* que pueden verse afectadas en la zona costera del proyecto. En 2014, MPSA estableció una asociación con Sea Turtle Conservancy para monitorear y conservar las tortugas marinas alrededor del área del puerto, y para compensar la posible pérdida de playas de anidación en el área del proyecto mediante la conservación de playas de anidación altamente productivas ubicadas en Bocas del Toro y la comarca Ngäbe Bugle. El programa incluye medidas para mejorar la seguridad de los nidos a través del monitoreo comunitario, la protección de nidos contra la depredación y programas de educación con comunidades locales que tradicionalmente han capturado tortugas y sus huevos. Históricamente, las comunidades en la región explotaron fuertemente estas especies y las poblaciones declinaron dramáticamente. Aunque estas prácticas han sido prohibidas, la explotación humana de las tortugas continúa siendo un riesgo, al igual que la depredación por parte de los perros y los impactos naturales de la dinámica de las playas, las marejadas y las mareas excepcionales. MPSA envía los resultados completos del monitoreo del programa directamente a MiAmbiente de manera regular. Los resultados del resumen se pueden encontrar en el Apéndice K

**Tabla 9: aspectos generales de los planes de acción para EdI marinas**

	Acciones
<b>Evitar y Minimizar</b>	Procedimientos para dispersar fauna marina en avance del uso de explosivos en la construcción del puerto
	Controles en navios para evitar choques con mamíferos marinos
	Mejores prácticas en el manejo de aguas de lastre para evitar introducciones de especies invasoras
<b>Restaurar</b>	
<b>Compensar</b>	Promover conservación in situ con apoyo al área protegida de Donoso
	Conservar playas de anidación en Bocas del Toro
	Establecimiento de hábitat nuevo de fondo duro
<b>Acciones Adicionales</b>	Monitoreo de nidos de tortugas marinas para reducir depredación
	Educación de comunidades locales para reducir la cosecha de tortugas marinas y sus huevos

Adicionalmente, MPSA está compensando los impactos a 0.5 ha de hábitat marino de fondo duro poco profundo, que puede beneficiar una variedad de especies marinas en Punta Rincón. El enfoque de compensación elegido es utilizar el rompeolas construido por la empresa como el sustrato de reemplazo para el hábitat de fondo duro.

El análisis actual indica que: a) el área de construcción del puerto no afecta directamente el hábitat de fondo duro poco profundo, aunque es posible que los cambios en la sedimentación causados por el rompeolas construido en el puerto o la calidad del agua debido a las operaciones del puerto puedan afectar (positiva o negativamente) el hábitat; y, b) el rompeolas, compuesto por grandes rocas, crea superficies duras con una estructura compleja (grietas, hoyos, salientes y sombras) que brinda la oportunidad para



que los peces e invertebrados se asienten en un área donde este tipo de hábitat es limitado. Además, la estructura abarca toda la columna de agua desde la superficie del mar hasta el sedimento, lo que proporciona hábitat para una gran variedad de especies, incluidos los peces pelágicos y demersales. El rompeolas está proporcionando un tipo similar de hábitat, si no mejor, en el mismo rango de profundidades que el área del hábitat de fondo duro potencialmente afectado por el puerto.

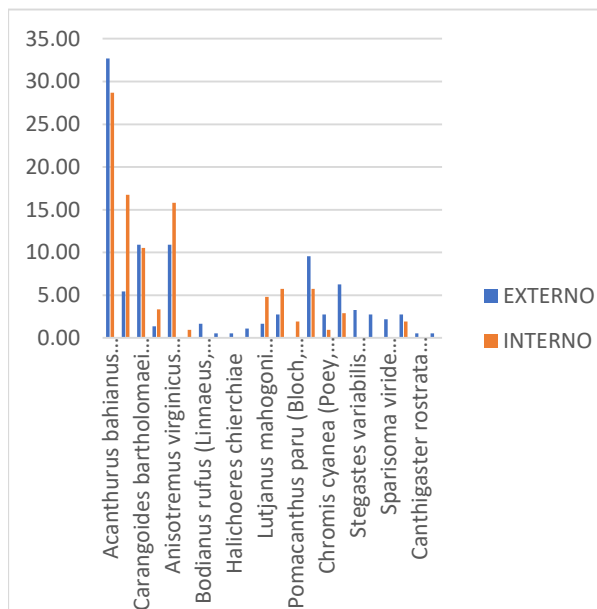
El rompeolas proporcionará al menos 1,2 ha de hábitat nuevo a profundidades entre 0 y 15 metros. Por lo tanto, incluso en el peor de los casos en que la totalidad de las 0.5 ha preexistentes de hábitat de fondo duro se pierden debido a la construcción y operación del puerto de MPSA, es probable que el proyecto resulte en un aumento neto de al menos 0.7 ha de hábitat.

**Tabla 10:** porcentaje de cobertura de los grupos biológicos en los sitios de referencia de hábitat de fondos duros profundos, someros y en el rompeolas

Grupo Biológico	Fondos duros profundos (n=2)	Fondos duros pocos profundos (n=3)	Rompeolas (n=7)
Corales	15.65	8.63	2.09
Gorgóneas	4.20	3.07	0.01
E esponjas	13.50	11.57	0.17
Zoántidos	2.10	1.50	0.00
Macroalgas	0.00	0.00	0.00
Otras formas de vida	1.00	2.00	0.31
Coral con algas muertas	0.00	0.00	0.00
Algas coralinas	13.75	2.90	0.83
Corales enfermos	0.00	0.00	0.00
Fondo de arena y piedras	47.85	67.70	95.43
Desconocidos	2.50	4.63	1.15

MPSA comenzó a monitorear el hábitat de fondo duro y el rompeolas en 2015. Los

**Figura 5:** distribución porcentual de las principales especies de peces en los transeptos externos e internos del rompeolas.



invertebrados están limitados por la fuerte sedimentación causada por las potentes corrientes y la acción de las olas en el área. En 2018, el monitoreo de los dos sitios de referencia de hábitat de fondo duro profundo mostró que los corales son el grupo biológico más abundante, cubriendo el 15.65% de los sitios (Tabla 8). Las esponjas y las algas coralinas ocupaban otro 13.50% y 13.75%, respectivamente. Los corales estaban sanos, sin individuos enfermos o con algas muertas presentes en las parcelas de referencia. Los dos sitios de referencia en el hábitat de fondo duro profundo soportaron 19 especies de peces de 16 familias. Las especies de peces más comunes fueron *Acanthurus bahianus* (8-14%), *Carangoides bartholomaei* (20-23%) y *Anisotremus virginicus* (15-17%),

que representan más del 50% de la población.

Los resultados del monitoreo de rompeolas muestran que el área está siendo colonizada gradualmente por varios grupos biológicos (Tabla 10). Cabe destacar que aproximadamente el 2,09% del rompeolas está cubierto ahora por corales, y que la



comunidad de peces que ocupa el rompeolas está aumentando gradualmente en diversidad. Para el rompeolas se censó un total de 576 individuos, pertenecientes a 20 especies de peces, incluidos en 18 géneros y 13 familias. De estas especies, 20 fueron observadas asociadas al transepto externo del rompeolas y 13 especies asociadas en la parte interna del mismo. De todos los peces observados únicamente se registra un pez cartilaginoso (*Chondrichthyes*), el resto fueron óseos (*Osteichthyes*).

Las especies más abundantes observadas para el transepto fueron *Acanthurus bahianus* (32% exterior y 28% interior), *Abudefduf saxatilis* (9-5%), *Anisotremus virginicus* (10-15%), *Carangoides bartholomei* (10.9-10.5%). El resto de las especies representaron menos del 2% (**Figura 5**).

Será necesario continuar el monitoreo formal durante la vida del proyecto para documentar y validar la conclusión de que el rompeolas proporciona un hábitat viable y para garantizar que las operaciones portuarias no afecten negativamente a las especies que habitan el área.

El pez león invasor (*Pterois volitans*: **Figura 6**) se ha observado en los hábitats de fondo profundo y poco profundo, así como en el rompeolas. Esta especie tiene potencial para impactar negativamente la ecología de los arrecifes en el Caribe y es peligrosa para los humanos. Actualmente, MPSA no planea manejar esta especie.

**Figura 6:** Pez León (*Pterois volitans*) – especie invasora encontrada en el área del proyecto





## Flora

Debido a que la flora de Panamá está pobremente documentada, particularmente en el distrito de Donoso, muchas especies están en la lista de EdI simplemente porque se sabe poco o nada acerca de su distribución y abundancia, en lugar de porque son realmente raras o amenazadas. Por este motivo, MPSA ha realizado una gran inversión en inventarios botánicos fuera de la huella y en la obtención de apoyo taxonómico de expertos. Como se describe en el Apéndice C, estos esfuerzos han sido muy exitosos en refinar la lista de EdI de la flora, y en identificar el tipo de mitigación requerida para cada especie.

MPSA está empleando o empleará una variedad de medidas de mitigación para promover la conservación de las especies que están en la lista EdI (**Tabla 8**). Estas medidas incluyen (i) la incorporación a los programas de restauración dentro y fuera de la huella (dentro de las distribuciones naturales de la especie), (ii) la conservación *in-situ* mediante el apoyo al manejo efectivo de las áreas protegidas vecinas, y (iii) los programas de conservación *ex-situ* para las especies con rango restringidas.

Algunos ejemplos específicos de las acciones de MPSA para promover la conservación de las EdI flora incluyen:

- En colaboración con el Jardín Botánico de Missouri y el Field Museum, capacitación de personal de MPSA y el Herbario Nacional de Panamá en la identificación y descripción de especies de plantas nuevas para la ciencia.
- En colaboración con Royal Botanic Gardens, Kew, capacitación del personal de MPSA en almacenamiento de semillas, micro-propagación y técnicas de vivero (**Figura 7**).
- Realizar búsquedas adicionales de EdI fuera de la huella con el fin de comprender mejor su distribución y estado de conservación.

Un enfoque importante de los esfuerzos de MPSA para promover la conservación de EdI de plantas es el mapeo y el monitoreo fenológico de los individuos, tanto dentro como fuera de la huella del proyecto. Los sitios se priorizan según la idoneidad del hábitat y el momento de la limpieza. En la **Tabla 12** se muestra un ejemplo de los datos fenológicos recopilados por MPSA desde febrero de 2017 hasta enero de 2018 para seis especies de plantas en peligro de extinción.

El mapeo de individuos EdI también proporciona la base para la colección de propágulos y la translocación de individuos EdI (si es necesario y factible). A través de sus esfuerzos diligentes, MPSA está monitoreando en el campo o manteniendo en sus viveros 32 de las 60 EdI de plantas (**Tabla 13**).



**Tabla 11: Plan de Acción general para Edl de flora**

	Acciones
<b>Evitar y minimizar</b>	
<b>Restaurar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de Restauración Ecológica y Programa de Restauración de la Huella de la Mina para restaurar Edl de plantas.</li> </ul>
<b>Compensar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover conservación in situ con apoyo a áreas protegidas</li> </ul>
<b>Acciones Adicionales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolver la taxonomía y mejorar el conocimiento de la distribución de los Edl</li> <li>• Programa de conservación ex situ de los Edl (incluyendo el banco de semillas y el huerto de semillas) para los Edl con rangos restringidos</li> <li>• Evaluación del estatus de conservación según el procedimiento de IUCN para plantas.</li> </ul>

**Tabla 12:** un ejemplo de los datos fenológicos recolectados por el programa de monitoreo de MPSA para Edl de plantas. Dicha información es difícil de recopilar pero es crítica para el manejo de la conservación de la especie.

Species		Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	
<i>Anthurium christeliae</i> Croat & O. Ortiz	Flowering	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Flowering/fruiting	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fruiting	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Sterile	0	426	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Calathea gordonii</i> H. Kenn.	Flowering	0	0	2	4	0	0	4	0	0	0	0	0	
	Flowering/fruiting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fruiting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Sterile	0	96	91	155	6	0	87	87	9	0	0	0	
<i>Eschweilera donosoensis</i> Batista & S.A. Mori	Flowering	0	0	0	0	0	0	1	3	1	1	0	0	
	Flowering/fruiting	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	
	Fruiting	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	
	Sterile	0	0	0	0	0	0	4	15	0	11	1	0	
<i>Faramea</i> sp. 2	Flowering	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Flowering/fruiting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fruiting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	
	Sterile	0	0	0	0	0	0	0	3	0	39	0	9	
<i>Monopyle longicarpa</i> J.L. Clark & Keene	Flowering	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Flowering/fruiting	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fruiting	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Sterile	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Posoqueria laevis</i> C.M. Taylor	Flowering	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Flowering/fruiting	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	
	Fruiting	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Sterile	25	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	



Tabla 13: Especies Edl mantenidas actualmente en el vivero

Especie	Familia	Hábito	Categoría UICN	Lugar de colecta	Condición vegetativa	No. de individuos
<i>Synechanthus dasystachys</i>	Arecaceae	Palma	CR	<b>TMF.</b> Presa Este, bosque hacia la parte noroeste.	Planta adulta	26
<i>Calathea gordonii</i>	Marantaceae	Hierba	EN	<b>Botija.</b> sendero hacia quebrada Brazo y bosque detrás del Campamento Dorado. <b>TMF.</b> Presa de Relaves Este.	Planta adulta	87
<i>Columnea</i> sp. 1	Gesneriaceae	Epífita	EN	<b>Botija.</b> Bosque aledaño al río Botija.	Planta adulta	11
<i>Cassipourea undulata</i>	Rhizophoraceae	Árbol	EN	<b>Botija.</b> Bosque detrás del Campamento Dorado hacia el río Botija, parte noreste. Polígono 169, bosque detrás del Campamento Dorado. <b>Colina.</b> Polígono 166, bosque detrás del antiguo campamento de Colina. <b>MSA.</b> Polígono 177.	Plantas juveniles, plántulas, brinzales y esquejes	102
<i>Eschweilera donosoensis</i>	Lecythidaceae	Árbol	EN	<b>TMF.</b> Presa de Relaves Este. <b>Botija.</b> Camino Corto, Polígono 168. <b>MSA.</b> Polígono 177.	Plántulas y brinzales	8
<i>Eschweilera rotundicarpa</i>	Lecythidaceae	Árbol	EN	<b>TMF.</b> Bosque de la parte sur del Tunel de Decantación.	Plántulas	1
<i>Eugenia arrhaphocalyx</i>	Myrtaceae	Árbol	EN	<b>Botija.</b> Río Botija. <b>MSA.</b> Polígono 177.	Plántulas, brinzales y esquejes	12
<i>Eugenia roseopetala</i>	Myrtaceae	Árbol	EN	<b>Botija.</b> Bosque detrás del campamento Dorado hacia el Norte. Polígono 182 y 188, Posa de Sedimentación 12A. <b>MSA.</b> Polígono 177.	Plantas juveniles, plántulas, brinzales y esquejes	38
<i>Faramea</i> sp. 2	Rubiaceae	Árbol	EN	<b>Botija.</b> Antigua comunidad de Chicheme, parcela de monitoreo de flora T2. Bosque detrás del Campamento Dorado y Posa de Sedimentación 12A.	Plántulas y esquejes	15
<i>Lisianthus aurantiacus</i>	Gentianaceae	Hierba	EN	<b>Valle Grande.</b> Bosque por Sierra 18.	Plántulas	17
<i>Trichodyrmonia peltatifolia</i>	Gesneriaceae	Hierba	EN	<b>Valle Grande.</b> A orillas del río Molejón y Sierra 18, bosque hacia el Oeste.	Planta adulta	40
<i>Posoqueria laevis</i>	Rubiaceae	Árbol	EN	<b>Valle Grande.</b> Bosque por Sierra 18. Botija. Bosque detrás de la estación de combustible del Prestripping.	Plantones y semillas	250
<i>Stelis lankesteri</i>	Orchidaceae	Epífita	EN	<b>TMF.</b> Presa de Relaves Este. Botija. Bosque detrás del campamento Dorado hacia el Sureste. <b>Valle Grande.</b> A orilla del Río Molejón.	Planta adulta	16
<i>Strychnos puberula</i>	Loganiaceae	Epífita arbustiva	EN	<b>TMF.</b> Presa de Relaves Este. Botija. Bosque detrás del Campamento Dorado hacia el río Botija, parte noreste y Polígono 168, Camino Corto. <b>Valle Grande.</b> Bosque aledaño al vivero hacia el río Molejón y bosque alrededor de Sierra 18. <b>Colina.</b> Polígono 166, bosque detrás del antiguo campamento de Colina.	Plantas adultas, plantas juveniles, plántulas y esquejes.	36
<i>Wettinia donosoensis</i>	Arecaceae	Palma	EN	<b>Botija.</b> Parcela de monitoreo de flora de efecto borde T2. Polígono 176. <b>Valle Grande.</b> Sierra 18, bosque hacia el Noroeste.	Rebrotes, plántulas y semillas	1
<i>Xanthosoma ortizii</i>	Araceae	Hierba	EN	<b>Valle Grande.</b> Área aledaña al Río Molejón.	Plantas adultas	3
<i>Zamia skinneri</i>	Zamiaceae	Palma	EN	<b>TMF.</b> Presa de Relaves Este y Tunel de Decantación y Presa de Relaves, bosque hacia el Oeste. <b>Botija.</b> Posa de Sedimentación 12A, bosque hacia el Noreste. Polígono 188. <b>MSA.</b> Polígono 177.	Plantas adultas, plantas juveniles, plántulas y esquejes.	26
<i>Mabea tenorioi</i>	Euphorbiaceae	Árbol	VU+	<b>Botija.</b> Polígono 168, Camino Corto.	Plántulas	5



## Apéndice J – Compartiendo el Conocimiento

MPSA se ha comprometido a compartir el conocimiento que desarrolla a lo largo del curso de la implementación del PAB (compromiso 13599). A continuación, se presenta un resumen de las actividades recientes de intercambio de conocimientos en las que MPSA participó o recibió apoyo financiero.

### Publicaciones Científicas

Autor	Año	Título	Revista
Camperio Ciani et al.	2018	The relationship between spindly leg syndrome incidence and water composition, overfeeding and diet in newly metamorphosed harlequin frogs ( <i>Atelopus spp.</i> )	PLoS ONE: 13(10):1-16)
Frank, A. & D. S. Penneys	2018	<i>Blakea echinata</i> (Melastomataceae: Blakeeae): a new species from the Caribbean rainforest of Panama	Phytotaxa 372 (1): 104–110
De Gracia, J., Grayum, M. H. & G. E. Schatz	2017	A New Species of <i>Wettinia</i> (Arecaceae: Arecoideae: Iriarteae) from Panama	Novon 25(2):145-149
Croat T. B., Delannay, X. and O. Ortiz.	2017	A Revision of <i>Xanthosoma</i> (Araceae). Part 2: Central America.	Aroideana 40 (2): 504-581.
Batista, J. and S. Mori.	2017	Two new species of <i>Eschweilera</i> (Lecythidaceae) from rainforest on the Caribbean slope of Panama	Phytotaxa 296 (1): 041-052
Kawasaki, M. L., Castillo, S. & G. McPherson	2016	A New Species of <i>Erisma</i> (Vochysiaceae) from Panama.	Novon 25: 18–21
Grayum M. H. & J. De Gracia.	2016	A new species of <i>Synechanthus</i> (Arecaceae: Arecoideae: Chamaedoreae) from central Panama	Phytoneuron 71: 1–10



Croat T. B. & O. Ortiz.	2016	A Reappraisal of the <i>Anthurium cuspidatum</i> Masters Complex, section <i>Polyneurium</i> (Araceae)	Aroideana 39(2): 134-186
Barrie, F., C. Ramos, O. Ortiz, I. Vergara-Pérez, G. McPherson	2016	Five new species of <i>Eugenia</i> (Myrtaceae) from Panama	Novon 24: 333-342
Meyer, N., R. Moreno, E. Sanches, et al	2016	Do protected areas in Panama support intact assemblages of ungulates?	Therya, 7(1): 65-76
B. Gratwicke, H. Ross, A. Batista, et al	2015	Evaluating the probability of avoiding disease-related extinctions of Panamanian amphibians through captive breeding programs	Animal Conservation (2015) – The Zoological Society of London
Meyer, N., R. Moreno, S. Valdes, et al	2015	New records of bush dog in Panama	Canid Biology and Conservation 18(10): 36-40
Schank, C., E. Mendoza, M. Garcia Vettorazzi, et al	2015	Integrating current range-wide occurrence data with species distribution models to map the potential distribution of Baird's Tapir	Tapir Conservation, 24(33): 15-25
Schatz, G., C. Ramos, O. Ortiz & G. McPherson	2015	A New, Restricted Range Species of <i>Annona</i> (Annonaceae) Endemic to the Caribbean Slope of Panama.	Novon 24: 203–208.
Idárraga, P. Lowry & J. De Gracia	2015	A New Species of <i>Dendropanax</i> (Araliaceae) of Restricted Range from the Caribbean Slope of Panama.	Novon 24:165–169.
Thomas F. Daniel, Gordon McPherson	2014	A new species of <i>Aphelandra</i> (Acanthaceae: Acantheae) from Panama with notes on some Colombian species	Brittonia 1-8
Frank Almeda, Darin S. Penneys	2014	New and reconsidered species of tropical American Melastomataceae	Brittonia 66:160-169
Helen Kennedy	2014	<i>Calathea Gordonii</i> (Maranthaceae), A New Endemic Panamanian Species	J. Bot. Res. Inst. Texas 8(1):31 – 35
Bruce K. Holst	2014	A new species of <i>Calyptanthus</i> (Myrtaceae) from Panama	Phytoneuron 77:1-3



Douglas C. Daly	2014	<i>Dacryodes patrona</i> , a new and endangered species, and new generic record for Central America. Studies in neotropical Burseraceae XIX	<i>Brittonia</i> (2014): 1-4
Gamba-Moreno, Diana Lucia, and Frank Almeda	2014	Systematics of the <i>Octopleura</i> Clade of Miconia (Melastomataceae: Miconieae) in Tropical America	<i>Phytotaxa</i> 179:1-174
John L. Clark, M. Marcela Mora	2014	<i>Paradrymonia peltatifolia</i> (Gesneriaceae), a Recently Discovered Species from Panama	<i>Novon</i> 23(1):18-20.
Jeremy L. Keene, John L. Clark	2014	Two New Species of <i>Monopyle</i> (Gesneriaceae) from Panama	<i>Novon</i> 23 (3):281-286
Abel Batista, César Jaramillo, Marcos Ponce, Andrew Crawford	2014	A new species of <i>Andinobates</i> (Amphibia: Anura: Dendrobatidae) from west central Panama	<i>Zootaxa</i> , 3866(3), 333-352.
Almeda, F. & D. S. Penneys	2013	New and reconsidered species of tropical American Melastomataceae.	<i>Brittonia</i> 66(2): 160–169.
McPherson, G.	2011	<i>Strychnos puberula</i> (Loganiaceae), a New Species from Panama.	<i>Novon</i> 21(4):472-474.
Rodríguez de Moraes, P. L. & H. van der Werff.	2010	Two New Species of <i>Cryptocarya</i> (Lauraceae) from Panama and Ecuador.	<i>Novon</i> 20(2):190-194.
Taylor, C. M. and R. E. Gereau.	2010	Rubiacearum Americanum Magna Hama Pars XXIV: New species of Central and South American <i>Bouvardia</i> , <i>Hillia</i> , <i>Jossia</i> , <i>Ladenbergia</i> , <i>Pentagonia</i> , and <i>Posoqueria</i> .	<i>Novon</i> 20 (4): 470-480.

## Presentaciones & Entrenamiento

Titulo	Evento	Fecha
--------	--------	-------



Gestionando la complejidad en el diseño, construcción, y operación de proyectos de infraestructura	International Association of Impact Assessment: Mega-Infraestructura Sostenible y Evaluación de Impactos	02-Dic-15
Entrenamiento de botánicos Panameños en preparar manuscritos científicos para la descripción de especies nuevas	Entrenamiento con Jardín Botánico de Missouri	10-8-15 a 4-9-15
Entrenamiento de botánicos Panameños en taxonomía clásica en New York Botanical Garden	Entrenamiento con New York Botanical Garden	14-8-15 a 30-8-15
Proyecto Cobre Panamá (Biodiversidad y Reforestación)	Reunión con Científicos en Kew Botanical Garden	06-Feb-14
Planes del Banco de semillas de MPSA	Taller para Áreas Protegidas ANAM	20-Jun-14
Compromisos de Biodiversidad (FLORA/Fauna) de Minera Panamá	Taller para ANAM	20-Aug-14
Plan de Acción de Biodiversidad	Taller para Áreas Protegidas ANAM	18-Sep-14
Planes y Programas de Biodiversidad de Minera Panamá	Reunión con ANAM Colón y UAS sobre los IS del EsIA Cat III	16-Oct-14
First Quantum Case Study – Panamá	Biodiversity Webinar, Towards Sustainable Mining	04-Nov-14
Aportes de Minera Panamá a la Conservación de la Biodiversidad	II Expo-Minera Panamá	20-Nov-14

## Artículos en los Medios

Fecha	Titular	Medio
2015-06-25	Pauta en Radio de Omega Stereo – MPSA Plan de Reforestación	Radio
2015-05-28	Pauta en Radio de Omega Stereo – MPSA Proyecto de Conservación e Investigación del Águila Arpia	Radio
2015-04-30	Pauta en Radio de Omega Stereo – MPSA Programa de Monitoreo y Conservación de Tortugas Marinas	Radio



2015-02-26	Pauta en Radio de Omega Stereo – MPSA Diplomado de Guardaparques bajo el Programa de Apoyo a la Conservación de Áreas Protegidas	Radio
2015-01-15	Pauta en Radio de Omega Stereo – MPSA Proyecto de Conservación Ex Situ de Especies de Anfibios de Interés	Radio
2014-01-01	PROMUEVEN LA MINERÍA Responsable	CONSTRUIR
2014-01-11	Programa Ambiental	Mundo Social
2014-02-13	Se Unen Contra El Pez León	Mi Diario
2014-03-12	Un Banco De Semillas Que Promete Salvar La Flora	La Estrella
2014-03-12	Atraído Por La Naturaleza (Supervisor De Biodiversidad De MPSA)	La Estrella De Panamá
2014-03-17	Minera Panamá Financia Investigación Para Desarrollar Antídoto Para Mordeduras De Serpientes	Portal Minero
2014-03-17	Financian Investigación Para Desarrollar Antídoto Para Mordeduras De Serpientes	Crítica En Línea
2014-03-18	Crearán Antídotos	Metro Libre
2014-03-23	Minera Panamá Financia Estudio De Ofidios	La Estrella De Panamá
2014-04-10	El País Enfrenta Escasez De Guardaparques Calificados	Panamá América
2014-05-07	Panamá Todavía No Puede Producir Suero Antiofídico	La Estrella (Capital)
2014-05-09	Especializan A Botánicos Panameños	La Estrella De Panamá
2014-06-17	Reafirman Compromisos De Cobre Panamá	La Opinión Panamá
2014-09-07	Reinicia Diplomado Para Guardaparques	Panamá On
2014-09-29	Minera Panamá Presenta Planes Ambientales	Capital Financiero
2014-09-29	Minera Panamá Presenta Sus Planes De Acción Ante Administración De La Anam	Hora Cero
2014-10-14	Científicos Descubren Nueva Especie De Rana Punta De Flecha En Donoso, Panamá	Panamá On



## Apéndice K – Monitoreo

Los programas de monitoreo de biodiversidad de MPSA se han diseñado para cumplir con los requerimientos del ESIA y el Permiso Ambiental, IFC Estándar 6, así como el Plan de Acción de Biodiversidad de MPSA.

Los compromisos de monitoreo de MPSA pueden organizarse según el marco Presión-Estado-Respuesta (PER) que ha resultado útil para varios tipos de monitoreo ambiental (**Figura 1**). Estos son los tres tipos de indicadores dentro del marco PER:

- **Indicadores de presión** identifican y dan seguimiento a amenazas que el proyecto ejerce en los diferentes valores de biodiversidad, como el número de colisiones que ocurren entre vehículos y fauna en la carretera costera.
- **Indicadores de estado** indican la condición de la biodiversidad misma. Cuando se les compara con los valores de línea base, los indicadores de estado demuestran si se está manteniendo el valor de la biodiversidad o si éste merma o mejora.
- **Indicadores de respuesta** identifican y dan seguimiento a las acciones que toma la compañía para reducir o eliminar las presiones que ejerce en la biodiversidad. Los indicadores de respuesta indican si ciertas medidas han sido implementadas efectivamente. Sin embargo, es importante hacer notar que, en sí mismos, los indicadores de respuesta no identifican necesariamente el estatus de la biodiversidad.

Juntos, estos tres tipos de indicadores capturan el vínculo causal entre los impactos (presiones), medidas de mitigación (respuestas) y resultados para la biodiversidad (variables de estado) y presentan un marco completo para el monitoreo y manejo adaptativo del programa de biodiversidad de MPSA.

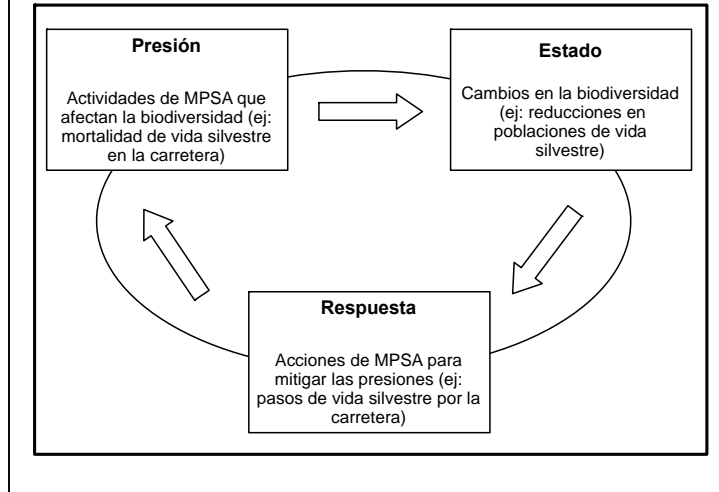
### Monitoreo terrestre y de agua dulce

#### 1. Monitoreando otras presiones para la biodiversidad

En 2014, MPSA finalizó el diseño y empezó a implementar su Programa de Monitoreo Ambiental Operativo (PMAO). Dicho programa cuenta con procedimientos para medir las presiones constantes que ocasiona el proyecto a la biodiversidad terrestre y de agua dulce, incluyendo:

- Mortalidad de la vida silvestre debida a colisiones con vehículos;

**Figura 1:** Marco de Presión-Estado-Respuesta para monitoreo ambiental





- Uso que hace la vida silvestre de las estructuras de paso;
- Mortalidad de la vida silvestre debida a colisiones o electrocuciones con torres y líneas de transmisión;
- Emisiones al aire;
- Presencia de especies invasoras dentro de la huella del proyecto, y
- Calidad y cantidad del agua en arroyos y ríos dentro del área de influencia del proyecto.

Cada tipo de monitoreo cuenta con diferentes metodologías, equipo y calendarios, todos ellos totalmente descritos en el manual de PMAO.

Resultados monitoreados ya están disponibles para algunos componentes del PMAO. Por ejemplo:

- El monitoreo de vida silvestre debido a colisiones vehiculares en 2018 documentó 7 muertes, del cual una era una Especies de Interés. Estos niveles bajos de mortalidad indican la efectividad de protocolos implementados por el proyecto para reducir la mortalidad de la vida silvestre.
- El monitoreo del uso que hace la vida silvestre de las estructuras de paso indica que hay intentos por varias especies, pero pocos cruces exitosos hasta la fecha, y solo por una especie – *Cuniculus paca*. Esto es un resultado esperado porque es normal para la vida silvestre acostumbrarse a las estructuras con el tiempo.
- El monitoreo de especies invasivas se está realizando y en 2018 se detectaron y se erradicaron mecánicamente 3892 individuos de dos especies de plantas invasivas: *Saccharum spontaneum* (34 individuos) y *Crotalaria spectabilis* (3858 individuos). En todos casos, se destruyen los individuos detectados.
- El monitoreo de arroyos y ríos demuestra que las condiciones generales analizadas han variado muy poco con respecto al año 2012, no apreciándose por el momento una tendencia hacia peores condiciones en la salud de los ecosistemas acuáticos (abióticos y bióticos) asociados con las actividades de construcción de la mina.

## 2. Monitoreo del estado de la biodiversidad en los bordes del bosque

Los efectos de borde son perturbaciones que se diseminan más allá del borde de la huella del proyecto hacia hábitats naturales adyacentes. Entre los posibles efectos de borde podemos mencionar emisiones al aire, ruido, luz y la introducción de especies exóticas invasoras que se movilizan desde la huella del proyecto hacia el bosque circundante. Los efectos de borde tienen el potencial de incrementar en gran medida la huella del proyecto si no se les monitorea y maneja adecuadamente. El PMAO incluye monitoreo del estatus o condición de la biodiversidad a diferentes distancias de la huella del proyecto para poder entender el tipo y alcance de efectos de borde creados por el proyecto. Diez transectos, cada uno de 1,550 m perpendicular desde la huella de la mina fueron instalados para comprender cómo la mina afecta a las comunidades de plantas y animales en el bosque adyacente (**Figura 2**). El tamaño de esta muestra debe proveer suficiente poder estadístico para detectar un cambio en indicadores comunitarios tales como riqueza de especies. Se instaló cinco transectos en 2014 para animales y en el 2015 para plantas y, cinco transectos en 2016-17, para completar los diez. Los resultados de monitoreo hasta la fecha sirven como la línea base del proyecto.



Esos transectos serán monitoreados cada cinco años para medir el impacto del efecto de borde en los bosques aledaños al proyecto.

**Figura 2:** diseño del programa de monitoreo de efecto borde



### 3. Presión, estatus y respuesta del monitoreo a las áreas protegidas

Proporcionar apoyo a MiAmbiente para el manejo efectivo de las áreas protegidas en el área de Donoso es la acción de mitigación más importante del proyecto. El monitoreo total del estatus de las áreas protegidas se requiere para demostrar que las inversiones de MPSA sí funcionan y que los beneficios que dichas acciones generan para la biodiversidad sobrepasan los impactos negativos del proyecto.

El monitoreo de la biodiversidad es parte importante del manejo de áreas protegidas y se puede esperar que MiAmbiente ejerzan el modelo de monitoreo de presión, estatus y respuesta como parte de las actividades de manejo financiadas por MPSA.

- MiAmbiente puede hacer el monitoreo de las presiones ejercidas sobre el área protegida mediante mediciones de las tasas actuales y proyectadas de pérdida y fragmentación de hábitat.
- MiAmbiente medirá el estado de la biodiversidad en las áreas protegidas mediante el establecimiento de un programa de monitoreo de largo plazo, estructurado según los métodos descritos en el Manual de Métodos de Biodiversidad redactado por científicos de STRI y financiado por MPSA.



- MiAmbiente medirá su éxito al implementar el manejo de las áreas protegidas mediante su protocolo de monitoreo de “efectividad de manejo” estandarizado que se usa periódicamente para evaluar la efectividad de todas las áreas protegidas de Panamá.
- Podría ser adecuado que MiAmbiente mida el éxito de la Restauración Ecológica llevada a cabo en áreas protegidas. De forma alternativa, los contratistas que efectúan el trabajo podrían monitorear las áreas restauradas.

El monitoreo de biodiversidad llevado a cabo por MPSA en el área de influencia del proyecto se coordinará con el monitoreo que MiAmbiente hacen de las áreas protegidas, para que los datos sean directamente comparables y se puedan utilizar para demostrar el Impacto Neto Positivo.

#### **4. Estado de las Especies de Interés**

Las EdI de mamífero son todas especies de presa o depredadores superiores que son relativamente comunes en el sitio del proyecto, por lo que el programa de cámaras trampa antes descrito podría proporcionar suficiente información sobre su estatus. Estas acciones serán complementadas por el monitoreo llevado a cabo por MiAmbiente en las áreas protegidas y por información sobre los efectos de borde del programa de monitoreo de Biodiversidad terrestre.

La información sobre el estatus y distribución de otros tipos de EdI podría venir de otras tres fuentes:

- Monitoreo de efectos de borde
- Monitoreo de las áreas protegidas
- Monitoreo suplementario prescrito por los Planes de Acción para Especies

Debe hacerse hincapié en que el monitoreo sobre el estatus de especies raras y de territorios severamente restringidos es muy problemático. Los individuos sólo pueden detectarse raramente mediante métodos generales de monitoreo, lo que llevaría a poder estadístico insuficiente para detectar cambios en su distribución y abundancia. Por la rareza y las dificultades para detectar a las EdI, el costo de los estudios de campo podría ser prohibitivo. Para subsanar estas dificultades, se podrían utilizar dos métodos. Primero, como lo sugiere el ESIA, podrían ubicarse tres subpoblaciones independientes de EdI de flora y monitorearlas para que funjan como sustitutas de la población completa. Segundo, el monitoreo podría enfocarse en el estatus de las EdI en áreas restauradas.

#### **5. Monitoreo de respuesta a otras acciones de mitigación por MPSA**

Se hará un monitoreo de la implementación de acciones de mitigación de biodiversidad terrestre y de agua dulce. Entre éstas podemos mencionar:

- Monitoreo de la calidad del aire
- Monitoreo de especies invasoras
- Conservación genética
- Restauración ecológica y reforestación
- Planes de acción para las especies



## Monitoreo Marino

### Tortugas Marinas y Mamíferos Marinos

MPSA somete los resultados completos del monitoreo que el programa de tortugas marina realiza directamente a MiAmbiente de manera regular. Resultados hasta la fecha demuestran éxito prometedor en cuanto a los números nidos y neonatos de tortugas, con la mayor productividad en la playa de compensación ubicadas en la Comarca. La Tabla 1 es un resumen de los resultados del monitoreo de anidación en las tres áreas del proyecto.

**Tabla 1:** Resumen de los resultados del monitoreo de anidación, 2018

<i>Playa</i>	<i>Periodo</i>	<i>No. Censos</i>	<i>Nidos Ei</i>	<i>Salida falsa Ei</i>	<i>Nidos Dc</i>	<i>Salida falsa Dc</i>	<i>Nidos Cm</i>	<i>Salida falsa Cm</i>
<b><u>PLAYAS EN LA PROVINCIA DE COLÓN</u></b>								
Caletón	21 abr - 22 ago	11	0	0	4	0	0	0
Caimito	20 abr - 10 sep	72	0	0	6	0	0	0
Caballo	1 may - 31 jul	124	0	0	0	0	0	0
Rincón	1 may - 25 sep	124	13	3	26	2	0	0
Rinconcito	1 may- 7 ago	12	1	0	1	0	0	0
<b>Subtotal Provincia de Colón</b>			<b>14</b>	<b>3</b>	<b>37</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b><u>PLAYAS EN LA PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO</u></b>								
Soropta	6 mar – 16 oct	160	26	23	708	292	0	0
Bluff	27 feb – 12 dic	264	218	69	137	88	3	2
Larga	23 feb – 4 jul	112	*61	*13	47	11	0	0
<b>Subtotal Provincia de Bocas del Toro</b>			<b>305</b>	<b>105</b>	<b>892</b>	<b>391</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b><u>PLAYAS EN LA COMARCA NGÄBE BUGLE</u></b>								
Chiriquí	2 ene – 26 dic	282	1,810	559	3,724	901	12	4
Roja	16 abr – 26 dic	180	306	54	41	0	2	0
Escudo de Veraguas	6 may – 7 dic	164	517	93	2	0	0	0
<b>Subtotal Comarca Ngäbe Bugle</b>			<b>2,633</b>	<b>706</b>	<b>3,767</b>	<b>901</b>	<b>14</b>	<b>4</b>
<b>TOTAL</b>			<b>2,952</b>	<b>814</b>	<b>4,696</b>	<b>1,294</b>	<b>17</b>	<b>6</b>

*Ei* – *Eretmochelys imbricata*, *Dc* – *Dermochelys coriacea*, *Cm* – *Chelonia mydas*



### Ruido Sub-Marino

Se han completado cuatro campañas de monitoreo de ruido submarino en 2018 (periodicidad trimestral) en el entorno del puerto de Punta Rincón (Figura 1.). En cada campaña de monitoreo se han realizado mediciones de los Niveles de Presión Sonora (SPL) y Nivel de Sonido Equivalente (Leq), para una banda de frecuencia comprendida entre los 10 Hz en cinco puntos de muestreo (**Figura 3**), a dos profundidades. Se han comparado los resultados obtenidos en las mediciones con los umbrales de tolerancia de las principales especies marinas con mayor sensibilidad al ruido submarino presentes en el área, según los datos científicos disponibles en la actualidad.

**Figura 3:** Medición de Ruido Submarino



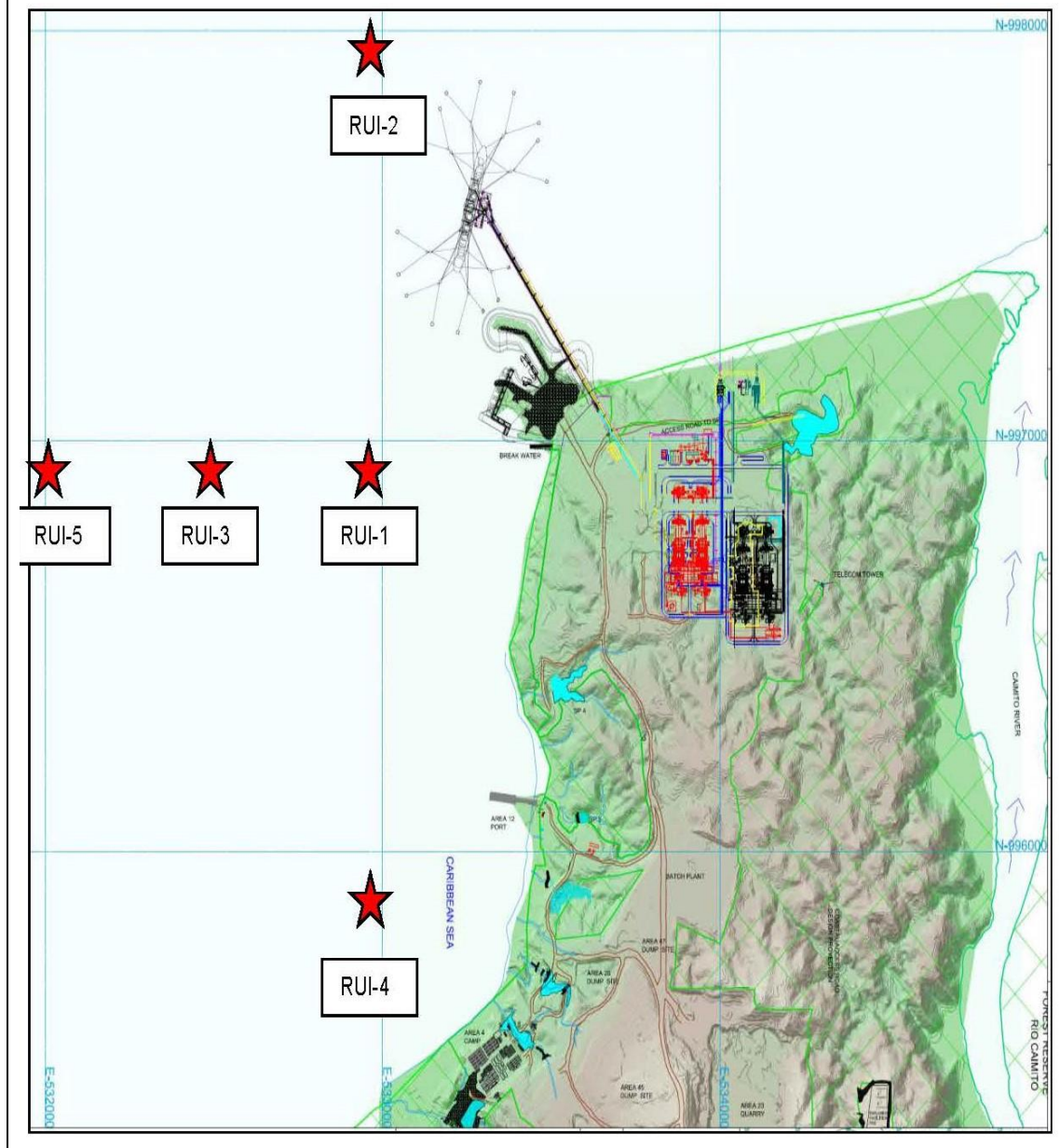
Aunque, por el momento, no existen umbrales de exposición sonora para especies marinas universalmente aceptados y que reflejen adecuadamente las complejas relaciones físicas, ambientales y los parámetros biológicos que tienen lugar en el medio marino, se han empleado límites que siguen las pautas de la Ley de Protección de Mamíferos Marinos de EEUU de Norteamérica, particularmente los referidos a Nivel A (daño físico) y Nivel B (cambios en el comportamiento).

Estos límites tienen en cuenta las categorías de las fuentes sonoras (pulso único, pulso múltiple y fuentes no pulsadas) y los grupos funcionales de mamíferos marinos presentes en la zona (cetáceos de “baja frecuencia”, de “frecuencia media”, y de odontocetos de “frecuencia alta”). En la zona litoral del mar Caribe frente a Punta Rincón predominan siete especies de delfines oceánicos (que se han clasificado en el GRUPO II Media Frecuencia), para las que les correspondería un nivel de tolerancia para pulsos simples y múltiples de 230 dB (SPL en dB re 1 $\mu$ Pa a 1 m).

Los valores de presión sonora obtenidos hasta la fecha -en todos los puntos de muestreo (**Figura 4**)-, se han mantenido por debajo de este nivel de tolerancia, por lo que no es previsible que se produzcan efectos o alteraciones sobre estas especies (**Figura 5**).



**Figura 4.** Ubicación de las estaciones de muestreo de ruido submarino en Punta Rincón.





**Figura 5.** Resultados de las Medidas acústicas de cada campaña de monitoreo trimestral

RESULTADOS DE LAS MEDIDAS ACÚSTICAS SUBMARINAS. CAMPANA N° 1 (ABRIL 2018)					
PUNTO DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	SPL (dB re 1µPa)		Leq (dB re 1µPa)	
		-1 m	-5 m	-1 m	-5 m
RUI-1	15:35	84,2	83,7	80,3	81,1
RUI-2	15:43	91,1	90,1	85,2	85,4
RUI-3	15:54	88,5	87,1	85,2	86,2
RUI-4	16:00	83,1	82,3	89,1	80,4
RUI-5	16:12	84,3	82,3	84,2	86,2

RESULTADOS DE LAS MEDIDAS ACÚSTICAS SUBMARINAS. CAMPANA N° 2 (JUNIO 2018)					
PUNTO DE MUESTREO	FECHA Y HORA DE MUESTREO	SPL (dB re 1µPa)		Leq (dB re 1µPa)	
		-1 m	-5 m	-1 m	-5 m
RUI-1	16:13	86,8	85,9	81,9	80,4
RUI-2	16:17	94,4	95,6	87,6	86,2
RUI-3	16:21	92,9	92,5	87,1	85,6
RUI-4	16:30	82,2	83,4	81,6	82,1
RUI-5	16:44	87,8	90,1	90,3	88,3
Muelle	16:51	84,8	85,3	83,7	81,0

RESULTADOS DE LAS MEDIDAS ACÚSTICAS SUBMARINAS. CAMPANA N° 3 (OCTUBRE 2018)					
PUNTO DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	SPL (dB re 1µPa)		Leq (dB re 1µPa)	
		-1 m	-5 m	-1 m	-5 m
RUI-1	16:10	85,1	84,2	80,4	81,5
RUI-2	16:20	85,2	84,1	83,2	84,3
RUI-3	16:35	87,4	86,3	84,1	83,2
RUI-4	16:48	83,9	84,2	82,2	81,2
RUI-5	16:50	83,1	85,1	81,1	80,6

RESULTADOS DE LAS MEDIDAS ACÚSTICAS SUBMARINAS. CAMPANA N° 4 (ENERO 2019)					
PUNTO DE MUESTREO	FECHA Y HORA DE MUESTREO	SPL (dB re 1µPa)		Leq (dB re 1µPa)	
		-1 m	-5 m	-1 m	-5 m
RUI-1	9:1	84,2	83,2	80,6	80,1
RUI-2	9:15	90,3	88,7	88,3	87,3
RUI-3	9:23	88,5	83,2	84,5	83,7
RUI-4	9:32	84,4	82,5	82,7	81,6
RUI-5	9:40	85,4	84,5	84,3	88,4



### Hábitat de Fondo Duro

Desde que se inició en 2015 el monitoreo de los hábitats del fondo duro, y el rompeolas como hábitat de compensación por impactos al hábitat de fondo duro somero, se ha continuado realizando el Monitoreo cada año. Los resultados sirven para observar cambios con el tiempo.

Los resultados de porcentaje de cobertura (%) para el área muestreada de los diferentes grupos biológicos identificados en cada transecto en los sitios de fondos duros profundos (R3 y R33), se resumen en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Cobertura (%) de los diferentes grupos biológicos en fondos duros profundos		
GRUPO BIOLÓGICO	R3	R33
Corales	15.9	15.4
Gorgóneas	1.6	6.8
E esponjas	12.9	14.1
Zoántidos	1.1	3.1
Macroalgas	0	0
Otras formas de vida	0.9	1.1.
Coral con algas muertas	0	0
Algas coralinas	15.2	12.3
Corales enfermos	0	0
Fondo de arena y piedras	50.1	45.6
Desconocidos	2.3	2.7

Para los fondos duros profundos evaluados se censó un total de 357 individuos pertenecientes a 19 especies de peces, incluidas en 19 géneros y 16 familias. Todos los peces observados fueron óseos (Osteichthyes). Siendo la familia *Labridae* la más rica en especies con 3 especies, seguida de las familias *Lutjanidae*, *Lomacentridae* y *Pomacentridae* con 2 especies, y el resto de las familias con una especie (**Tabla 3**).

Las especies más abundantes son *Acanthurus bahianus* (8-14%), *Carangoides bartholomaei* (20-23%) y *Anisotremus virginicus* (15-17%, que representan más del 50% de la población.



Tabla 3. Composición y abundancia de peces en fondos profundos			
FAMILIAS (NOMBRE COMÚN)	ESPECIES	SITIOS DE MUESTREO	
		R3	R33
<i>Acanthuridae</i> (cirujanos)	<i>Acanthurus bahianus</i> (Castelnau, 1855)	25	15
<i>Carangidae</i> (jureles)	<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	35	44
<i>Scorponidae</i> (peces escorpión)	<i>Pterois volitans</i> (Linnaeus, 1758)	10	12
<i>Haemulidae</i> (roncador)	<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	30	28
	<i>Haemulon aurolineatum</i> (Cuvier, 1830)	18	10
<i>Holocentridae</i> (ardillas)	<i>Holocentrus rufus</i> (Walbaum, 1792)	2	2
<i>Kyphosidae</i> (chopas)	<i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus, 1758)	4	2
<i>Labridae</i> (labridos)	<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	2	4
	<i>Halichoeres bivittatus</i> (Bloch, 1791)	0	0
	<i>Halichoeres radiatus</i> (Linnaeus, 1758)	2	0
<i>Lutjanidae</i> (Pargos)	<i>Lutjanus cyanopterus</i> (Cuvier, 1828)	4	8
	<i>Lutjanus mahogoni</i> (Cuvier, 1828)	10	4
<i>Mullidae</i> (salmonete)	<i>Pseudupeneus plumieri</i> (Bloch, 1786)	2	4
<i>Pomacentridae</i> (dama)	<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	2	9
	<i>Stegastes fuscus</i> (Cuvier, 1830)	2	4
<i>Scaridae</i> (loros)	<i>Sparisoma viride</i> (Bonnaterre, 1788)	5	9
<i>Serranidae</i> (mero)	<i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	4	6
<i>Sparidae</i> (cabezón)	<i>Archosargus rhomboidalis</i> (Linnaeus, 1758)	10	21
<i>Sphyaenidae</i> (Barracuda)	<i>Sphyaena barracuda</i> (Edwards in Catesby, 1771)	0	2
<i>Tetraodontidae</i> (tamboril)	<i>Canthigaster rostrata</i> (Bloch, 1786)	4	2
<i>Balistidae</i> (Puerco)	<i>Canthidermis maculata</i>	0	0
TOTAL		171	186

Los resultados de porcentaje de cobertura (%) para el área muestreada de los diferentes grupos biológicos identificados en cada transecto en los sitios de fondos duros someros (R12, R15 y R18) se resumen en la **Tabla 4**.



Tabla 4. Cobertura (%) de los diferentes grupos biológicos en fondos duros someros

GRUPO BIOLÓGICO	R12	R15	R18
Corales	10.3	9.1	6.5
Gorgóneas	3.1	3.3	2.8
Esponjas	12.2	12.4	10.1
Zoántidos	1.1	1.2	2.2
Macroalgas	0	0	0
Otras formas de vida	2.4	2.1	1.5
Coral con algas muertas	0	0	0
Algas coralinas	3.1	2.4	3.2
Corales enfermos	0	0	0
Fondo de arena y piedras	66.7	62.3	68.1
Desconocidos	1.1	7.2	5.6

En los **fondos duros someros** se reportan un total de 1630 individuos pertenecientes a 32 especies de peces distribuidas en 25 géneros y 16 familias, siendo la familia *Pomacentridae* la más abundante con cinco especies, seguida por las familias *Haemulidae* y *Lutjanidae*, con cuatro especies y la familia *Labridae* con tres especies (**Tabla 5**).

Las especies más abundantes observadas fueron *Kyphosus sectratrix* (11-35%), *Carangoides bartholomaei* (7-8%), *Acanthurus bahianus* (9-33%) y *Anisotremus virginicus* (5-7%).

Cabe señalar, que la comunidad de peces registrada en los fondos someros está asociada con la disponibilidad de alimento y refugio. Cuenta con hábitats adecuados, en los que aparecen una buena diversidad de refugios (cornisas y pequeñas cuevas en las grandes rocas, fisuras en las plataformas rocosas, fondos de arena y algas, etc), por lo que alberga una comunidad rica y diversa de especies características de esta área del caribe.



Tabla 5. Composición y abundancia de peces en fondos someros

FAMILIAS (N. Común)	Especies	R12	R15	R18	T1	T2
Acanthuridae (cirujanos)	<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855	60	76	81	9	10
	<i>Acanthurus coeruleus</i> Bloch & Schneider, 1801	12	9	2	2	0
Carangidae (jureles)	<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	55	46	48	2	2
	<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	34	38	12	0	0
Scorpionidae (peces escorpión)	<i>Pterois volitans</i> (Linnaeus, 1758)	10	16	4	0	6
Gerreidae (mojarra)	<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	2	9	10	0	0
	<i>Gerres cinereus</i> (Walbaum, 1792)	6	12	16	0	0
Haemulidae (roncador)	<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	49	28	36	2	4
	<i>Haemulon carbonarium</i> Poey, 1860	10	21	20	0	0
	<i>Haemulon flavolineatum</i> (Desmarest, 1823)	25	14	9	0	0
	<i>Haemulon sciurus</i> (Shaw, 1803)	10	5	7	0	0
Holocentridae (ardillas)	<i>Holocentrus rufus</i> (Walbaum, 1792)	2	2	4	0	0
Kyphosidae (chopas)	<i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus, 1758)	220	56	69	0	0
Labridae (labridos)	<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	10	4	0	2	0
	<i>Halichoeres bivittatus</i> (Bloch, 1791)	2	10	9	0	0
	<i>Halichoeres radiatus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	2	0	0
Lutjanidae (pargos)	<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)	10	25	23	0	0
	<i>Lutjanus apodus</i> (Walbaum, 1792)	10	5	4	8	2
	<i>Lutjanus mahogoni</i> (Cuvier, 1828)	4	33	9	0	0
	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	10	23	4	0	0
Pomacanthidae (angeles)	<i>Holacanthus tricolor</i> (Bloch, 1795)	10	4	9	0	0
	<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	20	15	30	2	2
Pomacentridae (dama)	<i>Chromis insolata</i> (Cuvier, 1830)	0	0	4	0	0
	<i>Microspathodon chrysurus</i> (Cuvier, 1830)	10	0	4	0	0
	<i>Stegastes diencaeus</i> (Jordan & Rutter, 1897)	0	0	4	0	0
	<i>Stegastes partitus</i> (Poey, 1868)	0	0	6	0	0
	<i>Stegastes variabilis</i> (Castelnau, 1855)	10	2	2	0	0
Scaridae (loros)	<i>Scarus guacamaia</i> (Cuvier, 1829)	10	10	6	0	0
	<i>Sparisoma viride</i> (Bonnaterre, 1788)	0	10	8	0	0
Serranidae (mero)	<i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	0	0	6	0	0
Sparidae (cabezón)	<i>Calamus penna</i> (Valenciennes, 1830)	8	0	23	0	0
Sphyrnidae (Barracuda)	<i>Sphyrna barracuda</i> (Edwards in Catesby, 1771)	0	0	0	0	0
Tetraodontidae (tamboril)	<i>Diodon hystrix</i> (Linnaeus, 1758)	4	4	10	0	0
	<i>Canthigaster rostrata</i> (Bloch, 1786)	2	0	4	0	0



El área del rompeolas, se censó un total de un total de 576 individuos pertenecientes a 20 especies de peces, incluidos en 18 géneros y 13 familias. De estas especies, 20 fueron observadas asociadas al transepto externo del rompeolas y 13 especies asociadas en la parte interna del mismo (**Tabla 6**).

Tabla 6. Composición y densidad de especies en el rompeolas

FAMILIAS (NOMBRE COMÚN)	ESPECIES	ROMPEOLAS SECCIÓN EXTERNA	ROMPEOLAS SECCIÓN INTERNA
Acanthuridae (cirujanos)	<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855	120	60
	<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	20	35
Carangidae (jureles)	<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	40	22
Scorpiionidae (peces escorpión)	<i>Pterois volitans</i> (Linnaeus, 1758)	5	7
Haemulidae (roncador)	<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	40	33
Kyphosidae (chopas)	<i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus, 1758)	0	2
Labridae (labridos)	<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	6	0
	<i>Halichoeres radiatus</i> (Linnaeus, 1758)	2	0
	<i>Halichoeres chierchiae</i>	2	0
	<i>Thalassoma bifasciatum</i> (Bloch, 1791)	4	0
Lutjanidae (pargos)	<i>Lutjanus mahogoni</i> (Cuvier, 1828)	6	10
	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	10	12
Pomacanthidae (angeles)	<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	0	4
Pomacentridae (dama)	<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	35	12
	<i>Chromis cyanea</i> (Poey, 1860)	10	2
	<i>Stegastes diencaeus</i> (Jordan & Rutter, 1897)	23	6
	<i>Stegastes variabilis</i> (Castelnau, 1855)	12	0
	<i>Microspathodon chrysurus</i> (Cuvier, 1830)	10	0
Scaridae (loros)	<i>Sparisoma viride</i> (Bonnaterre, 1788)	8	0
Sparidae (cabezón)	<i>Archosargus rhomboidalis</i> (Linnaeus, 1758)	10	4
Tetraodontidae (tamboril)	<i>Canthigaster rostrata</i> (Bloch, 1786)	2	0
Dasyatidae	<i>Hypanus americanus</i> (Hildebrand & Schroeder, 1928)	2	0
TOTAL		367	209



El área del rompeolas resultó ser muy baja o casi nula en cuanto a organismos fijados a adheridos a sus rocas (**Tabla 7**). Esto tiene que ver más que nada con el poco tiempo de construcción y el constante oleaje que evita la colonización de esta área. Es necesario continuar un monitoreo formal durante la vida del proyecto para documentar y validar la conclusión que el hábitat es viable, y para asegurar que las operaciones del puerto no resulten en impactos ambientales negativos hacia las especies que habitan en el área.

Tabla 7. Cobertura (%) de los grupos biológicos en el rompeolas

GRUPOS BIOLÓGICOS	RO1	RO2	RO3	RO7	RO4	RO5	RO6
Corales	1.20	1.10	6.15	4.30	0.20	1.10	0.55
Gorgóneas	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
Eponjas	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Zoántidos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Macroalgas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otras formas de vida	0.10	0.00	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00
Coral con algas muertas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Algas coralinas	0.00	0.00	1.92	3.90	0.00	0.00	0.00
Corales enfermos	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00
Piedras	97.3	97.6	84.38	90.6	99.80	98.90	99.45
Desconocidos	1.40	1.30	4.15	1.20	0.00	0.00	0.00

De las especies invasoras se puede destacar la notoria presencia del pez león, *Pterois volitans*, (**Figura 6**), se observó que están posicionados en las partes altas de los fondos duros someros (74 individuos), profundos (56 individuos) y en el rompe olas (12 individuos), entre peces juveniles y adultos. Como especie invasiva, puede ocasionar graves problemas ecológicos en la estructura ictiológica de los arrecifes de los fondos duros de piedra y arrecifes de coral del área del Caribe de Panamá. Este pez, es una especie sumamente peligrosa para los humanos, que llegó a las aguas del Caribe de Panamá a través de las corrientes, invasión que se originó en Florida, Estados Unidos.

**Figura 6:** Pez león (*Pterois volitans*) – especie invasora en el área del proyecto

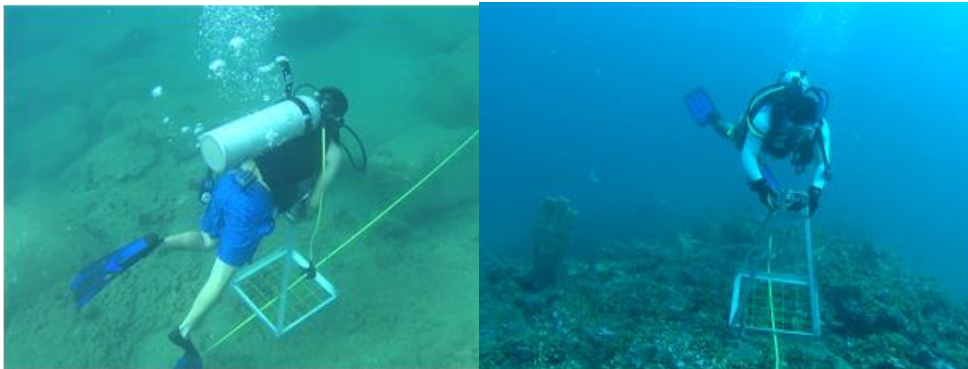




En la tabla 8 se resumen, para los años 2016, 2017 y 2018 (para los dos semestres) las observaciones de pez león (*Pterois volitans*) en ind/m<sup>2</sup> para los transeptos evaluados en el fondo somero (R12, R15 y R18) y fondo profundo (R3 y R33).

Tabla 8. Observaciones de pez león por año desde 2016							
AÑO	R3	R33	% Total	R12	R15	R18	% Total
2018-2S	10	12	05-Jun	10	16	4	0.8-3.3
2018-1S	18	16	3.2	15	25	4	5.3
2017	12	18	3	12	6	4	0.83
2016	18	8	7.6	40	25	18	9.3

**Figura 7:** Muestreo de fondos duros con cuadrante sobre soporte al que va incorporado la cámara submarina. Con esta técnica se ha mejorado la calidad y precisión de las fotografías submarinas en los cuadrantes de muestreo.



### Calidad de Agua

MPSA está monitoreando otros aspectos como calidad de agua y presencia de metales en la cadena trófica marina. Los resultados servirán como alerta de posibles impactos a la biodiversidad marina en el caso de presencia de condiciones no favorables para la vida acuática. En la tabla 9 se muestran los resultados de calidad de agua del monitoreo marino costero en 2018.



Tabla 9. Resultados de análisis químicos en agua marina

PARÁMETRO	UNIDAD ES	CODIGO SITIOS DE MUESTREO									
		R3	R33	Caimit o Este	R12	R15	R18	T1	T2	E-4	E-10
TSS	mg/L	31,50 n	31,20 n	31,800	31,60 n	31,45 n	31,40 n	31,23 n	31,51 n	31,63 4	31,30 n
TSD	mg/L	120	128	410	130	124	133	134	145	124	132
DBO	mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
COD	mg/L	1.4	1.1	1.9	1.3	1.2	1.2	1.1	1.5	1.3	1.2
Nitrato NO3	mg/L	0.21	0.23	0.56	0.12	0.15	0.19	0.24	0.10	0.16	0.23
Nitrito NO2	mg/L	0.010	0.015	0.012	0.025	0.010	0.010	0.012	0.011	0.015	0.010
Amonio NH4	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
N total	mg/L	1.3	0.7	2.1	0.5	1.1	1.2	1.4	1.1	1.2	1.4
Fosf. PO4	mg/L	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
Sulfatos SO4	mg/L	3300	3215	3300	3410	3600	2950	3457	3800	3310	3400
Cloruros Cl	mg/L	11,30 n	11,25 n	11,900	11,41 n	11,32 n	11,78 n	11,50 n	11,89 n	11,46 n	11,70 n
Magnesio	mg/L	1130	1120	1100	1110	1115	1201	1200	1120	1150	1300
Calcio	mg/L	340	345	355	320	330	361	390	350	368	380
Potasio	mg/L	533	545	536	551	560	575	540	560	567	490
Sodio	mg/L	8450	9100	9320	9600	9250	9200	8500	9100	8990	9200
Fluoruro	mg/L	1.00	1.00	1.00	1.01	1.02	1.10	1.12	1.00	1.10	1.11
Aceites y G	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Aluminio dis	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Aluminio tot	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Antimonio dis	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Antimonio tot	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Arsénico dis	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Arsénico tot	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Bario dis	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Bario tot	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	10.1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Berilio dis	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Berilio tot	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Boro dis	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Boro tot	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Cadmio dis	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Cadmio tot	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1



Tabla 9. Resultados de análisis químicos en agua marina

PARÁMETRO	UNIDAD ES	CODIGO SITIOS DE MUESTREO									
		R3	R33	Caimit o Este	R12	R15	R18	T1	T2	E-4	E-10
Cinc dis	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Cinc tot	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Cobalto dis	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Cobalto tot	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Cobre dis	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Cobre tot	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Cromo dis	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Cromo tot	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Hierro dis	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Hierro tot	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Manganeso dis.	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Manganeso tot.	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Mercurio dis	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Mercurio tot	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Molibdeno dis.	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Molibdeno tot.	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Níquel dis	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Níquel tot	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Plata dis	mg/L	0.340	0.356	0.388	0.420	0.320	0.345	0.420	0.356	0.560	0.210
Plata tot	mg/L	0.456	0.435	0.470	0.510	0.478	1.210	1.34	0.54	0.35	0.49
Plomo dis	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Plomo tot	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Selenio dis	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Selenio tot	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Vanadio dis	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Vanadio tot	mg/L	<0.00 1	<0.00 1	<0.001	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1	<0.00 1
Cianuro	mg/L	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10



Ingeniero  
Cesar Conte  
Director Regional Encargado  
MINISTERIO DE AMBIENTE  
Provincia de Colón

Asunto: Entrega del Trigésimo Informe de aplicación y eficiencia de las medidas de Mitigación, Control y Compensación del Proyecto Construcción del Proyecto "Mina de Cobre Panamá", aprobado mediante Resolución IA-1210-2011, de 28 de diciembre de 2011.

ANTHONY EDWARD PETERSEN, varón, australiano, mayor de edad, con número de pasaporte N4205734, en su calidad de Gerente de Ambiente – en ausencia del titular- de la sociedad **Minera Panamá, S.A. (en adelante MPSA)**, con domicilio social en Urbanización Punta Pacífica, Torre De Las Américas, Torre A, Piso 21, ciudad de Panamá, representación que consta acreditada ante esta Administración, concurre ante su despacho y con el debido respeto:

**EXPONE:**

- I.- Que con fecha 30 de diciembre de 2011, MPSA inició la etapa de construcción del proyecto, tal como fue informado mediante notificación escrita GO68-2011 a la Autoridad Nacional del Ambiente, de acuerdo con lo estipulado en la resolución DIEORA IA-1210-2011, de 28 de diciembre de 2011, en la cual la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), aprobó el Estudio de Impacto Ambiental (EslA) Categoría III del proyecto Mina de Cobre Panamá.
- II. Que la Resolución en mención, establece la obligación a MPSA de presentar cada tres meses durante la etapa de construcción y semestralmente durante la etapa de operación, y durante toda la vida útil del proyecto, ante la Administración Regional correspondiente, un informe de implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental y su Resolución aprobatoria.
- III. Que, con fecha de 30 de marzo de 2011, MPSA entregó su primer informe de seguimiento.
- IV. Que este documento constituye el trigésimo informe de seguimiento y ha sido elaborado, cumpliendo con los requerimientos y exigencias, que para tal efecto señala la legislación vigente.

Por lo expuesto,

**SOLICITA**, que tenga por presentado el Trigésimo informe de Aplicación y Eficiencia de las Medidas de Mitigación contenidas en el Estudio de Impacto Ambiental y su resolución aprobatoria. Dar por realizadas las manifestaciones que en él se contienen y, de conformidad a las mismas, tenga por debidamente cumplido, en tiempo y forma, el requerimiento establecido en el artículo 3, numeral 16, de la Resolución **DIEORA IA-1210-2011 de 28 de diciembre de 2011**.

Ciudad de Panamá, a la fecha de su presentación

  
**ANTHONY PETERSEN**  
Gerente de Ambiente  
Minera Panamá, S.A.

Ministerio de Ambiente  
**RECIBIDO**  
  
POR: \_\_\_\_\_  
FECHA: 22/7/14  
DESPACHO DEL DIRECTOR  
REGIONAL





# Trigésimo Informe de Seguimiento sobre la Implementación de los Compromisos Ambientales y Sociales

## Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Promotor:  
Minera Panamá, S.A.



No. de Informe	30
Período de Evaluación	Marzo, 2019 – Mayo, 2019
Fecha de Emisión	Junio, 2019

Ministerio DE Ambiente  
**RECIBIDO**

POR:

FECHA: 22/7/19

ESPACIO DEL DIRECTOR(A),  
REGIONAL



Trigésimo Informe de Seguimiento sobre la Implementación de los Compromisos Ambientales y Sociales del Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental y Social aprobado mediante la Resolución DIEORA 0871 del 5 de diciembre de 2013

Proyecto  
“Mina de Cobre Panamá”

Distrito de Donoso, Provincia de Colón

Preparado para:

Minera  Panamá

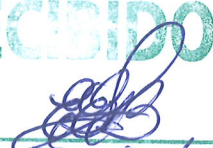
Elaborado por:




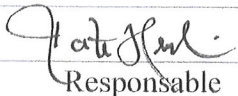
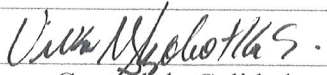
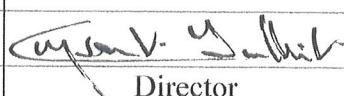
N° SC-CER139957



Ministerio de Ambiente  
**RECIBIDO**

POR:   
FECHA: 22/7/19  
DESPACHO DEL DIRECTOR(A)  
REGIONAL

Marzo, 2019 – Mayo, 2019

	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Responsable	 Control de Calidad	 Director
Idoneidad DIVEDA-AA-003-2012/ Act. 2018	Katuska Hernández DIPROCA-AA-018- 2015/ Act. 2017	Vilka Szobotka DIPROCA-AA-017-2010/ Act. 2017	Leyson Guillén DIVEDA-AA-012-2001/ Act. 2019



## INFORMACIÓN GENERAL

A continuación, se presentan los aspectos generales relacionados al seguimiento del Proyecto:

<b>Nombre del proyecto</b>	Mina de Cobre Panamá
<b>No. de Informe de Seguimiento Ambiental</b>	No. 30
<b>Alcance</b>	Verificar el cumplimiento de los compromisos del PMA, la resolución que aprueba el Proyecto, adendas y resolución de modificaciones aprobadas.
<b>Promotor del proyecto</b>	Minera Panamá, S.A. (MPSA)
<b>Domicilio del promotor</b>	Torre de Las Américas, Torre A, Piso 21, oficinas de Minera Panamá, S.A.
<b>Resolución que aprueba el proyecto</b>	Resolución DIEORA IA 1210-2011 del 28 de diciembre de 2011. Modificación del PMA bajo Resolución DIEORA 0871 del 5 de diciembre de 2013.
<b>Localización geográfica del proyecto</b>	Provincia de Colón, distrito de Donoso, corregimiento de San José del General.
<b>Persona de contacto de la empresa promotora</b>	Ing. Agustina Varela Superintendente del Departamento de Ambiente de MPSA.
<b>Empresa consultora</b>	Corporación de Desarrollo Ambiental, S.A. (CODESA)
<b>No. de idoneidad</b>	DIVEDA-AA-003-2012/ Act. 2018.
<b>Equipo auditor, personal de apoyo y registro de auditor</b>	
<b><u>Componente Ambiental:</u></b>	
<b>Leyson Guillén – Auditor Líder</b> (DIVEDA-AA-012-2001/ Act. 2019)	
<b>Personal de apoyo: Marilyn Castillo</b> (Idoneidad de Químico No. 713) y <b>Vilka Szobotka</b> (DIPROCA-AA-017-2017/ Act. 2017)	

Ministerio de Ambiente  
RECIBIDO

POR:

FECHA: 29/7/19  
DESPACHO DEL DIRECTOR(A)  
REGIONAL



<p><b><u>Componente de Biodiversidad:</u></b></p> <p><b>Katiuska Hernández (DIPROCA-AA-018-2015/ Act. 2017)</b></p>
<p><b><u>Componente Forestal:</u></b></p> <p><b>Masiel Caballero (DIPROCA-AA-001-2011/ Act. 2018. Idoneidad Ing. Forestal N° 6,166-09)</b></p> <p><b>Personal de apoyo: Graciela Valdespino (Bióloga Vegetal)</b></p>
<p><b><u>Monitoreos de parámetros ambientales y ocupacionales:</u></b></p> <p><b>Venicia Cerrud (DIPROCA-AA-037-2012/ Act. 2017)</b></p> <p><b>Personal de apoyo: Jorge Ortega (Biólogo)</b></p>
<p><b><u>Componente de Seguridad y Salud Ocupacional:</u></b></p> <p><b>Juan De Andrade (DIPROCA-AA-020-2017)</b></p> <p><b>Personal de apoyo: Ana Méndez (Geólogo), Manuel Mejía (Ing. Electromecánico)</b></p>
<p><b><u>Componente Social y Recursos Culturales:</u></b></p> <p><b>Ingrid Quezada (DIPROCA-AA-034-2017)</b></p> <p><b>Personal de apoyo: Gustavo Leal (Antropólogo)</b></p>

Fuente: CODESA, 2019.

Ministerio de Ambiente  
**RECIBIDO**  
POR:   
FECHA: 25/7/19  
DESPACHO DEL DIRECTOR(A)  
REGIONAL



Traducción Certificada

**AKA**

No. de Registro 2005/075 069/23

Número VAT: 4560220446

Apartado 120, Gonubie, 5256

Oficina 16C, Centro Schwedelm, Gonubie, 5257

Celular: 0824578161/ 0834436681

Correo Electrónico: [alan@akarisk.com](mailto:alan@akarisk.com) / [kevin@akarisk.com](mailto:kevin@akarisk.com)

15 de agosto 2019

First Quantum Minerals Limited  
MINERA PANAMA, S.A

**Referencia:** Proyecto Mina de Cobre Panamá, Estudio de Impacto Ambiental Categoría III, Compromiso N13354

**Asunto:** Carta de Certificación de Auditoría

A quien esto le pueda interesar,

El Gerente General de **AKA – Especialistas en Gestión de Riesgo**, firma consultora, localizada en la ciudad de Gonubie, Londres Este, Sur África, certifica que nuestra firma consultora ha realizado el servicio de auditor al Sistema de Gestión Ambiental de Minera Panamá, S.A., entre el 1ero y el 11 de julio del 2019, (5 días calendarios, 1 auditor en sitio, y 4 días de redacción de reportes) cumpliendo de esta manera con el compromiso No. 13354, del Plan de Gestión Ambiental, establecido en el Estudio de Impacto Ambiental Categoría III, del Proyecto de Mina de Cobre Panamá.

El auditor también evaluó el progreso en el establecimiento y la implementación del sistema de gestión ambiental en los términos de ISO 14001:2015 y los siguientes componentes básicos fueron incluidos:

- Contexto de la Organización
- Liderazgo
- Planificación
- Soporte
- Operaciones
- Evaluación del Desempeño
- Mejoras

Por favor no dude en contactarnos para cualquier pregunta o detalle adicional.

De Usted sinceramente,

[Aparece Firma]

Alan van Dyl

**AKA Especialistas en Gestión de Riesgo CC.**

Aka Especialistas en Gestión de Riesgo CC

Página 1 de 1

/Certifico que esta es una traducción certificada del inglés al español del documento presentado ante mí el 16 de agosto del 2019. Xenia Choy Atencio. Traductor Público Autorizado. Resolución No. 375 del 5 de octubre de 1984, del Ministerio de Gobierno y Justicia. República de Panamá.

  
**Xenia M. Choy**  
Traductor Público Autorizado  
Resolución # 375 del 5 de Octubre de 1984





**REGISTRO DE ASISTENCIA – ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST**

ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING ENTRENAMIENTO EN SITIO / ON SITE TRAINING LECCIONES APRENDIDAS / LESSONS LEARNED OTRO / OTHER

Título / Title: Resgo Químico

Facilitador Nombre y Firma:

Facilitator Name and Signature: Asstid Boniller

Lugar:

Location: ERT-Sdm

Fecha / Date: 31-05-2019

Hora Inicio / Time Start: 8:00 am

Hora Fin / Time End: 10:00 am

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T	P	# Sticker
1	<u>Luis Eguaral</u>	<u>M.P.S.A</u>	<u>5575</u>	<u>Luis Eguaral</u>			<u>0303</u>
2	<u>Frank Ortega</u>	<u>M.P.S.A</u>	<u>01351</u>	<u>Frank Ortega</u>			<u>0300</u>
3	<u>Oscar Mora</u>	<u>M.P.S.A</u>	<u>19495</u>	<u>Oscar Mora</u>			<u>0297</u>
4	<u>Dorinda Mora</u>	<u>M.P.S.A</u>	<u>19352</u>	<u>Dorinda Mora</u>			<u>0294</u>
5	<u>Isaias Ortega</u>	<u>M.P.S.A</u>	<u>5576</u>	<u>Isaias Ortega</u>			<u>0291</u>
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test practico/Field test; N=No aprobado / No Approved RF=Refrescamiento / Refreshing A=Aprobado/Approved



Título / Title:

Hoycom - Comunicaciones de Celular

Facilitador Nombre y Firma:

Cecilia Jendy

Lugar:

ECT-rama

Facilitator Name and Signature:

14/6/19

Fecha / Date:

Hora Inicio / Time Start:

8:00

Location:

Hora Fin / Time End:

20:00

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T	P	# Sticker
1	Rigoberto Mojica	FCD -	1-719-1640	[Signature]			0032
2	Jennifer Santamaria	FCD	41-750-793	[Signature]			0030
3	[Signature]	FCD	8-786-2460	[Signature]			0028
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test practico/Field test; N=No aprobado / No Approved RF=Refrescamiento / Refreshing A=Aprobado/Approved



## REGISTRO DE ASISTENCIA – ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST

ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING ENTRENAMIENTO EN SITIO / ON SITE TRAINING LECCIONES APRENDIDAS / LESSONS LEARNED OTRO / OTHER

Titulo / Title:

HACCOA: Com. Felipe G. Guirao

Facilitador Nombre y Firma:

Cecilia Sanchez

Lugar:

Location: ER7 MINVA

Facilitator Name and Signature:

Fecha / Date:

19 / Julio / 2019

Hora Inicio / Time Start:

8:00hs

Hora Fin / Time End:

10:30hs

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T	P	# Sticker
1	Julian Guirao	MPSA	3117603	Julian G			
2	Mateo Ortega	MPSA	2-130-61	Mateo			
3	Luis A. Diaz	M.P.S.A	9-789-590	Luis A Diaz			0288
4	ALBERTO GONZALEZ	M-P.S.A	9-756-923	Alberto Gonzalez			0067
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test practico/Field test; N=No aprobado / No Approved RF=Refrescamiento / Refreshing A=Aprobado/Approved





**REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST**  
ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING  
ENTRENAMIENTO EN SITIO / ON SITE TRAINING  
LECCIONES APRENDIDAS / LESSONS LEARNED

OTRO / OTHER

Titulo / Title:

*Capacitación*

Lugar:

*Salón Q in - DCA*

Facilitador Nombre y Firma:

*Arto Rodriguez*

Facilitator Name and Signature:

Hora Inicio / Time Start:

*08:00*

Hora Fin / Time End:

*10:00*

Fecha / Date:

*15 de Julio 2019*

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T P	# Sticker
1	<i>JOSE HIGUERA</i>	<i>MRBA</i>	<i>6-717-2336</i>	<i>Jose Higuera</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>100%</i>
2	<i>ALBERTO GONZALEZ</i>	<i>MPSB</i>	<i>9-756 923</i>	<i>Alberto Gonzalez</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>100%</i>
3	<i>CRISTIAN IBARRA</i>	<i>STRACON</i>	<i>3-712-525</i>	<i>Cristian Ibarra</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>100%</i>
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test practico/Field test; N=No aprobado / No Approved

RF=Refrescamiento / Refreshing A=Aprobado/Approved



# REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST

ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING

ENTRENAMIENTO EN SITIO / ON SITE TRAINING

LECCIONES APRENDIDAS / LESSONS LEARNED

OTRO / OTHER

Título / Title:

Entrenamiento de valores

Lugar:

Salón Pin-8237

Facilitador Nombre y Firma:

Agustín Rodríguez

Location:

Hora Fin / Time End:

10:00

Facilitator Name and Signature:

Fecha / Date:

15 de Julio 2012

Hora Inicio / Time Start:

08:00

Hora Fin / Time End:

10:00

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T	P	# Sticker
1	William A Pizarro	STRACON	2-726-963	William A Pizarro	-	-	100%
2	Clara M. Gonsu P	STRACON	8-954-769	Clara M. Gonsu P	-	-	100%
3	Daniel Gualle	STRACON	2-721-88	Daniel Gualle	-	-	95%
4	Harold GONZALEZ	MPSA	2-720-420	Harold GONZALEZ	-	-	100%
5	Yahiro Estierres	STRACON	8-371-549	Yahiro Estierres	-	-	95%
6	Alma Silveira	STRACON	4-712-1874	Alma Silveira	-	-	100%
7	Carlos Lopez	MPSA	8-880-1879	Carlos Lopez	-	-	100%
8	William Chong	STRACON	4-144-236	William Chong	-	-	100%
9	Kevin Gomez	MPSA	8-911-2026	Kevin Gomez	-	-	95%
10	Jose Luis Ortega	STRACON	8-420-209	Jose Luis Ortega	-	-	100%
11	Iver Orellana R	STRACON	181241211	Iver Orellana R	-	-	100%
12	Isabel Ramirez	STRACON	4-218-628	Isabel Ramirez	-	-	100%

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test practico/Field test; N=No aprobado / No Approved

RF=Refrescamiento / Retreshing A=Aprobado/Approved



## REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST

ENT: ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING

ENTRENAMIENTO EN SITIO / ON SITE TRAINING

LECCIONES APRENDIDAS / LESSONS LEARNED

OTRO / OTHER

Titulo / Title:

Trabajo en Altura

Facilitador Nombre y Firma:

Arantza Rodriguez

Lugar:

Location:

Sector de In-Plant

Facilitator Name and Signature:

Fecha / Date: 15 de Julio 2019

Hora Inicio / Time Start: 13:00

Hora Fin / Time End: 16:00

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T	P	# Sticker
1	Angel Hidalgo	MPSA	8-932-2072	Angel A. Hidalgo	/		8199 / 956
2	Charlene Hernandez Scales	M.P.S.A	2-731-246	Charlene Scales	/		8190 / 956
3	Williams E Gonzalez	MPSA	2-733-2301	Williams Gonzalez	/		8099 / 1006
4	Bolivia Camargo	MPSA	2-733-2284	Bolivia Camargo	/		8196 / 1006
5	Kevin Gomez	MPSA	8-911-2024	Kevin Gomez	/		8184 / 1006
6	ALBERTO GONZALEZ	MPSA	9-256-923	Alberto Gonzalez	/		8193 / 956
7	José A. Usuga Canegas	MPSA	1-734-2315	José A. Usuga	/		8187 / 1006
8	Harold A. Guerrero	MPSA	2-720-420	Harold A. Guerrero	/		8103 / 906
9							
10							
11							
12							

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test practico/Field test; N=No aprobado / No Approved

RF=Refrescamiento / Refreshing

A=Aprobado/Approved



# REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST

ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING

ENTRENAMIENTO EN SITIO / ON SITE TRAINING

LECCIONES APRENDIDAS / LESSONS LEARNED

OTRO / OTHER

Título / Title:

Bloqueo y Etiqueta de

Facilitador Nombre y Firma:

Facilitator Name and Signature:

Asdrubal Rodríguez

Lugar / Location

Salón Pin-Box

Fecha / Date:

23 de Julio 2019

Hora Inicio

Time Start:

10:00

Hora Fin / Time End:

12:00

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T.P. Sticker
1	Rodrick Caballero	Kal fire	8-782702	Rodrick Caballero	9881
2	Ylderson Palacios	KAL FIRE	8-851-1590	Ylderson Palacios	9822
3	JOSE GUIMBALOMB	MPSA	E-8-163117	JOSE GUIMBALOMB	9819
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test practico/Field test; N=No aprobado / No Approved RF=Retrescamento / Refreshing A=Aprobado/Approved





# REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST

ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING

ENTRENAMIENTO EN SITIO / ON SITE TRAINING

LECCIONES APRENDIDAS / LESSONS LEARNED

OTRO / OTHER

Título / Title:

Lugar:

Location:

Facilitador Nombre y Firma:

Facilitator Name and Signature:

Fecha / Date:

Hora Inicio / Time Start:

Hora Fin / Time End:

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T	P	# Sticker
1	Pedro Sanchez Ramirez	Metsu	1726832322	Pedro Sanchez			0803
2	Alan Eduardo Gaspari Peralta	Metsu	626735410	Alan Gaspari			0800
3	MARTIN RIOS DEL AGUILA	METSU	118099703				2223
4	René Blanchet	METSU	H6365438				2226
5	Eduin Gutierrez	Metsu	A6780863				2191
6	Nicente Serrano Coronado	Metsu	G26292749	Nicente Serrano			2173
7	Jose Alfredo Gonzalez Valenzuela	Metsu	6-23783309				2169
8	JOSE RASCIENCIA ROBELO	METSU	630326454				2144
9	José Gerardo Obra Ramirez	Metsu	G33394309				2198
10	Arnaldo Obaidet Salvatierra	Metsu	G29567104				0297
11	José Alberto Valenzuela	Metsu	G24988166	José A. Valenzuela			0294
12							

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test practico/Field test; N=No aprobado / No Approved RF=Refrescamiento / Refreshing A=Aprobado/Approved





## REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST

ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING

ENTRENAMIENTO EN SITIO / ON SITE TRAINING

LECCIONES APENDIDAS / LESSONS LEARNED

OTRO / OTHER

Titulo / Title:

E3 Pccid Confinado

Facilitador Nombre y Firma:

Agustin Rodriguez

Lugar:

Salon Pignon

Facilitator Name and Signature:

Fecha / Date:

02 de Julio 2015

Hora Inicio / Time Start:

12:00

Hora Fin / Time End:

16:00

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T / P	# Sticker
1	Arnoldo Baldez Salvatierra	Netsa	929567104			2016 100%
2	José Alfredo González Valenzuela	Netsa	623783367			2016 85%
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test practico/Field test; N=No aprobado / No Approved; R=Refrescamiento / Refreshing; A=Aprobado/Approved



## OTRO / OTHER

134

Hora Fin Time End:

Hora Fin Time End:

9906  
1008  
1008  
856  
756  
856  
906  
756

A=Aprobado/Approved



# REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST

ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING

ENTRENAMIENTO ON SITE / ON SITE TRAINING

LECCIONES APRENDIDAS / LESSONS LEARNED

OTRO / OTHER

Título / Title:

Escuela de Hombres

Lugar: Location

Salón 911-1006

Facilitador Nombre y Firma:

Arístides Padua

Facilitator Name and Signature:

Fecha / Date:

02 de Julio 2014

Hora Inicio / Time Start

08:00

Hora Fin / Time End

10:00

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T P	# Sticker
1	Anya / Hidalgo	MPSA	8-932-2072	Anya H. Hidalgo		1006
2	Charlene Y Hernandez Salas	MPSA	2-731-246	Charlene Y Hernandez Salas		958
3	Rafael Lemayo	MPSA	2-733-2284	Rafael Lemayo		1006
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Notes: T: Test escrito/Writing test: P: Test practico/Field test: N=No aprobado / No Approved

RF=Refrescamiento / Retreshing

A=Aprobado/Approved



**REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST**

ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING

ENTRENAMIENTO EN SITIO / ON SITE TRAINING

LECCIONES APRENDIDAS / LESSONS LEARNED

OTRO / OTHER

Título / Title:

3 espacios de trabajo

Lugar / Location:

Salvador

Facilitador Nombre y Firma:

Andrés Rodríguez

Hora Fin / Time End: 12:00

Fecha / Date:

02 de Julio 2017

Hora Inicio / Time Start: 10:00

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T P	# Sticker
1	Anelmis Aguilar	FCD	2-720-208	Anelmis Aguilar		0779
2	Fernando Sanchez	FCD	9-204-168	Fernando S.		0879
3	Isaac Rueda	FCD	9-272-2342	Isaac Rueda		0876
4	Acides Cruz	MPS	7-93-1235	Acides Cruz		0875
5	Belva Comago	MPSA	2-733-2284	Belva Comago		0788
6	Chayne Hernandez	MPSA	2-731-246	Chayne Hernandez		0785
7	Anya/ Hidalgo	MPSA	8-932-2072	Anya/ Hidalgo		0791
8						
9						
10						
11						
12						

Notes: T: Test escrito/Writing test: P: Test practico/Field test: N=No aprobado / No Approved

RF=Refrescamiento / Refreshing A=Aprobado/Approved





**REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO** **SPECIFIC TRAINING PARTICIPANTS LIST**  
ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING

Título / Title:

Facilitador Nombre y Firma:  
Facilitator Name and Signature

Fecha / Date: 13 de Junio 2019

Hora Inicio: 10:00

Hora Fin: 12:00

Blogueo y Etiqueta de  
Anti-bullying

Ubicación:

Nombre:

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte ID or Passport	Firma / Signature	Sticker
1	José Leonel Ceina	TB	27071113	[Signature]	2350
2	Eliecer Vega	Tierra Bond	2737-1674	[Signature]	2318
3	Walter R.T.T.	Blocfin	4-720-1633	[Signature]	2167
4	José A. M. Anacle	F.C.D.	4-713-1846	[Signature]	2152
5	Aurelio A. CARMY	F.C.D.	4-733-84	[Signature]	2149
6	Gilberto E. Jasso	T. Bond	8-853-262	[Signature]	2287
7	Kevin P. P. P.	F.C.D.	8-919-1689	[Signature]	2170
8	Wilfredo Mendeiz	F.C.D.	9-731-946	[Signature]	2164
9	Lorens L Delgado L	MPSA	8-781-469	[Signature]	2259
10	Julio Guerra	F.C.D.	1-768-667	[Signature]	2146
11					
12					

Notes: T: Test escrito/Writing test P: Test práctico/Practical test





REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO  
ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING

Título / Title:

Facilitador Nombre y Firma:  
Facilitator Name and Signature:

Fecha / Date:

Asesoría Contable  
Agustín Lechuga

Hora Inicio Time Start 15:00

Fin Hora Fin Time End 18:00

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa Company	Cedula o Pasaporte ID or Passport	Firma / Signature	Sticker
1	Jesús Fco. Marinero. Mendoza	Metso	633394319		2756756
2	Andrés Uzuu Villa	SIEMENS	P05403250		26951006
3	Jose de Jesus Sustaita Paz del. Siemens.		G34685408		27011006
4	Isidro Montoya Silva	METSO	625253062		2716906
5	Jose Raúl García Villegas	METSO	G-31883155		2713906
6	José Miguel Higueras Figueras	Metso	G-32416626		2720906
7	Cesar Manuel Espinoza Díaz	METSO	G-25948459		2689906
8	Angel Ceil Rojasporcel S.	Metso	G-33394359		2726906
9	Fernando Marinho/CSSO M. Metso		G30536282		2729906
10	Juan Antonio Lechuga	Metso	G33628506		2723906
11	José Homero Sánchez Rincón	Metso	G33831094		2723906
12	Andrés Espinoza Cámara	Metso	G33394443		26981006

Notes: T: Test escrito/Writing test. P: Test práctico/Practical test.





REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST

OTRO / OTHER

Título / Title:

Facilitador Nombre y Firma:  
Facilitator Name and Signature:

Fecha / Date:

11/06/2015

Hora Inicio

Time Start

15:00

Hora Fin

Time End

18:00

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empleado / Employee	Cédula o pasaporte ID or Passport	Firma / Signature	T. P.	# Sticker
1	FERNANDO ALBA ACEVEDO	NETSO	G-34005312	Fernando Alba	2704	1008
2	JOSÉ ISRAEL GARCÍA MENDIZ	NETSO tec. Mec	G33381312	José E. García M.	2707	1008
3	RODRIGO CONTRERAS HERNÁNDEZ	NETSO	G24988171	Rodrigo Contreras HDL	2737	908
4	CRISTIAN HUMBERTO GALLEGOSS JASSO	NETSO	G305341788	Cristian	2738	908
5	JUAN CARLOS OLIVERA CARRERA	NETSO	G31770191	Juan Carlos O.	2735	908
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Notes: T: Test escrito/Writing test P: Test práctico/Practical test

Supervised by: A=Authorized/Approved



**REGISTRO DE ASISTENCIA – ENTRENAMIENTO ESPECIFICO**

ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING

SPECIFIC TRAINING

PARTICIPANTS LIST

Titulo / Title:

Facilitador Nombre y Firma:  
Facilitator Name and Signature

Fecha / Date:

10 de Junio 2019

Hora Inicio

Hora Fin

10:00

Total En

13:00

Evaluación de los cursos

Firma del facilitador

Firma del participante

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte ID or Passport	Firma / Signature	T	P	Sticker
1	José Carlos	FCD	9-738-2233		/	/	958
2	Daniela de Jem	F.C.D	8-771-1848		/	/	958
3	Carlos Ramos	MPSA	8-314-272		/	/	958
4	ABDIEL ESCALA	THP	8-391-379		/	/	958
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

Notes: T: Test escrito/Writing test P: Test práctico/Practical test A: Aprobado/Approved





# REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST

OTHER

Título / Title:

Facilitador Nombre y Firma.

Facilitator Name and Signature

Fecha / Date:

1 Oct 2019

08:00

10:00

Lugar

Carrión

#	NOMBRE / NAME	Empresa	Identificación	Firma / Signature	Marked
LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS					
1	José Israel García Menda	Netso	933381312	José I. García	2435 100%
2	Fernando Ulla Azevedo	Netso	634005312	Fernando Ulla	2418 100%
3	Andrés Espinoza Camero	Netso	933394443	Andrés E.	2334 100%
4	Jesús Eco. Mancera N.	Netso	633394319	J. E.	2427 100%
5	Isidro Montoya Silva	Netso	925253062	Isidro Montoya	2328 100%
6	Oscar Manuel Esparta Díaz	Netso	625948459	Oscar M.	2421 95%
7	Angel Ceil Bojorquez Garcia	Netso	633394359	Angel C.	2442 75%
8	José Raúl García Vilegas	Netso	6318083155	J. R. G.	2424 100%
9	José Miguel Higuerre Figueroa	Netso	632416626	J. M. H.	2337 95%
10	Rodrigo Contreras Hernandez	Netso	624988171	Rodrigo Contreras	2430 95%
11	Cristian Humberto Gallegos Jasso	Netso	630534788	C. H. G.	2433 100%
12	Ulrich Carlos Rivera Carrion	Netso	631770191	U. C. R.	2436 100%

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test práctico/Practical test; A: Aprobado/Approved





REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST

ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING

ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING

RECURSOS / RESOURCES

LEARNING / OTHER

Título / Title:

Trabajo en Caliente

Facilitador Nombre y Firma:

Yulhi Rodriguez

Facilitator Name and Signature

Fecha / Date:

18/05/2019

Hora Inicio

08:00

Fin

10:00

Yulhi Rodriguez

#	NOMBRE / NAME	Empresa / Company	Cédula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T.P.	# Sticker
1	Carlos Rangel	MPSA	8-314-272	Carlos Rangel	/	2331
2	Camilo de Juen	F.C. D	8-771-1848	Camilo de Juen	/	2340
3	Juan Antonio Lechuga Barrera	Metso	433628506	Juan A. Lechuga	/	2349
4	Fernando Marmoleso M. Metso		630536282	F. M. M.	/	2346
5	José Homero Sánchez Rangel	Metso	633831044	Homero Sánchez	/	2343
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test práctico/Practical test; Metso: Metso; MPSA: MPSA; F.C. D: F.C. D; Yulhi Rodriguez: Yulhi Rodriguez





REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO

SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST

Título / Title:

Facilitador Nombre y Firma:  
Facilitator Name and Signature:

Fecha / Date:

20 de Junio 2013

Hora Inicio

Time Start

08:00

Hora Fin

Time End

13:00

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cédula o pasaporte ID or Passport	Firma / Signature	T	P	#	Shaker
1	Michael Canabady	MPSA	4-714-2126	[Signature]	/	/	3407	90%
2	Ornel Inguin H	F.C.D	4-281-937	[Signature]	/	/	3413	85%
3	José A Rios	BluePen	8-840-2042	[Signature]	/	/	2758	85%
4	Frank Goner	F.C.D	4-126-1310	[Signature]	/	/	3392	75%
5	Francisco Perez	F.C.D	8-732-1050	[Signature]	/	/	3389	100%
6	Francisco Castillo	F.C.D	9-733-913	[Signature]	/	/	3395	75%
7	Juan Olivero	F.C.D	2-725-7	[Signature]	/	/	3385	75%
8	Nicardo Bala	MPSA	3-708-1421	[Signature]	/	/	2752	85%
9	Juan Carlos Gastillo	MPSA	3-723-1202	[Signature]	/	/	3313	75%
10	Reben Sanders	MPSA	1-718-1583	[Signature]	/	/	3410	100%
11	Guillermo A. Ebarra	MPSA	2-720-2212	[Signature]	/	/	2755	75%
12	David Jimenez	MPSA	8-847-2032	[Signature]	/	/	3416	100%

Notes: T: Test escrito/Writing test P: Test práctico/Practical test



**REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING PARTICIPANTS LIST**

OTHER OTHER

Titulo / Title:

Español para el trabajo

Lugar

Location:

SK

15:00

Facilitador Nombre y Firma:

Agustín Rodríguez

Hora Inicio

Hora Fin

Time End:

Fecha / Date:

20 de junio 2014

Time Start

08:00

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cédula o pasaporte ID or Passport	Firma / Signature	# Sticker
1	Dieier Gil	MPSA	2-745-576	Dieier Gil	3386 756
2	MOSA MONTEZUMA	MPSA	8-839-271	Mosa C. Montezuma	3419 906
3	Kimberley Espinosa	MPSA	PE-14-1053	Kimberley Espinosa	3421 1006
4	Schilito Leon	MPSA	4-739-2205	Schilito Leon	3418 856
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Notes: T: Test escrito/Writing test P: Test práctico/Practical test

F: Test de fuerza/Strength test

A: Test de aptitud/Aptitude test

S: Test de salud/Health test

A: Aprobado/Approved



ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING ☒ ENTRENAMIENTO EN SITIO / ON SITE TRAINING ☒ LECCIONES APRENDIDAS / LESSONS LEARNED ☐ OTRO / OTHER ☒

187

Lugar: 2017

Location: 2-2-10

Hora Fin / Time End: 12:00

956  
956  
756  
856

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test practico/Field test; N=No aprobado / No Approved RF=Refrescamiento / Refreshing A=Aprobado/Approved





REGISTRO DE ASISTENCIA ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING PARTICIPANTS LIST

Tarapacá en Caliente  
27 de Mayo 2014  
Fuerza Policial

Loger  
Location  
08:00

Cinco

10:00

NOMBRE / NAME

Empresa / Company

Cedula o pasaporte  
/ ID or Passport

Firma / Signature

David Del Cid

F.C.D

8-879-1657

20031 / 956

Vicente Gomez

F.C.D

4-157-835

2004 / 1016

Enrique Alvarado

F.C.D

9-733-2099

20037 / 959

Sahyeh Fernandez

FCD

6-717-1238

20034 / 956

Carla Martinez

FCD

8-820-2223

20022 / 756

Thompson Salas

FCD

8-766-990

20007 / 756

Leidy Reyes

FCD

005250802

2000 / 754

Miguel Rodriguez

IME

9-714-2341

20028 / 959

Miguel Casso

RHE

8-844-2254

1997 / 759

Julio Andres Sanchez

RHE

10-58-2

2010 / 1008

Daniel F. Fernandez

RHE

8-239-590

2014 / 756

Salvador Williams

FCD

9-255-222

20025 / 1006





REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST

Nombre / Name

Facilitador / Instructor y Firma  
Facilitator / Name and Signature

27 de Mayo 2014

Roberto Rodriguez

08:00

Lugar / Location

NOMBRE / NAME

Empresa / Company

Cedula o pasaporte / ID or Passport

Firma / Signature

T P

David Jimenez

FDC

8-847-202 No

8013 806





# REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST

ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING

ENTRENAMIENTO EN SITIO / ON SITE TRAINING

LECCIONES APRENDIDAS / LESSONS LEARNED

OTRO / OTHER

Título / Title:

15 juegos de Etapa de

Facilitador Nombre y Firma:

Facilitator Name and Signature:

Arbiter Rodriguez

Lugar:  
Location:

Cinema

Fecha / Date:

27 de Mayo de 2019

Hora Inicio / Time Start:

10:00

Hora Fin / Time End:

12:00

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T	P	# Sticker
1	Enrique Alvarado	F.C.D	9-733-2099	Enrique Alvarado	/		2559
2	Alcántara	F.C.D	4-153-872	Alcántara	/		2535
3	David Del Cid	F.C.D	8-879-1657	David Del Cid	/		2565
4	Selwyn Williams	F.C.D	4-739-2203	Selwyn Williams	/		2559
5	David Jiménez	F.C.D	8-847-2022	David Jiménez	/		2532
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test practico/Field test; N=No aprobado / No Approved RF=Retrescamiento / Refreshing A=Aprobado/Approved

559-987-8





# REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST

ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING ENTRENAMIENTO EN SITIO / ON SITE TRAINING LECCIONES APRENDIDAS / LESSONS LEARNED OTRO / OTHER

Título / Title: Trabajo en Caliente

Facilitador Nombre y Firma: Agustín Rodríguez Lugar: Cinera

Facilitator Name and Signature: Agustín Rodríguez Location: Cinera

Fecha / Date: 28 de Mayo 2019 Hora Inicio / Time Start: 08:00 Hora Fin / Time End: 10:00

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T	P	# Sticker
1	Carlos Paucín	FCD	601926783		/		2044
2	Ricardo Hoyos	F.C.D	1-319-1640		/		2035
3	Kaury Pérez	F.C.D	8.867-1689		/		2026
4	Emilio Jerrano C.	FCD	4-732-943		/		2032
5	Bachón Flores	F.C.D	4-704-1975		/		2038
6	Ricardo Martínez	F.C.D	8-322-944		/		2029
7	Kadir Abdal thousand	F.C.D	8.862-853		/		2041
8							
9							
10							
11							
12							

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test practico/Field test; N=No aprobado / No Approved RF=Refrescamiento / Refreshing A=Aprobado/Approved



# REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST

ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING

ENTRENAMIENTO EN SITIO / ON SITE TRAINING

LECCIONES APRENDIDAS / LESSONS LEARNED

OTRO / OTHER

Título / Title:

Permiso de Trabajo

Lugar:

Location:

Cinco

Facilitador Nombre y Firma:

Apokh Pedruz

Fecha / Date:

22/05/2015

Hora Inicio / Time Start:

10:00

Hora Fin / Time End:

12:00

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T P	# Sticker
1	Bryan Marcogagas	FCD	8-880-1105	Bryan Marcogagas	/	756
2	Alcance Gomez	FCD	4-157-835	Alcance Gomez	/	756
3	Enrique Alvarado	FCD	9-733-2099	Enrique Alvarado	/	956
4	Jose Diaz	FCD	8-413-283	Jose Diaz	/	956
5	Miguel Perez	F.C.D	8-839-1005	Miguel Perez	/	956
6	David Jimenez	F.C.D	8-847-2022	David Jimenez	/	956
7	Marco Bedmarant	FCD	8-857-1666	Marco Bedmarant	/	956
8	Miraya Aib	FCD	8-834-420	Miraya Aib	/	956
9	Jose Mendoza	FCD	2-737-2417	Jose Mendoza	/	956
10	Joan Candiotte	FCD	4-764-1127	Joan Candiotte	/	956
11	Eddi Perez	FCD	2-745-2229	Eddi Perez	/	956
12	Henry Basquez	FCD	9-729-1107	Henry Basquez	/	956

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test practico/Field test; N=No aprobado / No Approved RF=Refrescamiento / Refreshing A=Aprobado/Approved





REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST

ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING

ENTRENAMIENTO EN SITIO / ON SITE TRAINING

LECCIONES APRENDIDAS / LESSONS LEARNED

OTRO / OTHER

Título / Title:

Permiso de trabajo

Lugar:

Location:

Camino a la

18/06/2014

Facilitador Nombre y Firma:

Asesoría Pedagógica

Hora Fin / Time End:

Fecha / Date: 29 de Mayo 2014

Hora Inicio / Time Start:

10:00

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T P	# Sticker
1	Salin W Gonzales	FCD	4-735-7208	Salin W Gonzales	-	756
2	Ricardo Rojas	FCD	1-719-1640	Ricardo Rojas	-	756
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test practico/Field test; N=No aprobado / No Approved RF=Refrescamiento / Refreshing A=Aprobado/Approved





REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST  
ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING ENTRENAMIENTO EN SITIO / ON SITE TRAINING LECCIONES APRENDIDAS / LESSONS LEARNED

OTRO / OTHER

Título / Title:

Facilitador Nombre y Firma:

Facilitator Name and Signature:

Fecha / Date:

Hora Inicio / Time Start:

Hora Fin / Time End:

Bloque y S. Huelso

Agustin Rodriguez Bregon

30 de Mayo 2019

10:00

12:00

Location:

Location:

S. Huelso

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cedula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T P # Sticker
1	Leis Carlos Pido	FCD	8-751980	[Signature]	2631
2	Leonardo Hues	FCD	396-337	[Signature]	2628
3	Songe Monales	Tierra Bond	2-703-992	[Signature]	2538
4	Julio Llano	Tierra Bond	2-713-624	[Signature]	2190
5	Samuel Oliva	Tierra Bond	2-725-836	[Signature]	2183
6	Eric Coronado S.	Tierra Bond	2-701-2401	[Signature]	2541
7	Leonardo Gonzalez	Tierabond	9-220-935	[Signature]	2617
8	Samuel A. Reyes G.	FCD	2-705-1115	[Signature]	2637
9	ARISTIDES CENTELLA	FCD	8-747-1379	[Signature]	2629
10	EDGAR GUEZ	FCD	7-702-1318	[Signature]	2621
11					
12					

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test practico/Field test; N=No aprobado / No Approved RF=Refrescamiento / Refreshing A=Aprobado/Approved





REGISTRO DE ASISTENCIA - ENTRENAMIENTO ESPECIFICO / SPECIFIC TRAINING - PARTICIPANTS LIST

ENTRENAMIENTO FORMAL / FORMAL TRAINING

ENTRENAMIENTO EN SITIO / ON SITE TRAINING

LECCIONES APRENDIDAS / LESSONS LEARNED

OTRO / OTHER

Título / Title:

Español Confidencial

Lugar:

Location:

Danilia

Facilitador Nombre y Firma:

Facilitator Name and Signature:

Agustín Rodríguez

Fecha / Date:

31 de Mayo 2019

Hora Inicio / Time Start:

09:00

Hora Fin / Time End:

13:00

#	NOMBRE / NAME LETRA IMPRETA / BLOCK LETTERS	Empresa / Company	Cédula o pasaporte / ID or Passport	Firma / Signature	T P	# Sticker
1	Ricoberto Mojica	F.C.D	1-719-1640			2731
2	Benjamin Huerfias	F.C.D.	8.870-105			2740
3	Mario Bethancourt	F.C.D	8.857.1616			2728
4	Miguel Pérez	F.C.D	8.839.1005			2743
5	Raydon Flores	F.C.D	1-704-1175			2718
6	Miguel Lasso	R.M.E	8-821-2254			2734
7	Daniel Fernando B.	R.M.E	8-739-590			2749
8	Rafael Rodríguez	R.M.E	9-719-2341			2746
9	Juán D. González	R.M.E	6-58-2			2737
10						
11						
12						

Notes: T: Test escrito/Writing test; P: Test practico/Field test; N=No aprobado / No Approved RF=Refrescamiento / Refreshing A=Aprobado/Approved



Minera  Panamá

### Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA):	31 Mayo 2019	Compañía:	TERPEL
Lugar/Ubicación:	Prit / Punta Rincón	Proyecto:	Cobre Panamá S.A.
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x) a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) c) Capacitación (x) d) Otro: ( )		Duración:	30 min
Entrenador (Nombre): Jorge Luis Montoya Firma:		Tema(s) tratado(s): Riesgos en el manejo vehicular, control de Tráfico, orden y aseo, adecuada disposición de desechos sólidos, trabajo en condiciones adversas de clima	

	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Martinez Nieto Jorge Luis	Terpel	HSEC Manager	Jorge Luis Montoya
2.	Barrera S. Roberto B.	Terpel	Intero	
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre): Jorge Luis Montoya		Firma: Jorge Luis Montoya		



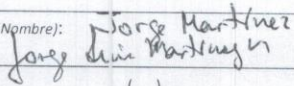
## Lista de Asistencia

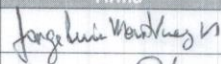
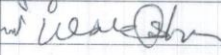
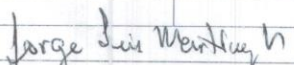
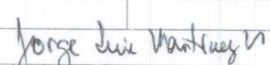
Fecha (DD/MM/AA):	18/ Junio / 2019	Compañía:	TERPEL
Lugar/Ubicación:	Estación de Combustible / B60	Proyecto:	Cobre Panamá
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración:	
a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) c) Capacitación ( x )		10 min	
Entrenador (Nombre): Jorge Martínez Firma:		Tema(s) tratado(s): Riesgo Biológico, Adecuada Disposición de Residuos Sólidos y Líquidos Orden y Aseo, Control de Tráfico, Control de Derrames.	
d) Otro: ( )			

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Jorge Luis Martínez N.	Terpel	HSEC Manager	Jorge Luis Martínez
2.	Christian E. Ramos	Terpel	Pisero	Christian E. Ramos
3.	Eloy E. Guevara	Terpel	Pisero	Eloy E. Guevara
4.	Andrés Oliveros	Terpel	Pisero	Andrés Oliveros
5.	Jorge M. Sánchez	Terpel	Bombero	Jorge M. Sánchez
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre): Jorge Luis Martínez N.		Firma: Jorge Luis Martínez N.		



Lista de Asistencia

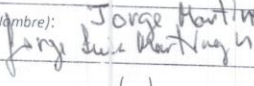
Fecha (DD/MM/AA):	18 Junio 2019	Compañía:	TERPEL
Lugar/Ubicación:	PRIT / Punta Rincón	Proyecto:	Cobre Panamá S.A.
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración:	
a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) c) Capacitación (x)		PRIT /	
Entrenador (Nombre): Jorge Martínez Firma: 		Tema(s) tratado(s): Inducción de Seguridad y Ambiente en las Descargas de Combustible en el PRIT.	
d) Otro: ( )			

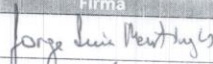

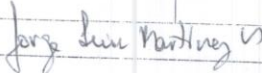
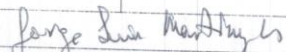
#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Jorge Luis Martínez N.	TERPEL	HSEC Manager	
2.	Willie Osborn	TERPEL	Supervisor Operación	
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre):		Firma:		
				



Minera  Panamá

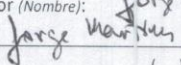
### Lista de Asistencia

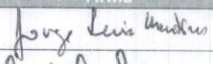
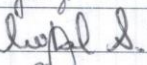
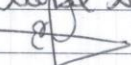
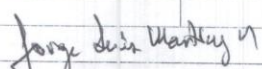
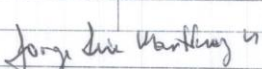
Fecha (DD/MM/AA):	17 / Junio / 2019	Compañía:	TERPEL
Lugar/Ubicación:	Estación de Combustible / Workshop TAF	Proyecto:	Cobre Panamá S.A
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración: 15 minutos	
a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) c) Capacitación (x)		Tema(s) tratado(s): Protección de Manos y Cuerpo; Adecuada gestión de Residuos sólidos y líquidos; Orden y Aseo; Control de Tráfico; Trabajo en condiciones adversas de Clima.	
Entrenador (Nombre): Jorge Martínez Firma: 			
d) Otro: ( )			

	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Jorge Luis Martínez N.	Terpel	HSEC Manager	
2.	Jose A. Gonzalez O.	Terpel	Asst. Rd	
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre): 		Firma: 		



**Lista de Asistencia**

Fecha (DD/MM/AA):	6/Julio/2019	Compañía:	TERPEL
Lugar/Ubicación:	B60 Sitio Mina	Proyecto:	Cobre Panamá
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración:	15 min
a) Informativa ( )		Tema(s) tratado(s): Riesgo Vehicular, Trabajo en altura, Fatiga, distracciones; Caminos húmedos, Transitar en zonas no autorizadas. Tres puntos de agarre o apoyo Riesgo de lesiones en los ojos	
b) Coordinación ( )			
c) Capacitación (x)	Entrenador (Nombre): Jorge Luis Martínez Firma: 		
d) Otro: ( )			

	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Jorge Luis Martínez N	Terpel	HSEC Manager	
2.	Enibal Sánchez	Zupri	operador	
3.	Everge CARRIZO	Zupri	operador	
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.	Verificado/Aprobado por (Nombre): 	Firma: 		



Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA):	7 Julio 2019	Compañía:	TERPEL
Lugar/Ubicación:	B60 / Sitio Mina	Proyecto:	Cobre Panamá
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración:	3 horas
a) Informativa ( / ) b) Coordinación ( / ) c) Capacitación ( / ) d) Otro:		Tema(s) tratado(s): Los tres puntos de apoyo, orden y aseo, trabajo en condiciones adversas de clima. Riesgos en el Manejo Vehicular. Fatiga; Evitar el uso del celular al manejar.	
Entrenador (Nombre):		Firma:	
Jorge Martínez		Jorge Luis Martínez N	

	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Martínez Nido, Jorge Luis	Terpel	HSEC Manager	Jorge Luis Martínez
2.	Eder A. Brito	SUPRI	Operador	Eder A. Brito
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre):		Firma:		
Jorge Luis Martínez N		Jorge Luis Martínez		



Minera  Panamá

### Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA):	11 Julio 2012	Compañía:	TERPEL
Lugar/Ubicación:	B60 Sitio Mine	Proyecto:	Cobre Panamá
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración:	
a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) c) Capacitación (x)		1.0 hora	
Entrenador (Nombre): Firma:		Tema(s) tratado(s):	
Jorge Luis Martínez N. Jorge Luis Martínez N.		Control de Desempeño, Trabajo en Altura, Control de Tráfico, Manejo Seguro, Seguridad Vial, Viaje de Combustible desde PR a Sitio Mina	
d) Otro: ( )			

	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Jorge Luis Martínez N.	TERPEL	HSEC Manager	Jorge Luis Martínez N.
2.	Edgar R. Ortiz	ZUPRI	Conductor	
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre):		Firma:		
Jorge Luis Martínez N.		Jorge Luis Martínez N.		



Minera  Panamá

### Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA):	19 de Julio del 2019	Compañía:	TERPEL
Lugar/Ubicación:	B60 / Sitio Mina	Proyecto:	Cobre Panamá
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x) a) Informativa ( <input checked="" type="checkbox"/> ) b) Coordinación ( <input type="checkbox"/> ) c) Capacitación ( <input checked="" type="checkbox"/> ) d) Otro: ( )		Duración:	1 hora
Entrenador (Nombre): Jorgé Martínez Firma:		Tema(s) tratado(s): Inducción en Seguridad y Manejo de Combustible, Control de Derrames, Control de Vialidad, Uso correcto del EPP	

	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Jorge Luis Martínez N	Terpel	HSEC Manager	Jorge Luis Martínez
2.	Ramón Robles	Zupri	Conductor	Ramón Robles
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre): Jorge Luis Martínez		Firma: Jorge Luis Martínez		



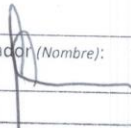
Lista de Asistencia

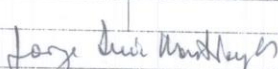
Fecha (DD/MM/AA):	19/Julio/2019	Compañía:	TERPEL / Zupri
Lugar/Ubicación:	PRST / Punta Rincón	Proyecto:	Cobre Panamá S. A.
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración:	1 hora
a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) c) Capacitación (x) Entrenador (Nombre): Hugo Echeverri d) Otro: ( )		Tema(s) tratado(s): Inspección Previa al Viaje	

	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Francisco Núñez	Zupri	Conductor	
2.	IGENS N. Cruz	Zupri	Conductor	
3.	Ramón Robles	Zupri	Conductor	
4.		Zupri	Supervisor	
5.		Zupri	Conductor	
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre): Jorge Luis Martínez		Firma: 		



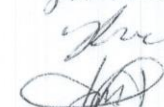




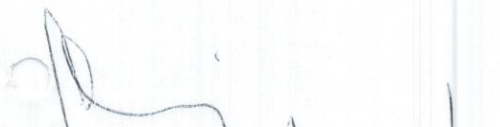
**Lista de Asistencia**

Fecha (DD/MM/AA):	19 / Julio / 2019	Compañía:	TERPEL / Zuperi
Lugar/Ubicación:	B60 / Sitio Mina	Proyecto:	Cobre Panamá S.A.
<b>Tipo de Reunión</b> *Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración:	1 hor
a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) c) Capacitación (x)	Entrenador (Nombre): Hugo Echever Firma: 	Tema(s) tratado(s): Inspección Previa al Viaje	
d) Otro: _____			

	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.				
2.				
3.	Ver Adjunto			
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre): Jorge Luis Martínez		Firma: 		



Nombre	LEONIL	FVVI
Andrés Ochoa	6-711-1808	
Alfredo C. d.	8-528-2007	Alfredo C. d.
Reineth Espinoza	4-198-364	Reineth Espinoza
César Fajal	4-150-159	César Fajal
Spidel Lind	8-349-277	M
Edgar R. Ortiz	4-261-332	
Ismail Reyes	2-101-336	Ismail R.
Francisco García	4-228-559	
Diego José	8-836-577	
Ismael Villa	8-237-1453	

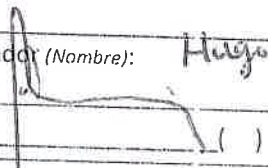
  
Asesoría De Transportes  
8-249 365

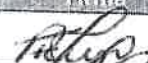

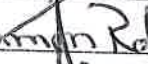


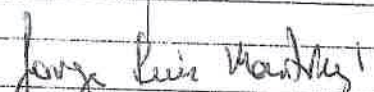
19/7/19



# Minera Panamá

## Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA):	19/ Julio / 2019	Compañía:	TERPEL Izumi
Lugar/Ubicación:	PRSTI Punta Rincón	Proyecto:	Cobre Panamá S.1
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración:	1 hora
a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) c) Capacitación ( ) d) Otro:		Tema(s) tratado(s): Inspección Previa al Viaje	
Entrenador (Nombre):		Hugo Fchever	
Firma:			

	Apellido y Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Francisco Núñez	Zupri	Conductor	
2.	IGENS N. Cruz	Zupri	Conductor	
3.	Ramón Robles	Zupri	Conductor	
4.	Alexander Guzmán	Zupri	Supervisor	
5.	Don Carlos Jasso	Zupri	Conductor	
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre):		Firma:		
Jorge Luis Martínez				






# Minera Panamá


## Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA):	19 / Julio / 2019	Compañía:	TERPEL / Zypri
Lugar/Ubicación:	B60 / Sitio Mina	Proyecto:	Cobre Panamá S.A.
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración:	1 hr.
a) Informativa ( )	Entrenador (Nombre): Hugo Echever Firma:	Tema(s) tratado(s): Inspección Previa al Viaje	
b) Coordinación ( )			
c) Capacitación (x)			
d) Otro: ( )			

	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.				
2.				
3.	Ver Adjunto			
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre): Jorge Luis Montoya		Firma:		



Nombre	Cedula	Firma
Aneth Ocaña	6-711-1808	
Alfredo C.A.	8-528-2007	Alfredo C.A.
Reineth Espinoza	4-198-364	Reineth Espinoza
Cesa Tula -	4-150-154	Cesa Tula
David Sando -	8-349-272	M
Edgar R. Ortiz	4-261-332	
Ismail Reyes	2-101-336	Ismail R.
Francisco Gonzalez	4-228-539	
Guillermo José	8-836-577	
Ismael Villa	8-237-1453	

  
Asesor de Transportes  
8-249 365





## ASESORES DE TRANSPORTES S.A.

R.U.C. 1853625-1-714215 D.V. 87  
at.asesorestransportes@gmail.com  
Teléfono: 6616-5851/6082-1141

Panamá, 22 de Julio de 2019

Atención  
Lic. Gilberto Llerena.  
Transportes Zupri s. A

Buenos días, Licenciado Llerena por medio de la presente le informamos que el viernes 19 de Julio se realizaron las dos reuniones programadas para los conductores de la flota de transportes Zupri asignados a la operación de Minera Panamá en **B60 Y PRIT**

El tema tratado fue  
*inspección del camión antes del viaje.*

Dentro de los temas tratados están los siguientes

- Revisar llantas
- Documentos del viaje
- Sistema de frenos
- Válvulas de descargas
- Fluidos del camión
- Sistema de luces
- Válvula de emergencia
- Drenado de los tanques de aire
- Inspección de quinta rueda

Adicionalmente se enfatizó en el correcto uso de los Token y la importancia de no confundir los de la operación de combustibles de los vehículos y los utilizados en el llenado de los Toten. Todo el apoyo fotográfico y las actas fueron entregadas a el supervisor de operaciones Ameth Ocaña.

Licda. Lisbet de Echevers

*Invertir en seguridad sin sacrificar la productividad*




## Lista de Asistencia







Fecha (DD/MM/AA): 08-06-19	Compañía: FCD
Lugar/Ubicación: CRUSHER TMF	Proyecto: Cobre Panamá
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x)	Duración: 20 minutos
a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) c) Capacitación (x)	Tema(s) tratado(s): Procedimientos de Respuesta a derrames
Entrenador (Nombre): Cathia Barrios Firma:	
d) Otro: ( )	

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	B. González	FCD	O.P.	
2.	Coronado	FCD	O.P.	
3.	Coronel	FCD	O.P.	
4.	Edmundo Quiroz	FCD	OP	
5.	Adalberto Alfaro	FCD	—	
6.	Daniel Cárdenas	FCD	—	
7.	Ricardo Cárdenas	FCD	—	
8.	Alfonso Vega	FCD	—	
9.	Tomás Vega	FCD	—	
10.	Comilio Acuña	F.C.D	—	
11.	Luis Muñoz	F.C.D	Supervisor	
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre): Cathia Barrios		Firma:		



### Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA): 13/05/2019 (H. Diurno)		Compañía: Cabo
Lugar/Ubicación: Pozo #5 - Taller de Cabo		Proyecto: Cobre Panamá
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración: 20 minutos
a) Informativa ( <input checked="" type="checkbox"/> ) b) Coordinación ( <input type="checkbox"/> ) c) Capacitación ( <input checked="" type="checkbox"/> )		Tema(s) tratado(s): * Control de derrame * Kit de Control de derrame * Emergencias
Entrenador (Nombre): Albert Aráiz Firma: 		
d) Otro: _____ ( )		

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Demecio Diaz	Cabo	machetero	Demecio Diaz
2.	Alexandro Ortega	Cabo	machetero	
3.	Luis Vargas	Cabo	machetero	Luis Vargas
4.	Mateo Varga	Cabo	Machetero	M. V.
5.	Mora Cañal	Cabo	Machetero	Mora Cañal
6.	Emmanuel Goben	Cabo	machetero	Emmanuel Goben
7.	Alberto Aráiz	Cabo	machetero	
8.	Norberto Yanguiz	Cabo	Machetero	
9.	Rubén Fandi	Cabo	Machetero	Rubén Fandi
10.	Josue A Gonzalez G	Cabo	machetero	Josue A Gonzalez G
11.	Felix Ariz	Cabo	motosierrista	Felix Ariz
12.	Nelson Capillo	CABA	Motosierrista	Nelson Capillo
13.	Karmen Chera	Cabo	Machetero	Karmen Chera
14.	Elias Gallardo G	Cabo	Machetero	Elias Gallardo
15.	Miguel Sanchez	Cabo	machetero	Miguel Sanchez
16.	Anibal . Garcia Sanchez	CABA	Motosierrista	Anibal . Garcia Sanchez
17.	Enrique Abrego	Cabo	machetero	Enrique Abrego
18.	Edson Joel Roca	Cabo	Machetero	
19.	David Aráiz			
20.	Abu Miranda	CABA	Motosierrista	
Verificado/Aprobado por (Nombre): Albert Aráiz		Firma: 		



Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA):	13/05/2019 (Horario Nocturno)	Compañía:	Cabo -
Lugar/Ubicación:	Pozos #5 - Taller de Cabo	Proyecto:	Cobra Panamá
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración:	20 minutos
a) Informativa ( <input checked="" type="checkbox"/> )		Tema(s) tratado(s): * Control de derrames * Kit de Control de derrames * Emergencias	
b) Coordinación ( <input type="checkbox"/> )			
c) Capacitación ( <input checked="" type="checkbox"/> )	Entrenador (Nombre): Albert Aráiz Firma: Albert Aráiz		
d) Otro: _____ ( )			

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Nelson Ortega	CABO	Machetero	Nelson Ortega
2.	Guillermo Govea	CABO	Ate General	Guillermo Govea
3.	Leandro Quiroga	CABO	Chofes	Leandro Quiroga
4.	Rinaldo Sánchez	CABO	Talador	R.S.
5.	Juan Vega	CABO	Talador	Juan Vega
6.	José Olvera	CABO	Machetero	José Olvera
7.	Dromedarioche	CABO	Machetero	Dromedarioche
8.	Eduardo Olivero	CABO	Machetero	Eduardo Olivero
9.	Antonio Sánchez	CABO	Machetero	Antonio Sánchez
10.	Marcelo Caballero	CABO	Machetero	Marcelo Caballero
11.	Patricio Humberto	CABO	Líder	Patricio Humberto
12.	Bosilio Rodríguez	CABO	Motociclista	Bosilio Rodríguez
13.	Raúl Domínguez	CABO	Machetero	Raúl Domínguez
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre):		Firma:		
Albert Aráiz		Albert Aráiz		



## Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA): 13/05/2014 (Horario Diurno)	Compañía: Cabo
Lugar/Ubicación: Pozo #5 - Talca de Cabo	Proyecto: Cobre Panamá
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x)	Duración: 20 minutos
a) Informativa (x) b) Coordinación ( ) c) Capacitación ( )	Tema(s) tratado(s): * Control de derrame * Kit de Control de derrame * Emergencias
Entrenador (Nombre): Albert Aráuz Firma: Albert Aráuz	
d) Otro: ( )	

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Gonzalez Dionis	CABO	Motosiergista	Dionis Gonzalez
2.	Eraclides Sanchez	CABO	Machetero	Eraclides Sanchez
3.	José Acosta	CABO	Machetero	José Acosta
4.	Eleuterio	CABO	Machetero	Eleuterio Valdes
5.	Dionades pereira	CABO	Motosiergista	Dionades pereira
6.	Emérito González	CABO	Machetero	Emérito González
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre): Albert Aráuz		Firma: Albert Aráuz		




## Lista de Asistencia


Fecha (DD/MM/AA): 14/05/2019		Compañía: FCD
Lugar/Ubicación: Área 64 - Área de Combustibles		Proyecto: Cobre Panamá
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración: 15 minutos
a) Informativa (x)	Entrenador (Nombre): Albert Hraus Firma: Albert Hraus	Tema(s) tratado(s): Manejo de H. Inocarburo
b) Coordinación ( )		
c) Capacitación ( )		
d) Otro: _____ ( )		

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Brigida F...	FCD	almacenista	Brigida F...
2.	Alonso...	FCD	almacenista	Alonso...
3.	Elton...	FCD	CAPATAZ	Elton...
4.	Ignacio Oliviera...	FCD	Reforzador	Ignacio Oliviera...
5.	Jorge Rodriguez	FCD	Almacenista	Jorge Rodriguez
6.	Fabio...	FCD	almacenista	Fabio...
7.	Luis Lorenzo	FCD	carpintero	Luis Lorenzo
8.	Rubén H. Rodríguez	F.C.D	Carpintero	Rubén H. Rodríguez
9.	Samuel...	FCD	Carpintero	Samuel...
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre): Albert Hraus		Firma: Albert Hraus		



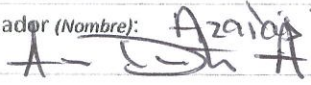
# Lista de Asistencia



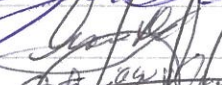

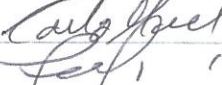
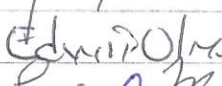
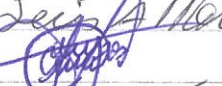
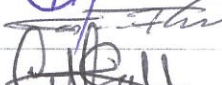
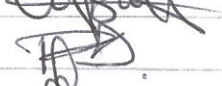
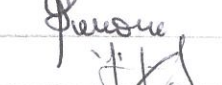
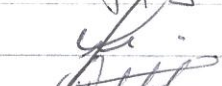
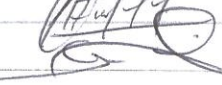


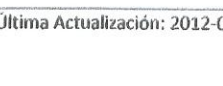


Fecha (DD/MM/AA): 14/06/2019	Compañía: FED
Lugar/Ubicación: Área 64 - taller de soldadura	Proyecto: Obra Panamá
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x)	Duración: 15 minutos
a) Informativa ( <input checked="" type="checkbox"/> ) b) Coordinación ( <input type="checkbox"/> )	Tema(s) tratado(s): Manejo de Hidrocarburos
c) Capacitación ( <input type="checkbox"/> ) Entrenador (Nombre): Albert Aráiz Firma: 	
d) Otro: ( <input type="checkbox"/> )	

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Ricardo Melles	F.C.D	Capataz	R. Melles
2.	<del>Frank Pina</del>	<del>INCI MB</del>	<del>Mecánico</del>	<del>Frank Pina</del>
3.	William Dupont	F.C.D.	Soldador	Rupert Williams
4.	Eric Arce	F.C.D	Conductor	Eric Arce
5.	Alf. Arce	F.C.D	-	Alf. Arce
6.	Justo Cortés	F.C.D	conductor	Justo
7.	<del>Jose</del>	<del>F.C.D</del>	<del>Operador</del>	<del>Jose</del>
8.	<del>Jose Arce</del>	<del>F.C.D</del>	<del>O.P</del>	<del>Jose Arce</del>
9.	Jose Riquelme	F.C.D	O.P	Jose Riquelme
10.	Quilma Aguirre	F.C.D	O.P.	Quilma
11.	Helio C. Nay	F.C.D	O.P.	Helio C. Nay
12.	Jorge Molina	F.C.D	Aludante	J. M.
13.	Erick Samudio	F.C.D	operador	Erick
14.	<del>Jose</del>	<del>F.C.D</del>	<del>Supervisor</del>	<del>Jose</del>
15.	<del>Jose</del>	<del>F.C.D</del>	<del>O.P</del>	<del>Jose</del>
16.	Camilo del Rosal	F.C.D	Soldador	C. del Rosal
17.	Luis O. Gonzalez	F.C.D	Chofer	Luis
18.	Michael C. Sanchez	F.C.D	O.P.	Michael
19.	Luis C. Sanchez	F.C.D	Soldadura	Luis
20.	Jose Est	F.C.D	-	Jose
Verificado/Aprobado por (Nombre): Albert Aráiz		Firma: 		




# Lista de Asistencia




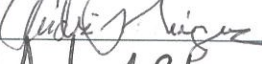

Fecha (DD/MM/AA): 16-05-2014	Compañía: FCD
Lugar/Ubicación: Taller Botija	Proyecto: Cobre Panamá
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x) a) Informativa ( ) b) Coordinación (x) <b>Turno: Noche</b> c) Capacitación ( ) d) Otro: ( )	Duración: 20 minutos.
Entrenador (Nombre): Azala Duarte Firma: 	Tema(s) tratado(s): → Manejo adecuado de Hidrocarburo.

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Hughes Celso	FCD	Mecanico	
2.	Eudides Gonzalez	FCD	Operador	
3.	DO GENES BETHUNE	FCD	Tecnico	
4.	Ancepio de Gracia	FCD	Tecnico	
5.	Donayo Huard	FCD	Tecnico	
6.	Eduardo Caldas	FCD	Mec.	
7.	Carlos Méndez	FCD	Tecnico	
8.	Alberto Moch	FCD	Tecnico	
9.	Edmundo Olmos	IIASA	Tecnico	
10.	LUIS MORAN	FCD	A/C	
11.	Aramis Campos	IIASA	tac. Mecanic.	
12.	ENRIQUE FLORES	FCD	TECNICO ELECTROM	
13.	Cristhian Saldaña	FCD	Mecanico II	
14.	Richard Arias	IIASA	Mecanico	
15.	Luis Tenorio	IIASA	Tecnico	
16.	Yeyson Mulover Diaz	Strocon	Mecanico	
17.	Saif Ramos	Strocon	Mecanico	
18.	Ilidio Hinojosa Castro	Strocon	Mecanico	
19.	Norberto Gallero	FCD	Capataz	
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre):		Firma: Azala		



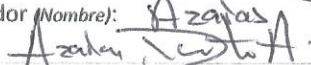
### Lista de Asistencia


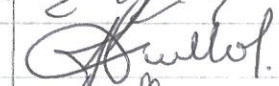

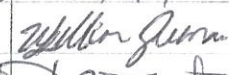
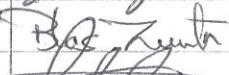
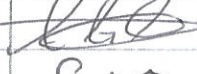
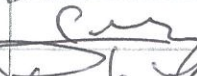



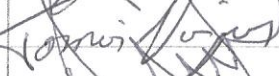


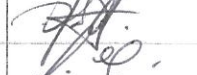
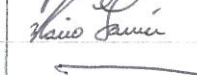
Fecha (DD/MM/AA): 16-05-2019		Compañía: FCD
Lugar/Ubicación: Teller Liriano - Área 22 <sup>Taller</sup> <del>Busas</del>		Proyecto: Cobre Panamá
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración: 15 minutos
a) Informativa (x) b) Coordinación ( ) c) Capacitación ( ) Entrenador (Nombre): Cathia Barrios Firma:  d) Otro: ( )		Tema(s) tratado(s): Manejo de Hidrocarburos

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	José Mauro A	FCD	Mecánico	
2.	Raul Corti6	FCD	Mecánico	Raul Corti6
3.	Ruyell Calderon	FCD	Mecánico	Ruyell Calderon
4.	JUAN C FUERTES	FCD	MEC	
5.	Ornel Quirós	FCD	Electro m	Ornel Quirós
6.	Aurelio Yúnez	FCD	Mecánico II	
7.	Reymon Gabriel Bero	F.C.D	Mecánico	Reymon Bero
8.	Mano Zúñiga	FCD	Mecánico	Mano Zúñiga
9.	Rodríguez, Andrés	FCD	Chapistero	
10.	Aníbal A PALACIO	F.C.D	electromecánico	Aníbal A Palacio
11.	MOISES DEL BOUILA	STRACON	SOLDADOR	
12.	Mano Zúñiga			
13.	Orlando Flores	FCD		
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre):		Firma:		



Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA):	18-05-2019	Compañía:	FCD.
Lugar/Ubicación:	Taller Ultra Clas Botija	Proyecto:	Cobre Panamá
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración:	20 minutos
a) Informativa ( )	Turno: <del>Diurno</del> Nocturno	Tema(s) tratado(s): - Control de Descarga - Manejo de Hidrocarburo.	
b) Coordinación ( )			
c) Capacitación ( )			
Entrenador (Nombre): Azahar Duarte			
Firma: 			
d) Otro: ( )			

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Eric Rodríguez Domínguez	FCD	Foreman	
2.	Selvio Tulloch	FCD	eléctrico	
3.	Enk Ternu	FCD	Eléctrico	
4.	HERRERA Aguirre	FCD	Mecánico	HA
5.	WILLIAM GUERRA	FCD	ALMACENISTA	
6.	Bas Zúñiga	FCD	Químico	
7.	Agustín Herrera González	FCD	Mecánico	
8.	CARLOS MURRAY	LPN	Técnico	
9.	Rogelio Cel	FCD	Mecánico	
10.	Diego Rojas	FCD	Mecánico	
11.	Gabriel Montes	Comatsu	Electromecánico	
12.	José Viquez	FCD	Mecánico	
13.	Moisés Cordero	KME	Electromecánico	
14.	Samuel Cordero	FCD	Mecánico	
15.	Javier Quiros	FCD	TEC. ELECT.	
16.	Mario García	LPN	HV Eléctrico	
17.				
18.				
19.				
20.				


Verificado/Aprobado por (Nombre):


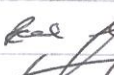

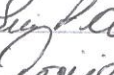
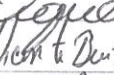
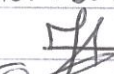

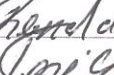

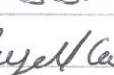

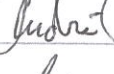
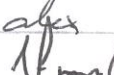

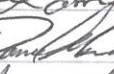
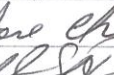




Firma:






Lista de Asistencia


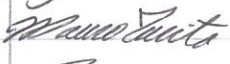
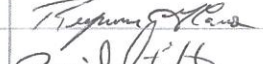

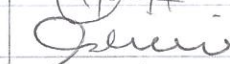

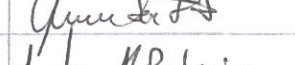


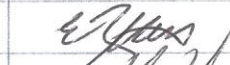

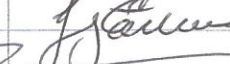


Fecha (DD/MM/AA): 18-05-2019	Compañía: F.C.D.
Lugar/Ubicación: Talleres de Mantenimiento	Proyecto: Cobre Panamá
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x)	Duración: 20 minutos
a) Informativa (x)	Tema(s) tratado(s):
b) Coordinación ( )	x Manos adecuadas
c) Capacitación ( )	de hidrocarburos
Entrenador (Nombre): Cathia Barrios	x Control de Lavante
Firma: 	
d) Otro: ( )	

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Benito Molina	F.C.D.	Electricista	
2.	René Castro	F.C.D.	Electromecánico	
3.	Luis Arroyo	F.C.D.	Mecánico	
4.	Luis Carrion	F.C.D.	Mecánico	
5.	Humberto Requero	F.C.D.	Soldador	
6.	Vicente Buitrago	F.C.D.	Ayudante	
7.	Jorge Alvarado	F.C.D.	Ayudante M	
8.	Orlando Flores	F.C.D.	Chf. p. S.	
9.	Roberto Lopez	F.C.D.	Tutor II	
10.	Jose Luis Gomez	F.C.D.	Mecánico I	
11.	Fredrick Cordero	F.C.D.	Mecánico	
12.	Ruyel Calhoun	F.C.D.	Mecánico	
13.	Jose Macias	F.C.D.	Mecánico	
14.	Andrés Rodriguez	F.C.D.	Chapistero	
15.	Alexis Racine	F.C.D.	Electromecánico	
16.	Amelth Luján	F.C.D.	Mecánico II	
17.	Luis Carrion	F.C.D.	Mantero	
18.	Daniel Mendoza	F.C.D.	Mantero	
19.	José Manuel Chiriv	F.C.D.	Mantero	
20.	Jose Trigueros	F.C.D.	Mantero	
Verificado/Aprobado por (Nombre):		Firma:		



### Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA): 19.05.2019		Compañía: F.C.D.
Lugar/Ubicación: Talleres de Mantenimiento Bases Area 22		Proyecto: Cobre Panamá
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración: 15 minutos
a) Informativa (x)	Entrenador (Nombre): Cathia Barrios Firma: 	Tema(s) tratado(s): x Control de Lavadora x KIT de control de lavadora
b) Coordinación ( )		
c) Capacitación ( )		
d) Otro: ( )		

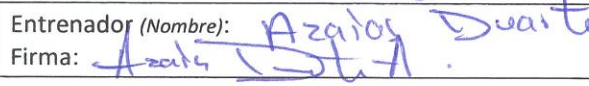
#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Riverson Alar	F.C.D.	Mantato	
2.	Mano Tinto	F.C.D.	Mecánico	
3.	Raymon Pardo	F.C.D.	Mecánico	
4.	Raúl Cortés	F.C.D.	Mecánico	
5.	Moises Del Aguila	STRACON	Soldador	
6.	Astúd Bonilla	MPSA	Oficial I.T.	
7.	Daniela Smith	F.C.D.	armador	
8.	Jeremias Santander	F.C.D.	Armador	
9.	Aníbal A. Palacio	F.C.D.	electromecánico	
10.	JUAN C. FUENTES	F.C.D.	MEC	
11.	Paul Chénos	F.C.D.	Electromecánico	
12.	Eduardo Rivas V.	Stracon	Supervisor	
13.	YADIN PADILIN	F.C.D.	SUPERVISOR	
14.	Sergio Tomura	F.C.D.	Capataz	
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				





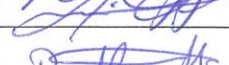






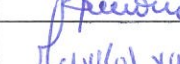



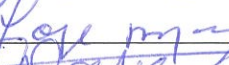
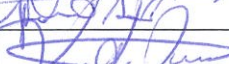



Verificado/Aprobado por (Nombre):

Firma:



### Lista de Asistencia



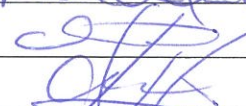

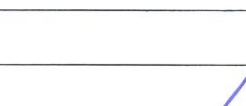

Fecha (DD/MM/AA): 22/05/2019		Compañía: FCD. ITASA
Lugar/Ubicación: Taller Botija • DIURNO		Proyecto: Cobre Panamá
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x) a) Informativa ( <input checked="" type="checkbox"/> ) b) Coordinación ( ) c) Capacitación ( ) d) Otro: _____ ( )		Duración: 15 minutos.
Turno: DIURNO Entrenador (Nombre): Azarías Duarte Firma: 		Tema(s) tratado(s): ➤ Manejo Hidrocarburo (Buenas Prácticas).

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Buguiñ Bana	FCD	Mec III	
2.	DANIEL BLANCO	FCD	SAFETY	
3.	Medardo Quiros	FCD	meconico	
4.	JORGE RODRIGUEZ	IIASA	TEC. MEC.	
5.	Luis Coccoño Aguirre	IIASA	Seg Industrial	
6.	David Pennicott	IIASA	Técnic. Mec.	
7.	Jonathan Castillo	IIASA	tecnico	
8.	Oldimar Sosa	IIASA	Teamlead	
9.	Juan Medina	IIASA	Tecnico	
10.	Domingo Bernal	IIASA	Tecnico	
11.	Williams Gonnaly	IIASA	Tecnico	
12.	Sergio Munillo	IIASA	Tecnico	
13.	Luis TENORIO	IIASA	TECNICO	
14.	MAYKOL YANCE	FCD	foreman	
15.	Saúl Manuel Medrano	FCD	Mecánico	
16.	César de Bethancourt	IIASA	Tecnico	
17.	Jesús Escobar	FCD	meconico	
18.	JORGE MAYORGA	FCD	/	
19.	Juan Carlos	FCD	Mec	
20.	Davis Lirio	FCD	MECANICO	
Verificado/Aprobado por (Nombre):			Firma:	



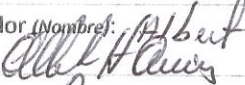
## Lista de Asistencia

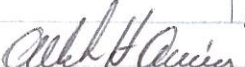

Fecha (DD/MM/AA): 22/05/2019		Compañía: FCD-ITASA
Lugar/Ubicación: Taller Botija.		Proyecto: Cobre Panamá
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración: 15 minutos.
a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) <b>TURNO: DIURNO</b> c) Capacitación ( ) Entrenador (Nombre): Azules Puerto Firma: Azules		Tema(s) tratado(s): → Manejo de Hidrocarburo - (Buenas Prácticas)
d) Otro: _____ ( )		

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Santos Antonio	FCD	Mecánico	
2.	Hideo Rene Lopez	FCD	Hec	
3.	Abdido Quiroz	FCD	Opti	
4.	Orlando Lopez	FCD	Mecánico	
5.	Juque Douo	FCD	Supervisor	
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre):		Firma: 		



## Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA): 25/05/2019	Compañía: FED
Lugar/Ubicación: Talhi d Gma - Area 22	Proyecto: Cobro Papanaí
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x)	Duración: 20 minutos
a) Informativa (x) b) Coordinación ( ) c) Capacitación (x) d) Otro ( )	Tema(s) tratado(s): Mensaje de Hidrocarburos
Entrenador (Nombre): Albert Aráuz	
Firma: 	

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Rodrigo S. S. V.	F.C.D.	Pres. J.	
2.	Edmundo Valls	F.C.D.	E. Valls	
3.	Luis Martínez	F.C.D.		
4.	Edgardo Ortiz	F.C.D.		
5.	Cristian Arce	F.C.D.		
6.	César Augusto Meléndez	F.C.D.		
7.	Andrés Arce	F.C.D.		
8.	Jorge Casiano	F.C.D.	J. Casiano	
9.	Rodrigo Gómez			
10.	Hector S. S.	F.C.D.	Hector S. S.	
11.	Hector S. S.	F.C.D.	Hector S. S.	
12.	Job. Ortiz	F.C.D.	Job. Ortiz	
13.	Fernando Pérez	F.C.D.		
14.	Alfonso Sánchez	F.C.D.		
15.	Roberto Ortiz	F.C.D.		
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre): 		Firma: 		



## Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA): 26/05/2019	Compañía: Stracon
Lugar/Ubicación: taller Canteros TME	Proyecto: Cobre Panamá
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x)	Duración: 20 min
a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) c) Capacitación ( <input checked="" type="checkbox"/> )	Tema(s) tratado(s): Manejo de H. de carburos
Entrenador (Nombre): Albit H. H. H. Firma: <i>Albit H. H. H.</i>	
d) Otro: _____ ( )	

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	JANIS MARCO	STRACON	Tec. Mec.	<i>Janis Marco</i>
2.	Rodriguez Miguel	Stracon	Soldador	<i>Miguel Rodriguez</i>
3.	José Montero	stracon	Soldador II	<i>José Montero</i>
4.	Rio Quispe Thon	STRACON	MELANICO	<i>Rio Quispe</i>
5.	COMORI SULA EOMUNPO	STRACON	ELECTROMEC	<i>Comori Sula</i>
6.	Chavez P	Stracon	tec me	<i>Chavez P</i>
7.	OSCAR CRUZ	STRACON	MECANICO	<i>Oscar Cruz</i>
8.	Ricardo Espinoza	Stracon	ayudante de	<i>Ricardo Espinoza</i>
9.	Luis Chaves	Stracon	Mecanico	<i>Luis Chaves</i>
10.	Jaime Pulcinos	mecon	MECANICO	<i>Jaime Pulcinos</i>
11.	Felix Leon Espinoza	STRACON	Tec. Mec.	<i>Felix Leon</i>
12.	Max Rodriguez Gtito	Stracon	Tec. Mecanico	<i>Max Rodriguez</i>
13.	Jara Casas Walter	stracon	Tec. Mecanico	<i>Jara Casas</i>
14.	Norberto Vega	STRACON	capataz	<i>Norberto Vega</i>
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				

Verificado/Aprobado por (Nombre) *Albit H. H. H.*

*Albit H. H. H.*



## Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA): 27/05/2019	Compañía: Stracon
Lugar/Ubicación: Taller Pintura TUF	Proyecto: Cobre Panamá
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x)	Duración: 20 minutos
a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) c) Capacitación ( <input checked="" type="checkbox"/> ) Entrenador (Nombre): Albert Araníu Firma: <i>Albert Araníu</i>	Tema(s) tratado(s): Control de duramen + uso de kit de control de duramen.
d) Otro: _____ ( )	

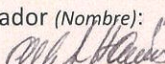
#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Montero José	Stracon S.A	Soldador II	<i>José Montero</i>
2.	Lamas Marco	STRACON	T. Mecánico	<i>Marco Lamas</i>
3.	M. Carrasco	STRACON	T. eléctrico	<i>M. Carrasco</i>
4.	Ceslo Joly S	Stracon	S. Mec.	<i>Ceslo Joly</i>
5.	OSCAR CRUZ	STRACON	MECANICO	<i>Oscar Cruz</i>
6.	Jaime Palacios	STRACON	MECANICO II	<i>Jaime Palacios</i>
7.	Luis Chaves	Stracon	MECANICO	<i>Luis Chaves</i>
8.	MOREANO blas Celso	STRACON	MECANICO	<i>Blas Moreano</i>
9.	MIGUEL RODRIGUEZ	stracon	Soldador	<i>Miguel Rodriguez</i>
10.	Max Rodrigo Cutillo	Stracon	Mecánico	<i>Max Cutillo</i>
11.	Felix Leon Espinosa	Stracon	Tec. Mec	<i>Felix Leon</i>
12.	Ricardo Espinoza	stracon	ayudante de	<i>Ricardo Espinoza</i>
13.	Jose Yalico Roque	STRACON	electromecanica	<i>Jose Yalico</i>
14.	Walter Lara Casos	STRACON	Tec. Mecanico	<i>Walter Lara</i>
15.	Norberto Vega	STRACON	CAPATAZ	<i>Norberto Vega</i>
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				

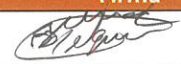


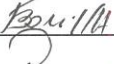
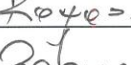
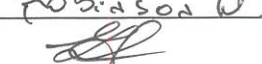

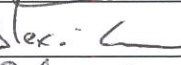


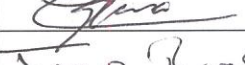
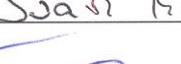

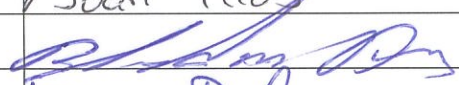
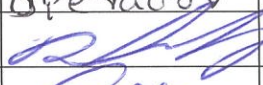
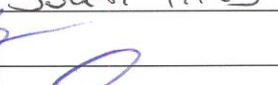







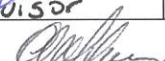
Verificado/Aprobado por (Nombre) *Albert Araníu*

*Alonso*



## Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA): 05-06-2019		Compañía: F.C.D
Lugar/Ubicación: Planta de Concreto		Proyecto: Cobre Panamá
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración: 20 minutos
a) Informativa (x) b) Coordinación ( ) c) Capacitación ( )		Tema(s) tratado(s): Manejo de Hidrocarburo
Entrenador (Nombre): Albert Prain Firma: 		
d) Otro: ( )		

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Bellido Melquizedek	F.C.D	Operador de Planta	
2.	Hector Castro	F.C.D	operador de Mixer	
3.	Santiago Guerra	FCD	Operador de Mixer	
4.	FRANCISCO BOLAÑOS	F.C.D	AYUDANTE	
5.	Jorge Rojas	F.C.D	Mecánico	
6.	Robinson Meribaca	F.C.D	operador Bomba	
7.	George Arayz	F.C.D	operador Bomba	
8.	Rafael Montenegro	F.C.D	Operador de Mixer	
9.	Alexi Cano	F.C.D	Operador Mixer	
10.	Eduardo Celis	F.C.D	Operador	
11.	Luis Benito	F.C.D	OPERADOR	
12.	Elain Cedeno	F.C.D	OPERADOR	
13.	Juan Rios	F.C.D	Operador	
14.		F.C.D		
15.	Enrique Padayza	F.C.D	Enop	
16.	Osorio Izquierdo	F.C.D	mecanico	
17.		F.C.D	Operador	
18.	CLAUDIO GONZALEZ	F.C.D	Operador	
19.	Miguel Mendez	F.C.D	Operador	
20.	Juan Najera	F.C.D	Supervisor	
Verificado/Aprobado por (Nombre): Albert Prain		Firma: 		



## Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA): 08-06-19	Compañía: FCD
Lugar/Ubicación: CRUSHER TMF	Proyecto: Cobre Panamá
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x)	Duración: 15 minutos
a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) c) Capacitación (x)	Tema(s) tratado(s): Procedimientos de Respuesta a Emergencias
Entrenador (Nombre): Cathia Barrios Firma:	
d) Otro: ( )	

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Nestor m. Cruz	F.C.D.	Electricista	Nestor m. Cruz
2.	Ruben Delgado	F.C.D.	Mecánico	Ruben Delgado
3.	Roger Delgado	F.C.D.	Ayudante	Roger Delgado
4.	Gilberto Quintero	F.C.D.	Operador	Gilberto Quintero
5.	Eduardo Mendoza	F.C.D.	Operador	Eduardo Mendoza
6.	Julio Areiza	F.C.D.	Operador	Julio Areiza
7.	Felipe San	F.C.D.	Operador	Felipe San
8.	Hilber Solis	F.C.D.	Soldador	Hilber Solis
9.	Chris Fuente	F.C.D.	Operador	Chris Fuente
10.	Orlando Delgado	F.C.D.	Operador	Orlando Delgado
11.	JUAN. MORA	F.C.D.	Operador	JUAN. MORA
12.	Celestino Miranda	F.C.D.	Ayudante	Celestino Miranda
13.	San f. morales	F.C.D.	Mecánico	San f. morales
14.	Ruben Torres	F.C.D.	Alger	Ruben Torres
15.	marcos Isidro Gómez A	F.C.D.	Operador	marcos Isidro Gómez A
16.	Juan Gora	F.C.D.	OP.	Juan Gora
17.	Juan Dip	F.C.D.	O.P.	Juan Dip
18.	Milciades Limenes	F.C.D.	O.P.	Milciades Limenes
19.	Fernando yon	F.C.D.	O.P.	Fernando yon
20.	Donal Cayel	F.C.D.	AG	Donal Cayel
Verificado/Aprobado por (Nombre): Cathia Barrios		Firma: Cathia Barrios		



### Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA):	2/7/19 Trituradora Secundaria.	Compañía:	MPSA
Lugar/Ubicación:	OPP CENTER 2 <sup>da</sup> CRUSHER	Proyecto:	Cobre Panamá
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración:	25 minutos
a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) <b>TURNO: DIURNO</b> c) Capacitación ( ) Entrenador (Nombre): <b>Azales Duarte</b> Firma: <b>[Firma]</b>		Tema(s) tratado(s): <b>→ Instructivo Manejo y disposición de Residuos Sólidos Peligrosos</b>	
d) Otro: _____ ( )			

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Morales Carlos	MPSA	Supervisor	[Firma]
2.	Daniel J. Garcia	MPSA	Tec. elec	[Firma]
3.	Carlos Macias	MPSA	Mec. Industrial	[Firma]
4.	José Higuerá	MPSA	Mec. Industrial	[Firma]
5.	Jayson Concepción	MPSA	Mec. industrial	[Firma]
6.	Rafael E. Bastidas	MPSA	Mec. industrial	[Firma]
7.	Carlos Domínguez	MPSA	M industrial	[Firma]
8.	BLADIMIR ARMIRÉN	MPSA	SUP.	[Firma]
9.	GINO TAYMES A.	MPSA	MEC. INDUSTRIAL	[Firma]
10.	Iván Camarena	MPSA	Mecánico	[Firma]
11.	GUOTANO BERRA	MPSA	MEC. INDUSTRIAL	[Firma]
12.	Carlos López	MPSA	MEC. Industrial	[Firma]
13.	Juan Carlos Pineda	MPSA	Mec. Ind.	[Firma]
14.	Aguilar Eduardo	MPSA	Mec. Industrial	[Firma]
15.	RODOLFO CASERO	MPSA	MEC. INDUSTRIAL	[Firma]
16.	EDWIN GONZÁLEZ	MPSA	MEC. INDUSTRIAL	[Firma]
17.	Erich Sánchez	MPSA	Mec. Industrial	[Firma]
18.	SOCRATES ANDRÉS	MPSA	MECANICO	[Firma]
19.	Osalle Anacleto	MPSA	Mecanico	[Firma]
20.	ROMMEL LASQUER	MPSA	Mec. Industrial	[Firma]
Verificado/Aprobado por (Nombre):		Firma: <b>[Firma]</b>		



### Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA):	02/07/2019 <i>Trituradora secundaria</i>	Compañía:	MPSA
Lugar/Ubicación:	Opp. Center 2 <sup>ra</sup> CRUSHER.	Proyecto:	Cobre Panamá
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración:	25 minutos
a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) <i>TURNOS: DIURNO</i> c) Capacitación ( ) Entrenador (Nombre): <i>Azael Duarte</i> Firma: <i>A - I - D - A</i>		Tema(s) tratado(s): <i>→ Instructivo Manejo y disposición de Residuos Sólidos Peligrosos</i>	
d) Otro: _____ ( )			

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Hector Maravilla	MPSA	Mec. Industrial	<i>[Firma]</i>
2.	Josue Guennero	MPSA	Mec Industrial	<i>[Firma]</i>
3.	BUTRÓN Darry	MPSA	Advisor	<i>[Firma]</i>
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre):			Firma: <i>A - I - D - A</i>	



## Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA): 5-7-2019		Compañía: Cobre Panamá
Lugar/Ubicación: exámen de donado		Proyecto:
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración: 20 minutos
a) Informativa ( <input checked="" type="checkbox"/> ) b) Coordinación ( <input type="checkbox"/> ) c) Capacitación ( <input type="checkbox"/> )		Tema(s) tratado(s): Manejo adecuado de desechos generados y sólidos peligrosos
Entrenador (Nombre): Firma: <i>Calicia Barrios</i>		
d) Otro: _____ ( )		

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Osorio Juan.	FCD.	Técnico A/A	Juan Osorio
2.	Digno González	FCD	Coordinador IT	Digno González
3.	José Cely	FCD	Eléctrico	José Cely
4.	Roberto Mironcha	FCD	Químico	Roberto Mironcha
5.	Roberto Mironcha	FCD	Plomero	Roberto Mironcha
6.	Juan D. Rodríguez	FCD	Plomero	Juan D. Rodríguez
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre):		Firma:		



## Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA): 7-7-2019	Compañía:
Lugar/Ubicación: Donado	Proyecto: HPSA - FCD Cobre Panamá
Tipo de Reunión *Marque la opción que corresponde con una (x)	Duración: 20 minutos
a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) c) Capacitación ( <input checked="" type="checkbox"/> )	Tema(s) tratado(s): Instructivo manejo y disposición de residuos peligrosos.
Entrenador (Nombre): Firma: Albert Araúz	
d) Otro: ( )	

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Digno González y.	FCD	Carintero III	Digno González
2.	Juan Osorio	FCD	Juan A/A	Juan Osorio
3.	Oscar Rodríguez	FCD	Plomero 3	Oscar Rodríguez
4.	Luis Ortega	FCD	Electrico	Luis Ortega
5.	Ilexio Miranda	F.C.D	ayudante	Ilexio Miranda
6.	Maximo Abrego	F.E.D	Plomero	Maximo Abrego
7.	JOSE VARGAS	FCD	ELECTRICO	JOSE VARGAS
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
Verificado/Aprobado por (Nombre): Zathia Barrios		Firma: [Firma]		



### Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA):	13-07-2019	Compañía:	MPSA
Lugar/Ubicación:	Taller Botija	Proyecto:	Cobre Panamá
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración:	25 min
a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) c) Capacitación ( )		Tema(s) tratado(s): Instructivo Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos	
Entrenador (Nombre): Azarías Duarte Firma: Azarías Duarte			
d) Otro: ( )			

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Tyran Ramos	MPSA	Tec. I	Tyran Ramos
2.	Miguel Quiraz	MPSA	Mecánico I	Miguel Quiraz
3.	John Magallon	MPSA	Mecánico I	John Magallon
4.	Victorino Malvar B	MPSA	Mecánico I	Victorino Malvar B
5.	Randy Morales	MPSA	Mecánico II	Randy Morales
6.	DAVID AYARZA	MPSA	MECANICO	DAVID AYARZA
7.	Jays Lindo	MPSA	MECANICO	Jays Lindo
8.	GUSTAVO MAIZ	MPSA	12892.603	GUSTAVO MAIZ
9.	Ornel Ojeda	MPSA	Mecánico II	Ornel Ojeda
10.	Lumbiy Blanco	MPSA	Mecánico	Lumbiy Blanco
11.	Santana Williams	MPSA	Mecánico	Santana Williams
12.	JORSE MAYORCA	MPSA		JORSE MAYORCA
13.	MAYKOL YANCE	FCD	SUPERVISOR	MAYKOL YANCE
14.	Jorge Carreño	MPSA	M/C	Jorge Carreño
15.	Jean Daniel Pi	MPSA	Tec. electromecánica	Jean Daniel Pi
16.	Jamie Math A	MPSA	Mec. II	Jamie Math A
17.	David Alabarca	MPSA	capataz	David Alabarca
18.	Georgio Fernandez	MPSA	electromecánico	Georgio Fernandez
19.	Marcelo Bellero	FCD	capataz	Marcelo Bellero
20.	Eugenio Abama	MPSA	mecánico III	Eugenio Abama
Verificado/Aprobado por (Nombre): Azarías Duarte		Firma: Azarías Duarte		



## Lista de Asistencia

Fecha (DD/MM/AA): 15/07/19		Compañía: Kaltire Perma SA.
Lugar/Ubicación: Taller Kaltire. Bolija		Proyecto: HPSA.
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x) a) Informativa ( ) b) Coordinación ( ) <b>TURNO: DIURNO</b> c) Capacitación ( ) d) Otro: <b>Inducción Instructivo. 1+</b>		Duración: 15 min.
Entrenador (Nombre): Firma: <b>Alena Jásquez</b>		Tema(s) tratado(s): Instructivo de descarga de residuos sólidos peligrosos. Dpto. Ambiente. PERM.

#	Apellido, Nombre	Compañía	Cargo	Firma
1.	Francisco Pastorena	Kaltire	Tec. Montero	F. Pastorena
2.	Jorge L. Rodríguez	Kaltire	Tec. Montero	Jorge L. Rodríguez
3.	Cedeno Antonio	Kaltire	Tec. Montero	Cedeno Antonio
4.	Edwin Murillo	Kaltire	Tec. Montero	Edwin Murillo
5.	Jorge Montenegro	Kaltire	Tec. Montero	Jorge Montenegro
6.	Felipe Moreno	Kaltire	Tec. Montero	Felipe Moreno
7.	Sebastián Viquez	Kaltire	Tec. Montero	Sebastián Viquez
8.	Paul Cardenas	Kaltire	Tec. Montero	Paul Cardenas
9.	Carla Gajardo	KALTIRE	IS/ero	Carla Gajardo
10.	Rachael Vargas	KALTIRE	Supervisor	Rachael Vargas
11.	Luis A. Pimentel	KALTIRE	Tec. Montero	Luis A. Pimentel
12.	Daniel Vasquez	KALTIRE	COORDINADOR	Daniel Vasquez
13.	FREDDY S. QUINTERO	KALTIRE	COORDINADOR	Freddy S. Quintero
14.	<b>DIURNO</b>			
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				

Verificado/Aprobado por (Nombre):

**Alena Jásquez**  
**Azalia Duarte**

Firma:

**Alena Jásquez**  
**A. Duarte**



GERENCIA DE ASUNTOS COMUNITARIOS  
LISTA DE ASISTENCIA

Fecha (DD/MM/AA): 26/06/2019.		Compañía: Minera Panamá	
Lugar/Ubicación: Vivencia de Reforestación.		Proyecto: Cobre Panamá	
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración: 8:00 am - 4:00 pm	
a) Informativa ( )    c) Ambiente ( )    e) Visitas ( ) b) Coordinación ( )    d) Seguridad ( ) f) Capacitaciones (x)    g) otro ( )		Tema(s) tratado(s): 1. Manejo Agrario del cultivo de P. M-2 2. Plagas y enfermedades del cultivo de P. M-2	
Responsable (Nombre y Apellido): Luis Cepeda (Plagas y enfermedades P. M-2)			
Firma: JORQUIN BOTASO - MANEJO CULTIVO de P. M-2			

#	Apellido, Nombre	Cédula	Empresa/Grupo/Institución/Comunidad	Cargo/#Contacto
1.	Rodrigo Oriol	2-710-2316	La Pintada	Robotor 68798592
2.	Hernando Luis	2-727-1335	Rancheria	Productor
3.	Hernando de la Cruz	2-971664	moleja m	Productor
4.	Hernando Huertado	2-85-137	Coclesito	Productor
5.	Claudio Fuente	2-89562	Coclesito	Productor
6.	Emilio Huertado	2-48-1866	"	Productor
7.	Sonia Marcia	2-156-679	Nazareno	Productor
8.	Estelino Santoro	2-97-2560	Nuevo San José	Productor
9.	Delmar Dato	3-121562	Nuevo San José	Productor
10.	Santino Fuentes	3-119-446	Sanbinito	Productor
11.	Andrea Fuentes	3-110927	San Juan de Turbe	Don AP
12.	Enilda Rodriguez	2-707-1974	San Juan de Turbe	Productor
13.	Luis G. Rodriguez	2-107-1275		
14.	Melida Lopez	2-941224	Villa del Carmen	
15.	Jose Gonzalez	2-14881	Villa del Carmen	Productor
16.	Olivero Martinez	3-708-656	San Juan de Turbe	Productor
17.	Jamir Aguila	2-735-7139	San Juan de Turbe	Productor
18.	Melito Martinez	2-115-619	Coclesito	Productor
19.	Rafael Fuentes	3-6310	Coclesito	Productor
20.	Orlando Jimenez/H	3-712-483	Nazareno	Productor



GERENCIA DE ASUNTOS COMUNITARIOS  
LISTA DE ASISTENCIA

Fecha (DD/MM/AA): 26/06/2019		Compañía: Minera Panamá		
Lugar/Ubicación: Vivero de Reforjados		Proyecto: Cobre Panamá		
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración: 8:00 am - 4:00 pm		
a) Informativa ( )    c) Ambiente ( )    e) Visitas ( ) b) Coordinación ( )    d) Seguridad ( ) f) Capacitaciones (x)    g) otro ( )		Tema(s) tratado(s):		
Responsable (Nombre y Apellido): Luis Cepeda (Pliego y orfule P.ña)		1. Manejo Agronomico del cultivo de P.ño Hd-20 2. Plagas y enfermedades del cultivo de P.ño Hd-20		
Firma: JOAQUÍN BOTACIO MANUEL DEL CULTIVO DE PIÑA				
#	Apellido, Nombre	Cédula	Empresa/Grupo/Institución/Comunidad	Cargo/#Contacto
1.	Rapito, R. G. P.	1-174-774	Nasareño	Productor
2.	Eusebio B. R. C.	767 662	Villa del barne	Productor
3.	Rapito, R. G. P.	2-742-804	Villa del corame	productor
4.	Agilto, J. M. H.	246-359	Ranchería	Productor
5.	José Pabell González	2-721-430	Coclesito	Productor
6.	Andrés G. T.	2-78-1821	Coclesito	productor
7.	Tomas Fuentes	3-902216	Nuevo santo ce	Productor
8.	Esteban López	7-120-121	Coclesito	productor
9.	Lisrael Sánchez	8-42-545	Coclesito	Productor
10.	Rapito, R. G. P.	6-82-551	Coclesito	Productor
11.	Saturnina Ortiz	7-10937	Coclesito	productora
12.	José Luis Bernal	2-748-1520	Nuevo san José	José Bernal
13.	Oscar Montes	3-75-975	Nuevo San José	Productor
14.	Frastina González	3-87-602	San Juna de Turber	donlap
15.	Wilfredo Benito	8-527-1763	Nuevo San José	Productor
16.	Tomás Soto	3-80-1556	Coclesito	Productor
17.	Enelio Fuentes Ruy	3-706-179	San Benito	productor
18.	Elcio González	2-136-365	Sabenito	productor
19.	Dolores MORA N.	8-767-1899	Nasareño	Productor
20.	Cecilia Olivero	3-702-398	nasareño	productora



**GERENCIA DE ASUNTOS COMUNITARIOS**  
**LISTA DE ASISTENCIA**

Fecha (DD/MM/AA): 26/06/2019		Compañía: Minera Panamá		
Lugar/Ubicación: Vivero de Reboque		Proyecto: Cobre Panamá		
Tipo de Reunión * Marque la opción que corresponde con una (x)		Duración: 8:00 am - 4:00 pm		
a) Informativa ( )    c) Ambiente ( )    e) Visitas ( ) b) Coordinación ( )    d) Seguridad ( ) f) Capacitaciones (x)    g) otro ( )		Tema(s) tratado(s): 1. Manejo Agrario del cultivo de P. no Red-2 2. Plagas y enfermedades del cultivo de P. no Red-2		
Responsable (Nombre y Apellido): Luis Cepeda (Plaga y enfermedad Pina)				
Firma: JOAQUIN BOTACIO - MANEJO CULTIVO DE PINA				
#	Apellido, Nombre	Cédula	Empresa/Grupo/Institución/Comunidad	Cargo/#Contacto
1.	Alejandro González	3 77-36	Los Molejones	-
2.	Rosa Lima Rangel	2.109 883	Toabre	Productor
3.	Ened Hernández	2-719-318	Toabre	productor
4.	Porfirio Sánchez	2.104 923	San Benito	Productor
5.	Jose Núñez	2-84-2319	MIDA-Torreme	Delegado
6.	Rosa L. Rangel M.	2-743-137	Toabre	productor
7.	Agustín	2 76 382	MIDA-La Puerta de	cooperador
8.	Edwin A. Villaverde	2-147-434	MIDA-La Puerta de	Es la Sra. Smith
9.	Joaquín Botacio	9-84-2313	MIDA-AGRICULTURA	PROGRAMA PINA
10.	Adelberto Ruiz	2-707-35	Ranchera arba	Cooper
11.	Rafael Espinosa	2-79-1302	MIDA-Panamá	Productor
12.	Nirabelle Ramírez	2-710-736	SU-Panamá	Analista de Lab
13.	Yanis G. Cepeda	2-705-1843	Sonido Vegetal	Productor
14.	Corbalán	2-711-1203	F.C.D. (MPSA)	Agente comunitario
15.	Domingo Martínez	2-723-606	Ranchera F.C.D.	Agente comunitario
16.	José del C. Ovalle	8-367-1000	F.C.D. M.P.S.A.	José del C. Ovalle
17.	Albany Palome	2-114-258	Rio Hato	Agente comunitario
18.	Heliza Martínez	8-722-224	Rio Hato	Extensionista
19.	Domingo Herrera	2-117-883	Rio Hato	Extensionista
20.	Ernesto A. Flores	8-496-14	Rio Hato	Extensionista



## GERENCIA DE ASUNTOS COMUNITARIOS

### MINUTA DE REUNIÓN

Lugar/Comunidad		Fecha
Vivero de Reforestación- Nuevo San José		26-06-2019
Moderador	Relator	
Ing. Luis Cépeda (Sanidad Vegetal-MIDA)- Ing. Joaquín Botacio (MIDA).	Carlos A. Ramos H.	
Organización(es)/ Persona(s) Participantes		
Productores de autoconsumo, comercialización y Donlap.		
Participantes Cobre Panamá		
Itzel Salas, José Ovalle, Domingo Martínez, Carlos A. Ramos H., Éufrates López.		
No. Total Participantes Comunitarios	No. Total de Participantes Mujeres	No. Total de Participantes Indígenas
46	12	0
Agenda / Temas		
Manejo Agronómico del cultivo de piña MD-2 Manejo fitosanitario (Control de plagas y enfermedades) del cultivo de piñas MD-2.		

Componente / Programa / Proyecto:
Organización para la comercialización, Desarrollo socioeconómico.
Notas
<p>Se capacitan a productores en los siguientes temas:</p> <p><b>A) Manejo Agronómico del cultivo de piña MD-2.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a.1) Preparación de suelo (construcción de drenajes).</li> <li>a.2) Selección de semillas (tratamiento de semillas)</li> <li>a.3) Distancia de siembra adecuada.</li> <li>a.4) Manejo fitosanitario (control de plagas y enfermedades).</li> <li>a.5) Manejo de fertilización (granular y foliar).</li> <li>a.6) Inducción floreal (7 meses en delante de sembrada la semilla).</li> <li>a.7) Manejo de cosecha.</li> <li>a.8) Producción de semillas.</li> </ul> <p><b>B) Manejo Fitosanitario del cultivo de piñas MD-2 (controles de plagas y enfermedades).</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>b.1) Manejo fitosanitario de semillas de piñas MD-2.</li> <li>b.2) Identificación de plagas y enfermedades.</li> <li>b.3) Plagas de mayor importancia (cochinilla harinosa, techla, pícudo, gallina ciega).</li> <li>b.4) Enfermedades producidas principalmente por bacterias y hongos (pudrición del cogollo y de la fruta, pudrición del tallo, fusariosis, Erwinia, phythoptora).</li> </ul>
Resultados (Acuerdos/Compromisos/Pasos a Seguir)
<p><b>Resultados</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A.) En la capacitación asistieron 46 productores de 12 comunidades.</li> <li>B.) A los productores se les dio un seguimiento en temas de manejo agronómico y de fertilización y un buen manejo fitosanitario (plagas y enfermedades).</li> <li>C.) A los productores se les presentaron unas diapositivas y pudieron identificar algunas plagas y enfermedades que inciden en sus parcelas.</li> </ul> <p><b>Pasos a seguir</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A) MIDA dará seguimiento a parcelas de piñas MD-2 establecidas de los productores y realizará futuras visitas en campo en coordinación con Minera Panamá.</li> <li>B) MIDA dará seguimiento y reglamentará las fincas proveedoras de semillas de piñas MD-2.</li> </ul>
Recomendaciones de Equipo Asuntos Comunitarios
Se les recomienda a los comunitarios asistentes poner en práctica los conocimientos adquiridos en sus respectivas áreas de cultivos.
Temas Emergentes (Favor de listar no más de tres temas emergentes de la reunión u evento)

Realizada por: Carlos A. Ramos H.  
Cargo: Extensionista Agrícola.  
Fecha: 26-06-2019



**GERENCIA DE ASUNTOS COMUNITARIOS**  
**MINUTA DE REUNIÓN**

**ANEXOS**







**First Quantum Minerals  
Planta de Generación PACO – Minera Panamá  
Unidad No. 1  
Punta Rincón, Provincia Colon, Panamá**

**INFORME DE AUDITORIA DE PRUEBAS DE EXACTITUD RELATIVA,  
SISTEMA CONTINUO DE MONITOREO DE EMISIONES  
Número de Proyecto McHale: 18018.0**

**Preparado para:**

**First Quantum Minerals  
Level 1, 24 Outram Street  
West Perth, WA 6005 Australia**

Este documento ha sido remitido y revisado como indicado seguido. Si esta es una revisión más reciente que la copia en su posesión, favor de destruir la copia previa o marcarla claramente “REEMPLAZADO”.

REVISION NO.	FECHA DE REVISION	INICIALES DEL AUTOR	INICIALES DEL REVISOR	INICIALES DEL APROBADOR	DESCRIPCION
0	4/30/2019	KMV	JKE	SBE	Emisión Inicial
1	5/16/2019	KMV	JKE	SBE	Revisado para Comentarios del Cliente
2	6/4/2019	KMV	JDS	SBE	Revisado para S&L / Comentarios del Cliente

**APROBADO PARA EMISION**

Autor:	<u>Kyle Vaughan</u>	Fecha:	<u>6/4/2019</u>
Revisor de Ingeniería:	<u>Joe Smith</u>	Fecha:	<u>6/4/2019</u>
Aprobación del Gerente de Proyecto:	<u>Susan Eisenstadt</u>	Fecha:	<u>6/4/2019</u>

*La información contenida en este documento está destinada solo para la persona o entidad a la que se dirige y puede contener material confidencial y / o privilegiado. Se prohíbe cualquier revisión, edición, retransmisión, difusión u otro uso, o toma de cualquier acción que se base en esta información por personas o entidades distintas del destinatario deseado.*



# Tabla de Contenido

<u>Sección</u>	<u>Descripción</u>	
<b>1.0</b>	<b>INTRODUCCIÓN Y RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>4</b>
1.2	PROGRAMA DE PRUEBAS .....	4
1.3	ORGANIZACIÓN DEL REPORTE DE PRUEBAS .....	5
1.4	PARTICIPANTES DEL PROYECTO.....	5
1.5	INFORMACIÓN DEL CONTACTO .....	6
<b>2.0</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y UBICACIONES DE MUESTREO .....</b>	<b>7</b>
2.1	DESCRIPCION DE PROCESOS .....	7
2.2	UBICACIONES DE MUESTREO .....	8
<b>3.0</b>	<b>RESUMEN DE RESULTADOS.....</b>	<b>9</b>
3.1	RESULTADOS DE PRUEBA.....	10
3.2	ANOMALÍAS DE MUESTREO .....	10
<b>4.0</b>	<b>MÉTODOS DE MUESTREO.....</b>	<b>12</b>
4.1	METODO EPA 1: UBICACION DEL PUNTO DE MUESTREO .....	12
4.2	METODO EPA 2: VELOCIDAD Y CAUDAL VOLUMETRICO .....	12
4.3	METODO EPA 3A: DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIONES DE DIOXIDO DE OXÍGENO Y CARBONO (PROCEDIMIENTO DE ANALIZADOR INSTRUMENTAL).....	12
4.4	METODO 4: CONTENIDO DE HUMEDAD .....	12
4.5	METODO 6C: DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE DIÓXIDO DE AZUFRE (PROCEDIMIENTO DEL ANALIZADOR INSTRUMENTAL) .....	13
4.6	METODO 7E: DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE ÓXIDO DE NITRÓGENO (PROCEDIMIENTO DEL ANALIZADOR INSTRUMENTAL) .....	13
4.7	METODO 10: DETERMINACIÓN DE EMISIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO .	13
4.8	METODO 19: DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE COMBUSTIBLE .....	14
4.9	SISTEMA DE MUESTREO DEL METODO DE REFERENCIA INSTRUMENTAL .....	14
<b>5.0</b>	<b>GARANTÍA DE CALIDAD Y CONTROL DE CALIDAD .....</b>	<b>17</b>
5.1	DECLARACIÓN ASTM D7036-16.....	17
5.2	GARANTÍA DE CALIDAD / CONTROL DE CALIDAD .....	17
5.3	CALIBRACIONES Y EVALUACIONES DE DESVIACION .....	18
5.4	TIEMPO DE RESPUESTA DEL INSTRUMENTO.....	18
5.5	CHEQUEOS DE FUGA.....	18



# Tabla de Apéndices

<u>Sección</u>	<u>Descripción</u>
APÉNDICE A.	RESUMEN DE RESULTADOS
APÉNDICE B.	FUENTE DE DATOS
APÉNDICE C.	DATOS DE GARANTÍA DE CALIDAD
APÉNDICE D.	DATOS DEL PROCESO
APÉNDICE E.	CÁLCULOS DE MUESTRA
APÉNDICE F.	CERTIFICACIONES DE QSTI Y ASTM D7036
APÉNDICE G.	PARTE INICIAL 75 DE CERTIFICACIÓN CEMS

## Cuadros y Figuras

<u>Cuadro</u>	<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
TABLE 1-1:	MATRIZ DE PRUEBAS RATA DE UNIDAD 1 .....	4
TABLE 1-2:	PARTICIPANTES DEL PROYECTO .....	5
TABLE 3-1:	RESULTADOS DE UNIDAD 1 .....	10

<u>Figura</u>	<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
FIGURE 2-1	UNIDAD 1, FOTO EXTERIOR.....	7
FIGURE 2-2	UNIDAD 1, PLATAFORMA DE TOMA DE MUESTRAS .....	8
FIGURE 4-1	TREN DE MUESTREO INSTRUMENTAL .....	18



## 1.0 Introducción y Resumen Ejecutivo

La división de Servicios de Medición de Emisiones (EMS) de McHale & Associates llevó a cabo pruebas de Auditoría de Pruebas de Precisión Relativa (RATA) para las instalaciones de First Quantum Minerals Minera Panamá, ubicadas en Punta Rincón, Provincia Colón, Panamá. Se contrató a Sargent & Lundy para proporcionar la ingeniería y el diseño detallados del proyecto, así como para garantizar que la instalación cumple con las normativas medioambientales. Envirolab S.A., un grupo local de pruebas de emisiones de Panamá, fue contratado para observar y certificar todas las actividades de pruebas realizadas por McHale EMS. Esto fue arreglado para cumplir con las regulaciones locales que requieren que los laboratorios de medición de emisiones estén certificadas a través del gobierno panameño, el cual Envirolab S.A. posee esta certificación.

Minera Panamá posee y opera dos calderas de carbón pulverizado ubicadas en la costa caribeña de Panamá en Punta Rincón en la Estación de Generación de PACO (PACO). La unidad utiliza agua de mar para desulfuración de gases de combustión (FGD) y agua de enfriamiento para la turbina de vapor (STG). Las emisiones de salida se controlan con quemadores de bajo NO<sub>x</sub>, reducción catalítica selectiva (SCR) y un sistema de filtración de filtros de manga. El enfoque de este informe de prueba RATA se centra en los sistemas de monitoreo continuo de emisiones (CEMS) instalados en la chimenea de la Unidad 1.

Este programa de prueba se realizó para realizar la porción de exactitud relativa inicial (RA) de las pruebas RATA iniciales, así como una prueba de desviación de calibración de 7 días, verificación de linealidad y prueba de tiempo de ciclo en los analizadores instalados. La matriz de pruebas RATA se presenta en la Tabla 1-1 a continuación:

**Table 1-1: Matriz de Pruebas RATA de Unidad 1**

Unidad	Parámetro	Unidades	Método EPA	Combustible	Carga	Duración
Descarga de Unidades 1 y 2	Caudal	m <sup>3</sup> /hr	1, 2	Carbón Bituminoso Colombiano	Bajo, Medio, y Pleno	12 recorridos de cinco (5) minutos
	Humedad	%	4			
	CO <sub>2</sub>	%	3A		Pleno	12 recorridos de veintiún minutos
	O <sub>2</sub>	%	3A			
	SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	6C			
	NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	7E			
	CO	mg/Nm <sup>3</sup>	10			

La ubicación física de la instalación es:

Planta de Generación PACO  
9°00'21.0"N 80°41'34.5"W  
Punta Rincón, Panamá

## 1.2 Programa de Pruebas

Las pruebas en la Planta de Generación PACO de Minera Panamá se realizaron desde el 24 de marzo de 2019 hasta el 29 de marzo de 2019. El personal de PACO recopiló datos adicionales desde el 29 de marzo de 2019 hasta el 7 de abril de 2019.



### 1.3 Organización del Reporte de Pruebas

**Sección 2.0** de este documento proporciona una breve descripción del proceso y la ubicación del muestreo. **Sección 3.0** presenta un resumen de los resultados de las pruebas. **Sección 4.0** describe los procedimientos y los métodos de prueba utilizados, y **Sección 5.0** describe las medidas de garantía de calidad / control de calidad seguidas durante el muestreo y el análisis. Los resúmenes de datos y los cálculos de muestra, las hojas de datos de campo, los datos analíticos, los datos de control de calidad, los datos operativos y una lista de los participantes del proyecto se incluyen en los apéndices de este documento.

### 1.4 Participantes del Proyecto

**Table 1-2: Participantes del Proyecto**

ORGANIZACION	NOMBRE	RESPONSABILIDAD
McHale EMS	Susan Eisenstadt	Gerente del Proyecto
	Kyle Vaughan	Dirigente del Sitio / Operador de CEMS
	Eric Swope	Operaciones de Consola
	Scott Williams	Técnico de Recuperación de Muestras
	Paul Day	Operaciones de Chimenea
Planta de Generación PACO – Minera Panamá	Francisco Solis	Superintendente Ambiental
Sargent & Lundy	Don Fennesey	Planificación del Programa de Pruebas / Ingeniería
Envirolab S.A.	Michael Alvarado	Observador de Prueba
	Gerardo Aguilera	Observador de Prueba



## 1.5 Información del Contacto

### **McHale & Assoc., Inc.**

Susan Eisenstadt  
Gerente del Proyecto  
4700 Coster Road  
Knoxville, TN 37912 USA  
O: (865) 588-2654 x142  
C: (865) 335-1783  
E: susan.eisenstadt@mchale.com

### **Planta de Generación PACO – Minera Panamá**

Francisco Solis  
Superintendente Ambiental - Puerto y Planta de Generación  
Torre de Las Américas, Torre A, Piso 21  
Iguana Mall, Penonomé  
Donoso, Colón, Panamá  
O: (507) 380-5840  
C: (507) 6440-3474  
E: Francisco.Solis@fqml.com

### **Sargent & Lundy**

Don Fennesy  
Ingeniero Mecánico  
55 East Monroe Street  
Chicago, IL 60603 USA  
O: (312) 269-6114  
C: (785) 760-3846  
E: donald.w.fennesy@sargentlundy.com



## **2.0 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y UBICACIONES DE MUESTREO**

### **2.1 DESCRIPCION DE PROCESOS**

Minera Panamá S.A. posee y opera dos calderas de carbón pulverizado ubicadas en la costa caribeña de Panamá en Punta Rincón, en la Planta de Generación PACO. La planta de generación fue construida para suministrar energía a la nueva mina de cobre del Proyecto Cobre Panamá. La mina de cobre Proyecto Cobre Panamá se encuentra en un área a unos 30 km del sitio del proyecto PACO. Este complejo minero tiene una demanda continua de energía de aproximadamente 250 megavatios (MW). La planta de generación opera principalmente a plena carga y suministra energía eléctrica a través de una línea de transmisión de dos circuitos de 230 kV. El saldo de la energía generada por la red se inyecta en la red eléctrica Panameña. La Unidad 1 es una caldera de carbón de 150 MW recién construida, que quema carbón bituminoso para la producción de energía. La unidad utiliza agua de mar para desulfuración de gases de combustión (FGD) y agua de enfriamiento para la turbina de vapor (STG). Las emisiones de salida se controlan con quemadores de bajo NOx, reducción catalítica selectiva (SCR) y un sistema de filtración de filtros de manga. La Unidad 1 es el enfoque de este informe de prueba.



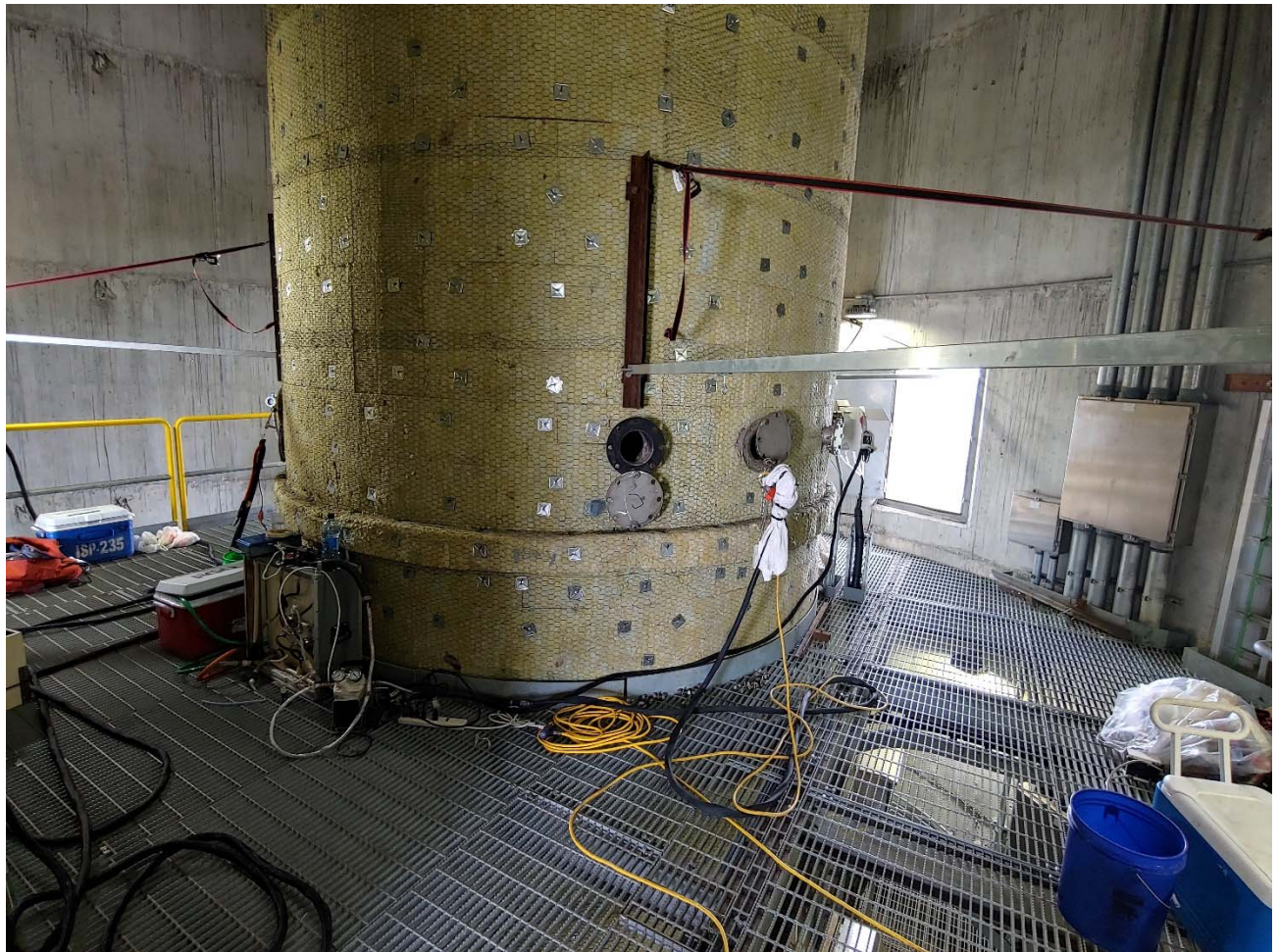
**Figura 2-1 Unidad No. 1 Fotografía de la Chimenea**



## 2.2

## UBICACIONES DE MUESTREO

Todas las pruebas se realizaron en la chimenea de escape de la Unidad 1. La chimenea tiene un diámetro de 149.6 pulgadas (3.8 metros), una altura de 411 pies (125 metros) desde el nivel del suelo y cuatro (4) puertos de prueba a 90 grados uno del otro, ubicados a 280 pies (85 metros) de la curva del ducto. Un esquema de la configuración de la chimenea se proporciona en el Apéndice B. A continuación se presenta una fotografía de la ubicación de muestreo:



**Figura 2-2 Unidad 1 Fotografía de la Plataforma de Prueba**



### 3.0 RESUMEN DE RESULTADOS

McHale EMS realizó pruebas de emisiones en la unidad mencionada en las instalaciones de First Quantum Minerals, ubicadas en Punta Rincón, Provincia Colón, Panamá. Las pruebas se realizaron desde el 29 de marzo de 2019 hasta el 7 de abril de 2019. McHale se coordinó con el personal de pruebas de PACO antes de que comenzaran las pruebas, para garantizar que las cargas de operación de la unidad estuvieran en condiciones estables antes de comenzar las pruebas. Las pruebas de emisiones en la chimenea de escape de la Unidad 1 fueron realizadas por McHale EMS. Todo el muestreo se coordinó a través de McHale para garantizar que el proceso fuera estable y que la recolección de muestras fuera representativa del proceso. Todas las técnicas utilizadas para obtener muestras se siguieron estrictamente utilizando los procedimientos y pautas prescritos de EPA y / o ASTM según sea necesario y bajo la supervisión del personal de Envirolab.

McHale EMS realizó pruebas de emisiones utilizando los métodos de prueba de referencia más recientes de la EPA de los EE. UU. Para pruebas de emisiones de fuentes estacionarias, según se indica en el Código de Regulaciones Federales, Título 40, Parte 60, Apéndice A. Las tablas 3-1 presentan un resumen de las emisiones. Los métodos utilizados para recolectar muestras se describen en la Sección 4. Los parámetros probados incluyen oxígeno (O<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO), flujo y mediciones secundarias asociadas para ayudar en los cálculos de emisiones. Las Especificaciones de Rendimiento 2 se utilizan para los analizadores de NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub>. Las Especificaciones de Rendimiento 3 se utilizan para el monitor de dióxido de carbono. Las Especificaciones de Rendimiento 4 (u opcionalmente 4A si las emisiones son inferiores a 200 ppmvd) se utilizan para el monitor de CO. Las Especificaciones de Rendimiento 6 estándares se utilizan para los monitores de flujo.

Los resultados de RATA se expresan en el informe de la prueba como las concentraciones nativas según las mediciones, como concentraciones en miligramos por metro cúbico normal (mg / Nm<sup>3</sup>), y las concentraciones se corrigieron al 6% de oxígeno. Las condiciones normales de temperatura y presión se definen a 68 ° F (0 ° C) y 1 atmósfera (29.92 "Hg).

Los datos de las pruebas gaseosas se recopilaron y promediaron según la base de 60 segundos (un minuto). Los datos de la prueba de humedad se registraron manualmente en la hoja de datos de campo al menos cada 5 minutos. Para documentar las condiciones del proceso durante las pruebas, la instalación proporcionó los registros de datos del proceso. Los registros incluyen el flujo de combustible (%), la potencia de salida (MW) y el flujo de vapor (kg / h). Las copias de los datos del proceso se pueden encontrar en el **Apéndice D**. En los apéndices se incluyen ejemplos de cálculos, resúmenes de datos, datos de campo sin procesar, datos analíticos, datos de operación, datos de calibración y certificaciones.



### 3.1 Resultados de Prueba

**Table 3-1: Resultados de Unidad 1**

Resultados de Prueba CEMS de PACO Unidad 1					
Chequeo de Parte 60	Analizador de NO <sub>x</sub>	Analizador de SO <sub>2</sub>	Analizador de CO	Analizador de CO <sub>2</sub>	Analizador de Flujo
Linealidad de 3-Puntos	Aprueba	Aprueba	Aprueba	Aprueba	N/A
Prueba de Tiempo de Ciclo	≤ 15 Mins. (Aprueba)	≤ 15 Mins. (Aprueba)	≤ 15 Mins. (Aprueba)	≤ 15 Mins. (Aprueba)	N/A
Desviación de 7-Días	Aprueba	Aprueba	Aprueba	Parcial <sup>1</sup>	N/A
Resultado de RATA	10.69% RA	6.73% RA	2.8 ppm	19.35% RA	Baja Carga: 15.75% Media Carga: 13.92% Alta Carga: 13.90%
Estándar de RATA	RA Parte 60 ≤20% según RM	RA Parte 60 ≤20% según RM	PS4A RA Parte 60 Prom. Absoluto <5ppm	RA Parte 60 ≤20% según RM	RA Parte 60 ≤20% según RM

<sup>1</sup>La desviación diaria se mostró mínima a pesar de no cumplir con los criterios de CD del 0.5%. Consulte las anomalías a continuación en la Sección 3.2 para obtener más detalles, así como los resultados presentados en el Apéndice G.

Los resultados detallados de la prueba RATA se presentan en el **Apéndice A** de este informe de prueba. Los resultados iniciales detallados de la certificación CEMS y los datos asociados se presentan en el **Apéndice G** de este informe de prueba.

### 3.2 Anomalías de Muestreo

- First Quantum adquirió los gases de calibración utilizados para este programa de prueba, sin embargo, los cilindros adquiridos fueron más pequeños de lo que se esperaba. Debido a la pequeña cantidad de gases de calibración, McHale se desvió de la estrategia estándar de verificación de calibración de la Parte 75: A diferencia de realizar una verificación completa de del sistema antes y después de cada ejecución de prueba, se realizó una comprobación de la desviación antes y después de la ejecución 1. Cada tres ejecuciones, McHale realizó una verificación de error de calibración inyectando gas directamente en los analizadores y no a través de todo el sistema de muestra. Esta estrategia se utilizó para conservar suficiente gas de calibración para completar las pruebas de certificación iniciales y las pruebas RATA. Esta estrategia se utilizó porque demora aproximadamente 5 meses obtener un gas de calibración adicional en el sitio de Minera Panamá.
- Si bien el RATA de CO<sub>2</sub> se completó el 28 de marzo de 2019, se debe tener en cuenta que se encontraron problemas con el intervalo de CO<sub>2</sub> al día siguiente. Se descubrió que la bomba de muestreo en el analizador no estaba operando. Una vez que la bomba volvió a ponerse en servicio, el analizador se recalibró y se reinició la desviación de 7 días. Esto no tuvo ningún impacto en los resultados de la RATA, ya que se demostró que estaba pasando. Los resultados de la desviación de 7 días reflejan la estabilidad del analizador con la bomba en servicio, a pesar de no cumplir con el criterio de diferencia de valor absoluto de 0.5%.
- Debido al programa de operación de la unidad de la planta PACO, las pruebas de desviación de 7 días fueron completadas por el personal de First Quantum / PACO. La desviación de 7 días produjo resultados satisfactorios para todos los analizadores, con la excepción del dióxido de carbono, que no cumplió con los estándares de desviación de calibración del 0.5% de la Parte



75. La opinión de McHale es que los resultados del analizador de CO<sub>2</sub> muestran una deriva diaria mínima, y debe considerarse insignificante ya que demuestra estabilidad operativa y solo se utiliza para mediciones de verificación de dilución de gases. Además, los 3 días iniciales de los controles de 7 días produjeron resultados que variaron, por lo que la prueba se extendió y los últimos 7 días de los controles de 10 días se utilizaron para calcular los resultados.



## **4.0 Métodos de Muestreo**

### **4.1 METODO EPA 1: UBICACION DEL PUNTO DE MUESTREO**

La ubicación de los puntos transversales utilizados para determinar la velocidad del gas dentro de la chimenea y los ductos se basa en la relación del diámetro con las distancias aguas arriba y aguas abajo. Los puntos transversales utilizados para las técnicas de muestreo isocinético se determinan a partir de la Figura 1-2 y la Tabla 1-2 del Método 1, Apéndice A, 40CFR60. Se requiere un máximo de 25 puntos (25 para rectangulares, 24 para chimeneas circulares) para las técnicas isocinéticas. El método 1 también se utiliza para determinar la ubicación de los puntos de muestreo para las pruebas de estratificación gaseosa iniciales y para las pruebas posteriores.

### **4.2 METODO EPA 2: VELOCIDAD Y CAUDAL VOLUMETRICO**

La velocidad promedio del gas en la chimenea se determina a partir de la medición de la carga de velocidad con un tubo tipo "S" de Pitot. La calibración se realiza para verificar las alineaciones de apertura de cara, el diámetro externo del tubo y las distancias planas de la base a la apertura. Se asigna un valor de coeficiente de referencia de 0,84 a cada tubo de Pitot. Se utiliza un manómetro de aceite inclinado para medir las cargas de velocidad y la presión estática de la chimenea. La temperatura de los gases de combustión también se mide durante las travesas utilizando termocuplas tipo K calibrados. El Método EPA 2 se incorpora en cada prueba isocinética. Este procedimiento se realizó para determinar las tasas de muestreo isocinéticas.

### **4.3 METODO EPA 3A: DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIONES DE OXÍGENO Y DE DIOXIDO DE CARBONO (PROCEDIMIENTO DE ANALIZADOR INSTRUMENTAL)**

Se utilizó un analizador de oxígeno para instrumentos analíticos de California Analytical Instruments para medir el oxígeno diluyente. El analizador utiliza un sensor electroquímico sellado (o celda de combustible). A medida que la muestra pasa sobre la superficie del sensor, las moléculas de oxígeno se difunden a través de una membrana porosa a una velocidad proporcional a la concentración de oxígeno del gas. Al entrar en contacto con el cátodo, el oxígeno se reduce a iones hidroxilo (OH). Luego, un ánodo de plomo se oxida a óxido de plomo (PbO) para completar la reacción electroquímica. Esta reacción genera una corriente, que es proporcional al contenido de oxígeno del gas de muestra. En ausencia de oxígeno, corriente no se genera.

Se usó un instrumento analítico de California Analytical Instruments para medir el dióxido de carbono. El instrumento es un analizador continuo NDIR de doble filtro / ruta única. El principio de funcionamiento de este analizador es determinar continuamente la concentración de CO<sub>2</sub> en una mezcla gaseosa que fluye. La fuente infrarroja emite un haz de luz pulsado. El gas de muestra se introduce en la celda y el componente de interés absorbe la energía infrarroja en proporción a la concentración en el gas. La diferencia entre la celda de referencia que contiene nitrógeno y la celda de muestra se amplifica mediante dos detectores y luego se linealiza para una salida de voltaje constante que se correlaciona con la absorción de CO<sub>2</sub>.

### **4.4 METODO 4: CONTENIDO DE HUMEDAD**

El contenido de humedad de la corriente de gas se determina extrayendo la muestra de gas a una velocidad conocida y regulada a través de un tren de condensador de vidrio. El tren del condensador consta de cuatro pinzas de vidrio conectadas en serie con conectores de tubo en U de vidrio sin fugas. La muestra de gas se extrae a través del tren de impacto (mantenido por debajo de 68 ° F en un baño de hielo) con una bomba de vacío, y la cantidad de gas muestreada se mide con un medidor de gas seco calibrado. La frecuencia de muestreo se regula con un medidor de orificio y se recolectan al menos veintiún (21) pies cúbicos estándar durante el período de prueba. La cantidad de humedad recogida se



determina gravimétricamente y se determina la cantidad de gas extraído, corregido a seco, a las condiciones estándar.

#### **4.5 METODO 6C: DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE DIÓXIDO DE AZUFRE (PROCEDIMIENTO DEL ANALIZADOR INSTRUMENTAL)**

Los procedimientos de muestreo y análisis que se utilizaron para el muestreo de dióxido de azufre siguen los procedimientos descritos en el Método EPA 6C, en el Código de Regulaciones Federales, Capítulo I, Título 40, Parte 60, Apéndice A, Método 6C.

Se utilizó un analizador de fluorescencia ultravioleta  $\text{SO}_2$  para recopilar datos de dióxido de azufre. El analizador es un analizador controlado por microprocesador que determina la concentración de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), en un gas de muestra extraído a través de la cámara de muestras del instrumento, donde está expuesto a la luz ultravioleta, lo que causa fluorescencia en el  $\text{SO}_2$  presente. El instrumento mide la cantidad de fluorescencia para determinar la cantidad de  $\text{SO}_2$  presente en el gas de muestra. La estabilidad de la muestra se logra con el uso de un obturador óptico para compensar la desviación del sensor y un detector de referencia para corregir los cambios en la intensidad de la lámpara UV. Además, un diseño óptico avanzado combinado con un depurador especial, llamado "kicker" (nivelador) que elimina hidrocarburos (que tiene una fluorescencia similar al  $\text{SO}_2$ ) evita imprecisiones debido a las interferencias.

La calibración del instrumento se realiza en un software que almacena las mediciones de concentración de  $\text{SO}_2$  realizadas cuando se suministran al analizador concentraciones específicas conocidas de  $\text{SO}_2$ . El microprocesador utiliza estos valores de calibración junto con otros parámetros de rendimiento como el desplazamiento del sensor, la intensidad de la lámpara UV, la cantidad de luz parásita presente y las mediciones de la temperatura y la presión del gas de muestra para calcular la concentración final de  $\text{SO}_2$ .

#### **4.6 METODO 7E: DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE ÓXIDO DE NITRÓGENO (PROCEDIMIENTO DEL ANALIZADOR INSTRUMENTAL)**

Los procedimientos de muestreo y análisis que se utilizaron para el muestreo de óxido de nitrógeno siguen los procedimientos descritos en el Método EPA 7E, en el Código de Reglamentos Federales, Capítulo I, Título 40, Parte 60, Apéndice A, Método 7E.

Se usó un instrumento API Modelo 200AH para analizar  $\text{NO}_x$ . El principio de funcionamiento de este instrumento es una reacción quimio luminiscente en la que el ozono ( $\text{O}_3$ ) reacciona con el óxido nítrico ( $\text{NO}$ ) para formar oxígeno ( $\text{O}_2$ ) y dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ). Durante esta reacción, se emite un fotón con una longitud de onda ultravioleta específica que se detecta mediante un tubo fotomultiplicador. El instrumento es capaz de analizar los óxidos totales de nitrógeno ( $\text{NO} + \text{NO}_2$ ) mediante la conversión térmica de  $\text{NO}_2$  en  $\text{NO}$  en una cámara de reacción separada antes del tubo fotomultiplicador, si se desea. El analizador funciona en modo  $\text{NO}_x$  durante el muestreo. Se realizó una prueba de eficiencia del convertidor en el instrumento justo antes de la serie de pruebas. Las pruebas de eficiencia del convertidor se realizaron diariamente, según corresponda.

#### **4.7 METODO 10: DETERMINACIÓN DE EMISIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO**

Los procedimientos de muestreo y análisis que se utilizaron para el muestreo de monóxido de carbono siguen los procedimientos descritos en el Método EPA 10, en el Código de Reglamentos Federales, Capítulo I, Título 40, Parte 60, Apéndice A, Método 10.

Para el análisis continuo de CO se usó un analizador de infrarrojos no dispersivo (GFC / NDIR) de correlación de filtro de gas de California Analytical Instruments. El principio de funcionamiento de este analizador es similar al de los analizadores NDIR tradicionales, ya que se basa en la absorción selectiva; por el cual, los anchos de banda particulares de la energía infrarroja son absorbidos por una especie



basada en su estructura orbital molecular. La correlación del filtro de gas NDIR difiere de NDIR en el mecanismo de detección y porque GFC / NDIR no requiere una celda de referencia. La radiación infrarroja pasa a través de un filtro giratorio, a través de la celda de muestra y al detector. La rueda cortadora del GFC / NDIR es un disco giratorio separado en dos cámaras donde una mitad está llena de nitrógeno y la otra mitad está llena de CO puro. Estas particiones actúan como filtros de gas alternos para la radiación infrarroja incidente proveniente de la fuente IR. El lado del filtro de gas CO actúa para producir una señal que no puede atenuarse más con el CO en la celda de muestra y se usa como señal de referencia. El filtro de nitrógeno permite que toda la radiación incidente pase. El monóxido de carbono en la celda de muestra, por lo tanto, atenuará la señal proporcionalmente a la concentración. Esto se considera el ciclo de medida. Cualquier otro gas, que absorba la radiación infrarroja, se absorbe por igual durante los ciclos de medición y referencia, proporcionando una referencia en tiempo real e interferencias mínimas. El detector para este analizador es un fotodetector de plomo-selenio.

#### **4.8 METODO 19: DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE COMBUSTIBLE**

Este método se utiliza para calcular los factores de combustible apropiados (relaciones de volúmenes de gas de combustión a las entradas de calor) que se utilizan para calcular las tasas de emisión de contaminantes a partir de las concentraciones de contaminantes. El factor F seco (Fd) incluye todos los componentes de la combustión menos agua; el factor F húmedo (Fw) incluye todos los componentes de la combustión; y el factor F del carbono (Fc) incluye solo dióxido de carbono. Los cálculos apropiados del factor F utilizados para el cálculo en el programa de prueba se pueden encontrar en el Método EPA 19.

#### **4.9 SISTEMA DE MUESTREO DEL METODO DE REFERENCIA INSTRUMENTAL**

Las emisiones de gases de chimenea de los óxidos de nitrógeno (NOX), monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) se midieron utilizando técnicas instrumentales continuas. Las concentraciones de oxígeno diluyente y dióxido de carbono también se miden utilizando técnicas instrumentales continuas. Estas pruebas se realizan de acuerdo con los Métodos EPA 3A, 6C, 7E y 10 según se describe en el Título 40, Parte 60, Apéndice A del Código de Reglamentos Federales. En los apéndices del informe de la prueba se proporcionan copias de todos los datos del método de referencia instrumental en línea recopilados durante los registros de prueba y calibración.

La muestra de gases de combustión se extrae de la chimenea a una velocidad constante a través de una sonda de muestra de acero inoxidable o Hastelloy. La sonda tiene la longitud suficiente para permitir el desplazamiento del conducto según lo requieren las especificaciones de rendimiento y los métodos de prueba aplicables. La muestra extraída se pasa de la sonda a través de un filtro y una línea de muestra de teflón caliente al sistema de eliminación de humedad. El sistema de eliminación de humedad (acondicionador de gas) está diseñado para un contacto mínimo entre el condensado y el gas de muestra para prevenir cualquier reacción entre la humedad y los contaminantes medidos. Todos los componentes del sistema de muestreo y acondicionamiento de gas están fabricados de vidrio, teflón o acero inoxidable. El sistema de acondicionamiento de gas consiste en un serpentín de condensador de Teflón continuamente hacia abajo (para evitar el burbujeo) y dos trampas de condensador de vidrio. La humedad se elimina continuamente de las trampas mediante una bomba peristáltica externa. El sistema de acondicionamiento de gas se enfría en un baño de agua con hielo para facilitar la eliminación completa de la humedad. La muestra de gas seco del acondicionador de gas pasa luego a través de un tubo de Teflón OD de 1/4 pulgada sin calentar a una bomba de diafragma revestida de Teflón que entrega una muestra de presión positiva al sistema del instrumento. Las válvulas de control de flujo se utilizan para entregar la muestra de gas a una presión positiva regulada a los instrumentos analíticos del método de referencia a través de una red de distribución colector de acero inoxidable y Teflón. El flujo y la presión a todos los monitores se mantienen constantes al monitorear los rotámetros de muestra y de derivación. La Figura 4-2 representa un diagrama del sistema de muestreo.



El sistema de muestreo se controla para detectar fugas al pasar los estándares conocidos de gas de calibración a través de una línea de calibración, luego se retrae a través de la sonda de muestreo a la presión de la chimenea y, posteriormente, a través de todo el sistema de muestreo a los instrumentos. Una respuesta del analizador de oxígeno menor o igual a 0.5% V a un estándar de oxígeno cero se considera una tasa de verificación de fugas aceptable.

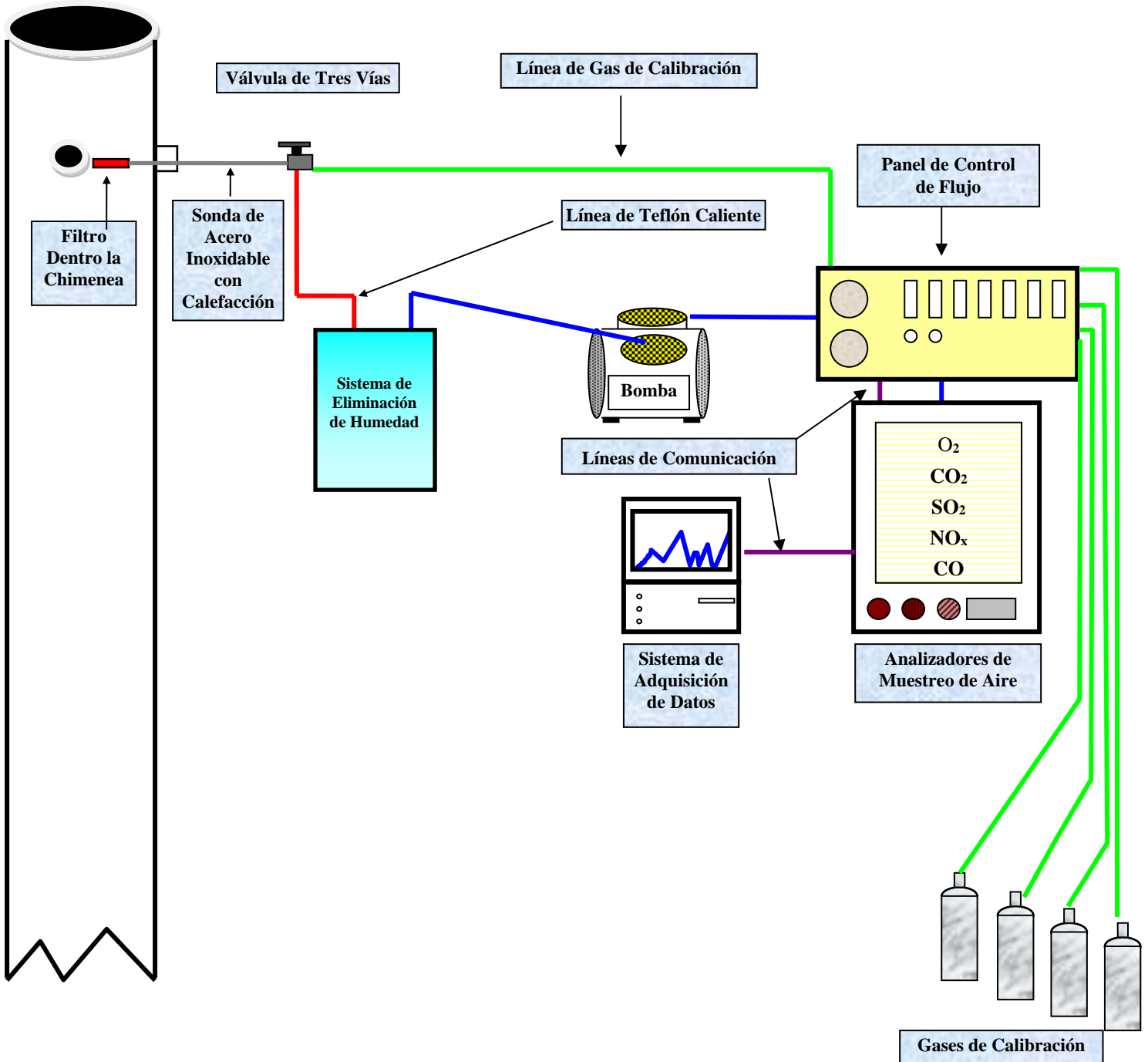
El error de calibración del analizador (CE) se calcula como la diferencia entre la concentración de gas de calibración conocida y la concentración mostrada por el analizador. Los controles de sesgo se realizan comparando las respuestas de calibración a través de todo el sistema de muestreo con las que se muestran en el analizador. El protocolo EPA n° 1, gases de calibración estándar rastreables por NIST se utilizan para calibrar los analizadores.

Las verificaciones de rendimiento aceptables del sistema no excederán de  $\pm 2\%$  de la linealidad del intervalo (error de calibración), de  $\pm 5\%$  de la comprobación de sesgo del sistema de intervalo, de  $\pm 3\%$  de la desviación del intervalo de cero y de  $\pm 3\%$  de la desviación del intervalo de escala de escala. Tenga en cuenta que el intervalo se define como el valor del gas de calibración de alto nivel, y no el rango del analizador.

El tiempo de respuesta del instrumento se encuentra alternando los gases de intervalo cero de nitrógeno y de escala superior a través de la línea de verificación de polarización y registrando el tiempo de escalada y baja escala para una respuesta del 95%. El tiempo de respuesta del sistema de muestreo instrumental del método de referencia se realiza para determinar el período de tiempo para que el sistema del método de referencia responda a los cambios en la corriente de escape del gas de chimenea. Conocidos, los gases de referencia del Protocolo EPA 1 y el nitrógeno cero pasan a través de la línea de muestra calentada, el sistema de acondicionamiento de la muestra y la red de distribución múltiple a los monitores de emisión continua.



**Figura 4-2**  
**Tren de Muestreo de Instrumentos**  
**Métodos EPA 3A, 6C, 7E, y 10**





## 5.0 GARANTÍA DE CALIDAD Y CONTROL DE CALIDAD

### 5.1 Declaración ASTM D7036-16

El contenido de este informe ha sido revisado y determinado como aceptable según los estándares y requisitos de la norma ASTM D7036-16 (Práctica Estándar para la Competencia de los Organismos de Prueba de Emisiones a la Atmósfera).

Nombre: Joe D. Smith

Cargo: Director de Servicios Ambientales y de Medición

Firma: 

### 5.2 Garantía de Calidad / Control de Calidad

Se observaron medidas estrictas de control de calidad / control de calidad (QA / QC) para todas las muestras y análisis realizados durante el programa de prueba de emisiones. El programa McHale EMS QA / QC está diseñado para proporcionar datos de la más alta calidad en términos de la precisión y la precisión de las mediciones, así como la integridad, representatividad y comparabilidad de los resultados.

La precisión es el grado en que una medida concuerda con el valor verdadero o con un valor de referencia aceptado. La precisión es el grado de reproducibilidad (o acuerdo) de un conjunto de mediciones individuales de una propiedad idéntica.

El objetivo del programa general de QA / QC es proporcionar pautas en términos de precisión y precisión que puedan usarse para evaluar la incertidumbre en los resultados y para justificar los datos en términos del uso de procedimientos aceptados. El control de calidad se puede definir como el uso de técnicas operativas y actividades que sustentan datos de buena calidad. La adherencia a los métodos y procedimientos de muestreo y analíticos aceptados (y específicamente mencionar cualquier aberración o excepción a estos procedimientos) es un ejemplo de control de calidad. El control de calidad incluye todas aquellas actividades planificadas y sistemáticas necesarias para garantizar que la precisión y la exactitud de los resultados satisfagan las necesidades del programa de pruebas.

El programa de control de calidad incluye las actividades planeadas por los operadores y analistas de rutina para proporcionar una evaluación de la precisión (y precisión) de los datos de prueba. Los ejemplos de implementación de medidas de control de calidad incluyen verificaciones de calibración de rutina para evaluar el sesgo y la deriva de un analizador después de cada prueba. El sesgo del sistema de medición es un indicador de la precisión del sistema y la deriva es una indicación de la precisión de las mediciones.

Las medidas de QA / QC para muestreo y análisis incluidas en los siguientes documentos se siguieron estrictamente durante el programa de prueba de emisiones, excepto como se indica a continuación y en otras partes de este documento. Los procedimientos se incorporan por referencia en el programa QA / QC para este esfuerzo, ya que se aplican a la recolección, análisis y cálculo de las concentraciones de contaminantes y las tasas de emisiones en masa de los lugares de prueba:

- El Código de Regulaciones Federales, Título 40, Parte 60, Apéndice A., Métodos EPA 1, 2, 3A, 4, 6C, 7E, 10 y 19 (vea el sitio web de EPA / EMC) El Manual de Garantía de Calidad para la Contaminación del Aire.



- El Manual de Garantía de Calidad de McHale EMS cumple con la norma ASTM D7036-16: Competencia de los Organismos de Prueba de Emisiones de Aire.

### **5.3 CALIBRACIONES Y EVALUACIONES DE DERIVA**

Al comienzo de cada día de prueba, los analizadores instrumentales se calibran y se ajustan según sea necesario, en base a dos puntos. Para calibrar los analizadores, se utilizan gases de calibración estándar rastreables del Protocolo N° 1 del Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología (NIST). Posteriormente, se introducen estándares de calibración adicionales en los analizadores para verificar la linealidad de la respuesta del instrumento. Si la linealidad del instrumento está dentro de  $\pm 2\%$  del rango del valor estándar de calibración, se acepta la calibración. (Tenga en cuenta que el intervalo se define como el valor del gas de calibración de alto nivel). De lo contrario, se realiza un mantenimiento correctivo y el instrumento se recalibra. Durante este tiempo, también se realizan verificaciones de desviación introduciendo estándares de calibración directamente en el colector del instrumento y en todo el sistema de muestreo y comparando los resultados.

Las comprobaciones de calibración se realizan a través de todo el sistema de muestreo al final de cada prueba para determinar la desviación de la calibración y cualquier cambio en el sesgo del sistema de muestra. La introducción de un gas de rango medio o alto a través del sistema de muestreo y de vuelta a los analizadores evalúa el sesgo del sistema de muestreo. El sesgo máximo permitido es el 5% del valor que el analizador leyó para el mismo gas cuando se introdujo en el sistema de muestreo total como un porcentaje del intervalo.

Las comprobaciones de desviación del sistema de muestreo se realizan posteriormente al final de cada ejecución de prueba. El criterio para la desviación es  $\pm 3\%$  del rango. Todos los gases de calibración son el protocolo 1 de la EPA, estándares rastreables por el NIST con una precisión nominal de  $\pm 1\%$ . Los certificados de análisis de gases de calibración se incluyen en los apéndices.

### **5.4 TIEMPO DE RESPUESTA DEL INSTRUMENTO**

El tiempo máximo de respuesta del sistema de instrumentos se determina al pasar alternativamente el gas cero y el gas de todo el sistema de muestreo y observar el tiempo requerido para que los monitores logren un cambio del 95% de las concentraciones finales. Se registran los tiempos de respuesta de escala alta y baja. Las impresiones del Sistema de Adquisición de Datos (DAS) de soporte se incluyen en el informe de la prueba. Dos veces el tiempo de respuesta es el tiempo de muestreo mínimo para cada punto de prueba.

### **5.5 CHEQUEOS DE FUGA**

Dado que todas las desviaciones y tendencias de la calibración se realizan a través de todo el sistema de muestreo, las revisiones de fugas se incorporan antes y después de cada ejecución. Las comprobaciones de fugas también se incorporan en las comprobaciones de desviación de cero e intervalo al final de cada ejecución, ya que el gas de calibración pasa a través de todo el sistema de muestreo para cada comprobación de desviación posterior a la prueba. Por lo tanto, las verificaciones de sesgo aceptables también son una indicación de que no se están produciendo fugas en el sistema.



APÉNDICE A.  
**Resumen de Resultados**



**Tipo de RATA:** Oxido de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), ppm  
**Regulación:** 40CFR60  
**RM Utilizado:** 7E

Cliente:	First Quantum				Proyecto No.:	18018.0		
ID de Unidad:	Unit 1				Modelo CEM:	Thermo 43i		
Ubicacion Muestra:	Outlet				No. de Serie CEM:	1330559481		
Utilizar? 1 = Y 0 = N	Recorrido Prueba	Fecha	Hora Inicio	Hora Fin.	RM NO <sub>x</sub> ppmvw	CEM NO <sub>x</sub> ppmvw	(RM-CEM) Diferencia (di)	Carga de Unidad (MW)
0	1	3/28/19	13:30	13:51	136.8	121.5	15.310	150.11
1	2	3/28/19	13:52	14:13	135.5	120.3	15.190	148.05
1	3	3/28/19	14:15	14:36	122.0	111.0	11.010	148.61
1	4	3/28/19	14:51	15:12	130.3	117.8	12.500	150.88
1	5	3/28/19	15:13	15:34	132.6	120.3	12.330	150.40
1	6	3/28/19	15:35	15:56	130.4	117.7	12.690	151.96
1	7	3/28/19	16:13	16:34	127.5	115.5	12.040	148.24
0	8	3/28/19	16:35	16:56	129.5	115.4	14.110	150.25
1	9	3/28/19	16:58	17:19	133.2	120.9	12.270	149.76
0	10	3/28/19	17:34	17:55	131.1	115.9	15.240	149.66
1	11	3/28/19	17:56	18:17	137.0	122.5	14.500	148.14
1	12	3/28/19	18:18	18:39	131.3	117.1	14.210	147.73

n	9
t(0.975)	2.306
Valor Medio de RM	131.089 RM
Valor Medio de CEM	118.118 CEM avg
Diferencia Significativa	12.971 d avg
Desviacion Estandar	1.356 sd
Coeficiente de Confianza	1.042 CC
RA segun RM	10.69 %
RA segun AES	N/A %
Alternativa para Emisores Bajos	N/A ppm diff
Factor de Ajuste de Sesgo	N/A BAF

Meets Part 60 RA specifications based on RM

// Cumple con especificaciones de RA Parte 60 segun RM.

**Part 60 RA Specifications**

// Especificaciones de RA Parte 60

RA ≤ 20% based on RM, or

// RA ≤ 20% segun RM, o

RA ≤ 10% based on AES

// RA ≤ 10% segun AES



**Tipo de RATA:** Oxido de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), ppmvd @ 6% Oxygen  
**Regulación:** 40CFR60  
**RM Utilizado:** 7E

Cliente:	First Quantum	Proyecto No.:	18018.0
ID de Unidad	Unit 1	Modelo CEM:	Thermo 43i
Ubicacion Muestra:	Outlet	No. de Serie CEM:	1330559481

Utilizar? 1 = Y 0 = N	Recorrido Prueba	Fecha	Hora Inicio	Hora Fin.	RM NO <sub>x</sub> ppmvw at 6% Oxygen	CEM NO <sub>x</sub> ppmvw at 6% Oxygen	(RM-CEM)  Diferencia (di)	Carga de Unidad (MW)
0	1	3/28/19	13:30	13:51	177.9	144.1	33.819	150.11
0	2	3/28/19	13:52	14:13	178.6	144.3	34.291	148.05
1	3	3/28/19	14:15	14:36	158.2	130.3	27.936	148.61
1	4	3/28/19	14:51	15:12	167.6	137.3	30.276	150.88
1	5	3/28/19	15:13	15:34	171.6	141.3	30.334	150.40
1	6	3/28/19	15:35	15:56	168.5	136.8	31.724	151.96
1	7	3/28/19	16:13	16:34	164.9	134.3	30.629	148.24
1	8	3/28/19	16:35	16:56	166.8	134.8	32.030	150.25
1	9	3/28/19	16:58	17:19	173.5	142.7	30.772	149.76
1	10	3/28/19	17:34	17:55	167.0	134.3	32.737	149.66
0	11	3/28/19	17:56	18:17	177.0	143.8	33.239	148.14
1	12	3/28/19	18:18	18:39	170.1	137.9	32.247	147.73

n	9
t(0.975)	2.306
Valor Medio de RM	167.578 RM avg
Valor Medio de CEM	136.613 CEM avg
Diferencia Significativa	30.965 d avg
Suma de Diferencias <sup>2</sup>	8646.176 di <sup>2</sup>
Desviacion Estandar	1.444 sd
Coeficiente de Confianza	1.110 CC
RA segun RM	19.14 %
RA segun AES	N/A %

#### Meets RA specifications based on RM

// Cumple con especificacion de RA segun RM

**RA Specifications:** // Especificaciones de RA:  
Part 60 // Parte 60  
RA ≤ 20% based on RM, or // RA ≤ 20% segun RM, o  
RA ≤ 10% based on AES // RA ≤ 10% segun AES



**Tipo de RATA:** Oxido de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), mg/Nm<sup>3</sup>  
**Regulación:** 40CFR60  
**RM Utilizado:** 7E

Cliente:	First Quantum				Proyecto No.:	18018.0		
ID de Unidad:	Unit 1				Modelo CEM:	Thermo 43i		
Ubicacion Muestra:	Outlet				No. de Serie CEM:	1330559481		
Utilizar? 1 = Y 0 = N	Recorrido Prueba	Fecha	Hora Inicio	Hora Fin.	RM NO <sub>x</sub> mg/Nm3	CEM NO <sub>x</sub> mg/Nm3	(RM-CEM) Diferencia (di)	Carga de Unidad (MW)
0	1	3/28/19	13:30	13:51	280.93	249.49	31.440	150.11
1	2	3/28/19	13:52	14:13	278.26	247.07	31.194	148.05
1	3	3/28/19	14:15	14:36	250.54	227.93	22.610	148.61
1	4	3/28/19	14:51	15:12	267.58	241.91	25.670	150.88
1	5	3/28/19	15:13	15:34	272.30	246.98	25.321	150.40
1	6	3/28/19	15:35	15:56	267.79	241.73	26.060	151.96
1	7	3/28/19	16:13	16:34	261.83	237.11	24.725	148.24
0	8	3/28/19	16:35	16:56	265.94	236.96	28.976	150.25
1	9	3/28/19	16:58	17:19	273.54	248.34	25.197	149.76
0	10	3/28/19	17:34	17:55	269.22	237.93	31.296	149.66
1	11	3/28/19	17:56	18:17	281.34	251.56	29.777	148.14
1	12	3/28/19	18:18	18:39	269.63	240.45	29.181	147.73

n	9
t(0.975)	2.306
Valor Medio de RM	269.200 RM avg
Valor Medio de CEM	242.563 CEM avg
Diferencia Significativa	26.637 d avg
Desviacion Estandar	2.785 sd
Coeficiente de Confianza	2.141 CC
RA segun RM	10.69 %
RA segun AES	N/A %

#### Meets RA specifications based on RM

// Cumple con especificacion segun RM

**RA Specifications:** // Especificaciones de RA:  
Part 60 // Parte 60  
RA ≤ 20% based on RM, or // RA ≤ 20% segun RM, o  
RA ≤ 10% based on AES // RA ≤ 10% segun AES



**Tipo de RATA:** Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), ppm  
**Regulación:** 40CFR60  
**RM Utilizado:** 6C

Cliente:		First Quantum		Proyecto No.:		18018.0		
ID de Unidad:		Unit 1		Modelo CEM:		Thermo 42i		
Ubicacion Muestra:		Outlet		No. de Serie CEM:		1772350003		
Utilizar? 1 = Y 0 = N	Recorrido Prueba	Fecha	Hora Inicio	Hora Fin.	RM SO <sub>2</sub> ppmvw	CEM SO <sub>2</sub> ppmvw	(RM-CEM) Diferencia (di)	Carga de Unidad (MW)
0	1	3/28/19	13:30	13:51	35.1	31.6	3.480	150.11
0	2	3/28/19	13:52	14:13	34.0	30.8	3.220	148.05
0	3	3/28/19	14:15	14:36	34.6	31.4	3.210	148.61
1	4	3/28/19	14:51	15:12	34.8	32.0	2.760	150.88
1	5	3/28/19	15:13	15:34	33.9	31.6	2.330	150.40
1	6	3/28/19	15:35	15:56	33.3	31.4	1.950	151.96
1	7	3/28/19	16:13	16:34	32.8	31.0	1.850	148.24
1	8	3/28/19	16:35	16:56	32.8	31.0	1.760	150.25
1	9	3/28/19	16:58	17:19	32.7	31.1	1.630	149.76
1	10	3/28/19	17:34	17:55	33.4	31.6	1.850	149.66
1	11	3/28/19	17:56	18:17	33.8	31.8	1.970	148.14
1	12	3/28/19	18:18	18:39	33.1	31.7	1.440	147.73

n	9
t(0.975)	2.306
Valor Medio de RM	33.400 RM avg
Valor Medio de CEM	31.451 CEM avg
Diferencia Significativa	1.949 d avg
Desviacion Estandar	0.390 sd
Coficiente de Confianza	0.300 CC
RA segun RM	6.73 %
RA segun AES	3.21 %
Alternativa para Emisores Bajos	N/A ppm diff
Factor de Ajuste de Sesgo	N/A BAF

#### Meets RA specifications based on RM

// Cumple con especificacion de RA segun RM

#### Part 60 RA Specifications

// Especificaciones de RA Parte 60

RA ≤ 20% based on RM, or

// RA ≤ 20% segun RM, o

RA ≤ 10% based on AES

// RA ≤ 10% segun AES



**Tipo de RATA:** Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), ppmvd @ 6% O<sub>2</sub>  
**Regulación:** 40CFR60  
**RM Utilizado:** 6C

Cliente:	First Quantum	Proyecto No.:	18018.0
ID de Unidad:	Unit 1	Modelo CEM:	Thermo 42i
Ubicacion Muestra:	Outlet	No. de Serie CEM:	1772350003

Utilizar? 1 = Y 0 = N	Recorrido Prueba	Fecha	Hora Inicio	Hora Fin.	RM SO <sub>2</sub> ppmvw at 6% O <sub>2</sub>	CEM SO <sub>2</sub> ppmvw at 6% O <sub>2</sub>	(RM-CEM)  Diferencia (di)	Carga de Unidad (MW)
0	1	3/28/19	13:30	13:51	45.6	37.5	8.100	150.11
1	2	3/28/19	13:52	14:13	44.8	36.9	7.880	148.05
0	3	3/28/19	14:15	14:36	44.8	36.8	7.959	148.61
0	4	3/28/19	14:51	15:12	44.7	37.4	7.350	150.88
1	5	3/28/19	15:13	15:34	43.8	37.1	6.719	150.40
1	6	3/28/19	15:35	15:56	43.1	36.4	6.672	151.96
1	7	3/28/19	16:13	16:34	42.5	36.0	6.507	148.24
1	8	3/28/19	16:35	16:56	42.2	36.3	5.947	150.25
1	9	3/28/19	16:58	17:19	42.6	36.7	5.930	149.76
1	10	3/28/19	17:34	17:55	42.5	36.6	5.939	149.66
1	11	3/28/19	17:56	18:17	43.6	37.4	6.246	148.14
1	12	3/28/19	18:18	18:39	42.9	37.3	5.626	147.73

n	9
t(0.975)	2.306
Valor Medio de RM	43.111 RM avg
Valor Medio de CEM	36.726 CEM avg
Diferencia Significativa	6.385 d avg
Suma de Diferencias <sup>2</sup>	370.550 di <sup>2</sup>
Desviacion Estandar	0.674 sd
Coeficiente de Confianza	0.518 CC
RA segun RM	16.01 %
RA segun AES	N/A %

#### Meets RA specifications based on RM

// Cumple con especificacion de RA segun RM

**RA Specifications:** // Especificaciones de RA:

Part 60 // Parte 60

RA<= 20% based on RM, or // RA<= 20% segun RM, o

RA<= 10% based on AES // RA <= 10% segun AES



**Tipo de RATA:** Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), mg/Nm<sup>3</sup>  
**Regulación:** 40CFR60  
**RM Utilizado:** 6C

Cliente:		First Quantum		Proyecto No.:		18018.0		
ID de Unidad:		Unit 1		Modelo CEM:		Thermo 43i		
Ubicación Muestra:		Outlet		No. de Serie CEM:		1330559481		
Utilizar? 1 = Y 0 = N	Recorrido Prueba	Fecha	Hora Inicio	Hora Fin.	RM SO <sub>2</sub> mg/Nm <sup>3</sup>	CEM SO <sub>2</sub> mg/Nm <sup>3</sup>	(RM-CEM) Diferencia (di)	Carga de Unidad (MW)
0	1	3/28/19	13:30	13:51	100.24	90.30	9.938	150.11
0	2	3/28/19	13:52	14:13	95.67	87.90	7.768	148.05
1	3	3/28/19	14:15	14:36	97.39	89.65	7.739	148.61
0	4	3/28/19	14:51	15:12	99.38	91.50	7.882	150.88
1	5	3/28/19	15:13	15:34	96.81	90.16	6.654	150.40
1	6	3/28/19	15:35	15:56	95.39	89.53	5.855	151.96
1	7	3/28/19	16:13	16:34	93.67	88.39	5.283	148.24
1	8	3/28/19	16:35	16:56	94.24	88.65	5.598	150.25
1	9	3/28/19	16:58	17:19	93.96	88.73	5.226	149.76
1	10	3/28/19	17:34	17:55	95.39	90.10	5.283	149.66
1	11	3/28/19	17:56	18:17	97.10	90.90	6.197	148.14
1	12	3/28/19	18:18	18:39	95.39	90.42	4.969	147.73

n	9
t(0.975)	2.306
Valor Medio de RM	95.481 RM avg
Valor Medio de CEM	89.614 CEM avg
Diferencia Significativa	5.867 d avg
Desviación Estandar	0.881 sd
Coefficiente de Confianza	0.677 CC
RA segun RM	6.85 %
RA segun AES	3.27 %

**Meets RA specifications based on RM**

*// Cumple con especificación de RA segun RM*

**RA Specifications:**

Part 60

RA ≤ 20% based on RM, or

RA ≤ 10% based on AES

*// Especificaciones de RA:*

*// Parte 60*

*// RA ≤ 20% segun RM, o*

*// RA ≤ 10% segun AES*



**Tipo de RATA:** Monóxido de Carbono (CO), ppm  
**Regulación:** 40CFR60  
**RM Utilizado:** 10

Cliente:	First Quantum				Proyecto No.:	18018.0		
ID de Unidad:	Unit 1				Modelo CEM:	ABB AO2000		
Ubicacion Muestra:	Outlet				No. de Serie CEM:	024434060911030		
Utilizar? 1 = Y 0 = N	Recorrido Prueba	Fecha	Hora Inicio	Hora Fin.	RM CO ppmvw	CEM CO ppmvw	(RM-CEM) Diferencia (di)	Carga de Unidad (MW)
1	1	3/28/19	13:30	13:51	10.8	12.8	-1.950	150.11
1	2	3/28/19	13:52	14:13	11.3	12.9	-1.630	148.05
1	3	3/28/19	14:15	14:36	12.7	15.1	-2.390	148.61
0	4	3/28/19	14:51	15:12	11.9	66.3	-54.380	150.88
0	5	3/28/19	15:13	15:34	11.0	20.2	-9.160	150.40
1	6	3/28/19	15:35	15:56	11.6	13.6	-2.040	151.96
1	7	3/28/19	16:13	16:34	11.0	12.0	-1.020	148.24
1	8	3/28/19	16:35	16:56	11.1	13.0	-1.940	150.25
0	9	3/28/19	16:58	17:19	10.7	132.8	-122.110	149.76
1	10	3/28/19	17:34	17:55	11.0	15.1	-4.110	149.66
1	11	3/28/19	17:56	18:17	11.2	13.9	-2.650	148.14
1	12	3/28/19	18:18	18:39	11.3	12.2	-0.930	147.73

n	9
t(0.975)	2.306
Valor Medio de RM	11.333 RM avg
Valor Medio de CEM	13.407 CEM avg
Diferencia Significativa	-2.073 d avg
Desviacion Estandar	0.951 sd
Coeficiente de Confianza	0.731 CC
RA segun RM	24.74 %
RA segun AES	1.75 %
Alternativa para Emisores Bajos (PS 4A)	2.8 ppm
d avg  + CC =	-1.3 ppm

**Meets PS4A Low Emitter specifications based on RA absolute avg. < 5ppm**

// Cumple con especificacion Emisor Bajo PS4A segun medio absoluto de RA < 5ppm

**Meets Part 60 RA specifications based on |d avg| + CC <= 5ppm**

// Cumple con especificacion RA Parte 60 segun |d avg| + CC <=5ppm

**RA Specifications:** // Especificaciones de RA:

Part 60 (PS4 or PS4A) // Parte 60 (PS4 o PS4A)

RA<= 10% based on RM, or // RA <=10% segun RM, o

RA<= 5% based on AES, or // RA <= 5% segun AES, o

|d avg| + CC <= 5 ppm



**Tipo de RATA:** Monóxido de Carbono (CO), ppmvd @ 6 % O<sub>2</sub>

**Regulación:** 40CFR60

**RM Utilizado:** 10

Cliente:	First Quantum				Proyecto No.:	18018.0		
ID de Unidad:	Unit 1				Modelo CEM:	ABB AO2000		
Ubicacion Muestra:	Outlet				No. de Serie CEM:	024434060911030		
Utilizar? 1 = Y 0 = N	Recorrido Prueba	Fecha	Hora Inicio	Hora Fin.	RM CO ppmvw at 6% O2	CEM CO ppmvw at 6% O2	(RM-CEM)  Diferencia (di)	Carga de Unidad (MW)
1	1	3/28/19	13:30	13:51	14.0	15.1	-1.121	150.11
1	2	3/28/19	13:52	14:13	14.9	15.5	-0.609	148.05
1	3	3/28/19	14:15	14:36	16.4	17.7	-1.310	148.61
0	4	3/28/19	14:51	15:12	15.3	77.3	-61.965	150.88
0	5	3/28/19	15:13	15:34	14.2	23.7	-9.479	150.40
1	6	3/28/19	15:35	15:56	15.0	15.8	-0.849	151.96
1	7	3/28/19	16:13	16:34	14.2	14.0	0.222	148.24
1	8	3/28/19	16:35	16:56	14.4	15.2	-0.830	150.25
0	9	3/28/19	16:58	17:19	13.9	156.7	-142.850	149.76
1	10	3/28/19	17:34	17:55	14.1	17.5	-3.410	149.66
1	11	3/28/19	17:56	18:17	14.5	16.3	-1.754	148.14
1	12	3/28/19	18:18	18:39	14.6	14.4	0.201	147.73

n	9
t(0.975)	2.306
Valor Medio de RM	14.678 RM avg
Valor Medio de CEM	15.729 CEM avg
Diferencia Significativa	-1.051 d avg
Suma de Diferencias <sup>2</sup>	19.549 di <sup>2</sup>
Desviación Estandar	1.096 sd
Coeficiente de Confianza	0.842 CC
RA según RM	12.90 %
RA según AES	2.20 %
Alternativa para Emisores Bajos (PS 4A)	1.9 ppm
d avg  + CC	-0.2 ppm

**Meets PS4A Low Emitter specifications based on RA absolute avg. < 5ppm**

*// Cumple con especificación Emisor Bajo PS4A según medio absoluto de RA < 5ppm*

**Meets Part 60 RA specifications based on |d avg| + CC <= 5ppm**

*// Cumple con especificación RA Parte 60 según |d avg| + CC <= 5ppm*

**RA Specifications:** // Especificaciones de RA:

Part 60 (PS4 or PS4A) // Parte 60 (PS4 o PS4A)

RA <= 10% based on RM, or // RA <= 10% según RM, o

RA <= 5% based on AES, or // RA <= 5% según AES, o

|d avg| + CC <= 5 ppm



**Tipo de RATA:** Monóxido de Carbono (CO), mg/Nm<sup>3</sup>

**Regulación:** 40CFR60

**RM Utilizado:** 10

Cliente:		First Quantum			Proyecto No.:		18018.0	
ID de Unidad:		Unit 1			Modelo CEM:		Thermo 43i	
Ubicacion Muestra:		Outlet			No. de Serie CEM:		1330559481	
Utilizar? 1 = Y 0 = N	Recorrido Prueba	Fecha	Hora Inicio	Hora Fin.	RM CO mg/Nm <sup>3</sup>	CEM CO mg/Nm <sup>3</sup>	(RM-CEM) Diferencia (di)	Carga de Unidad (MW)
1	1	3/28/19	13:30	13:51	13.49	15.93	-2.440	150.11
1	2	3/28/19	13:52	14:13	14.24	16.16	-1.920	148.05
1	3	3/28/19	14:15	14:36	15.86	18.85	-2.990	148.61
0	4	3/28/19	14:51	15:12	14.87	82.81	-67.940	150.88
0	5	3/28/19	15:13	15:34	13.86	25.19	-11.330	150.40
1	6	3/28/19	15:35	15:56	14.62	17.02	-2.400	151.96
1	7	3/28/19	16:13	16:34	13.74	15.02	-1.280	148.24
1	8	3/28/19	16:35	16:56	13.74	16.29	-2.550	150.25
0	9	3/28/19	16:58	17:19	13.12	165.94	-152.820	149.76
1	10	3/28/19	17:34	17:55	13.74	18.88	-5.140	149.66
1	11	3/28/19	17:56	18:17	14.12	17.3	-3.180	148.14
1	12	3/28/19	18:18	18:39	14.12	15.28	-1.160	147.73

n	9
t(0.975)	2.306
Valor Medio de RM	14.186 RM avg
Valor Medio de CEM	16.748 CEM avg
Diferencia Significativa	-2.562 d avg
Desviacion Estandar	1.187 sd
Coficiente de Confianza	0.912 CC
RA segun RM	24.49 %
RA segun AES	3.47 %

#### Meets RA specifications based on applicable emission standard (AES)

// Cumple con especificaciones segun estandares de emisiones applicables (AES)

**RA Specifications:** // Especificaciones de RA:

Part 60 // Parte 60

RA <= 10% based on RM, or // RA <= 10% segun RM, o

RA <= 5% based on AES // RA <= 5% segun AES



**Tipo de RATA:** Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), % por volumen  
**Regulación:** 40CFR60  
**RM Utilizado:** 3A

Cliente:	First Quantum				Proyecto No.:	18018.0		
ID de Unidad:	Unit 1				Modelo CEM:	ABB AO2000		
Ubicacion Muestra:	Outlet				No. de Serie CEM:	024434060911030		
Utilizar? 1 = Y 0 = N	Recorrido Prueba	Fecha	Hora Inicio	Hora Fin.	RM CO <sub>2</sub> % v/v wet	CEM CO <sub>2</sub> % v/v wet	(RM-CEM) Diferencia (di)	Carga de Unidad (MW)
1	1	3/28/19	13:30	13:51	10.5	8.6	1.910	150.11
1	2	3/28/19	13:52	14:13	10.5	8.5	2.030	148.05
1	3	3/28/19	14:15	14:36	10.7	8.7	2.020	148.61
1	4	3/28/19	14:51	15:12	10.6	8.7	1.890	150.88
1	5	3/28/19	15:13	15:34	10.6	8.6	1.960	150.40
1	6	3/28/19	15:35	15:56	10.6	8.7	1.910	151.96
1	7	3/28/19	16:13	16:34	10.6	8.6	2.050	148.24
0	8	3/28/19	16:35	16:56	10.8	8.7	2.110	150.25
1	9	3/28/19	16:58	17:19	10.7	8.6	2.070	149.76
1	10	3/28/19	17:34	17:55	10.9	8.8	2.120	149.66
0	11	3/28/19	17:56	18:17	11.1	8.7	2.410	148.14
0	12	3/28/19	18:18	18:39	11.0	8.7	2.340	147.73

n	9
t(0.975)	2.306
Valor Medio de RM	10.633 RM avg
Valor Medio de CEM	8.638 CEM avg
Diferencia Significativa	1.996 d avg
Desviacion Estandar	0.081 sd
Coficiente de Confianza	0.062 CC
RA segun RM	19.35 %
RA (Diferencia de Medio Absoluto)	2.00 %vol diff.

**Meets Part 60 RA Specifications, as the RA is less than 20%**

*// Cumple con especificacion de RA Parte 60, ya que RA es menos de 20%*

**Part 60 RA Specifications**

*// Especificacion de RA Parte 60*

RA ≤ 20% based on RM, or

*// RA ≤ 20% segun RM, o*

d avg ≤ 1.0% vol difference

*// d avg ≤ 1.0% diferencia de volumen*



# Resultados de Auditoria de Prueba de Exactitud Relativa

## Planta de Generacion PACO

### Unidad 1

#### Metros Cubicos Estandar por Minuto (NM3/min)

#### RATA de Caudal de Alta Carga

No. de Recorrido*	Fecha	Inicio de Recorrido	Finalizacion de Recorrido	Caudal de Metodo Referencia	Caudal de CEMS	Caudal de Diferencia
1	03/28/19	13:30	13:51	11132.91	9831.08	1301.83
<del>2</del>	<del>03/28/19</del>	<del>13:52</del>	<del>14:13</del>	<del>11333.68</del>	<del>9792.10</del>	<del>1541.58</del>
3	03/28/19	14:14	14:35	11030.61	9638.28	1392.33
<del>4</del>	<del>03/28/19</del>	<del>14:51</del>	<del>15:12</del>	<del>11308.72</del>	<del>9733.38</del>	<del>1575.34</del>
5	03/28/19	15:14	15:35	10312.05	9801.42	510.63
6	03/28/19	15:35	15:56	10276.73	9847.65	429.08
7	03/28/19	16:13	16:34	11215.17	9736.71	1478.46
8	03/28/19	16:35	16:57	11093.90	9699.93	1393.97
9	03/28/19	16:58	17:19	11148.82	9709.97	1438.85
10	03/28/19	17:34	17:55	11057.04	9586.70	1470.34
<del>11</del>	<del>03/28/19</del>	<del>17:56</del>	<del>18:17</del>	<del>11163.48</del>	<del>9627.46</del>	<del>1536.02</del>
12	03/28/19	18:18	18:39	10986.10	9586.22	1399.88
Promedios: <sup>1</sup>				10917.04	9715.33	1195.70
Numero de Recorridos:						9
Desviacion Estandar:						418.6478
Valor-t:						2.3060
Coeficiente de Confianza:						321.8006
Exactitud Relativa (%)						13.90%

\*Recorridos borrados no utilizados en los calculos RATA

<sup>1</sup>Factor WAF aplicado a promedios utilizando 0.9950

Nota: El CEMS del Caudal cumple con los criterios de 40CFR60, Apendice B, Rendimiento.

Especificación 6 ya que la precisión relativa es inferior al 20%.



# Resultados de Auditoria de Prueba de Exactitud Relativa

## Planta de Generacion PACO

### Unidad 1

#### Metros Cubicos Estandar por Minuto (NM3/min)

#### RATA de Caudal de Media Carga

No. de Recorrido	Fecha	Inicio de Recorrido	Finalizacion de Recorrido	Caudal de Metodo Referencia	Caudal de CEMS	Caudal de Diferencia
1	03/04/14	18:02	18:11	9884.23	8654.71	1229.52
2	03/24/19	18:12	18:20	9895.32	8705.61	1189.71
3	03/24/19	18:21	18:29	9915.12	8710.19	1204.93
4	03/24/19	18:38	18:47	9975.47	8663.17	1312.30
5	03/24/19	18:48	18:58	9041.90	8699.20	342.70
6	03/24/19	18:59	19:06	9121.25	8654.10	467.15
7	03/24/19	19:13	19:24	10085.54	8746.28	1339.26
8	03/24/19	19:25	19:34	10067.89	8729.32	1338.57
9	03/24/19	19:36	19:43	10133.12	8683.58	1449.54
10	03/24/19	19:49	19:59	10141.83	8682.43	1459.40
11	03/24/19	20:00	20:10	10002.07	8780.85	1221.22
12	03/24/19	20:11	20:19	10112.34	8692.68	1419.66
Promedios: <sup>1</sup>				9776.53	8704.83	1066.35
Numero de Recorridos:						9
Desviacion Estandar:						383.4955
Valor-t:						2.3060
Coeficiente de Confianza						294.7802
Exactitud Relativa (%) < 10% RM						13.92%

\*Recorridos borrados no utilizados en los calculos RATA

<sup>1</sup>Factor WAF aplicado a promedios utilizando 0.9950

Nota: El CEMS del Caudal cumple con los criterios de 40CFR60, Apendice B, Rendimiento.

Especificación 6 ya que la precisión relativa es inferior al 20%.



# Resultados de Auditoria de Prueba de Exactitud Relativa

## Planta de Generacion PACO

### Unidad 1

#### Metros Cubicos Estandar por Minuto (NM3/min)

#### RATA de Caudal de Baja Carga

No. de Recorrido*	Fecha	Inicio de Recorrido	Finalizacion de Recorrido	Caudal de Metodo Referencia	Caudal de CEMS	Caudal de Diferencia
1	03/24/19	10:37	10:50	8954.56	7654.36	1300.20
<del>2</del>	<del>03/24/19</del>	<del>10:52</del>	<del>11:00</del>	<del>8753.29</del>	<del>6617.33</del>	<del>2135.96</del>
<del>3</del>	<del>03/24/19</del>	<del>11:01</del>	<del>11:06</del>	<del>8411.67</del>	<del>6781.62</del>	<del>1630.05</del>
4	03/24/19	11:58	12:05	8285.44	7042.80	1242.64
5	03/24/19	12:06	12:13	7687.15	7089.28	597.87
6	03/24/19	12:14	12:20	7535.14	7013.34	521.80
7	03/24/19	12:35	12:43	8299.64	7040.11	1259.53
8	03/24/19	12:45	12:54	8320.98	7138.48	1182.50
9	03/24/19	12:56	13:03	8346.95	7035.19	1311.76
10	03/24/19	13:39	13:47	8315.65	7164.10	1151.55
<del>11</del>	<del>03/24/19</del>	<del>13:49</del>	<del>13:57</del>	<del>8418.69</del>	<del>7042.14</del>	<del>1376.55</del>
12	03/24/19	13:59	14:07	8300.40	7154.44	1145.96
Promedios: <sup>1</sup>				8288.31	7045.83	1073.92
Numero de Recorridos:						9
Desviacion Estandar:						301.0163
Valor-t:						2.3060
Coeficiente de Confianza:						231.3812
Exactitud Relativa (%) < 10% RM						15.75%

\*Recorridos borrados no utilizados en los calculos RATA

<sup>1</sup>Factor WAF aplicado a promedios utilizando 0.9950

Nota: El CEMS del Caudal cumple con los criterios de 40CFR60, Apendice B, Rendimiento.

Especificación 6 ya que la precisión relativa es inferior al 20%.



## APÉNDICE B.

### **Fuente de Datos**



McHale Performance				Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data							
	Parameter Units	O2 %	CO2 %	CO PPM	NOX PPM	SO2 PPM	Comments Comment2
Average:	6:40:56	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	Direct Zero
24-Mar-19	6:41:37	0.01	-0.02	-0.03	0.18	0.18	Direct Zero
24-Mar-19	6:41:43	0.01	-0.03	0.00	0.18	0.18	Direct Zero
24-Mar-19	6:41:47	0.01	-0.03	-0.08	0.18	0.18	Direct Zero
24-Mar-19	6:41:52	0.01	-0.03	-0.09	0.18	0.18	Direct Zero
Average:	6:41:52	0.01	-0.03	-0.05	0.18	0.18	Direct Zero
24-Mar-19	6:42:02	0.01	-0.04	-0.03	0.18	0.18	Cal:0.0 N2 Di
24-Mar-19	6:42:08	0.01	-0.04	0.05	0.18	0.18	Cal:0.0 N2 Direct
24-Mar-19	6:42:12	0.01	-0.04	0.00	0.18	0.18	Cal:0.0 N2 Direct
24-Mar-19	6:42:17	0.01	-0.04	-0.07	0.18	0.18	Cal:0.0 N2 Direct
Average:	6:42:20	0.01	-0.04	-0.01	0.18	0.18	Cal:0.0 N2 Direct
Gas Value:	6:42:20	0	0	0	0	0	0.0 N2
Diff%ofSpan	6:42:20	0.06%	-0.14%	-0.01%	0.09%	0.18%	
24-Mar-19	6:45:09	-0.09	18.01	-1.74	0.19	0.19	Cal:18 CO2 Direct
24-Mar-19	6:45:14	-0.09	18.01	-1.69	0.18	0.18	Cal:18 CO2 Direct
24-Mar-19	6:45:19	-0.09	18.00	-1.62	0.18	0.18	Cal:18 CO2 Direct
24-Mar-19	6:45:24	-0.09	18.00	-1.67	0.18	0.18	Cal:18 CO2 Direct
Average:	6:45:26	-0.09	18.00	-1.68	0.18	0.18	Cal:18 CO2 Direct
Gas Value:	6:45:26	0	18	0	0	0	18 CO2
Diff%ofSpan	6:45:26	-0.35%	0.01%	-0.84%	0.09%	0.18%	
24-Mar-19	6:47:15	-0.07	9.98	-0.86	0.30	0.30	Cal:10 CO2 Direct
24-Mar-19	6:47:20	-0.07	9.98	-0.87	0.23	0.23	Cal:10 CO2 Direct
24-Mar-19	6:47:25	-0.07	9.97	-0.88	0.18	0.18	Cal:10 CO2 Direct
24-Mar-19	6:47:30	-0.07	9.97	-0.98	0.18	0.18	Cal:10 CO2 Direct
Average:	6:47:30	-0.07	9.97	-0.90	0.22	0.22	Cal:10 CO2 Direct
Gas Value:	6:47:30	0	10	0	0	0	10 CO2
Diff%ofSpan	6:47:30	-0.26%	-0.11%	-0.45%	0.11%	0.22%	
24-Mar-19	6:49:01	20.89	-0.09	-0.40	0.19	0.19	Cal:21.0 O2 Direct
24-Mar-19	6:49:06	20.89	-0.09	-0.26	0.19	0.19	Cal:21.0 O2 Direct
24-Mar-19	6:49:11	20.90	-0.09	-0.22	0.18	0.18	Cal:21.0 O2 Direct
24-Mar-19	6:49:17	20.90	-0.09	-0.31	0.18	0.18	Cal:21.0 O2 Direct
Average:	6:49:19	20.90	-0.09	-0.30	0.18	0.18	Cal:21.0 O2 Direct
Gas Value:	6:49:19	21	0	0	0	0	21.0 O2
Diff%ofSpan	6:49:19	-0.42%	-0.35%	-0.15%	0.09%	0.18%	
24-Mar-19	6:58:34	4.01	0.23	1.43	4.54	4.54	Cal:0.0 N2 bias
Average:	6:58:38	4.01	0.23	1.43	4.54	4.54	Cal:0.0 N2 bias
Gas Value:	6:58:38	0	0	0	0	0	0.0 N2
Diff%ofSpan	6:58:38	16.06%	0.91%	0.71%	2.27%	4.54%	
24-Mar-19	7:05:38	3.48	0.11	0.94	0.30	0.30	Cal:0.0 N2 Bias
24-Mar-19	7:05:43	3.49	0.12	1.00	0.30	0.30	Cal:0.0 N2 Bias
24-Mar-19	7:05:48	3.48	0.11	0.79	0.30	0.30	Cal:0.0 N2 Bias
24-Mar-19	7:05:54	3.48	0.11	0.95	0.30	0.30	Cal:0.0 N2 Bias
24-Mar-19	7:05:58	3.47	0.12	1.03	0.30	0.30	Cal:0.0 N2 Bias
24-Mar-19	7:06:03	3.47	0.12	0.99	0.30	0.30	Cal:0.0 N2 Bias
24-Mar-19	7:06:08	3.48	0.12	0.94	0.30	0.30	Cal:0.0 N2 Bias
Average:	7:06:12	3.48	0.12	0.95	0.30	0.30	Cal:0.0 N2 Bias
Gas Value:	7:06:12	0	0	0	0	0	0.0 N2
Diff%ofSpan	7:06:12	13.92%	0.47%	0.47%	0.15%	0.30%	
24-Mar-19	7:17:09	1.69	9.50	0.24	0.18	0.18	Cal:10 CO2 Bias
24-Mar-19	7:17:14	1.69	9.51	0.25	0.18	0.18	Cal:10 CO2 Bias
24-Mar-19	7:17:19	1.69	9.50	0.26	0.18	0.18	Cal:10 CO2 Bias
24-Mar-19	7:17:24	1.70	9.50	0.27	0.18	0.18	Cal:10 CO2 Bias
Average:	7:17:25	1.69	9.50	0.25	0.18	0.18	Cal:10 CO2 Bias
Gas Value:	7:17:25	0	10	0	0	0	10 CO2
Diff%ofSpan	7:17:25	6.77%	-1.99%	0.13%	0.09%	0.18%	
24-Mar-19	7:18:08	1.23	9.74	0.24	0.18	0.18	Cal:10 CO2 bias
24-Mar-19	7:18:13	1.22	9.74	0.24	0.18	0.18	Cal:10 CO2 bias



McHale Performance				Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data							
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM	Comment2
24-Mar-19	7:18:18	1.23	9.74	0.29	0.18	0.18	Cal:10 CO2 bias
24-Mar-19	7:18:23	1.24	9.74	0.27	0.18	0.18	Cal:10 CO2 bias
Average:	7:18:23	1.23	9.74	0.26	0.18	0.18	Cal:10 CO2 bias
Gas Value:	7:18:23	0	10	0	0	0	10 CO2
Diff%ofSpan	7:18:23	4.91%	-1.03%	0.13%	0.09%	0.18%	
24-Mar-19	10:47:06	13.40	8.21	17.10	30.44	30.44	
24-Mar-19	10:47:11	13.42	8.19	17.17	30.45	30.45	
24-Mar-19	10:47:16	13.44	8.16	17.23	30.45	30.45	Low Load
24-Mar-19	10:47:21	13.47	8.15	17.20	30.92	30.92	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:47:26	13.48	8.14	17.14	30.92	30.92	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:47:32	13.48	8.15	17.21	31.27	31.27	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:47:36	13.47	8.17	17.29	31.64	31.64	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:47:41	13.46	8.17	17.30	31.63	31.63	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:47:46	13.46	8.17	17.25	32.39	32.39	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:47:51	13.46	8.18	17.24	32.58	32.58	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:47:57	13.43	8.19	17.30	32.90	32.90	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:48:01	13.42	8.20	17.31	33.53	33.53	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:48:06	13.41	8.21	17.25	33.53	33.53	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:48:11	13.40	8.21	17.25	34.15	34.15	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:48:16	13.41	8.20	17.24	34.59	34.59	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:48:22	13.42	8.19	17.34	34.79	34.79	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:48:26	13.43	8.19	17.42	35.89	35.89	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:48:31	13.44	8.18	17.62	35.87	35.87	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:48:36	13.44	8.19	17.75	37.82	37.82	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:48:41	13.42	8.20	17.78	40.71	40.71	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:48:46	13.41	8.21	17.66	40.73	40.73	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:48:51	13.40	8.21	17.69	40.73	40.73	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:48:56	13.42	8.18	17.76	43.48	43.48	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:49:02	13.45	8.16	17.82	44.81	44.81	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:49:06	13.47	8.14	17.88	44.83	44.83	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:49:11	13.49	8.14	17.94	47.75	47.75	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:49:16	13.49	8.14	17.95	48.48	48.48	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:49:21	13.49	8.14	17.94	49.00	49.00	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:49:26	13.49	8.14	17.93	51.16	51.16	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:49:31	13.48	8.14	17.74	51.18	51.18	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:49:36	13.47	8.14	17.68	51.88	51.88	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:49:41	13.48	8.14	17.66	52.36	52.36	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:49:46	13.48	8.14	17.56	52.35	52.35	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:49:51	13.48	8.12	17.43	53.52	53.52	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:49:57	13.50	8.11	17.35	53.53	53.53	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:50:01	13.51	8.12	17.30	54.49	54.49	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:50:06	13.51	8.11	17.24	55.43	55.43	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:50:11	13.51	8.11	17.24	55.43	55.43	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:50:16	13.51	8.11	17.25	57.67	57.67	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:50:22	13.52	8.09	17.24	58.23	58.23	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:50:26	13.54	8.08	17.20	58.71	58.71	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:50:31	13.55	8.07	17.17	59.20	59.20	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:50:36	13.55	8.08	17.19	59.19	59.19	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:51:36	13.56	8.05	17.15	68.11	68.11	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:52:36	13.58	8.03	17.11	81.95	81.95	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:53:36	13.58	8.02	16.90	93.38	93.38	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:54:36	13.52	8.07	17.01	104.57	104.57	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:55:36	13.52	8.08	17.08	107.91	107.91	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:56:36	13.47	8.12	16.89	110.42	110.42	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:57:37	13.51	8.09	16.89	112.74	112.74	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:58:36	13.52	8.11	17.03	112.99	112.99	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	10:59:37	13.59	8.05	17.10	113.06	113.06	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:00:36	13.61	8.04	17.22	115.28	115.28	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:01:37	13.69	7.98	17.12	113.81	113.81	Low Load Flow RATA R1



McHale Performance				Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data							
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM	Comment2
24-Mar-19	11:02:36	13.78	7.85	16.95	107.46	107.46	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:03:37	14.16	7.59	16.11	98.77	98.77	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:04:36	14.25	7.39	15.99	95.43	95.43	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:05:37	13.37	8.24	17.11	92.17	92.17	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:06:36	13.26	8.31	16.60	82.41	82.41	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:07:37	13.34	8.25	16.53	82.57	82.57	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:08:36	13.33	8.27	16.77	81.57	81.57	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:09:36	13.28	8.31	16.67	78.39	78.39	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:10:36	13.26	8.33	16.76	76.17	76.17	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:11:36	13.31	8.29	16.71	73.71	73.71	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:12:36	13.39	8.23	16.77	73.75	73.75	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:13:36	13.36	8.26	17.14	69.69	69.69	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:14:36	13.31	8.31	17.37	60.23	60.23	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:15:36	13.32	8.30	17.41	54.92	54.92	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:16:36	13.40	8.24	17.15	51.53	51.53	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:17:36	13.35	8.28	16.94	49.24	49.24	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:18:36	13.32	8.31	16.82	47.23	47.23	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:19:36	13.38	8.25	16.70	46.96	46.96	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:20:36	13.51	8.14	16.82	48.48	48.48	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:21:36	13.50	8.16	16.93	51.00	51.00	Low Load Flow RATA R1
Average:	11:22:34	13.48	8.14	17.22	59.55	59.55	Low Load Flow RATA R1
24-Mar-19	11:33:24	3.45	0.49	1.47	0.30	0.30	Cal:0.0 N2 Post R1-3
24-Mar-19	11:34:23	3.44	0.50	1.43	0.21	0.21	Cal:0.0 N2 Post R1-3
Average:	11:34:24	3.45	0.50	1.45	0.25	0.25	Cal:0.0 N2 Post R1-3
Gas Value:	11:34:24	0	0	0	0	0	0.0 N2
Diff%ofSpan	11:34:24	13.79%	1.98%	0.72%	0.13%	0.25%	
24-Mar-19	11:37:22	1.37	10.24	0.49	32.67	32.67	Cal:10 CO2 Post R1-3
24-Mar-19	11:37:31	1.36	10.25	0.48	0.30	0.30	Cal:10 CO2 Post R1-3
24-Mar-19	11:37:41	1.37	10.26	0.44	0.30	0.30	Cal:10 CO2 Post R1-3
Average:	11:37:42	1.36	10.25	0.47	11.09	11.09	Cal:10 CO2 Post R1-3
Gas Value:	11:37:42	0	10	0	0	0	10 CO2
Diff%ofSpan	11:37:42	5.45%	1.00%	0.23%	5.54%	11.09%	
24-Mar-19	11:56:36	13.24	8.32	16.94	79.98	79.98	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	11:57:36	13.38	8.20	16.94	79.66	79.66	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	11:58:36	13.30	8.29	16.62	81.98	81.98	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	11:59:36	13.25	8.33	16.65	81.24	81.24	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:00:36	13.18	8.39	16.93	78.30	78.30	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:01:37	13.19	8.39	16.94	77.16	77.16	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:02:36	13.19	8.39	16.48	76.58	76.58	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:03:36	13.05	8.50	16.24	74.83	74.83	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:04:36	13.11	8.45	16.69	73.29	73.29	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:05:36	13.17	8.40	16.69	76.52	76.52	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:06:36	13.20	8.38	16.91	80.82	80.82	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:07:36	13.27	8.33	16.99	83.66	83.66	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:08:36	13.29	8.32	17.04	85.38	85.38	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:09:36	13.34	8.28	17.14	86.42	86.42	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:10:36	13.26	8.35	17.17	88.24	88.24	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:11:36	13.31	8.30	17.35	87.53	87.53	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:12:36	13.36	8.28	17.19	90.45	90.45	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:13:36	13.30	8.33	16.76	88.42	88.42	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:14:36	13.23	8.39	16.46	85.57	85.57	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:15:36	13.29	8.33	16.55	84.53	84.53	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:16:36	13.38	8.26	16.74	90.13	90.13	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:17:36	13.42	8.23	17.08	93.22	93.22	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:18:36	13.39	8.27	17.23	94.41	94.41	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:19:36	13.40	8.26	17.42	93.70	93.70	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:20:36	13.28	8.37	17.22	92.85	92.85	Low Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	12:21:36	13.32	8.34	17.09	90.61	90.61	Low Load Flow RATA R4-6



McHale Performance					Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data								
	Parameter Units	O2 %	CO2 %	CO PPM	NOX PPM	SO2 PPM	Comments Comment2	
24-Mar-19	12:22:36	13.36	8.29	16.88	86.61	86.61	Low Load Flow RATA R4-6	
Average:	12:22:49	13.28	8.33	16.90	84.52	84.52	Low Load Flow RATA R4-6	
24-Mar-19	12:26:35	-0.04	0.01	0.25	0.30	0.30	Cal:0.0 N2 Run 4-6 Post	
24-Mar-19	12:26:45	-0.04	0.01	0.23	0.30	0.30	Cal:0.0 N2 Run 4-6 Post	
24-Mar-19	12:26:55	-0.04	0.01	0.18	0.30	0.30	Cal:0.0 N2 Run 4-6 Post	
Average:	12:26:56	-0.04	0.01	0.22	0.30	0.30	Cal:0.0 N2 Run 4-6 Post	
Gas Value:	12:26:56	0	0	0	0	0	0.0 N2	
Diff%ofSpan	12:26:56	-0.14%	0.03%	0.11%	0.15%	0.30%		
24-Mar-19	12:28:35	-0.07	10.16	-0.46	0.18	0.18	Cal:10 CO2 Run 4-6 Post	
24-Mar-19	12:28:45	-0.07	10.16	-0.45	0.18	0.18	Cal:10 CO2 Run 4-6 Post	
24-Mar-19	12:28:55	-0.07	10.16	-0.51	0.18	0.18	Cal:10 CO2 Run 4-6 Post	
Average:	12:28:57	-0.07	10.16	-0.47	0.18	0.18	Cal:10 CO2 Run 4-6 Post	
Gas Value:	12:28:57	0	10	0	0	0	10 CO2	
Diff%ofSpan	12:28:57	-0.28%	0.65%	-0.24%	0.09%	0.18%		
24-Mar-19	12:36:13	12.99	7.75	16.97	83.39	83.39	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:37:13	12.93	7.79	16.97	83.69	83.69	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:38:13	13.11	7.65	17.30	89.81	89.81	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:39:13	13.12	7.65	17.48	90.22	90.22	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:40:13	13.11	7.65	17.23	89.94	89.94	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:41:13	13.12	7.65	16.94	91.90	91.90	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:42:13	13.03	7.72	17.03	93.51	93.51	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:43:13	13.01	7.73	17.56	93.04	93.04	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:44:13	13.13	7.64	18.13	99.74	99.74	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:45:13	13.12	7.65	18.03	103.04	103.04	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:46:13	13.11	7.66	18.12	102.51	102.51	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:47:13	12.97	7.77	17.90	100.78	100.78	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:48:13	12.91	7.82	17.61	95.59	95.59	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:49:13	12.91	7.82	17.48	93.33	93.33	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:50:13	12.93	7.79	17.42	93.23	93.23	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:51:13	12.97	7.77	17.37	94.06	94.06	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:52:13	13.04	7.72	17.28	96.67	96.67	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:53:13	12.92	7.81	17.23	97.25	97.25	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:54:13	12.92	7.82	17.20	95.22	95.22	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:55:14	12.82	7.90	17.29	93.17	93.17	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:56:13	12.90	7.84	17.61	94.06	94.06	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:57:14	13.06	7.70	17.83	101.75	101.75	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:58:13	13.13	7.65	18.09	104.98	104.98	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	12:59:14	13.05	7.72	18.28	105.81	105.81	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	13:00:13	13.16	7.60	18.65	106.08	106.08	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	13:01:14	13.31	7.48	18.57	111.48	111.48	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	13:02:13	13.22	7.56	18.36	112.69	112.69	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	13:03:13	13.22	7.57	18.46	109.64	109.64	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	13:04:13	13.11	7.66	18.13	107.02	107.02	Low Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	13:05:13	13.13	7.63	17.94	104.44	104.44	Low Load Flow RATA R7-9	
Average:	13:05:39	13.05	7.71	17.68	97.93	97.93	Low Load Flow RATA R7-9	
Average:	13:34:40	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	Cal:0.0 N2 Post R7-9	
Gas Value:	13:34:40	0	0	0	0	0	0.0 N2	
Diff%ofSpan	13:34:40	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!		
24-Mar-19	13:34:59	-0.04	0.03	0.30	0.65	0.65	Cal:Post R7-9	
24-Mar-19	13:35:03	-0.04	0.03	0.31	0.68	0.68	Cal:Post R7-9	
24-Mar-19	13:35:08	-0.04	0.02	0.36	0.77	0.77	Cal:Post R7-9	
Average:	13:35:08	-0.04	0.03	0.32	0.70	0.70	Cal:Post R7-9	
Gas Value:	13:35:08	0	0	0	0	0	0.0 N2	
Diff%ofSpan	13:35:08	-0.14%	0.11%	0.16%	0.35%	0.70%		
24-Mar-19	13:36:27	-0.07	10.15	-0.17	0.77	0.77	Cal:10 CO2 Post R7-9	
24-Mar-19	13:36:32	-0.07	10.15	-0.18	0.77	0.77	Cal:10 CO2 Post R7-9	
24-Mar-19	13:36:37	-0.07	10.15	-0.24	0.77	0.77	Cal:10 CO2 Post R7-9	
24-Mar-19	13:36:42	-0.07	10.15	-0.22	0.77	0.77	Cal:10 CO2 Post R7-9	



McHale Performance				Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data							
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM	Comment2
Average:	13:36:42	-0.07	10.15	-0.20	0.77	0.77	Cal:10 CO2 Post R7-9
Gas Value:		13:36:42	0	10	0	0	0 10 CO2
Diff%ofSpan		13:36:42	-0.26%	0.61%	-0.10%	0.38%	0.77%
24-Mar-19	13:38:46	12.47	7.70	17.13	103.67	103.67	Low Load Flow RATA R10-12
24-Mar-19	13:39:45	12.98	7.64	17.85	100.21	100.21	Low Load Flow RATA R10-12
24-Mar-19	13:40:46	12.95	7.67	17.81	99.91	99.91	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:41:45	12.90	7.70	17.42	98.16	98.16	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:42:45	12.88	7.73	17.33	98.16	98.16	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:43:45	12.84	7.78	17.37	101.21	101.21	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:44:45	12.77	7.86	17.33	100.16	100.16	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:45:45	12.84	7.81	17.68	100.37	100.37	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:46:45	12.90	7.77	17.70	103.91	103.91	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:47:45	12.98	7.71	17.59	103.86	103.86	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:48:45	12.97	7.74	17.47	101.38	101.38	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:49:45	13.03	7.70	17.58	102.32	102.32	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:50:45	13.03	7.73	17.63	107.47	107.47	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:51:45	13.06	7.71	17.87	107.92	107.92	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:52:45	13.05	7.73	17.86	109.76	109.76	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:53:45	12.98	7.79	17.79	108.86	108.86	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:54:45	13.00	7.78	17.87	106.17	106.17	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:55:45	13.08	7.72	18.24	114.15	114.15	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:56:45	13.03	7.78	18.34	115.56	115.56	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:57:45	13.05	7.77	18.44	115.30	115.30	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:58:45	12.98	7.82	18.54	113.75	113.75	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	13:59:45	13.04	7.79	18.54	113.98	113.98	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	14:00:45	13.06	7.79	18.54	115.52	115.52	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	14:01:45	12.98	7.86	18.51	114.41	114.41	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	14:02:45	12.95	7.89	18.38	109.70	109.70	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	14:03:45	12.92	7.92	18.06	107.83	107.83	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	14:04:45	12.85	7.98	18.03	106.85	106.85	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	14:05:45	12.77	8.04	17.78	104.01	104.01	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	14:06:45	12.77	8.06	17.75	103.23	103.23	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	14:07:45	12.72	8.10	18.03	103.83	103.83	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	14:08:45	12.81	8.03	18.05	109.36	109.36	Cal:10 CO2 Post R7-9
Average:	14:08:46	12.92	7.81	17.89	106.48	106.48	Cal:10 CO2 Post R7-9
24-Mar-19	14:11:06	-0.04	0.13	0.30	0.42	2.28	Cal:0.0 N2 Post R10-12
24-Mar-19	14:11:16	-0.04	0.13	0.36	0.42	2.22	Cal:0.0 N2 Post R10-12
24-Mar-19	14:11:26	-0.04	0.13	0.35	0.42	2.17	Cal:0.0 N2 Post R10-12
Average:	14:11:27	-0.04	0.13	0.33	0.42	2.22	Cal:0.0 N2 Post R10-12
Gas Value:		14:11:27	0	0	0	0	0 0.0 N2
Diff%ofSpan		14:11:27	-0.14%	0.53%	0.17%	0.21%	2.22%
24-Mar-19	14:12:42	-0.07	10.29	-0.17	0.53	2.34	Cal:10 CO2 Post R10-12
24-Mar-19	14:12:52	-0.07	10.30	-0.23	0.49	2.38	Cal:10 CO2 Post R10-12
24-Mar-19	14:13:02	-0.07	10.30	-0.26	0.42	2.38	Cal:10 CO2 Post R10-12
Average:	14:13:03	-0.07	10.30	-0.22	0.48	2.37	Cal:10 CO2 Post R10-12
Gas Value:		14:13:03	0	10	0	0	0 10 CO2
Diff%ofSpan		14:13:03	-0.27%	1.18%	-0.11%	0.24%	2.37%
24-Mar-19	18:02:09	11.33	9.48	15.33	163.32	22.53	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:03:09	11.65	9.21	19.08	184.55	22.45	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:04:09	11.58	9.30	17.18	186.85	21.36	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:05:09	11.32	9.48	14.60	172.23	22.29	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:06:09	11.57	9.27	18.79	180.71	21.89	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:07:10	11.55	9.30	18.61	185.92	21.61	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:08:09	11.49	9.35	17.56	182.78	21.82	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:09:09	11.53	9.32	18.92	182.55	21.85	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:10:09	11.47	9.37	16.43	182.73	21.76	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:11:10	11.45	9.40	16.14	182.48	21.87	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:12:09	11.50	9.36	16.62	183.26	21.94	Mid Load Flow RATA R 1-3



McHale Performance				Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data							
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM	Comment2
24-Mar-19	18:13:09	11.45	9.41	15.77	182.96	22.03	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:14:09	11.64	9.25	19.19	183.40	21.58	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:15:10	11.64	9.28	19.23	188.92	21.21	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:16:09	11.44	9.44	15.08	184.78	21.55	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:17:09	11.53	9.35	16.50	180.06	21.66	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:18:09	11.42	9.47	15.04	181.10	21.70	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:19:10	11.44	9.45	14.61	177.10	22.01	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:20:09	11.39	9.49	14.50	175.66	22.12	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:21:09	11.40	9.48	15.43	174.80	22.20	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:22:09	11.51	9.41	17.29	168.03	21.86	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:23:10	11.40	9.47	14.71	163.11	22.18	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:24:09	11.52	9.38	16.99	173.29	22.04	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:25:09	11.56	9.35	18.85	177.20	21.66	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:26:10	11.47	9.43	14.78	177.21	22.04	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:27:10	11.48	9.42	14.67	175.15	21.93	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:28:09	11.42	9.47	14.55	174.78	21.88	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:29:09	11.46	9.44	14.77	174.13	22.19	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:30:09	11.53	9.38	16.73	175.85	22.20	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:31:09	11.47	9.45	14.66	177.58	21.86	Mid Load Flow RATA R 1-3
Average:	18:31:40	11.49	9.39	16.42	178.42	21.91	Mid Load Flow RATA R 1-3
24-Mar-19	18:33:14	-0.04	0.01	0.66	8.43	4.60	Cal:0.0 N2 Post R1-3
24-Mar-19	18:33:24	-0.04	0.01	0.66	1.43	2.19	Cal:0.0 N2 Post R1-3
24-Mar-19	18:33:34	-0.04	0.01	0.64	0.57	2.10	Cal:0.0 N2 Post R1-3
Average:	18:33:36	-0.04	0.01	0.65	3.48	2.97	Cal:0.0 N2 Post R1-3
Gas Value:	18:33:36	0	0	0	0	0	0.0 N2
Diff%ofSpan	18:33:36	-0.14%	0.03%	0.33%	1.74%	2.97%	
24-Mar-19	18:34:45	-0.07	10.21	0.20	0.77	1.70	Cal:10 CO2 Post R1-3
24-Mar-19	18:34:56	-0.07	10.21	0.18	0.77	1.72	Cal:10 CO2 Post R1-3
24-Mar-19	18:35:05	-0.07	10.22	0.13	0.77	1.67	Cal:10 CO2 Post R1-3
24-Mar-19	18:35:15	-0.07	10.23	0.10	0.77	1.63	Cal:10 CO2 Post R1-3
Average:	18:35:15	-0.07	10.22	0.15	0.77	1.68	Cal:10 CO2 Post R1-3
Gas Value:	18:35:15	0	10	0	0	0	10 CO2
Diff%ofSpan	18:35:15	-0.28%	0.87%	0.08%	0.38%	1.68%	
24-Mar-19	18:37:34	11.53	9.06	18.89	181.61	20.92	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:38:34	11.51	9.09	18.95	179.04	21.28	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:39:34	11.50	9.07	19.72	175.96	21.86	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:40:34	11.57	9.03	19.16	174.83	21.56	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:41:34	11.63	8.99	19.04	182.72	21.39	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:42:34	11.59	9.03	19.07	183.79	21.32	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:43:34	11.47	9.12	18.94	178.98	21.50	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:44:34	11.59	8.99	18.92	176.23	21.36	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:45:34	11.66	8.94	19.19	179.38	20.99	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:46:34	11.69	8.95	19.05	183.14	20.90	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:47:34	11.63	8.99	18.89	184.76	20.97	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:48:34	11.45	9.13	18.70	181.88	21.19	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:49:34	11.60	8.97	18.75	179.68	21.17	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:50:34	11.64	8.97	18.84	185.55	20.84	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:51:34	11.52	9.08	18.75	182.15	21.18	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:52:34	11.63	8.96	18.71	180.72	21.27	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:53:34	11.73	8.88	18.80	185.70	21.24	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:54:35	11.67	8.97	18.76	188.09	20.91	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:55:34	11.49	9.12	18.61	187.17	21.17	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:56:34	11.28	9.29	18.47	172.68	21.95	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:57:34	11.41	9.17	18.54	175.06	21.79	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:58:35	11.44	9.13	18.52	177.42	21.55	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	18:59:34	11.49	9.12	18.71	180.30	21.37	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	19:00:34	11.34	9.24	18.80	179.98	21.46	Mid Load Flow RATA R4-6
24-Mar-19	19:01:34	11.38	9.20	18.63	172.62	22.06	Mid Load Flow RATA R4-6



McHale Performance					Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data								
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments	Comment2
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM		
24-Mar-19	19:02:35	11.59	9.01	18.89	179.53	21.99	Mid Load Flow RATA R4-6	
24-Mar-19	19:03:34	11.58	9.04	18.81	185.16	21.84	Mid Load Flow RATA R4-6	
24-Mar-19	19:04:34	11.52	9.07	19.27	184.09	21.66	Mid Load Flow RATA R4-6	
24-Mar-19	19:05:34	11.49	9.11	20.23	172.73	21.41	Mid Load Flow RATA R4-6	
24-Mar-19	19:06:35	11.45	9.13	19.07	176.02	21.46	Mid Load Flow RATA R4-6	
24-Mar-19	19:07:34	11.44	9.10	19.04	176.04	21.66	Mid Load Flow RATA R4-6	
Average:	19:07:44	11.53	9.06	18.93	180.10	21.39	Mid Load Flow RATA R4-6	
24-Mar-19	19:09:08	-0.04	0.00	0.55	1.04	2.28	Cal:0.0 N2 Post R4-6	
24-Mar-19	19:09:18	-0.04	-0.01	0.53	0.89	2.07	Cal:0.0 N2 Post R4-6	
24-Mar-19	19:09:28	-0.04	-0.01	0.53	0.77	2.00	Cal:0.0 N2 Post R4-6	
Average:	19:09:29	-0.04	-0.01	0.54	0.90	2.12	Cal:0.0 N2 Post R4-6	
Gas Value:	19:09:29	0	0	0	0	0	0.0 N2	
Diff%ofSpan	19:09:29	-0.15%	-0.02%	0.27%	0.45%	2.12%		
24-Mar-19	19:10:32	-0.07	10.15	0.16	0.89	1.93	Cal:10 CO2 Post R4-6	
24-Mar-19	19:10:42	-0.07	10.16	0.01	0.89	1.95	Cal:10 CO2 Post R4-6	
24-Mar-19	19:10:52	-0.07	10.15	0.03	0.89	1.97	Cal:10 CO2 Post R4-6	
Average:	19:10:52	-0.07	10.16	0.07	0.89	1.95	Cal:10 CO2 Post R4-6	
Gas Value:	19:10:52	0	10	0	0	0	10 CO2	
Diff%ofSpan	19:10:52	-0.29%	0.62%	0.03%	0.44%	1.95%		
24-Mar-19	19:13:01	11.62	8.83	18.75	183.94	21.42	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:14:01	11.67	8.79	18.61	195.56	21.59	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:15:01	11.45	8.98	18.40	194.62	21.96	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:16:01	11.36	9.04	18.28	185.70	22.14	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:17:01	11.38	9.04	18.37	182.93	22.29	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:18:02	11.39	9.04	18.47	188.12	22.24	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:19:01	11.44	9.04	19.56	191.09	22.19	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:20:01	11.27	9.19	19.05	170.58	22.42	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:21:01	11.52	9.00	18.72	184.61	22.11	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:22:02	11.41	9.11	18.66	189.10	21.90	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:23:01	11.55	8.98	18.56	191.01	22.08	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:24:01	11.57	9.00	18.62	202.35	22.01	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:25:01	11.51	9.04	18.74	197.69	22.03	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:26:02	11.56	9.03	18.95	196.48	21.67	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:27:01	11.34	9.22	18.79	194.08	21.91	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:28:01	11.43	9.15	18.93	192.09	21.81	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:29:01	11.50	9.11	19.08	200.58	21.45	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:30:02	11.34	9.26	19.06	201.55	21.77	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:31:01	11.17	9.41	15.42	193.15	21.95	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:32:01	11.20	9.38	17.06	187.51	22.21	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:33:02	11.30	9.29	18.59	189.13	22.30	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:34:02	11.40	9.21	19.38	192.20	21.61	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:35:01	11.27	9.35	17.64	195.41	21.40	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:36:01	11.21	9.39	16.20	193.71	22.24	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:37:02	11.10	9.48	14.85	196.18	22.52	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:38:02	11.24	9.38	16.52	196.94	22.40	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:39:01	11.29	9.32	19.22	200.21	22.10	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:40:01	11.53	9.13	19.14	197.33	21.74	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:41:01	11.58	9.10	19.05	198.20	21.38	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:42:01	11.53	9.14	19.05	196.13	21.42	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:43:01	11.43	9.22	18.90	182.80	21.83	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:44:01	11.63	9.05	19.14	183.29	21.44	Mid Load Flow RATA R7-9	
Average:	19:44:12	11.41	9.15	18.37	192.01	21.92	Mid Load Flow RATA R7-9	
24-Mar-19	19:45:24	-0.03	0.13	0.66	2.78	2.41	Cal:0.0 N2Post R7-9	
24-Mar-19	19:45:34	-0.03	0.13	0.63	1.54	2.15	Cal:0.0 N2Post R7-9	
24-Mar-19	19:45:44	-0.04	0.13	0.60	0.89	1.88	Cal:0.0 N2Post R7-9	
Average:	19:45:47	-0.03	0.13	0.63	1.73	2.14	Cal:0.0 N2Post R7-9	
Gas Value:	19:45:47	0	0	0	0	0	0.0 N2	
Diff%ofSpan	19:45:47	-0.13%	0.53%	0.31%	0.87%	2.14%		



McHale Performance					Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data								
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments	Comment2
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM		
24-Mar-19	19:47:04	-0.07	10.35	-0.10	0.77	1.69	Cal:10 CO2 Post R7-9	
24-Mar-19	19:47:13	-0.07	10.35	-0.11	0.77	1.69	Cal:10 CO2 Post R7-9	
24-Mar-19	19:47:23	-0.07	10.35	-0.19	0.71	1.69	Cal:10 CO2 Post R7-9	
Average:	19:47:24	-0.07	10.35	-0.13	0.75	1.69	Cal:10 CO2 Post R7-9	
Gas Value: 19:47:24 0 10 0 0 0 10 CO2								
Diff%ofSpan 19:47:24 -0.29% 1.39% -0.07% 0.37% 1.69%								
24-Mar-19	19:49:30	11.68	9.05	18.82	182.15	20.78	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	19:50:30	11.50	9.22	18.69	179.60	21.44	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	19:51:30	11.53	9.19	18.64	175.69	21.80	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	19:52:30	11.55	9.17	18.80	175.90	21.68	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	19:53:30	11.59	9.16	18.66	175.93	21.59	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	19:54:31	11.54	9.19	18.46	175.12	21.71	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	19:55:30	11.57	9.15	18.51	175.76	21.87	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	19:56:30	11.57	9.16	18.63	176.55	21.83	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	19:57:30	11.59	9.13	18.70	172.49	21.74	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	19:58:31	11.84	8.92	18.81	177.79	21.00	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	19:59:30	11.79	8.95	18.62	181.19	20.82	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:00:30	11.72	9.02	18.60	179.87	20.99	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:01:30	11.48	9.21	18.52	165.56	21.40	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:02:31	11.63	9.07	18.45	166.31	21.66	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:03:30	11.52	9.19	18.43	171.70	21.58	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:04:30	11.44	9.24	18.71	171.94	21.59	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:05:30	11.39	9.27	18.77	171.51	21.60	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:06:31	11.54	9.12	18.56	169.32	21.36	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:07:30	11.67	9.04	18.33	169.06	21.22	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:08:30	11.68	9.03	18.29	170.23	21.19	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:09:31	11.65	9.04	18.33	171.71	21.28	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:10:30	11.75	8.97	18.35	168.16	21.17	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:11:30	11.77	8.96	18.37	170.21	20.79	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:12:30	11.69	9.02	18.26	171.76	20.99	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:13:31	11.82	8.92	18.48	172.08	20.96	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:14:31	11.80	8.94	18.46	175.48	20.76	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:15:30	11.80	8.93	18.47	175.85	20.89	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:16:30	11.87	8.89	18.57	176.27	20.30	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:17:30	11.68	9.04	18.52	172.27	20.61	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:18:30	11.72	9.00	18.38	167.94	20.77	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:19:30	11.82	8.93	18.40	172.07	20.87	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:20:30	11.73	9.00	18.37	174.37	20.79	Mid Load Flow RATA R10-12	
Average:	20:20:43	11.65	9.07	18.53	173.50	21.22	Mid Load Flow RATA R10-12	
24-Mar-19	20:22:07	-0.04	0.13	0.49	49.19	2.16	Cal:0.0 N2 Post R10-12	
24-Mar-19	20:22:17	-0.04	0.13	0.46	9.53	1.92	Cal:0.0 N2 Post R10-12	
24-Mar-19	20:22:27	-0.04	0.13	0.49	0.77	1.76	Cal:0.0 N2 Post R10-12	
24-Mar-19	20:22:37	-0.04	0.13	0.47	0.67	1.60	Cal:0.0 N2 Post R10-12	
Average:	20:22:37	-0.04	0.13	0.48	15.04	1.86	Cal:0.0 N2 Post R10-12	
Gas Value: 20:22:37 0 0 0 0 0 0.0 N2								
Diff%ofSpan 20:22:37 -0.14% 0.53% 0.24% 7.52% 1.86%								
24-Mar-19	20:23:49	-0.07	10.36	0.00	0.90	0.93	Cal:10 CO2 Post R10-12	
24-Mar-19	20:23:58	-0.07	10.36	-0.06	0.79	0.96	Cal:10 CO2 Post R10-12	
24-Mar-19	20:24:08	-0.07	10.37	-0.08	0.64	1.01	Cal:10 CO2 Post R10-12	
Average:	20:24:09	-0.07	10.36	-0.05	0.78	0.97	Cal:10 CO2 Post R10-12	
Gas Value: 20:24:09 0 10 0 0 0 10 CO2								
Diff%ofSpan 20:24:09 -0.26% 1.45% -0.02% 0.39% 0.97%								
25-Mar-19	7:33:45	0.00	0.02	0.06	0.06	0.11	Cal:0.0 N2 Direct	
25-Mar-19	7:33:55	0.00	0.02	0.10	0.06	0.11	Cal:0.0 N2 Direct	
25-Mar-19	7:34:05	0.00	0.02	0.12	0.15	0.11	Cal:0.0 N2 Direct	
Average:	7:34:05	0.00	0.02	0.10	0.09	0.11	Cal:0.0 N2 Direct	
Gas Value: 7:34:05 0 0 0 0 0 0.0 N2								
Diff%ofSpan 7:34:05 0.00% 0.09% 0.05% 0.05% 0.11%								



McHale Performance			Unit 1		First Quantum			
Instrumental Reference Method On-Line Data								
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments	Comment2
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM		
25-Mar-19	7:36:54	-0.06	18.02	-1.87	0.06	0.18	Cal:18 CO2 Direct	
25-Mar-19	7:37:04	-0.06	18.02	-1.80	0.06	0.15	Cal:18 CO2 Direct	
25-Mar-19	7:37:14	-0.06	18.03	-1.89	0.06	0.11	Cal:18 CO2 Direct	
Average:	7:37:14	-0.06	18.02	-1.86	0.06	0.15	Cal:18 CO2 Direct	
Gas Value:		7:37:14	0	18	0	0	0 18 CO2	
Diff%ofSpan		7:37:14	-0.23%	0.09%	-0.93%	0.03%	0.15%	
25-Mar-19	7:38:47	-0.03	10.05	-1.16	0.06	0.11	Cal:10 CO2 Direct	
25-Mar-19	7:38:58	-0.04	10.05	-1.11	0.06	0.11	Cal:10 CO2 Direct	
25-Mar-19	7:39:07	-0.04	10.05	-1.17	0.06	0.11	Cal:10 CO2 Direct	
Average:	7:39:07	-0.03	10.05	-1.15	0.06	0.11	Cal:10 CO2 Direct	
Gas Value:		7:39:07	0	10	0	0	0 10 CO2	
Diff%ofSpan		7:39:07	-0.13%	0.20%	-0.57%	0.03%	0.11%	
25-Mar-19	7:40:31	20.50	0.01	-0.24	0.06	0.11	Cal:21.0 O2 Direct	
25-Mar-19	7:40:42	20.51	0.01	-0.23	0.14	0.11	Cal:21.0 O2 Direct	
25-Mar-19	7:40:51	20.51	0.00	-0.18	0.18	0.11	Cal:21.0 O2 Direct	
Average:	7:40:51	20.51	0.00	-0.22	0.13	0.11	Cal:21.0 O2 Direct	
Gas Value:		7:40:51	21	0	0	0	0 21.0 O2	
Diff%ofSpan		7:40:51	-1.97%	0.02%	-0.11%	0.06%	0.11%	
25-Mar-19	7:43:49	0.01	-0.01	185.14	187.73	91.42	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Direct	
25-Mar-19	7:43:59	0.01	-0.01	185.20	187.63	91.68	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Direct	
25-Mar-19	7:44:10	0.01	-0.01	185.16	187.29	91.81	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Direct	
25-Mar-19	7:44:19	0.01	-0.01	185.29	187.03	91.88	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Direct	
25-Mar-19	7:44:29	0.01	-0.01	185.34	187.14	91.86	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Direct	
Average:	7:44:29	0.01	-0.01	185.22	187.36	91.73	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Direct	
Gas Value:		7:44:29	0	0	185	186	91 186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2	
Diff%ofSpan		7:44:29	0.03%	-0.05%	0.11%	0.68%	0.73%	
25-Mar-19	7:46:35	0.01	-0.01	101.86	101.68	49.94	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Direct	
25-Mar-19	7:46:44	0.01	-0.02	101.81	101.79	50.02	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Direct	
25-Mar-19	7:46:54	0.01	-0.02	101.81	101.81	50.02	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Direct	
25-Mar-19	7:47:04	0.01	-0.02	101.81	101.80	50.15	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Direct	
25-Mar-19	7:47:14	0.01	-0.02	101.83	101.79	50.22	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Direct	
Average:	7:47:15	0.01	-0.02	101.82	101.77	50.07	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Direct	
Gas Value:		7:47:15	0	0	101	102	50.7 102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2	
Diff%ofSpan		7:47:15	0.03%	-0.08%	0.41%	-0.11%	-0.63%	
25-Mar-19	8:19:52	-0.02	-0.04	-0.43	0.51	0.10	Cal:0.0 N2 Bias Check	
25-Mar-19	8:20:03	-0.03	-0.04	-0.44	0.42	0.11	Cal:0.0 N2 Bias Check	
25-Mar-19	8:20:12	-0.04	-0.04	-0.46	0.42	0.11	Cal:0.0 N2 Bias Check	
Average:	8:20:17	-0.03	-0.04	-0.44	0.45	0.11	Cal:0.0 N2 Bias Check	
Gas Value:		8:20:17	0	0	0	0	0 0.0 N2	
Diff%ofSpan		8:20:17	-0.12%	-0.16%	-0.22%	0.22%	0.11%	
25-Mar-19	8:26:19	-0.43	18.01	-4.58	0.18	0.11	Cal:18 CO2 Bias Check	
25-Mar-19	8:26:29	-0.42	18.01	-4.53	0.18	0.11	Cal:18 CO2 Bias Check	
25-Mar-19	8:26:39	-0.44	18.03	-4.64	0.18	0.11	Cal:18 CO2 Bias Check	
Average:	8:26:46	-0.43	18.02	-4.59	0.18	0.11	Cal:18 CO2 Bias Check	
Gas Value:		8:26:46	0	18	0	0	0 18 CO2	
Diff%ofSpan		8:26:46	-1.72%	0.08%	-2.29%	0.09%	0.11%	
25-Mar-19	9:07:40	-0.41	0.00	100.85	102.46	50.83	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Bias Check	
25-Mar-19	9:07:51	-0.40	0.00	100.87	102.39	50.83	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Bias Check	
25-Mar-19	9:08:00	-0.41	-0.01	100.73	102.33	50.74	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Bias Check	
25-Mar-19	9:08:10	-0.41	0.00	100.78	102.36	50.76	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Bias Check	
Average:	9:08:11	-0.41	0.00	100.81	102.39	50.79	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Bias Check	
Gas Value:		9:08:11	0	0	101	102	50.7 102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2	
Diff%ofSpan		9:08:11	-1.62%	-0.02%	-0.10%	0.19%	0.09%	
25-Mar-19	16:10:00	12.17	10.10	9.50	92.64	31.12	Strat Traverse U1	Point D1
25-Mar-19	16:11:00	12.15	10.11	9.31	115.53	32.06	Strat Traverse U1	Point D1
25-Mar-19	16:12:00	12.16	10.10	9.41	132.63	31.65	Strat Traverse U1	Point D1
25-Mar-19	16:13:00	12.20	10.08	9.44	148.67	31.56	Strat Traverse U1	Point D1



McHale Performance				Unit 1	First Quantum			
Instrumental Reference Method On-Line Data								
	Parameter Units	O2 %	CO2 %	CO PPM	NOX PPM	SO2 PPM	Comments	Comment2
25-Mar-19	16:14:00	12.21	10.08	9.48	151.53	31.76	Strat Traverse U1	Point D1
Average:	16:14:01	12.18	10.10	9.43	128.20	31.63	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	16:22:02	11.94	10.29	9.61	89.93	32.19	Strat Traverse U1	Point D1
25-Mar-19	16:23:01	11.97	10.26	9.47	89.83	32.25	Strat Traverse U1	Point D1
25-Mar-19	16:24:01	11.94	10.28	9.50	91.35	32.31	Strat Traverse U1	Point D1
25-Mar-19	16:25:01	11.88	10.34	9.71	108.89	32.46	Strat Traverse U1	Point D1
25-Mar-19	16:26:02	11.85	10.36	9.62	135.60	32.34	Strat Traverse U1	Point D1
Average:	16:26:02	11.92	10.31	9.58	103.12	32.31	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	16:28:00	11.78	10.42	12.39	150.86	32.18	Strat Traverse U1	Point D2
25-Mar-19	16:29:00	11.78	10.43	9.69	147.00	31.78	Strat Traverse U1	Point D2
25-Mar-19	16:30:00	11.82	10.40	9.30	143.81	31.70	Strat Traverse U1	Point D2
25-Mar-19	16:31:00	11.76	10.46	9.46	147.05	31.72	Strat Traverse U1	Point D2
25-Mar-19	16:32:01	11.77	10.47	9.56	147.69	31.35	Strat Traverse U1	Point D2
Average:	16:32:01	11.78	10.44	10.08	147.28	31.75	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	16:34:00	11.57	10.62	10.23	140.49	31.71	Strat Traverse U1	Point D3
25-Mar-19	16:35:00	11.54	10.66	10.90	145.49	31.71	Strat Traverse U1	Point D3
25-Mar-19	16:36:01	11.46	10.71	12.33	153.79	32.49	Strat Traverse U1	Point D3
25-Mar-19	16:37:00	11.51	10.68	11.47	158.24	32.57	Strat Traverse U1	Point D3
25-Mar-19	16:38:00	11.68	10.56	10.66	176.94	31.19	Strat Traverse U1	Point D3
Average:	16:38:00	11.55	10.65	11.12	154.99	31.93	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	16:42:00	11.66	10.59	10.04	164.41	31.49	Strat Traverse U1	Point C1
25-Mar-19	16:43:00	11.57	10.65	10.65	154.60	31.81	Strat Traverse U1	Point C1
25-Mar-19	16:44:01	11.72	10.53	10.04	142.22	32.28	Strat Traverse U1	Point C1
25-Mar-19	16:45:00	11.77	10.47	9.77	132.84	32.03	Strat Traverse U1	Point C1
25-Mar-19	16:46:00	11.55	10.66	9.78	128.88	32.13	Strat Traverse U1	Point C1
Average:	16:46:00	11.65	10.58	10.05	144.59	31.95	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	16:48:01	11.63	10.59	9.75	106.87	31.35	Strat Traverse U1	Point C2
25-Mar-19	16:49:01	11.68	10.57	9.85	92.45	31.39	Strat Traverse U1	Point C2
25-Mar-19	16:50:01	11.56	10.65	10.01	77.56	31.39	Strat Traverse U1	Point C2
25-Mar-19	16:51:01	11.43	10.74	11.11	62.26	32.09	Strat Traverse U1	Point C2
25-Mar-19	16:52:01	11.49	10.70	10.19	51.56	31.47	Strat Traverse U1	Point C2
Average:	16:52:01	11.56	10.65	10.18	78.14	31.54	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	16:54:00	11.55	10.65	10.47	48.07	31.55	Strat Traverse U1	Point C3
25-Mar-19	16:55:00	11.42	10.77	17.47	56.33	31.52	Strat Traverse U1	Point C3
25-Mar-19	16:56:00	11.34	10.82	19.57	68.27	32.25	Strat Traverse U1	Point C3
25-Mar-19	16:57:00	11.34	10.81	28.09	88.29	31.98	Strat Traverse U1	Point C3
25-Mar-19	16:58:00	11.34	10.80	19.15	109.56	31.77	Strat Traverse U1	Point C3
Average:	16:58:00	11.40	10.77	18.95	74.10	31.81	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:04:03	11.10	10.96	22.85	132.36	31.30	Strat Traverse U1	Point B1
25-Mar-19	17:05:03	10.93	11.09	25.41	115.53	31.99	Strat Traverse U1	Point B1
25-Mar-19	17:06:02	11.00	11.01	35.23	104.51	32.69	Strat Traverse U1	Point B1
25-Mar-19	17:07:02	11.05	10.99	95.78	100.89	31.85	Strat Traverse U1	Point B1
25-Mar-19	17:08:03	10.94	11.04	183.76	85.03	33.12	Strat Traverse U1	Point B1
Average:	17:08:03	11.00	11.02	72.61	107.66	32.19	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:10:00	11.05	10.99	40.25	69.26	31.61	Strat Traverse U1	Point B2
25-Mar-19	17:11:00	11.03	11.00	19.57	58.32	31.58	Strat Traverse U1	Point B2
25-Mar-19	17:12:00	11.18	10.89	13.98	56.06	31.18	Strat Traverse U1	Point B2
25-Mar-19	17:13:00	11.26	10.84	14.07	54.84	31.35	Strat Traverse U1	Point B2
25-Mar-19	17:14:00	11.37	10.76	11.51	59.45	31.33	Strat Traverse U1	Point B2
Average:	17:14:00	11.18	10.89	19.88	59.59	31.41	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:16:01	11.42	10.73	11.14	78.79	30.84	Strat Traverse U1	Point B3
25-Mar-19	17:17:01	11.33	10.79	11.54	92.36	30.99	Strat Traverse U1	Point B3
25-Mar-19	17:18:02	11.40	10.74	12.81	105.02	31.36	Strat Traverse U1	Point B3
25-Mar-19	17:19:02	11.45	10.72	10.48	120.49	31.17	Strat Traverse U1	Point B3
25-Mar-19	17:20:01	11.50	10.67	10.71	134.28	31.09	Strat Traverse U1	Point B3
Average:	17:20:01	11.42	10.73	11.34	106.19	31.09	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:24:08	11.52	10.67	9.19	135.17	30.05	Strat Traverse U1	Point A1
25-Mar-19	17:25:08	11.61	10.60	9.34	131.44	30.51	Strat Traverse U1	Point A1



McHale Performance					Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data								
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments	Comment2
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM		
25-Mar-19	17:26:07	11.62	10.58	9.19	129.09	30.77	Strat Traverse U1	Point A1
25-Mar-19	17:27:07	11.72	10.50	9.13	125.12	30.15	Strat Traverse U1	Point A1
25-Mar-19	17:28:07	11.62	10.56	9.08	113.25	30.40	Strat Traverse U1	Point A1
Average:	17:28:07	11.62	10.58	9.19	126.81	30.38	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:29:33	11.61	10.57	9.97	102.91	30.12	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:30:33	11.53	10.60	10.80	88.27	30.96	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:31:33	11.74	10.46	9.30	85.81	30.21	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:32:33	11.64	10.53	10.14	83.63	30.00	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:33:33	11.46	10.66	10.65	80.20	29.88	Strat Traverse U1	
Average:	17:33:33	11.60	10.56	10.17	88.16	30.24	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:35:00	11.43	10.67	11.17	75.52	30.80	Strat Traverse U1	Point A2
25-Mar-19	17:36:01	11.46	10.64	10.77	91.51	30.75	Strat Traverse U1	Point A2
25-Mar-19	17:37:01	11.41	10.69	10.46	107.19	30.35	Strat Traverse U1	Point A2
25-Mar-19	17:38:00	11.36	10.73	10.23	111.49	30.67	Strat Traverse U1	Point A2
25-Mar-19	17:39:00	11.15	10.88	9.90	114.68	31.11	Strat Traverse U1	Point A2
Average:	17:39:00	11.36	10.72	10.50	100.08	30.73	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:41:00	11.39	10.74	11.45	117.93	30.20	Strat Traverse U1	Point A3
25-Mar-19	17:42:00	11.44	10.72	11.21	130.08	29.84	Strat Traverse U1	Point A3
25-Mar-19	17:43:00	11.53	10.69	11.03	134.94	30.58	Strat Traverse U1	Point A3
25-Mar-19	17:44:00	11.51	10.71	10.84	131.14	30.06	Strat Traverse U1	Point A3
25-Mar-19	17:45:00	11.61	10.65	9.60	126.54	29.84	Strat Traverse U1	Point A3
Average:	17:45:00	11.50	10.70	10.83	128.13	30.10	Strat Traverse U1	
28-Mar-19	7:28:49	1.45	1.34	1.11	15.79	3.80	Cal:0.0 N2-Direct	
28-Mar-19	7:28:58	0.01	0.01	-0.10	0.30	0.11	Cal:0.0 N2-Direct	
28-Mar-19	7:29:08	0.01	0.01	-0.15	0.23	0.11	Cal:0.0 N2-Direct	
28-Mar-19	7:29:18	0.01	0.01	-0.19	0.18	0.11	Cal:0.0 N2-Direct	
Average:	7:29:19	0.01	0.01	-0.15	0.24	0.11	Cal:0.0 N2-Direct	
Gas Value:	7:29:19	0	0	0	0	0	0.0 N2	
Diff%ofSpan	7:29:19	0.03%	0.04%	-0.07%	0.12%	0.11%		
28-Mar-19	7:30:58	-0.06	18.04	-1.61	0.42	0.11	Cal:18 CO2-Direct	
28-Mar-19	7:31:08	-0.06	18.04	-1.73	0.42	0.11	Cal:18 CO2-Direct	
28-Mar-19	7:31:18	-0.06	18.05	-1.76	0.42	0.11	Cal:18 CO2-Direct	
Average:	7:31:19	-0.06	18.04	-1.70	0.42	0.11	Cal:18 CO2-Direct	
Gas Value:	7:31:19	0	18	0	0	0	0.18 CO2	
Diff%ofSpan	7:31:19	-0.23%	0.17%	-0.85%	0.21%	0.11%		
28-Mar-19	7:34:04	-0.03	10.11	-0.78	2.80	0.11	Cal:10 CO2-Direct	
28-Mar-19	7:34:14	-0.03	10.12	-0.75	2.07	0.11	Cal:10 CO2-Direct	
28-Mar-19	7:34:24	-0.03	10.11	-0.78	1.13	0.11	Cal:10 CO2-Direct	
Average:	7:34:26	-0.03	10.11	-0.77	2.00	0.11	Cal:10 CO2-Direct	
Gas Value:	7:34:26	0	10	0	0	0	0.10 CO2	
Diff%ofSpan	7:34:26	-0.11%	0.46%	-0.39%	1.00%	0.11%		
28-Mar-19	7:37:56	20.90	0.04	-0.05	0.66	0.11	Cal:21.0 O2-Direct	
28-Mar-19	7:38:06	20.90	0.04	-0.07	0.12	0.11	Cal:21.0 O2-Direct	
28-Mar-19	7:38:16	20.90	0.04	-0.12	0.06	0.11	Cal:21.0 O2-Direct	
Average:	7:38:17	20.90	0.04	-0.08	0.28	0.11	Cal:21.0 O2-Direct	
Gas Value:	7:38:17	21	0	0	0	0	0.21.0 O2	
Diff%ofSpan	7:38:17	-0.40%	0.15%	-0.04%	0.14%	0.11%		
28-Mar-19	7:45:40	0.01	0.05	185.07	186.90	91.82	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Direct	
28-Mar-19	7:45:51	0.01	0.05	185.16	186.91	91.83	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Direct	
28-Mar-19	7:46:00	0.01	0.06	185.02	186.89	91.90	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Direct	
28-Mar-19	7:46:10	0.01	0.06	185.04	186.94	91.97	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Direct	
Average:	7:46:11	0.01	0.06	185.07	186.91	91.88	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Direct	
Gas Value:	7:46:11	0	0	185	186	91	186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2	
Diff%ofSpan	7:46:11	0.03%	0.22%	0.04%	0.45%	0.88%		
28-Mar-19	7:49:24	0.01	0.03	101.97	102.00	50.29	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Direct	
28-Mar-19	7:49:35	0.01	0.02	101.94	101.91	50.60	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Direct	
28-Mar-19	7:49:44	0.01	0.02	101.89	101.79	50.71	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Direct	



McHale Performance				Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data							
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM	Comment2
28-Mar-19	7:49:54	0.01	0.02	101.86	101.77	50.73	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Direct
28-Mar-19	7:50:04	0.01	0.02	101.80	101.77	50.73	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Direct
28-Mar-19	7:50:14	0.01	0.02	101.85	101.77	50.72	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Direct
Average:	7:50:20	0.01	0.02	101.89	101.84	50.63	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Direct
Gas Value:		7:50:20	0	0	101	102	50.7 102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2
Diff%ofSpan		7:50:20	0.03%	0.10%	0.44%	-0.08%	-0.07%
28-Mar-19	7:55:41	0.02	0.09	0.00	0.70	0.11	Cal:0.0 N2-Bias
28-Mar-19	7:55:50	0.02	0.09	0.00	0.65	0.11	Cal:0.0 N2-Bias
28-Mar-19	7:56:00	0.02	0.09	0.05	0.65	0.11	Cal:0.0 N2-Bias
28-Mar-19	7:56:10	0.02	0.09	0.06	0.65	0.11	Cal:0.0 N2-Bias
28-Mar-19	7:56:20	0.02	0.09	0.03	0.58	0.11	Cal:0.0 N2-Bias
Average:	7:56:22	0.02	0.09	0.03	0.65	0.11	Cal:0.0 N2-Bias
Gas Value:		7:56:22	0	0	0	0	0 0.0 N2
Diff%ofSpan		7:56:22	0.08%	0.35%	0.01%	0.32%	0.11%
28-Mar-19	7:59:23	-0.04	17.86	-1.52	0.29	0.26	Cal:18 CO2-Bias
28-Mar-19	7:59:33	-0.04	17.87	-1.58	0.30	0.11	Cal:18 CO2-Bias
28-Mar-19	7:59:43	-0.04	17.87	-1.56	0.29	0.11	Cal:18 CO2-Bias
28-Mar-19	7:59:53	-0.04	17.87	-1.57	0.30	0.11	Cal:18 CO2-Bias
Average:	7:59:54	-0.04	17.87	-1.56	0.30	0.14	Cal:18 CO2-Bias
Gas Value:		7:59:54	0	18	0	0	0 18 CO2
Diff%ofSpan		7:59:54	-0.17%	-0.52%	-0.78%	0.15%	0.14%
28-Mar-19	8:03:09	20.74	0.19	0.15	0.30	0.11	Cal:21.0 O2-Bias
28-Mar-19	8:03:19	20.75	0.18	0.10	0.30	0.11	Cal:21.0 O2-Bias
28-Mar-19	8:03:29	20.76	0.17	0.18	0.30	0.11	Cal:21.0 O2-Bias
28-Mar-19	8:03:39	20.75	0.16	0.15	0.30	0.11	Cal:21.0 O2-Bias
Average:	8:03:40	20.75	0.18	0.15	0.30	0.11	Cal:21.0 O2-Bias
Gas Value:		8:03:40	21	0	0	0	0 21.0 O2
Diff%ofSpan		8:03:40	-1.00%	0.71%	0.07%	0.15%	0.11%
28-Mar-19	8:10:47	0.03	0.10	184.35	185.47	89.14	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Bias
28-Mar-19	8:10:57	0.03	0.10	184.30	185.39	89.33	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Bias
28-Mar-19	8:11:07	0.03	0.10	184.43	185.37	89.47	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Bias
28-Mar-19	8:11:17	0.02	0.10	184.33	185.39	89.60	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Bias
28-Mar-19	8:11:27	0.03	0.10	184.40	185.48	89.69	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Bias
28-Mar-19	8:11:37	0.03	0.10	184.37	185.49	89.89	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Bias
28-Mar-19	8:11:47	0.03	0.10	184.33	185.50	90.00	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Bias
Average:	8:11:48	0.03	0.10	184.36	185.44	89.59	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Bias
Gas Value:		8:11:48	0	0	185	186	91 186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2
Diff%ofSpan		8:11:48	0.11%	0.39%	-0.32%	-0.28%	-1.41%
28-Mar-19	13:27:34	0.00	0.01	0.04	0.48	0.11	Cal:0.0 N2-Zero Check
28-Mar-19	13:27:44	0.00	0.01	-0.01	0.39	0.11	Cal:0.0 N2-Zero Check
28-Mar-19	13:27:54	0.00	0.01	-0.02	0.29	0.11	Cal:0.0 N2-Zero Check
Average:	13:27:55	0.00	0.01	0.00	0.39	0.11	Cal:0.0 N2-Zero Check
Gas Value:		13:27:55	0	0	0	0	0 0.0 N2
Diff%ofSpan		13:27:55	0.00%	0.03%	0.00%	0.20%	0.11%
28-Mar-19	13:29:47	-0.01	18.01	-1.24	2.89	0.11	Cal:18 CO2-High CO2 Check
28-Mar-19	13:29:57	-0.03	18.00	-1.21	0.29	0.11	Cal:18 CO2-High CO2 Check
28-Mar-19	13:30:07	-0.04	18.00	-1.23	0.30	0.11	Cal:18 CO2-High CO2 Check
Average:	13:30:08	-0.03	18.00	-1.23	1.16	0.11	Cal:18 CO2-High CO2 Check
Gas Value:		13:30:08	0	18	0	0	0 18 CO2
Diff%ofSpan		13:30:08	-0.11%	0.00%	-0.61%	0.58%	0.11%
28-Mar-19	13:31:46	0.01	-0.07	185.06	188.18	92.01	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-High Gases Chec
28-Mar-19	13:31:56	0.01	-0.07	185.14	188.32	92.26	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-High Gases Chec
28-Mar-19	13:32:06	0.01	-0.08	185.20	188.32	92.39	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-High Gases Chec
28-Mar-19	13:32:16	0.01	-0.08	185.24	187.37	92.57	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-High Gases Chec
Average:	13:32:16	0.01	-0.08	185.16	188.05	92.31	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-High Gases Chec
Gas Value:		13:32:16	0	0	185	186	91 186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2
Diff%ofSpan		13:32:16	0.03%	-0.31%	0.08%	1.02%	1.31%



McHale Performance				Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data							
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM	Comment2
28-Mar-19	13:31:00	8.69	10.98	12.87	138.12	38.17	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:32:00	8.83	10.89	11.93	147.54	37.83	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:33:00	8.75	10.99	11.83	149.08	36.61	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:34:00	8.72	11.04	11.29	143.84	37.32	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:35:00	8.81	10.99	11.42	144.63	36.87	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:36:00	8.84	11.01	11.46	148.07	36.34	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:37:00	8.80	11.05	11.40	146.70	35.92	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:38:00	8.86	11.03	11.19	149.99	37.20	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:39:00	8.81	11.09	11.03	147.66	37.29	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:40:00	8.91	11.01	10.89	147.97	37.02	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:41:00	8.87	11.07	10.88	149.50	36.99	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:42:00	8.82	11.13	10.92	148.40	37.08	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:43:00	8.65	11.29	11.04	144.15	37.07	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:44:00	8.75	11.23	11.31	138.92	37.18	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:45:00	8.77	11.22	11.38	141.31	37.29	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:46:01	8.77	11.22	11.58	140.47	37.64	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:47:00	8.80	11.22	11.71	144.79	36.96	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:48:00	8.61	11.36	12.41	138.76	37.78	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:49:00	8.79	11.22	12.11	136.18	37.44	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:50:01	8.82	11.21	11.87	138.89	36.31	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:51:00	8.67	11.32	11.78	130.37	36.56	High Load RATA Run 1
Average:	13:51:00	8.78	11.12	11.54	143.59	37.09	High Load RATA Run 1
28-Mar-19	13:53:01	8.96	11.12	11.29	144.76	36.42	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	13:54:01	9.02	11.11	11.67	153.39	35.00	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	13:55:01	8.86	11.25	11.36	149.20	35.70	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	13:56:01	8.82	11.28	11.20	146.55	36.32	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	13:57:01	8.81	11.29	14.51	146.80	35.74	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	13:58:01	8.86	11.25	11.96	143.61	35.74	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	13:59:01	8.91	11.20	11.06	141.23	35.79	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	14:00:01	9.05	11.11	11.11	144.24	35.44	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	14:01:01	8.95	11.18	11.28	148.56	36.64	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	14:02:01	9.00	11.13	11.57	149.89	36.07	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	14:03:01	9.04	11.08	11.96	152.20	35.24	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	14:04:01	9.15	10.98	11.70	153.23	34.96	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	14:05:01	9.06	11.08	11.67	153.98	34.96	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	14:06:01	8.90	11.21	12.09	148.13	35.95	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	14:07:01	8.91	11.20	12.13	141.10	36.07	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	14:08:01	8.90	11.20	11.75	136.93	36.21	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	14:09:01	8.97	11.15	11.96	138.26	35.15	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	14:10:01	8.85	11.24	11.78	130.98	35.93	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	14:11:01	8.82	11.27	11.16	128.82	37.02	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	14:12:01	8.85	11.24	11.34	130.12	37.32	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	14:13:01	8.82	11.27	13.36	130.91	37.35	High Load RATA Run 2
Average:	14:13:01	8.93	11.18	11.81	143.47	35.95	High Load RATA Run 2
28-Mar-19	14:14:59	8.79	11.31	13.17	130.35	36.91	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:15:59	8.75	11.34	15.85	130.54	37.23	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:16:59	8.67	11.40	16.00	128.14	37.67	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:17:59	8.75	11.32	13.25	128.21	36.79	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:18:59	8.81	11.27	12.64	130.97	37.12	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:19:59	8.82	11.28	11.92	133.30	36.43	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:20:59	8.72	11.37	13.98	132.80	36.22	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:21:59	8.69	11.39	16.06	129.15	37.05	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:22:59	8.67	11.39	12.21	128.69	36.80	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:23:59	8.65	11.38	12.37	126.64	36.88	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:24:59	8.68	11.33	16.57	126.03	36.17	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:25:59	8.74	11.28	12.90	131.42	35.65	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:26:59	8.61	11.39	12.29	127.99	36.00	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:27:59	8.51	11.46	12.02	124.89	36.02	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:28:59	8.51	11.47	12.79	123.06	36.27	High Load RATA Run 3



McHale Performance				Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data							
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM	Comment2
28-Mar-19	14:29:59	8.66	11.36	12.11	125.12	36.45	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:30:59	8.64	11.42	12.03	131.86	36.73	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:31:59	8.56	11.48	11.92	128.42	37.76	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:32:59	8.59	11.45	13.97	128.38	37.13	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:33:59	8.60	11.44	14.57	134.14	37.13	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:34:59	8.73	11.31	12.11	134.35	37.42	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:35:59	8.74	11.33	12.11	141.01	36.63	High Load RATA Run 3
Average:	14:35:59	8.68	11.37	13.31	129.79	36.75	High Load RATA Run 3
28-Mar-19	14:38:10	0.49	0.75	0.52	7.89	2.13	Cal:0.0 N2-Post R1-3
Average:	14:38:14	0.49	0.75	0.52	7.89	2.13	Cal:0.0 N2-Post R1-3
Gas Value: 14:38:14 0 0 0 0 0 0.0 N2							
Diff%ofSpan 14:38:14 1.94% 3.01% 0.26% 3.95% 2.13%							
28-Mar-19	14:38:34	0.00	0.13	-0.21	0.18	0.11	Cal:0.0 N2-Post R1-3
28-Mar-19	14:38:44	0.00	0.13	-0.22	0.18	0.11	Cal:0.0 N2-Post R1-3
28-Mar-19	14:38:54	0.00	0.13	-0.17	0.18	0.11	Cal:0.0 N2-Post R1-3
Average:	14:38:55	0.00	0.13	-0.20	0.18	0.11	Cal:0.0 N2-Post R1-3
Gas Value: 14:38:55 0 0 0 0 0 0.0 N2							
Diff%ofSpan 14:38:55 0.00% 0.53% -0.10% 0.09% 0.11%							
28-Mar-19	14:40:29	-0.06	18.18	-1.34	0.81	0.11	Cal:18 CO2-Posr R1-3
28-Mar-19	14:40:39	-0.07	18.19	-1.43	0.18	0.11	Cal:18 CO2-Posr R1-3
28-Mar-19	14:40:49	-0.07	18.19	-1.50	0.18	0.11	Cal:18 CO2-Posr R1-3
Average:	14:40:51	-0.06	18.18	-1.42	0.39	0.11	Cal:18 CO2-Posr R1-3
Gas Value: 14:40:51 0 18 0 0 0 18 CO2							
Diff%ofSpan 14:40:51 -0.26% 0.74% -0.71% 0.20% 0.11%							
28-Mar-19	14:42:24	20.90	0.16	-0.34	1.60	0.11	Cal:21.0 O2-Post R1-3
28-Mar-19	14:42:35	20.91	0.16	-0.23	1.26	0.11	Cal:21.0 O2-Post R1-3
28-Mar-19	14:42:44	20.91	0.16	-0.21	0.71	0.11	Cal:21.0 O2-Post R1-3
Average:	14:42:48	20.91	0.16	-0.26	1.19	0.11	Cal:21.0 O2-Post R1-3
Gas Value: 14:42:48 21 0 0 0 0 21.0 O2							
Diff%ofSpan 14:42:48 -0.38% 0.63% -0.13% 0.59% 0.11%							
28-Mar-19	14:44:54	0.02	0.16	184.61	187.01	92.10	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Post R1-3
28-Mar-19	14:45:03	0.01	0.16	184.62	187.09	92.29	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Post R1-3
28-Mar-19	14:45:13	0.01	0.16	184.70	187.13	92.32	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Post R1-3
28-Mar-19	14:45:23	0.01	0.16	184.64	187.33	92.46	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Post R1-3
Average:	14:45:23	0.01	0.16	184.64	187.14	92.29	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2-Post R1-3
Gas Value: 14:45:23 0 0 185 186 91 186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2							
Diff%ofSpan 14:45:23 0.05% 0.63% -0.18% 0.57% 1.29%							
28-Mar-19	14:52:00	8.67	11.48	12.94	142.51	37.30	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	14:53:00	8.58	11.53	14.63	139.96	37.65	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	14:54:00	8.70	11.44	12.66	139.29	37.73	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	14:55:00	8.68	11.45	11.83	142.93	37.59	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	14:56:00	8.49	11.60	13.79	140.92	37.86	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	14:57:00	8.57	11.53	13.11	135.48	38.16	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	14:58:00	8.55	11.52	12.19	133.35	38.15	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	14:59:00	8.68	11.42	11.39	136.15	37.68	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	15:00:00	8.53	11.55	12.94	136.38	36.37	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	15:01:00	8.48	11.58	11.28	130.47	37.32	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	15:02:00	8.50	11.57	10.98	128.69	37.46	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	15:03:00	8.55	11.53	10.85	131.77	37.78	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	15:04:00	8.66	11.42	11.72	141.63	38.01	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	15:05:00	8.65	11.47	12.31	145.04	36.79	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	15:06:00	8.53	11.54	13.61	136.61	37.72	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	15:07:00	8.61	11.48	12.65	139.06	37.72	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	15:08:00	8.47	11.61	12.37	137.42	37.55	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	15:09:00	8.59	11.48	13.45	134.99	37.67	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	15:10:00	8.77	11.34	11.38	146.75	36.62	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	15:11:00	8.78	11.36	11.53	154.56	36.23	High Load RATA Run 4
28-Mar-19	15:12:00	8.71	11.39	12.04	153.78	37.17	High Load RATA Run 4



McHale Performance			Unit 1		First Quantum			
Instrumental Reference Method On-Line Data								
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments	Comment2
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM		
Average:	15:12:00	8.61	11.49	12.36	139.42	37.45	High Load RATA Run 4	
28-Mar-19	15:14:00	8.56	11.47	11.15	145.27	37.11	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:15:00	8.61	11.41	11.24	134.32	37.08	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:16:01	8.66	11.37	11.10	136.86	36.14	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:17:00	8.58	11.44	10.98	137.42	36.74	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:18:00	8.71	11.35	11.45	138.85	36.59	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:19:00	8.64	11.40	11.31	141.85	37.08	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:20:01	8.69	11.37	11.57	140.82	37.30	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:21:00	8.75	11.32	11.34	146.58	37.20	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:22:01	8.61	11.43	11.68	145.04	37.17	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:23:00	8.76	11.30	12.34	145.00	37.62	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:24:00	8.97	11.15	11.61	160.08	36.20	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:25:00	8.88	11.24	11.38	161.49	36.01	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:26:00	8.89	11.23	11.43	155.23	35.50	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:27:00	8.75	11.36	11.30	148.33	35.42	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:28:00	8.61	11.45	11.12	135.07	35.40	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:29:00	8.67	11.41	11.30	133.92	35.68	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:30:00	8.66	11.43	11.30	134.37	36.72	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:31:00	8.71	11.39	10.99	134.81	36.70	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:32:00	8.69	11.41	10.85	134.84	35.90	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:33:00	8.57	11.51	11.13	133.07	35.85	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:34:00	8.70	11.39	11.17	132.10	36.27	High Load RATA Run 5	
Average:	15:34:00	8.70	11.37	11.32	141.68	36.46	High Load RATA Run 5	
28-Mar-19	15:36:00	8.55	11.54	13.55	136.74	35.97	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:37:00	8.56	11.53	11.71	137.13	37.60	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:38:00	8.54	11.56	11.43	138.39	36.96	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:39:00	8.65	11.46	12.08	138.73	36.86	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:40:00	8.56	11.55	11.43	141.34	36.86	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:41:00	8.60	11.49	11.89	140.38	36.10	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:42:00	8.72	11.42	11.41	143.53	35.65	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:43:00	8.64	11.49	12.88	146.12	35.66	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:44:00	8.67	11.46	11.63	146.34	35.30	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:45:00	8.59	11.55	11.90	147.42	35.56	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:46:00	8.60	11.54	11.82	144.02	36.44	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:47:00	8.51	11.59	13.50	142.66	36.40	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:48:00	8.62	11.49	13.12	139.30	36.70	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:49:00	8.69	11.46	12.14	142.05	35.92	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:50:00	8.56	11.55	13.27	141.73	36.20	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:51:00	8.61	11.52	11.78	137.65	35.61	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:52:00	8.52	11.58	12.34	134.10	35.90	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:53:00	8.54	11.54	11.22	131.33	35.93	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:54:00	8.69	11.42	11.04	131.70	35.74	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:55:00	8.65	11.43	12.62	135.15	35.46	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:56:00	8.81	11.31	11.04	147.89	35.17	High Load RATA Run 6	
Average:	15:56:00	8.61	11.50	12.09	140.18	36.10	High Load RATA Run 6	
28-Mar-19	15:59:12	0.99	1.41	0.80	16.97	3.95	Cal:0.0 N2 Post R4-6	
28-Mar-19	15:59:22	0.00	0.19	-0.39	0.18	0.11	Cal:0.0 N2 Post R4-6	
28-Mar-19	15:59:33	0.00	0.19	-0.41	0.18	0.11	Cal:0.0 N2 Post R4-6	
28-Mar-19	15:59:42	0.00	0.20	-0.42	0.18	0.11	Cal:0.0 N2 Post R4-6	
28-Mar-19	15:59:52	0.00	0.20	-0.40	0.18	0.11	Cal:0.0 N2 Post R4-6	
Average:	15:59:52	0.00	0.20	-0.40	0.18	0.11	Cal:0.0 N2 Post R4-6	
Gas Value:	15:59:52	0	0	0	0	0	0.0 N2	
Diff%ofSpan	15:59:52	0.00%	0.78%	-0.20%	0.09%	0.11%		
28-Mar-19	16:01:27	-0.07	18.26	-1.47	1.13	0.11	Cal:18 CO2 Post R4-6	
28-Mar-19	16:01:38	-0.07	18.26	-1.58	1.12	0.11	Cal:18 CO2 Post R4-6	
28-Mar-19	16:01:47	-0.07	18.25	-1.58	1.13	0.11	Cal:18 CO2 Post R4-6	
28-Mar-19	16:01:57	-0.07	18.25	-1.67	0.94	0.11	Cal:18 CO2 Post R4-6	
Average:	16:01:57	-0.07	18.25	-1.58	1.08	0.11	Cal:18 CO2 Post R4-6	



McHale Performance				Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data							
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM	Comment2
Gas Value:	16:01:57	0	18	0	0	0	18 CO2
Diff%ofSpan	16:01:57	-0.26%	1.02%	-0.79%	0.54%	0.11%	
28-Mar-19	16:03:13	20.88	0.21	-0.33	0.77	0.11	Cal:21.0 O2 Post R-4-6
28-Mar-19	16:03:23	20.89	0.20	-0.29	0.77	0.11	Cal:21.0 O2 Post R-4-6
28-Mar-19	16:03:33	20.90	0.20	-0.30	0.77	0.11	Cal:21.0 O2 Post R-4-6
Average:	16:03:35	20.89	0.21	-0.31	0.77	0.11	Cal:21.0 O2 Post R-4-6
Gas Value:	16:03:35	21	0	0	0	0	21.0 O2
Diff%ofSpan	16:03:35	-0.44%	0.82%	-0.15%	0.38%	0.11%	
28-Mar-19	16:05:45	0.01	0.17	184.75	187.43	91.63	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Post R4-6
28-Mar-19	16:05:55	0.01	0.17	184.76	187.84	91.96	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Post R4-6
28-Mar-19	16:06:05	0.01	0.17	184.80	188.04	92.21	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Post R4-6
28-Mar-19	16:06:16	0.01	0.17	184.78	188.09	92.40	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Post R4-6
28-Mar-19	16:06:25	0.01	0.16	184.80	188.05	92.50	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Post R4-6
28-Mar-19	16:06:35	0.01	0.16	184.75	187.99	92.53	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Post R4-6
Average:	16:06:36	0.01	0.17	184.77	187.91	92.21	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Post R4-6
Gas Value:	16:06:36	0	0	185	186	91	186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2
Diff%ofSpan	16:06:36	0.03%	0.67%	-0.11%	0.95%	1.21%	
28-Mar-19	16:14:00	8.87	11.26	11.53	139.29	34.55	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:15:00	8.87	11.27	11.52	139.98	34.67	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:16:00	8.88	11.21	11.75	138.86	35.34	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:17:00	8.89	11.24	11.48	144.00	34.89	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:18:00	8.81	11.27	11.40	139.75	35.76	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:19:00	8.94	11.19	11.44	139.32	35.18	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:20:00	8.99	11.15	11.44	143.04	34.52	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:21:00	9.00	11.16	11.48	147.48	33.64	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:22:00	8.77	11.36	11.41	140.40	34.50	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:23:00	8.76	11.35	11.36	132.60	35.64	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:24:00	8.80	11.34	11.38	133.10	34.83	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:25:00	8.70	11.42	11.18	127.98	35.66	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:26:00	8.77	11.35	11.41	128.75	35.63	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:27:00	8.60	11.50	11.41	129.66	35.54	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:28:00	8.68	11.43	11.53	127.88	35.56	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:29:00	8.72	11.40	11.50	132.23	35.65	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:30:00	8.73	11.40	11.49	136.96	35.96	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:31:00	8.68	11.44	11.35	136.62	35.66	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:32:01	8.67	11.44	11.50	134.45	35.96	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:33:00	8.63	11.48	11.66	136.49	35.57	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:34:00	8.64	11.46	11.67	134.84	35.71	High Load RATA Run 7
Average:	16:34:00	8.78	11.34	11.47	136.37	35.26	High Load RATA Run 7
28-Mar-19	16:35:59	8.70	11.41	11.42	134.79	35.09	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:36:59	8.66	11.45	11.45	136.06	35.16	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:37:59	8.66	11.46	11.51	136.20	34.99	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:38:59	8.68	11.44	11.67	137.48	35.17	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:39:59	8.52	11.58	11.66	134.33	35.50	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:40:59	8.64	11.45	11.83	133.26	35.08	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:41:59	8.58	11.51	13.20	139.65	34.32	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:42:59	8.50	11.57	12.01	137.14	34.32	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:43:59	8.45	11.60	13.04	135.23	34.71	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:44:59	8.45	11.60	11.90	133.37	36.04	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:46:00	8.59	11.50	11.66	132.08	35.09	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:46:59	8.67	11.43	11.09	132.85	35.40	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:47:59	8.81	11.34	11.26	141.90	34.10	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:48:59	8.68	11.45	11.02	141.32	34.20	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:50:00	8.55	11.56	11.06	137.10	35.57	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:50:59	8.53	11.56	11.11	134.73	35.33	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:51:59	8.61	11.50	11.60	136.25	35.66	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:52:59	8.70	11.40	11.57	141.31	35.69	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:54:00	8.77	11.38	11.37	149.29	34.09	High Load RATA Run 8



McHale Performance				Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data							
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM	Comment2
28-Mar-19	16:54:59	8.54	11.57	11.10	141.23	34.94	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:55:59	8.69	11.42	10.94	138.32	35.66	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:56:59	8.80	11.36	10.98	147.64	34.29	High Load RATA Run 8
Average:	16:56:59	8.63	11.48	11.57	137.80	35.02	High Load RATA Run 8
28-Mar-19	16:59:01	8.78	11.39	11.14	147.18	34.55	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:00:01	8.87	11.32	11.22	148.31	34.80	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:01:01	8.79	11.39	11.15	149.14	33.95	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:02:01	8.68	11.45	11.03	138.52	35.13	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:03:02	8.76	11.38	11.40	139.58	35.96	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:04:01	8.75	11.40	11.09	146.95	35.25	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:05:01	8.79	11.37	11.25	145.66	35.32	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:06:01	8.80	11.37	11.38	146.63	34.52	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:07:02	8.66	11.47	11.35	144.66	34.87	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:08:01	8.79	11.37	11.39	141.91	34.56	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:09:01	8.80	11.37	11.20	142.94	34.71	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:10:01	8.93	11.26	11.25	149.11	35.05	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:11:02	8.82	11.38	11.07	148.56	35.38	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:12:01	8.80	11.39	11.01	145.13	35.45	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:13:01	8.77	11.41	11.05	143.91	35.44	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:14:01	8.79	11.41	10.97	142.69	35.20	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:15:02	8.70	11.47	10.74	134.13	34.82	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:16:01	8.70	11.47	10.53	132.41	34.66	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:17:01	8.78	11.42	10.47	130.89	34.48	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:18:02	8.65	11.50	10.62	130.15	34.68	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:19:02	8.71	11.42	10.58	127.26	34.99	High Load RATA Run 9
Average:	17:19:02	8.77	11.40	11.04	141.70	34.94	High Load RATA Run 9
28-Mar-19	17:23:22	0.87	1.14	0.89	13.25	3.59	Cal:0.0 N2-Post R 7-9
28-Mar-19	17:23:33	0.00	-0.01	-0.17	0.42	0.11	Cal:0.0 N2-Post R 7-9
28-Mar-19	17:23:42	0.00	-0.02	-0.20	0.42	0.11	Cal:0.0 N2-Post R 7-9
28-Mar-19	17:23:52	-0.01	-0.02	-0.19	0.42	0.11	Cal:0.0 N2-Post R 7-9
28-Mar-19	17:24:02	-0.01	-0.03	-0.22	0.42	0.11	Cal:0.0 N2-Post R 7-9
Average:	17:24:03	0.00	-0.02	-0.20	0.42	0.11	Cal:0.0 N2-Post R 7-9
Gas Value:	17:24:03	0	0	0	0	0	0.0 N2
Diff%ofSpan	17:24:03	-0.02%	-0.08%	-0.10%	0.21%	0.11%	
28-Mar-19	17:25:18	-0.07	17.90	-1.46	0.65	0.11	Cal:18 CO2- Post R7-9
28-Mar-19	17:25:28	-0.07	17.89	-1.49	0.65	0.11	Cal:18 CO2- Post R7-9
28-Mar-19	17:25:39	-0.07	17.89	-1.51	0.65	0.11	Cal:18 CO2- Post R7-9
28-Mar-19	17:25:48	-0.07	17.88	-1.55	0.61	0.11	Cal:18 CO2- Post R7-9
28-Mar-19	17:25:58	-0.07	17.88	-1.57	0.30	0.11	Cal:18 CO2- Post R7-9
28-Mar-19	17:26:08	-0.07	17.88	-1.61	0.29	0.11	Cal:18 CO2- Post R7-9
Average:	17:26:11	-0.07	17.89	-1.53	0.53	0.11	Cal:18 CO2- Post R7-9
Gas Value:	17:26:11	0	18	0	0	0	18 CO2
Diff%ofSpan	17:26:11	-0.26%	-0.46%	-0.77%	0.26%	0.11%	
28-Mar-19	17:27:26	20.90	-0.11	-0.30	1.13	0.11	Cal:21.0 O2 Post R7-9
28-Mar-19	17:27:36	20.90	-0.13	-0.28	1.12	0.11	Cal:21.0 O2 Post R7-9
28-Mar-19	17:27:46	20.90	-0.14	-0.28	1.12	0.11	Cal:21.0 O2 Post R7-9
Average:	17:27:50	20.90	-0.12	-0.29	1.12	0.11	Cal:21.0 O2 Post R7-9
Gas Value:	17:27:50	21	0	0	0	0	21.0 O2
Diff%ofSpan	17:27:50	-0.41%	-0.50%	-0.14%	0.56%	0.11%	
28-Mar-19	17:30:29	0.01	-0.19	186.18	185.12	90.80	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Post R7-9
28-Mar-19	17:30:38	0.01	-0.20	186.35	185.14	90.86	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Post R7-9
28-Mar-19	17:30:48	0.01	-0.19	186.22	185.15	90.89	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Post R7-9
28-Mar-19	17:30:58	0.01	-0.20	186.36	185.26	90.92	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Post R7-9
Average:	17:30:59	0.01	-0.19	186.28	185.17	90.87	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Post R7-9
Gas Value:	17:30:59	0	0	185	186	91	186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2
Diff%ofSpan	17:30:59	0.03%	-0.78%	0.64%	-0.42%	-0.13%	
28-Mar-19	17:35:00	8.42	11.09	11.30	131.76	35.74	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:36:01	8.41	11.10	11.53	131.22	34.87	High Load RATA Run 10



McHale Performance				Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data							
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM	Comment2
28-Mar-19	17:37:01	8.43	11.11	11.13	132.63	34.47	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:38:00	8.26	11.28	11.86	132.52	35.46	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:39:00	8.50	11.11	11.25	133.23	36.79	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:40:00	8.63	11.08	11.09	148.26	35.10	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:41:00	8.56	11.19	11.07	148.77	33.89	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:42:00	8.51	11.29	10.91	143.28	33.06	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:43:00	8.48	11.38	11.00	140.63	33.10	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:44:00	8.48	11.44	11.35	139.35	33.54	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:45:00	8.44	11.54	11.17	135.06	35.61	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:46:00	8.41	11.63	11.22	130.45	35.85	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:47:00	8.47	11.64	11.12	128.46	35.20	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:48:00	8.42	11.74	11.22	130.43	35.06	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:49:00	8.32	11.87	11.86	128.98	35.61	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:50:00	8.36	11.87	13.65	129.67	36.37	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:51:00	8.44	11.84	12.68	136.58	35.97	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:52:00	8.53	11.79	11.75	146.39	35.78	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:53:00	8.55	11.78	11.44	148.69	35.98	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:54:00	8.73	11.64	11.49	152.42	35.04	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:55:00	8.62	11.74	11.89	152.63	34.50	High Load RATA Run 10
Average:	17:55:00	8.48	11.48	11.52	138.16	35.09	High Load RATA Run 10
28-Mar-19	17:57:00	8.63	11.74	11.36	143.60	34.69	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	17:58:00	8.55	11.83	11.30	143.54	34.68	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	17:59:00	8.41	11.94	11.78	133.35	35.00	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:00:00	8.49	11.90	11.32	130.50	35.74	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:01:00	8.44	11.95	11.58	131.25	36.40	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:02:01	8.66	11.74	11.65	136.41	36.61	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:03:00	8.71	11.73	11.66	150.48	35.83	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:04:00	8.62	11.79	11.68	151.38	36.19	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:05:00	8.66	11.74	11.55	150.17	36.47	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:06:01	8.83	11.57	11.66	158.67	35.83	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:07:00	8.78	11.62	11.50	160.68	34.21	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:08:00	8.65	11.71	11.55	150.91	33.70	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:09:00	8.61	11.75	11.88	141.20	34.98	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:10:01	8.73	11.65	11.60	142.89	36.10	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:11:00	8.68	11.70	11.74	144.76	35.87	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:12:00	8.67	11.70	11.78	143.04	35.52	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:13:00	8.82	11.57	11.94	147.50	35.47	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:14:01	8.70	11.67	12.39	148.03	35.35	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:15:00	8.65	11.70	11.95	142.11	35.57	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:16:00	8.76	11.61	12.00	141.08	35.32	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:17:01	8.67	11.71	12.00	141.56	35.46	High Load RATA Run 11
Average:	18:17:01	8.65	11.73	11.71	144.43	35.48	High Load RATA Run 11
28-Mar-19	18:19:00	8.67	11.71	12.40	138.40	35.22	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:20:00	8.61	11.77	11.60	134.61	34.91	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:21:01	8.56	11.79	11.56	130.08	35.11	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:22:01	8.54	11.82	11.69	127.33	35.31	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:23:00	8.52	11.84	11.65	125.03	36.07	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:24:00	8.58	11.79	12.12	125.24	34.97	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:25:00	8.64	11.73	11.72	131.26	34.37	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:26:00	8.67	11.69	11.46	135.22	34.60	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:27:00	8.65	11.70	11.67	138.82	34.63	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:28:00	8.58	11.75	12.20	138.64	34.61	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:29:00	8.73	11.62	11.90	140.56	34.68	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:30:00	8.78	11.58	11.67	147.32	35.29	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:31:00	8.95	11.44	11.61	153.16	34.44	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:32:00	8.83	11.51	11.80	157.99	34.19	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:33:00	8.78	11.50	12.26	153.90	34.86	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:34:00	8.65	11.57	12.52	143.37	34.72	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:35:00	8.77	11.41	11.51	138.61	34.57	High Load RATA Run 12



McHale Performance				Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data							
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM	Comment2
28-Mar-19	18:36:00	8.75	11.39	11.41	139.66	33.93	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:37:00	8.70	11.38	11.54	136.13	34.07	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:38:00	8.67	11.36	11.57	134.04	34.66	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:39:00	8.78	11.23	11.33	135.89	35.05	High Load RATA Run 12
Average:	18:39:00	8.69	11.60	11.77	138.35	34.78	High Load RATA Run 12
28-Mar-19	18:44:17	0.88	1.23	1.04	14.52	3.53	Cal:0.0 N2 Post Bias
28-Mar-19	18:44:27	0.01	0.11	-0.12	0.62	0.10	Cal:0.0 N2 Post Bias
28-Mar-19	18:44:37	0.01	0.12	-0.08	0.53	0.11	Cal:0.0 N2 Post Bias
28-Mar-19	18:44:47	0.01	0.12	-0.10	0.53	0.11	Cal:0.0 N2 Post Bias
28-Mar-19	18:44:57	0.01	0.13	-0.09	0.53	0.10	Cal:0.0 N2 Post Bias
Average:	18:44:59	0.01	0.12	-0.10	0.55	0.10	Cal:0.0 N2 Post Bias
Gas Value:	18:44:59	0	0	0	0	0	0.0 N2
Diff%ofSpan	18:44:59	0.03%	0.48%	-0.05%	0.28%	0.10%	
28-Mar-19	18:48:11	-0.06	17.93	-1.64	0.35	0.11	Cal:18 CO2 Post Bias
28-Mar-19	18:48:21	-0.06	17.93	-1.64	0.29	0.11	Cal:18 CO2 Post Bias
28-Mar-19	18:48:31	-0.06	17.94	-1.64	0.29	0.10	Cal:18 CO2 Post Bias
Average:	18:48:32	-0.06	17.93	-1.64	0.31	0.10	Cal:18 CO2 Post Bias
Gas Value:	18:48:32	0	18	0	0	0	18 CO2
Diff%ofSpan	18:48:32	-0.22%	-0.28%	-0.82%	0.16%	0.10%	
28-Mar-19	18:51:40	20.70	0.41	0.06	0.29	0.11	Cal:21.0 O2 Post Bias
28-Mar-19	18:51:50	20.70	0.40	0.10	0.29	0.11	Cal:21.0 O2 Post Bias
28-Mar-19	18:52:00	20.71	0.39	0.07	0.24	0.11	Cal:21.0 O2 Post Bias
Average:	18:52:00	20.71	0.40	0.07	0.27	0.11	Cal:21.0 O2 Post Bias
Gas Value:	18:52:00	21	0	0	0	0	21.0 O2
Diff%ofSpan	18:52:00	-1.18%	1.59%	0.04%	0.14%	0.11%	
28-Mar-19	18:56:57	0.02	0.41	182.87	184.78	89.48	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Post Bias
28-Mar-19	18:57:07	0.02	0.41	182.95	184.85	89.48	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Post Bias
28-Mar-19	18:57:17	0.02	0.41	182.97	184.91	89.48	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Post Bias
28-Mar-19	18:57:27	0.02	0.41	182.96	184.89	89.47	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Post Bias
Average:	18:57:30	0.02	0.41	182.94	184.86	89.48	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Post Bias
Gas Value:	18:57:30	0	0	185	186	91	186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2
Diff%ofSpan	18:57:30	0.09%	1.64%	-1.03%	-0.57%	-1.52%	



**SUMMARY OF VELOCITY DATA**

Plant:	PACO Generating Stat	Location:	Punta Rincon, Panama	Run #	1	2	3	4	5	6	1	1	1	1	1	1	AVERAGE
Condition:	Low Load			Date:	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	
Unit:	Unit 1	Method:	M2/4	Start Time:	10:37	10:52	11:01	11:58	12:06	12:14	12:35	12:45	12:56	13:39	13:49	13:59 PM	
Parameter		Units		Stop Time:	10:50	11:00	11:06	12:05	12:13	12:20	12:43	12:54	13:03	13:47	13:57	14:07 PM	
Sampling Time		min.			30	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	48
<b>AMBIENT DATA:</b>																	
Ambient Temperature		deg. F			80	80	80	82	82	82	82	82	82	82	82	82	80.8
Location Height above Pbar reading		feet			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Barometric Pressure		in. Hg			29.64	29.64	29.64	29.64	29.64	29.64	29.64	29.64	29.64	29.64	29.64	29.64	29.64
Corrected Barometric Pressure (to location)		in. Hg			29.64	29.64	29.64	29.64	29.64	29.64	29.64	29.64	29.64	29.64	29.64	29.64	29.64
<b>GAS METER DATA:</b>																	
Dry Gas Meter Correction Factor (gamma)	Dimensionless				1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080
Average Meter Differential Pressure	in. H2O				2.0000	0.7319	0.6519	2.0000	0.6313	0.6363	2.0000	0.6325	0.6375	2.0000	0.6450	0.6269	1.2030
Absolute Meter Pressure	in. Hg				29.79	29.69	29.69	29.79	29.69	29.69	29.79	29.69	29.69	29.79	29.69	29.69	29.73
Average Meter Temperature	degrees F				84.8	0.0	0.0	86.8	86.8	48.3	89.2	89.2	89.2	88.0	88.0	88.0	51.7
Metered Dry Sample Gas Volume	dcf				24.321	24.321	24.321	24.170	24.170	24.170	24.503	24.503	24.503	24.409	24.409	24.409	24.261
Average Sampling Rate	dscfm				0.788	0.931	0.465	0.390	0.389	0.418	0.394	0.393	0.393	0.393	0.392	0.392	0.593
Standard Metered Volume	dscf				23.653	27.927	27.921	23.420	23.341	25.109	23.642	23.562	23.562	23.601	23.522	23.521	25.252
Standard Metered Volume	dscm				0.6698	0.7909	0.7907	0.6632	0.6610	0.7111	0.6695	0.6673	0.6673	0.6684	0.6661	0.6661	0.7151
<b>MOISTURE DATA:</b>																	
Moisture Determination Technique:					Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	
Relative Humidity:	%RH				#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Saturated Vapor Pressure of Water:	inches Hg				1.7809	1.8414	2.0336	2.5656	4.2541	4.2541	4.2541	4.2541	4.2541	4.2541	4.2541	5.2541	2.4951
Vapor Phase Moisture Content at Saturation:	% Volume				6.02	6.22	6.87	8.67	14.37	14.37	14.37	14.37	14.37	14.37	14.37	17.75	8.43
Total Condensate Collected	grams H2O				31	31	31	28	93.9	28	21.5	21.5	21.5	30.2	30.2	30.2	42.98
Standard Volume of Water Vapor	scf				1.462	1.462	1.462	1.320	4.427	1.320	1.014	1.014	1.014	1.424	1.424	1.424	2.027
Measured Moisture Content	mole fraction				0.0582	0.0497	0.0497	0.0534	0.1594	0.0500	0.0411	0.0412	0.0412	0.0569	0.0571	0.0571	0.0741
Measured Moisture Content	% Volume				5.82	4.97	4.97	5.34	15.94	5.00	4.11	4.12	4.12	5.69	5.71	5.71	7.41
Gas Stream Vapor Phase Moisture (Bs):	% Volume				5.82	4.97	4.97	5.34	14.37	5.00	4.11	4.12	4.12	5.69	5.71	5.71	7.10
<b>FIXED GAS DATA:</b>																	
Oxygen Concentration, Dry Basis	% Volume				13.5	13.5	13.5	13.2	13.2	13.2	13.0	13.0	13.0	12.9	12.9	12.9	13.4
Carbon Dioxide Concentration, Dry Basis	% Volume				8.0	8.0	8.0	8.1	8.1	8.1	7.5	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	8.0
Carbon Monoxide Concentration, Dry Basis	% Volume				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Other Primary Gas Constituent, Dry Basis	% Volume				#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Nitrogen Concentration, Dry Basis (gas balance)	% Volume				78.5	78.5	78.5	78.7	78.7	78.7	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	78.6
Gas Molecular Weight, Dry Basis	lb/lb-mole				29.820	29.820	29.820	29.820	29.820	29.820	29.726	29.726	29.726	29.734	29.734	29.734	29.820
Gas Molecular Weight, Wet Basis	lb/lb-mole				29.132	29.232	29.232	29.189	27.935	29.230	29.244	29.243	29.243	29.066	29.064	29.064	28.944
Fo Calculated:	Dimensionless				0.930	0.930	0.930	0.952	0.952	0.952	1.048	1.048	1.048	1.054	1.054	1.054	0.939
Excess Air:	%				184.24	184.24	184.24	174.52	174.52	174.52	162.64	162.64	162.64	158.18	158.18	158.18	180.35
Ultimate CO2	%V,d				22.47	22.47	22.47	21.96	21.96	21.96	19.95	19.95	19.95	19.83	19.83	19.83	22.27
<b>DUCT CONFIGURATION:</b>																	
Duct Geometry (C = Circular, R = Rectangular)					C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
Duct Dimensions (Diameter)	inches				149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6
Effective Duct Diameter (De)	inches				149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6
Stack Cross-Sectional Area	ft2				122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06
<b>DUCT GAS CONDITIONS:</b>																	
Static Pressure of Gas Stream	in. H2O				-0.90	-0.60	-0.60	-0.61	-0.61	-0.61	-0.61	-0.62	-0.62	-0.61	-0.61	-0.61	-0.66
Absolute Duct Gas Pressure	in. Hg				29.57	29.60	29.60	29.60	29.60	29.60	29.60	29.60	29.59	29.60	29.60	29.60	29.59
Gas Stream Temperature	degrees F				277.9	190.2	164.6	159.9	297.0	299.0	159.3	159.4	158.9	159.9	159.4	159.1	217.9
Gas Stream Wet Bulb Temperature:	degrees F				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>VELOCITY DATA:</b>																	
Pitot Tube Coefficient	Dimensionless				0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
Avg. Square Root of Velocity Head	(in. H2O)*0.5				0.92957029	0.85408559	0.80441542	0.78880209	0.79118819	0.7944	0.7905	0.7926	0.7948	0.7900	0.7994	0.7881	0.8336
Gas Stream Velocity	ft/sec				61.045	52.538	48.498	47.412	53.720	52.797	47.446	47.577	47.688	47.585	48.136	47.441	52.642
Gas Stream Velocity	ft/min				3662.69	3152.26	2909.85	2844.74	3223.18	3167.79	2846.75	2854.64	2861.31	2855.12	2888.16	2846.43	3158.55
Gas Stream Velocity	meters/sec				18.61	16.01	14.78	14.45	16.37	16.09	14.46	14.50	14.54	14.50	14.67	14.46	16.05
Gas Stream Velocity	mi/hr				41.624	35.823	33.068	32.329	36.629	36.000	32.351	32.441	32.517	32.446	32.822	32.348	35.895
<b>FLOWRATE/ENGLISH UNITS</b>																	
Actual Volumetric Flow Rate, Wet Basis	acfm				447085.5	384780.4	355190.5	347243.1	393437.1	386675.9	347487.5	348451.1	349265.2	348509.4	352542.9	347449.1	385547.3
Standard Volumetric Flow Rate, Wet Basis	scfm				316192.0	309085.0	297022.3	292565.0	271439.0	266071.4	293066.4	293819.8	294736.9	293631.9	297270.0	293093.2	297260.7
	Kscfm				316.2	309.1	297.0	292.6	271.4	266.1	293.1	293.8	294.7	293.6	297.3	293.1	297.3
Standard Volumetric Flow Rate, Dry Basis	dscfm				297789.6	293712.5	282247.0	276952.8	228160.2	252780.3	281016.6	281699.9	282579.3	276924.1	280301.7	276362.6	275772.4
	Kdscfm				297.790	293.713	282.247	276.953	228.160	252.780	281.017	281.700	282.579	276.924	280.302	276.363	275.8
Standard Volumetric Flow Rate, Wet Basis	kschf				18971.52	18545.10	17821.34	17553.90	16286.34	15964.28	17583.98	17629.19	17684.21	17617.91	17836.20	17585.59	17835.6
Standard Volumetric Flow Rate, Dry Basis	kdschf				17867.37	17622.75	16934.82	16617.17	13689.61	15166.82	16861.00	16901.99	16954.76	16615.44	16818.10	16581.73	16546.35
Total Mass Flow Rate (wet)	kgph				1434.40	1406.97	1352.06	1329.83	1180.81	1211.08	1334.62	1337.98	1342.16	1329.06	1345.43	1326.53	1340.81
<b>FLOWRATE/METRIC UNITS</b>																	
Actual Volumetric Flow Rate, Wet Basis	acmm				12661.46	10896.98	10059.00	9833.92	11142.14	10950.66	9840.85	9868.14	9891.19	9869.79	9984.01	9839.76	10918.70
Standard Volumetric Flow Rate, Wet Basis	scmm				8954.56	8753.29	8411.67	8285.44	7687.15	7535.14	8299.64	8320.98	8346.95	8315.65	8418.69	8300.40	8418.42
Standard Volumetric Flow Rate, Dry Basis	dscmm				8433.40	8317.94	7993.24	7843.30	6461.50	7158.74	7958.39	7977.74	8002.64	7842.49	7938.14	7826.59	7809.88

Notes: EPA Standard Conditions are defined at 68 degrees F (20 degrees C) and 1 atmosphere (29.92 "Hg)



Job Number	18018.0			Velocity Run No.	U1-M2-R1
Plant	FIRST Quantum Minerals			Moisture Run No.	U1-M4-R1
Source	Unit 1			Project Number	
Load / Condition	Low Load			Test Date	3/24/19
Personnel	ECS, PAD, SW			Ambient Temp °F:	80°F
Pitot I.D	1611402	Pitot Coeff.	0.84	P barometer, "Hg	29.64
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008	P static, " H <sub>2</sub> O	-0.90
ΔH Gauge ID	1.822	TC ID	1611402	Tester Signature	Em Surp

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Delta P in. H <sub>2</sub> O	Temp Deg. F
1	A 1	0.88	281
2	2	0.90	281
3	3	0.87	281
4	4	0.73	280
5	B 1	0.93	278
6	2	0.92	278
7	3	0.93	279
8	4	0.88	279
9	C 1	0.85	278
10	2	0.90	278
11	3	0.90	278
12	4	0.80	278
13	D 1	0.85	274
14	2	0.80	276
15	3	0.90	275
16	4	0.80	273
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

Moisture Sample Data						
Time		DGM Reading Cubic Feet	DGM Temp (°F)	Delta H in. H <sub>2</sub> O	Vac. In. Hg	Imp Exit Temp (°F)
Clock	Test					
1052	0	180.500	82	2.0	3	65
	5	184.468	83	2.0	3	53
	10	188.5	84	2.0	3	55
	15	192.64	85	2.0	3	57
	20	196.6	87	2.0	3	57
	25	200.7	87	2.0	3	59
1124	30/04	204.821	88			

				Averages
--	--	--	--	----------

Moisture Analytical Results						
	Imp. 1	Imp. 2	Imp. 3	Imp. 4	Imp. 5	Sil Gel
Final Weight	711.90	714.6	639.5			874.2
Initial Weight	692.50	711.70	637.5			867.5
Moisture Gain						
Balance ID:				Total Catch	31.0	

O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> Data		
	Fyrite	CEMS
O <sub>2</sub> , %		
CO <sub>2</sub> , %		

Leak Check Data		
Meterbox	Pre	Post
Vacuum ("Hg)	10	5
Rate (cfm)	.001	.001
Pitot Tube	✓	

Delta P avg is square of the average of the individual square roots



Job Number	18018.0			Stack Diameter	152" 149.6"		
Plant	First Quantum Minerals			Test Date	3/24/19		
Source	Unit 1			Ambient Temp °F:	80		
Load / Condition	Low Load			P barometer, "Hg	29.64		
Personnel	ECS PAID			P static, " H2O	R2-0.60 R-0.61		
Pitot I.D	1611402	Pitot Coeff.	0.84	Oxygen, %	11.65		
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008	Carbon Dioxide, %	8.14		
AH Gauge ID	1.822	TC ID	1611402	Tester Signature	<i>E. S. S. S.</i>		

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
122			11:02-1110
1	1	0.90	264
2	2	0.90	265
3	3	0.88	265
4	4	0.77	263
5	1	0.72	165
6	2	0.70	165
7	3	0.70	166
8	4	0.70	165
9	1	0.75	164
10	2	0.74	165
11	3	0.71	165
12	4	0.58	169
13	1	0.71	164
14	2	0.73	164
15	3	0.72	165
16	4	0.58	169
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
R3			1110-1116
1	1	0.76	164
2	2	0.77	164
3	3	0.75	165
4	4	0.48	170
5	1	0.73	162
6	2	0.75	163
7	3	0.65	164
8	4	0.45	168
9	1	0.72	162
10	2	0.71	163
11	3	0.65	163
12	4	0.48	168
13	1	0.70	163
14	2	0.70	163
15	3	0.62	164
16	4	0.51	167
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
R4			1158-1205
1	1	0.70	160
2	2	0.67	160
3	3	0.60	160
4	4	0.48	160
5	1	0.70	160
6	2	0.69	160
7	3	0.62	160
8	4	0.48	160
9	1	0.70	160
10	2	0.70	160
11	3	0.65	160
12	4	0.44	160
13	1	0.74	159
14	2	0.72	159
15	3	0.65	160
16	4	0.48	160
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			



Job Number	18018.0	Velocity Run No.	RS U1-M2-R5
Plant	First Quantum Minerals	Moisture Run No.	U1-M4-R2
Source	Unit 1	Project Number	
Load / Condition	Low Load	Test Date	3/24/19
Personnel	ECS, PAD, SW	Ambient Temp °F:	29.64 82
Pitot I.D.	1611402	Pitot Coeff.	0.84
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008
TC ID	1.822	P barometer, "Hg	29.64
AH Gauge ID	1.822	P static, " H2O	-0.61
		Tester Signature	Empire

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	1	0.74	160
2	2	0.73	160
3	3	0.65	159
4	4	0.48	159
5	1	0.75	159
6	2	0.73	160
7	3	0.65	159
8	4	0.46	159
9	1	0.70	159
10	2	0.71	159
11	3	0.65	159
12	4	0.43	159
13	1	0.70	159
14	2	0.68	159
15	3	0.60	159
16	4	0.44	159
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

Moisture Sample Data						
Time	DGM Reading	DGM Temp	Delta H	Vac. In.	Imp Exit	
Clock	Cubic Feet	(°F)	in. H2O	Hg	Temp (°F)	
1158	0	205.500	85	2.0	2.0	62
	5		86	2.0	2.0	60
	10	213.60	87	2.0	2.0	60
	15	217.60	87	2.0	2.0	62
	20	221.66	88	2.0	2.0	63
	25	225.66	88	2.0	2.0	62
1228	30/04	229.67				

				Averages
--	--	--	--	----------

Moisture Analytical Results						
	Imp. 1	Imp. 2	Imp. 3	Imp. 4	Imp. 5	Sil Gel
Final Weight	726.6	779.2	623.5			923.3
Initial Weight	709.5	776.4	622.7			916.0
Moisture Gain						
Balance ID:				Total Catch	28.0	

O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> Data		
	Fyrite	CEMS
O <sub>2</sub> , %		
CO <sub>2</sub> , %		

Leak Check Data		
Meterbox	Pre	Post
Vacuum ("Hg)	5"	5"
Rate (cfm)	.001	.001
Pitot Tube	✓	✓

Delta P avg is square of the average of the individual square roots



Job Number	18018.0		Stack Diameter	152" 149.6	
Plant	First Quantum Minerals		Test Date	3/24/19	
Source	Unit 1		Ambient Temp °F:	82	
Load / Condition	Low Load		P barometer, "Hg	29.64	
Personnel	ECS, PAD, SW		P static, " H2O	-0.65-R7 R8-0.62	
Pitot I.D	1611402	Pitot Coeff.	0.84	Oxygen, %	11.65
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008	Carbon Dioxide, %	8.14
AH Gauge ID	1.822	TC ID	1611402	Tester Signature	Smiley

Velocity Traverse			
Run #	RC	Time	1214-1220
	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
D	1	0.70	160
	2	0.70	160
	3	0.66	159
	4	0.48	159
R	5	0.72	159
	6	0.70	159
	7	0.65	159
	8	0.38	159
B	9	0.74	159
	10	0.74	159
	11	0.67	159
	12	0.46	159
A	13	0.71	159
	14	0.72	159
	15	0.63	159
	16	0.52	159
	17		
	18		
	19		
	20		
	21		
	22		
	23		
	24		
	25		
	26		
	27		
	28		
	Avg.		

Velocity Traverse			
Run #	R7	Time	1235-1243
	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
A	1	0.74	160
	2	0.71	159
	3	0.65	159
	4	0.48	159
B	5	0.74	159
	6	0.72	159
	7	0.63	159
	8	0.45	160
C	9	0.72	160
	10	0.69	160
	11	0.66	159
	12	0.40	159
D	13	0.74	159
	14	0.70	159
	15	0.61	159
	16	0.45	159
	17		
	18		
	19		
	20		
	21		
	22		
	23		
	24		
	25		
	26		
	27		
	28		
	Avg.		

Velocity Traverse			
Run #	R8	Time	1245-1254
	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
	D-1	0.70	159
	2	0.68	159
	3	0.60	159
	4	0.48	159
	C-1	0.74	159
	2	0.69	160
	3	0.63	160
	4	0.43	159
	B-1	0.74	160
	2	0.71	160
	3	0.65	160
	4	0.49	159
	A-1	0.73	159
	2	0.73	159
	3	0.62	159
	4	0.50	159
	17		
	18		
	19		
	20		
	21		
	22		
	23		
	24		
	25		
	26		
	27		
	28		
	Avg.		



Job Number	18018.0	Velocity Run No.	U1-M2-9
Plant	First Quantum Minerals	Moisture Run No.	U1-M4-3
Source	Unit 1	Project Number	
Load / Condition	Low Load	Test Date	3/24/19
Personnel	ECS, PAD, SW	Ambient Temp °F:	82
Pitot I.D.	1611402	Pitot Coeff.	0.84
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008
Gauge ID	1.822	TC ID	
		P barometer, "Hg	29.64
		P static, " H <sub>2</sub> O	R9 - -0.62
		Tester Signature	<i>[Signature]</i>

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Time	Temp Deg. F
1	A-1	0.75	159
2	2	0.70	159
3	3	0.67	159
4	4	0.53	159
5	B-1	0.74	159
6	2	0.75	159
7	3	0.68	159
8	4	0.44	159
9	C-1	0.71	159
10	2	0.70	159
11	3	0.65	159
12	4	0.40	158
13	D-1	0.72	158
14	2	0.70	159
15	3	0.63	159
16	4	0.43	159
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

Moisture Sample Data						
Time		DGM Reading Cubic Feet	DGM Temp (°F)	Delta H in. H <sub>2</sub> O	Vac. In. Hg	Imp Exit Temp (°F)
Clock	Test					
1335	0	230.300	86	2.0	3.0	66
	5	234.39	88	2.0	3.0	62
	10	238.5	89	2.0	3.0	62
	15	242.5	90	2.0	3.0	62
	20	246.6	91	2.0	3.0	63
	25	250.62	91	2.0	3.0	63
1305	30%	254.803				

				Averages
--	--	--	--	----------

Moisture Analytical Results						
	Imp. 1	Imp. 2	Imp. 3	Imp. 4	Imp. 5	Sil Gel
Final Weight	727.3	716.1	641.0			880.3
Initial Weight	711.90	714.6	639.5			874.2
Moisture Gain						
Balance ID:				Total Catch	24.5	

O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> Data		
	Fyrite	CEMS
O <sub>2</sub> , %		
CO <sub>2</sub> , %		

Leak Check Data		
Meterbox	Pre	Post
Vacuum ("Hg)	10	5
Rate (cfm)	.002	.001
Pitot Tube	✓	✓

Delta P avg is square of the average of the individual square roots



# MCHALE METHOD 2/4 - VELOCITY AND MOISTURE DATA

Job Number	18018.0			Velocity Run No.	U1-M2-10
Plant	First Quantum Minerals			Moisture Run No.	U1-M4-4
Source	Unit 1			Project Number	
Load / Condition	Low Load			Test Date	3/24/19
Personnel	ECS, PAD, SW			Ambient Temp °F:	82
Pitot I.D	1411402	Pitot Coeff.	0.84	P barometer, "Hg	29.62
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008	P static, " H <sub>2</sub> O	-0.61
Gauge ID	1.822	TC ID	1611402	Tester Signature	E. Gump

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Time	Temp Deg. F
1	D 1	0.74	160
2	2	0.71	160
3	3	0.60	160
4	4	0.40	158
5	Q 1	0.71	161
6	2	0.69	160
7	3	0.63	160
8	4	0.44	160
9	B 1	0.74	160
10	2	0.75	160
11	3	0.64	160
12	4	0.44	159
13	A 1	0.73	160
14	2	0.71	160
15	3	0.65	160
16	4	0.50	160
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

Moisture Sample Data						
Time		DGM Reading Cubic Feet	DGM Temp (°F)	Delta H in. H <sub>2</sub> O	Vac. In. Hg	Imp Exit Temp (°F)
Clock	Test					
1339	0	258.380	86	2.0	2.0	63
	5	262.44	86	2.0	2.0	52
	10	266.49	87	2.0	2.0	52
	15	270.55	88	2.0	2.0	53
	20	274.	90	2.0	2.0	54
	25	278.4	91	2.0	2.0	56
1409	30/CE	282.789				

				Averages
--	--	--	--	----------

Moisture Analytical Results						
	Imp. 1	Imp. 2	Imp. 3	Imp. 4	Imp. 5	Sil Gel
Final Weight	743.6	782.8	624.1			930.3
Initial Weight	726.6	779.2	623.5	923		923.3
Moisture Gain						
Balance ID:				Total Catch	30.2	

O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> Data		
	Fyrite	CEMS
O <sub>2</sub> , %		
CO <sub>2</sub> , %		

Leak Check Data		
Meterbox	Pre	Post
Vacuum ("Hg)	5	5
Rate (cfm)	0.002	0.001
Pitot Tube	✓	

Delta P avg is square of the average of the individual square roots



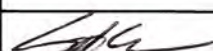
Job Number	18018.0		Stack Diameter	<del>149.6</del> 149.6	
Plant	First Quantum Minerals		Test Date	03/24/19	
Source	UNIT 1		Ambient Temp °F:	82	
Load / Condition	LOW LOAD		P barometer, "Hg	29.62	
Personnel	ECS, PAD, SW		P static, " H2O	- 0.61	
Pitot I.D	1611402	Pitot Coeff.	0.84	Oxygen, %	11.65
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008	Carbon Dioxide, %	8.14
Gauge ID	1.822	TC ID	1611402	Tester Signature	ESomer

Velocity Traverse			
Run #	11	Time	1348-1357
	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	A 1	0.74	161
2	2	0.73	160
3	3	0.67	160
4	4	0.50	160
5	B 1	0.75	159
6	2	0.74	160
7	3	0.65	160
8	4	0.39	159
9	C 1	0.73	158
10	2	0.73	159
11	3	0.67	159
12	4	0.47	159
13	D 1	0.76	159
14	2	0.71	159
15	3	0.61	159
16	4	0.47	159
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

Velocity Traverse			
Run #	12	Time	1359-1407
	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	A-1	0.75	159
2	2	0.70	159
3	3	0.65	159
4	4	0.44	159
5	B 1	0.73	159
6	2	0.70	159
7	3	0.64	159
8	4	0.45	159
9	B 1	0.74	159
10	2	0.67	160
11	3	0.59	160
12	4	0.38	158
13	D 1	0.73	159
14	2	0.70	159
15	3	0.65	160
16	4	0.51	159
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

Velocity Traverse			
Run #		Time	
	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			



Job Number	18018.0	Stack Diameter	9'
Plant	Cobre	Test Date	3/19/97
Source(s)	U1	Ambient Temp °F:	82°F
Load / Condition	High	P barometer, "Hg	29.52
Personnel	SAW/PID	P static, " H2O	
Pitot I.D	1KT03A	Pitot Coeff.	0.83
Meter Box ID	031	Meter Y	1.002
Meter ΔH@	1.822	TC ID	
		Oxygen, %	
		Carbon Dioxide, %	
		Tester Signature	

Preliminary Velocity Traverse				
Run #	Point No.	Time	Temp Deg. F	Cyclonic Flow Angle (±°)
1	A1			2
2	2	1.2	166	3
3	3			3
4	4			3
5	B-1			2
6	2	1.3	168	2
7	3			2
8	4			4
9	C-1			3
10	2			1
11	3	1.3	168	1
12	4			4
13	D-1			2
14	2	1.2	168	1
15	3			3
16	4			5
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
Avg.				

175D

Preliminary Velocity Traverse				
Run #	Point No.	Time	Temp Deg. F	Cyclonic Flow Angle (±°)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
Avg.				

1804



**SUMMARY OF VELOCITY DATA**

Plant:	PACO Generating Stat	Location:	Punta Rincon, Panama	Run #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	AVERAGE
Condition:	MID Load			Date:	4-Mar-14	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	24-Mar-19	
Unit:	Unit 1	Method:	M2/4	Start Time:	18:02	18:12	18:21	18:38	18:48	18:59	19:13	19:25	19:36	19:49	20:00	20:11	
Parameter				Stop Time:	18:11	18:20	18:29	18:47	18:58	19:06	19:24	19:34	19:43	19:59	20:10	20:19	
Sampling Time		Units	min.		30	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	48
AMBIENT DATA:																	
Ambient Temperature		deg. F			80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Location Height above Pbar reading		feet			280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280
Barometric Pressure		in. Hg			29.59	29.59	29.59	29.59	29.59	29.59	29.59	29.59	29.59	29.59	29.59	29.59	29.59
Corrected Barometric Pressure (to location)		in. Hg			29.31	29.31	29.31	29.31	29.31	29.31	29.31	29.31	29.31	29.31	29.31	29.31	29.31
GAS METER DATA:																	
Dry Gas Meter Correction Factor (gamma)		Dimensionless			1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080
Average Meter Differential Pressure		in. H2O			2.0000	0.9719	0.9188	2.0000	0.9256	0.9419	2.0000	0.9381	0.9475	2.0000	0.9319	0.9513	1.3633
Absolute Meter Pressure		in. Hg			29.46	29.38	29.38	29.46	29.38	29.38	29.46	29.38	29.38	29.46	29.38	29.38	29.38
Average Meter Temperature		degrees F			81.5	0.0	0.0	86.2	86.2	86.2	86.3	86.3	86.3	88.3	88.3	88.3	50.8
Metered Dry Sample Gas Volume		dcf			24.228	24.228	24.228	24.370	24.370	24.370	24.280	24.280	24.280	24.340	24.340	24.340	24.285
Average Sampling Rate		dscfm			0.781	0.918	0.459	0.390	0.389	0.389	0.388	0.387	0.387	0.388	0.387	0.387	0.587
Standard Metered Volume		dscf			23.445	27.527	27.524	23.380	23.317	23.318	23.287	23.225	23.226	23.259	23.197	23.198	25.039
Standard Metered Volume		dscm			0.6639	0.7796	0.7795	0.6621	0.6603	0.6604	0.6595	0.6577	0.6578	0.6587	0.6569	0.6570	0.7091
MOISTURE DATA:																	
Moisture Determination Technique:					Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	
Relative Humidity:		%RH			#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Saturated Vapor Pressure of Water:		inches Hg			1.7809	1.8414	2.0336	2.5656	4.2541	4.2541	4.2541	4.2541	4.2541	4.2541	4.2541	5.2541	2.4951
Vapor Phase Moisture Content at Saturation:		% Volume			6.09	6.30	6.95	8.77	14.54	14.54	14.54	14.54	14.54	14.54	14.54	17.96	8.53
Total Condensate Collected		grams H2O			27.3	27.3	27.3	29.3	29.3	29.3	37.7	37.7	37.7	25.1	25.1	25.1	28.1
Standard Volume of Water Vapor		scf			1.287	1.287	1.287	1.381	1.381	1.381	1.778	1.778	1.778	1.183	1.183	1.183	1.325
Measured Moisture Content		mole fraction			0.0520	0.0447	0.0447	0.0558	0.0559	0.0559	0.0709	0.0711	0.0711	0.0484	0.0485	0.0485	0.0506
Measured Moisture Content		% Volume			5.20	4.47	4.47	5.58	5.59	5.59	7.09	7.11	7.11	4.84	4.85	4.85	5.06
Gas Stream Vapor Phase Moisture (Bs):		% Volume			5.20	4.47	4.47	5.58	5.59	5.59	7.09	7.11	7.11	4.84	4.85	4.85	5.06
FIXED GAS DATA:																	
Oxygen Concentration, Dry Basis		% Volume			11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.4	11.4	11.4	11.6	11.6	11.6	11.5
Carbon Dioxide Concentration, Dry Basis		% Volume			9.3	9.3	9.3	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.8	8.8	8.8	9.1
Carbon Monoxide Concentration, Dry Basis		% Volume			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Other Primary Gas Constituent, Dry Basis		% Volume			#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Nitrogen Concentration, Dry Basis (gas balance)		% Volume			79.2	79.2	79.2	79.6	79.6	79.6	79.7	79.7	79.7	79.6	79.6	79.6	79.4
Gas Molecular Weight, Dry Basis		lb/lb-mole			29.947	29.947	29.947	29.882	29.882	29.882	29.880	29.880	29.880	29.868	29.868	29.868	29.921
Gas Molecular Weight, Wet Basis		lb/lb-mole			29.325	29.413	29.413	29.219	29.217	29.217	29.038	29.036	29.036	29.293	29.292	29.292	29.318
Fo Calculated:		Dimensionless			1.014	1.014	1.014	1.058	1.058	1.058	1.070	1.070	1.070	1.059	1.059	1.059	1.032
Excess Air:		%			121.21	121.21	121.21	120.37	120.37	120.37	117.31	117.31	117.31	123.18	123.18	123.18	120.88
Ultimate CO2		%V.d			20.61	20.61	20.61	19.75	19.75	19.75	19.54	19.54	19.54	19.73	19.73	19.73	20.27
DUCT CONFIGURATION:																	
Duct Geometry (C = Circular, R = Rectangular)					C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
Duct Dimensions (Diameter)		inches			149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6
Effective Duct Diameter (De)		inches			149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6
Stack Cross-Sectional Area		ft2			122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06
DUCT GAS CONDITIONS:																	
Static Pressure of Gas Stream		in. H2O			-0.86	-0.86	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80	-0.82
Absolute Duct Gas Pressure		in. Hg			29.25	29.25	29.25	29.25	29.25	29.25	29.25	29.25	29.25	29.25	29.25	29.25	29.25
Gas Stream Temperature		degrees F			161.6	161.5	161.6	160.8	160.8	160.8	160.9	160.6	160.6	160.8	160.9	160.9	160.9
Gas Stream Wet Bulb Temperature:		degrees F			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VELOCITY DATA:																	
Pitot Tube Coefficient		Dimensionless			0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
Avg. Square Root of Velocity Head		(in. H2O)^0.5			0.95008968	0.95253514	0.9544163	0.9564281	0.95731751	0.9670	0.9641	0.9622	0.9684	0.9736	0.9603	0.9709	0.9542
Gas Stream Velocity		ft/sec			57.391	57.449	57.561	57.836	63.930	64.661	58.492	58.360	58.738	58.801	58.002	58.647	58.834
Gas Stream Velocity		ft/min			3443.45	3446.96	3453.69	3470.17	3835.80	3879.69	3509.52	3501.61	3524.30	3528.04	3480.12	3518.84	3530.01
Gas Stream Velocity		meters/sec			17.49	17.51	17.54	17.63	19.49	19.71	17.83	17.79	17.90	17.92	17.68	17.88	17.93
Gas Stream Velocity		mi/hr			39.132	39.172	39.249	39.436	43.591	44.090	39.883	39.793	40.051	40.094	39.549	39.989	40.116
FLOWRATE/ENGLISH UNITS																	
Actual Volumetric Flow Rate, Wet Basis		acfm			420324.0	420753.1	421574.0	423585.4	468216.6	473573.4	428388.9	427424.0	430193.2	430649.9	424800.4	429527.0	430890.6
Standard Volumetric Flow Rate, Wet Basis		scfm			349019.4	349410.9	350110.1	352241.0	319276.2	322078.1	356127.9	355504.7	357808.0	358115.6	353180.3	357074.0	344011.5
		Kscfm			349.0	349.4	350.1	352.2	319.3	322.1	356.1	355.5	357.8	358.1	353.2	357.1	344.0
Standard Volumetric Flow Rate, Dry Basis		dscfm			330854.2	333802.1	334468.2	332588.7	301417.9	304063.8	330871.6	330230.4	332370.4	340776.5	336036.6	339742.2	326626.2
		Kdscfm			330.854	333.802	334.468	332.589	301.418	304.064	330.872	330.230	332.370	340.776	336.037	339.742	326.6
Standard Volumetric Flow Rate, Wet Basis		kschf			20941.16	20964.65	21006.61	21134.46	19156.57	19324.69	21367.67	21330.28	21468.48	21486.94	21190.82	21424.44	20640.7
Standard Volumetric Flow Rate, Dry Basis		kdschf			19851.25	20028.13	20068.09	19955.32	18085.07	18243.83	19852.30	19813.82	19942.23	20446.59	20162.20	20384.53	19597.57
Total Mass Flow Rate (wet)		kgph			1593.82	1600.40	1603.60	1602.72	1452.65	1465.40	1610.36	1607.43	1617.84	1633.58	1610.98	1628.74	1570.64
FLOWRATE/METRIC UNITS																	
Actual Volumetric Flow Rate, Wet Basis		acmm			11903.58	11915.73	11938.97	11995.94	13259.89	13411.60	12131.97	12104.65	12183.07	12196.00	12030.35	12164.21	12202.82
Standard Volumetric Flow Rate, Wet Basis		scmm			9884.23	9895.32	9915.12	9975.47	9041.90	9121.25	10085.54	10067.89	10133.12	10141.83	10002.07	10112.34	9742.41
Standard Volumetric Flow Rate, Dry Basis		dscmm			9369.79	9453.28	9472.14	9418.91	8536.15	8611.09	9370.28	9352.12	9412.73	9650.79	9516.56	9621.50	9250.05



Job Number	18018.0	Velocity Run No.	U1-M2-1
Plant	First Quantum Minerals	Moisture Run No.	U1-M4-1
Source	Unit 1	Project Number	
Load / Condition	Mid Load	Test Date	3/24/19
Personnel	ECS, PAD, SW	Ambient Temp °F:	80
Pitot I.D.	1611402	Pitot Coeff.	0.84
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008
Gauge ID	1.822	TC ID	1611402
		P barometer, "Hg	29.59
		P static, " H2O	-0.86
		Tester Signature	Ben Sipe

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Time	Temp Deg. F
1	A-1	1.2	162
2	2	1.1	162
3	3	0.95	161
4	4	0.60	161
5	B-1	1.1	161
6	2	1.05	162
7	3	0.89	162
8	4	0.65	161
9	C-1	1.10	162
10	2	0.97	162
11	3	0.90	162
12	4	0.55	160
13	D-1	1.05	162
14	2	1.00	162
15	3	0.90	162
16	4	0.62	161
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

Moisture Sample Data						
Time	DGM Reading	DGM Temp	Delta H	Vac. In.	Imp Exit	
Clock	Test	Cubic Feet	(°F)	in. H <sub>2</sub> O	Hg	Temp (°F)
1802	0	282.928	80	2.0	3	63
	5	287.03	81	2.0	3	54
	10	291.10	81	2.0	3	52
	15	295.10	82	2.0	3	53
	20	299.10	82	2.0	3	55
	25	303.13	83	2.0	3	57
1832	30/off	307.156				

24.228	81.5	2.0	Averages
--------	------	-----	----------

Moisture Analytical Results						
	Imp. 1	Imp. 2	Imp. 3	Imp. 4	Imp. 5	Sil Gel
Final Weight	745.8	717.5	642.6			886.1
Initial Weight	727.3	716.1	641.0			880.3
Moisture Gain						
Balance ID:	Total Catch					27.3g

O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> Data		
	Fyrite	CEMS
O <sub>2</sub> , %		
CO <sub>2</sub> , %		

Leak Check Data		
Meterbox	Pre	Post
Vacuum ("Hg)	5"	5"
Rate (cfm)	.001	.001
Pitot Tube	✓	✓

Delta P avg is square of the average of the individual square roots



Job Number	18018.0			Stack Diameter	149.6"		
Plant	First Quantum Minerals			Test Date	3/24/19		
Source	Unit 1			Ambient Temp °F:	80°F		
Load / Condition	Mid load			P barometer, "Hg	29.59		
Personnel	ECS, PAD, SLW			P static, " H2O	-0.80-R3		
Pitot I.D	1611402	Pitot Coeff.	0.84	Oxygen, %			
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008	Carbon Dioxide, %			
Gauge ID	1.822	TC ID	1611402	Tester Signature	P. Surp		

Velocity Traverse			
Run #	2	Time	1812-1920
	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	D-1	1.10	162
2	2	0.98	162
3	3	0.90	162
4	4	0.58	161
5	C-1	1.05	161
6	2	0.95	162
7	3	0.91	162
8	4	0.63	160
9	B-1	1.10	161
10	2	1.05	162
11	3	0.95	162
12	4	0.65	161
13	A-1	1.05	161
14	2	1.05	162
15	3	0.95	162
16	4	0.75	161
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.		0.953	161.5

Velocity Traverse			
Run #	3	Time	1820-1829
	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	A-1	1.10	162
2	2	1.10	162
3	3	0.96	162
4	4	0.74	161
5	B-1	1.00	161
6	2	1.05	162
7	3	0.95	162
8	4	0.60	161
9	C-1	1.05	162
10	2	1.00	162
11	3	0.88	162
12	4	0.66	162
13	D-1	1.05	161
14	2	1.00	161
15	3	0.92	161
16	4	0.64	161
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.		0.954	161.6

Velocity Traverse			
Run #	4	Time	1838-1847
	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	D-1	1.05	161
2	2	1.05	161
3	3	0.89	161
4	4	0.57	161
5	C-1	1.10	160
6	2	1.00	161
7	3	0.95	160
8	4	0.65	158/159
9	B-1	1.10	161
10	2	1.05	161
11	3	0.95	161
12	4	0.60	161
13	A-1	1.10	161
14	2	1.05	161
15	3	0.95	161
16	4	0.73	161
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.		0.956	160.8



Job Number	18018.0			Velocity Run No.	U1-M2-5
Plant	First Quantum Minerals			Moisture Run No.	U1-M4-2
Source	Unit 1			Project Number	
Load / Condition	Mid Load			Test Date	3/24/19
Personnel	ECS, PAD, SW			Ambient Temp °F:	80°F
Pitot I.D	1611402	Pitot Coeff.	0.84	P barometer, "Hg	29.59
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008	P static, " H <sub>2</sub> O	-0.82-R5
Gauge ID	1.822	TC ID	1611402	Tester Signature	Enrique

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Time	Temp Deg. F
1	A-1	1.10	161
2	2	1.05	161
3	3	0.94	161
4	4	0.67	161
5	B-1	1.10	161
6	2	1.05	161
7	3	0.97	161
8	4	0.65	161
9	C-1	1.10	161
10	2	1.05	161
11	3	0.95	162
12	4	0.65	161
13	D-1	1.05	161
14	2	0.99	161
15	3	0.90	161
16	4	0.59	160
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.		0.957	161.0

Moisture Sample Data						
Time		DGM Reading Cubic Feet	DGM Temp (°F)	Delta H in. H <sub>2</sub> O	Vac. In. Hg	Imp Exit Temp (°F)
Clock	Test					
1838	0	307.300	83	2.0	2.0	66
	5	311.4	85	2.0	2.0	61
	10	315.55	86	2.0	2.0	58
	15	319.55	87	2.0	2.0	56
	20	323.60	88	2.0	2.0	56
	25	327.63	88	2.0	2.0	56
1908	30/04	331.670				

24.370	86.2	2.0	Averages
--------	------	-----	----------

Moisture Analytical Results						
	Imp. 1	Imp. 2	Imp. 3	Imp. 4	Imp. 5	Sil Gel
Final Weight	708.5	789.2	612.4			447.6
Initial Weight	690.7	786.1	611.6			940.00
Moisture Gain						
Balance ID:				Total Catch	293	

O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> Data		
	Fyrite	CEMS
O <sub>2</sub> , %		
CO <sub>2</sub> , %		

Leak Check Data		
Meterbox	Pre	Post
Vacuum ("Hg)	10	5
Rate (cfm)	20.001	0.001
Pitot Tube	✓	✓

Delta P avg is square of the average of the individual square roots



Job Number	18018.0		Stack Diameter	149.6"	
Plant	First Quantum Minerals		Test Date	3/24/19	
Source	UNIT 1		Ambient Temp °F:	80	
Load / Condition	MID Load		P barometer, "Hg	29.57	
Personnel	EC3, PAD, SW		P static, " H2O	R6-0.90 R8-0.88	
Pitot I.D	1611402	Pitot Coeff.	0.84	Oxygen, %	
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008	Carbon Dioxide, %	
Gauge ID	1.822	TC ID	1611402	Tester Signature	<i>[Signature]</i>

29.57

Velocity Traverse 1906			
Run #	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	D-1	1.05	161
2	2	1.05	161
3	3	0.88	161
4	4	0.63	160
5	C-1	1.10	160
6	2	1.05	161
7	3	0.95	161
8	4	0.74	161
9	B-1	1.10	161
10	2	1.05	161
11	3	0.97	161
12	4	0.67	161
13	D-1	1.05	161
14	2	1.05	161
15	3	0.98	161
16	4	0.75	161
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

Velocity Traverse 1913-1924			
Run #	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	A-1	1.05	161
2	2	1.05	161
3	3	0.96	161
4	4	0.71	161
5	B-1	1.10	161
6	2	1.05	161
7	3	0.95	161
8	4	0.59	160
9	C-1	1.10	161
10	2	1.05	161
11	3	0.98	161
12	4	0.65	161
13	D-1	1.10	161
14	2	1.10	161
15	3	0.93	161
16	4	0.65	161
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

Velocity Traverse 1925-1934			
Run #	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	D-1	1.10	161
2	2	1.05	161
3	3	0.93	161
4	4	0.58	160
5	C-1	1.10	160
6	2	1.05	161
7	3	0.98	161
8	4	0.60	159
9	B-1	1.15	161
10	2	1.10	161
11	3	1.00	161
12	4	0.57	160
13	A-1	1.10	161
14	2	1.05	161
15	3	0.99	161
16	4	0.66	160
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			



Job Number	18018.0	Velocity Run No.	U1-M2-9
Plant	First Quantum Minerals	Moisture Run No.	U1-M4-3
Source	Unit 1	Project Number	
Load / Condition	Mid Load	Test Date	3/24/19
Personnel	ECS, PAD, SW	Ambient Temp °F:	80
Pitot I.D	1611402	Pitot Coeff.	0.84
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008
Gauge ID	1.822	TC ID	1611402
		P barometer, "Hg	29.59
		P static, " H <sub>2</sub> O	-0.88
		Tester Signature	ECS

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Time	Temp
		Delta P in. H <sub>2</sub> O	Deg. F
1	A-1	1.10	161
2	2	1.10	161
3	3	0.97	161
4	4	0.68	160
5	B-1	1.10	160
6	2	1.10	161
7	3	1.00	161
8	4	0.66	160
9	C-1	1.10	161
10	2	1.05	161
11	3	0.96	161
12	4	0.65	160
13	D-1	1.10	161
14	2	1.05	161
15	3	0.94	161
16	4	0.60	159
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

Moisture Sample Data						
Time		DGM Reading Cubic Feet	DGM Temp (°F)	Delta H in. H <sub>2</sub> O	Vac. In. Hg	Imp Exit Temp (°F)
Clock	Test					
1913	0	331.800	85	2.0	3	65
	5	335.95	86	2.0	3	60
	10	340.0	86	2.0	3	57
	15	339.9 344.0	87	2.0	3	57
	20	848.05	87	2.0	3	57
	25	852.05	87	2.0	3	56
1943	30/19	356.080				

				Averages
--	--	--	--	----------

Moisture Analytical Results						
	Imp. 1	Imp. 2	Imp. 3	Imp. 4	Imp. 5	Sil Gel
Final Weight	708.5	789.2	612.4			947.6
Initial Weight	706.8	738.7	618.5			926.6
Moisture Gain						
Balance ID:				Total Catch		

O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> Data		
	Fyrite	CEMS
O <sub>2</sub> , %		
CO <sub>2</sub> , %		

Leak Check Data		
Meterbox	Pre	Post
Vacuum ("Hg)	5"	4"
Rate (cfm)	0.001	0.001
Pitot Tube	✓	

Delta P avg is square of the average of the individual square roots



### MCHALE METHOD 2/4 - VELOCITY AND MOISTURE DATA



Job Number	18018.0		Stack Diameter	1496"	
Plant	FIRST Quantum Minerals		Test Date	3/24/19	
Source	Unit 1		Ambient Temp °F:	80	
Load / Condition	Mid Load		P barometer, "Hg	29.58	
Personnel	ECS, PAD, SW		P static, " H2O	R12 - 0.74	
Pitot I.D	1611402	Pitot Coeff.	0.84	Oxygen, %	
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008	Carbon Dioxide, %	
Gauge ID	1.822	TC ID	1611402	Tester Signature	EnSurp

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	A 1	1.10	161
2	2	1.10	161
3	3	1.00	161
4	4	0.64	161
5	B-1	1.05	161
6	2	1.05	161
7	3	0.98	161
8	4	0.63	160
9	A-1	1.10	161
10	2	1.05	161
11	3	1.00	161
12	4	0.67	161
13	D-1	1.05	161
14	2	1.00	161
15	3	0.90	161
16	4	0.59	160
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	A 1	1.10	161
2	2	1.05	161
3	3	0.93	161
4	4	0.66	161
5	C 1	1.10	161
6	2	1.05	161
7	3	0.90	161
8	4	0.64	161
9	B-1	1.10	161
10	2	1.10	161
11	3	1.00	161
12	4	0.72	161
13	A-1	1.10	160
14	2	1.10	161
15	3	0.98	161
16	4	0.75	161
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			



## SUMMARY OF VELOCITY DATA

<b>Plant:</b> PACO Generating Sta	<b>Location:</b> Punta Rincon, Panama	Run #	1	2	3	4	5	6	1	1	1	1	1	1	AVERAGE
<b>Condition:</b> High Load		Date:	28-Mar-19	28-Mar-19	28-Mar-19	28-Mar-19	28-Mar-19	28-Mar-19	28-Mar-19	28-Mar-19	28-Mar-19	28-Mar-19	28-Mar-19	28-Mar-19	
<b>Unit:</b> Unit 1	<b>Method:</b> M2/4	Start Time:	13:30	13:52	14:14	14:51	15:14	15:35	16:13	16:35	16:58	17:34	17:56	18:18	
<b>Parameter</b>		Stop Time:	13:51	14:13	14:35	15:12	15:35	15:56	16:34	16:57	17:19	17:55	18:17	18:39	
Sampling Time	Units min.		30	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	48
<b>AMBIENT DATA:</b>															
Ambient Temperature	deg. F		80	80	81	82	82	82	82	82	80	80	80	80	81
Location Height above Pbar reading	feet		190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Barometric Pressure	in. Hg		29.62	29.62	29.62	29.62	29.62	29.62	29.62	29.62	29.56	29.56	29.56	29.56	29.62
Corrected Barometric Pressure (to location)	in. Hg		29.43	29.43	29.43	29.43	29.43	29.43	29.43	29.43	29.37	29.37	29.37	29.37	29.43
<b>GAS METER DATA:</b>															
Dry Gas Meter Correction Factor (gamma)	Dimensionless		1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080	1.0080
Average Meter Differential Pressure	in. H <sub>2</sub> O		2.0000	1.2000	1.1363	2.0000	1.2050	1.1981	2.0000	1.1463	1.1600	2.0000	1.1644	1.1269	1.5083
Absolute Meter Pressure	in. Hg		29.58	29.52	29.51	29.58	29.52	29.52	29.58	29.51	29.46	29.52	29.46	29.45	29.54
Average Meter Temperature	degrees F		82.7	82.7	87.2	87.2	88.0	88.0	86.5	86.5	88.7	88.7	88.2	88.2	85.5
Metered Dry Sample Gas Volume	dcf		24.045	24.045	24.110	24.110	24.570	24.570	24.050	24.050	24.058	24.058	24.373	24.373	24.176
Average Sampling Rate	dscfm		0.777	0.776	0.386	0.386	0.392	0.392	0.386	0.385	0.383	0.384	0.388	0.388	0.543
Standard Metered Volume	dscf		23.312	23.266	23.133	23.183	23.543	23.542	23.153	23.104	22.975	23.023	23.297	23.295	23.287
Standard Metered Volume	dscm		0.6602	0.6589	0.6551	0.6565	0.6667	0.6667	0.6557	0.6543	0.6506	0.6520	0.6598	0.6597	0.6595
<b>MOISTURE DATA:</b>															
Moisture Determination Technique:		Gravimetric	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Relative Humidity:	%RH														
Saturated Vapor Pressure of Water:	inches Hg		1.7809	1.8414	2.0336	2.5656	4.2541	4.2541	4.2541	4.2541	4.2541	4.2541	4.2541	5.2541	2.4951
Vapor Phase Moisture Content at Saturation:	% Volume		6.07	6.27	6.93	8.74	14.49	14.48	14.49	14.49	14.51	14.52	14.52	17.93	8.50
Total Condensate Collected	grams H <sub>2</sub> O		27.7	27.7	29.8	29.8	29.5	29.5	32.4	32.4	29.3	29.3	29.1	29.1	28.9
Standard Volume of Water Vapor	scf		1.306	1.306	1.405	1.405	1.391	1.391	1.528	1.528	1.381	1.381	1.372	1.372	1.363
Measured Moisture Content	mole fraction		0.0531	0.0532	0.0573	0.0571	0.0558	0.0558	0.0619	0.0620	0.0567	0.0566	0.0556	0.0556	0.0553
Measured Moisture Content	% Volume		5.31	5.32	5.73	5.71	5.58	5.58	6.19	6.20	5.67	5.66	5.56	5.56	5.53
Gas Stream Vapor Phase Moisture (Bs):	% Volume		5.31	5.32	5.73	5.71	5.58	5.58	6.19	6.20	5.67	5.66	5.56	5.56	5.53
<b>FIXED GAS DATA:</b>															
Oxygen Concentration, Dry Basis	% Volume		8.8	8.9	8.7	8.8	8.8	8.8	8.6	8.6	8.8	8.5	8.8	8.7	8.8
Carbon Dioxide Concentration, Dry Basis	% Volume		11.1	11.0	11.2	11.1	11.1	11.1	11.3	11.6	11.5	11.5	11.6	11.4	11.1
Carbon Monoxide Concentration, Dry Basis	% Volume		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Other Primary Gas Constituent, Dry Basis	% Volume	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Nitrogen Concentration, Dry Basis (gas balance)	% Volume		80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1	79.8	79.8	80.0	79.6	80.0	80.1
Gas Molecular Weight, Dry Basis	lb/lb-mole		30.122	30.120	30.141	30.130	30.130	30.130	30.146	30.195	30.188	30.184	30.206	30.164	30.129
Gas Molecular Weight, Wet Basis	lb/lb-mole		29.479	29.476	29.446	29.437	29.454	29.454	29.395	29.438	29.496	29.494	29.527	29.467	29.458
Fo Calculated:	Dimensionless		1.094	1.086	1.090	1.090	1.090	1.090	1.091	1.061	1.057	1.075	1.047	1.075	1.090
Excess Air:	%		71.12	73.08	69.52	70.91	70.91	70.91	68.70	69.28	71.30	67.59	71.33	70.03	71.11
Ultimate CO <sub>2</sub>	%V <sub>d</sub>		19.10	19.24	19.17	19.18	19.18	19.18	19.16	19.69	19.78	19.45	19.97	19.44	19.17
<b>DUCT CONFIGURATION:</b>															
Duct Geometry (C = Circular, R = Rectangular)		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
Duct Dimensions (Diameter)	inches		149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6
Effective Duct Diameter (De)	inches		149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6
Stack Cross-Sectional Area	ft <sup>2</sup>		122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	122.06
<b>DUCT GAS CONDITIONS:</b>															
Static Pressure of Gas Stream	in. H <sub>2</sub> O		-0.97	-0.85	-0.95	-1.00	-1.05	-0.70	-0.88	-0.94	-0.80	-0.85	-0.85	-0.88	-0.96
Absolute Duct Gas Pressure	in. Hg		29.36	29.37	29.36	29.36	29.35	29.38	29.37	29.36	29.31	29.31	29.31	29.31	29.36
Gas Stream Temperature	degrees F		165.8	164.7	164.1	163.0	297.0	299.0	163.1	163.0	163.0	163.0	163.1	163.0	190.9
Gas Stream Wet Bulb Temperature:	degrees F		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>VELOCITY DATA:</b>															
Pitot Tube Coefficient	Dimensionless		0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
Avg. Square Root of Velocity Head	(in. H <sub>2</sub> O) <sup>0.5</sup>		1.07451985	1.09270635	1.06258947	1.08831068	1.09430226	1.0915	1.0784	1.0676	1.0748	1.0660	1.0769	1.0591	1.0825
Gas Stream Velocity	ft/sec		64.835	65.866	64.063	65.568	72.658	72.537	65.012	64.313	64.741	64.216	64.840	63.808	66.598
Gas Stream Velocity	ft/min		3890.09	3951.94	3843.76	3934.06	4359.49	4352.22	3900.74	3858.75	3884.43	3852.94	3890.42	3828.51	3995.87
Gas Stream Velocity	meters/sec		19.76	20.08	19.53	19.99	22.15	22.11	19.82	19.60	19.73	19.57	19.76	19.45	20.30
Gas Stream Velocity	mi/hr		44.208	44.911	43.682	44.708	49.543	49.460	44.329	43.852	44.144	43.786	44.212	43.508	45.410
<b>FLOWRATE/ENGLISH UNITS</b>															
Actual Volumetric Flow Rate, Wet Basis	acfm		474843.8	482393.1	469188.3	480210.8	532139.9	531252.7	476142.9	471018.2	474152.7	470308.2	474883.4	467326.0	487755.2
Standard Volumetric Flow Rate, Wet Basis	scfm		393111.1	400200.5	389498.8	399319.1	364126.0	362878.9	396015.7	391733.8	393673.1	390432.2	394190.8	387927.2	389251.1
	Kscfm		393.1	400.2	389.5	399.3	364.1	362.9	396.0	391.7	393.7	390.4	394.2	387.9	389.3
Standard Volumetric Flow Rate, Dry Basis	dscfm		372255.5	378928.7	367195.8	376500.0	343813.1	342635.2	371503.8	367438.6	371343.7	368330.3	372266.2	366349.1	367738.6
	Kdscfm		372.255	378.929	367.196	376.500	343.813	342.635	371.504	367.439	371.344	368.330	372.266	366.349	367.7
Standard Volumetric Flow Rate, Wet Basis	kscfh		23586.67	24012.03	23369.93	23959.14	21847.56	21772.74	23760.94	23504.03	23620.39	23425.93	23651.45	23275.63	23355.1
Standard Volumetric Flow Rate, Dry Basis	kdschf		22335.33	22735.72	22031.75	22590.00	20628.79	20558.11	22290.62	22046.32	22099.82	22099.82	22335.97	21980.95	22064.32
Total Mass Flow Rate (wet)	kpph		1804.57	1836.96	1785.99	1830.50	1670.11	1664.38	1812.73	1795.80	1808.24	1793.23	1812.53	1781.31	1785.62
<b>FLOWRATE/METRIC UNITS</b>															
Actual Volumetric Flow Rate, Wet Basis	acmm		13447.58	13661.37	13287.41	13599.57	15070.20	15045.08	13484.37	13339.24	13428.00	13319.13	13448.70	13234.67	13813.23
Standard Volumetric Flow Rate, Wet Basis	scmm		11132.91	11333.68	11030.61	11308.72	10312.05	10276.73	11215.17	11093.90	11148.82	11057.04	11163.48	10986.10	11023.59
Standard Volumetric Flow Rate, Dry Basis	dscmm		10542.28	10731.26	10398.98	10662.48	9736.79	9703.43	10520.99	10405.86	10516.45	10431.11	10542.58	10375.01	10414.36

Notes: EPA Standard Conditions are defined at 68 degrees F (20 degrees C) and 1 atmosphere (29.92 "Hg)



# MCHALE METHOD 2/4 - VELOCITY AND MOISTURE DATA

Job Number	18018.0	Velocity Run No.	U1-M2-1
Plant	First Quantum Minerals	Moisture Run No.	U1-M2-1
Source	Unit 1	Project Number	
Load / Condition	High Load	Test Date	3/28/19 3/28/19
Personnel	ECs, SW	Ambient Temp °F:	80
Pitot I.D.	1611402	Pitot Coeff.	0.83
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008
P static, " H <sub>2</sub> O			- .97
AH Gauge ID	1.822	TC ID	1611402
		Tester Signature	Eric Sings

U1-M2-1

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Time	Temp Deg. F
1	A 1	1.30	166
2	2	1.30	166
3	3	1.20	166
4	4	0.95	165
5	B 1	1.30	165
6	2	1.30	165
7	3	1.20	166
8	4	0.95	166
9	C 1	1.30	166
10	2	1.25	166
11	3	1.15	166
12	4	0.63	166
13	D 1	1.35	164
14	2	1.30	166
15	3	1.20	166
16	4	0.94	166
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
vg.		1.07	165.8

Moisture Sample Data						
Time	DGM Reading		DGM Temp	Delta H	Vac. In.	Imp Exit
Clock	Test	Cubic Feet	(°F)	in. H <sub>2</sub> O	Hg	Temp (°F)
1330	0	538.970	81	2.0	81.2	59
	5	538.00	81		2	53
	10	542.0	82		2	53
	15	546.02	83		2	55
	20	550.02	84		2	57
	25	551.1	85		2	58
1400	30	558.015				

30	24.045	82.7	2.0	Averages
----	--------	------	-----	----------

Moisture Analytical Results						
	Imp. 1	Imp. 2	Imp. 3	Imp. 4	Imp. 5	Sil Gel
Final Weight	790.2	801.1	614.2			967.5
Initial Weight	769.9	799.0	614.1			962.3
Moisture Gain						
Balance ID:				Total Catch	27.7	

O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> Data		
	Fyrite	CEMS
O <sub>2</sub> , %		8.78%
CO <sub>2</sub> , %		11.12%

Leak Check Data		
Meterbox	Pre	Post
Vacuum ("Hg)	10"	4"
Rate (cfm)	.001	.001
Pitot Tube	✓	✓

Delta P avg is square of the average of the individual square roots



# MCHALE METHOD 2 VELOCITY DATA SHEET

Job Number	18018.0		Stack Diameter	149.6
Plant	First Quantum Minerals		Test Date	3/28/19
Source	Unit 1		Ambient Temp °F:	81
Load / Condition	High Load		P barometer, "Hg	29.55
Personnel	ECS, SW		P static, " H2O	(R1) 0.85 (R2) 0.95 (R4) 1.0
Pitot I.D.	1611402	Pitot Coeff.	0.83	Oxygen, %
Meter Box ID	031	Meter Y	1008	Carbon Dioxide, %
AHe Gauge ID	1.822	TC ID	1611402	Tester Signature
				Em Surpe

U1-M4-1

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	D 1	1.30	165
2	2	1.25	165
3	3	1.10	165
4	4	0.94	166
5	C 1	1.35	164
6	2	1.30	165
7	3	1.20	165
8	4	0.95	165
9	B-1	1.40	164
10	2	1.30	164
11	3	1.15	165
12	4	0.98	165
13	A 1	1.40	164
14	2	1.40	164
15	3	1.25	165
16	4	0.93	164
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

U1-M4-2

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	A 1	1.40	165
2	2	1.20	164
3	3	1.10	164
4	4	0.73	164
5	B 1	1.30	164
6	2	1.15	164
7	3	1.20	164
8	4	0.95	164
9	C 1	1.30	164
10	2	1.25	165
11	3	1.20	164
12	4	0.90	164
13	D 1	1.20	164
14	2	1.25	164
15	3	1.15	164
16	4	0.90	164
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

U1-M4-2

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	D 1	1.30	163
2	2	1.25	163
3	3	1.10	163
4	4	0.95	163
5	C-1	1.35	163
6	2	1.35	163
7	3	1.20	163
8	4	0.93	163
9	B 1	1.35	163
10	2	1.25	163
11	3	1.20	163
12	4	0.96	163
13	A 1	1.35	163
14	2	1.30	163
15	3	1.20	163
16	4	0.99	163
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			



Job Number	18018.0	Velocity Run No.	U1-M2-5
Plant	First Quantum Minerals	Moisture Run No.	U1-M4-2
Source	Unit 1	Project Number	
Load / Condition	High Load	Test Date	3/28/19
Personnel	ECS, SW	Ambient Temp °F:	82
Pitot I.D	1611402	Pitot Coeff.	0.83
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008
ΔH Gauge ID	1.822	TC ID	1611402
		Tester Signature	<i>[Signature]</i>

U1-M4-3

Velocity Traverse			
Run #	5	Time	1514-1534
	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	A 1	1.40	163
2	2	1.35	163
3	3	1.30	163
4	4	0.93	163
5	B 1	1.30	163
6	2	1.30	163
7	3	1.20	163
8	4	0.95	163
9	C 1	1.35	163
10	2	1.30	163
11	3	1.20	163
12	4	0.85	163
13	D 1	1.40	163
14	2	1.35	163
15	3	1.20	163
16	4	0.90	163
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			

U1-M4-2

Moisture Sample Data						
Time		DGM Reading Cubic Feet	DGM Temp (°F)	Delta H in. H <sub>2</sub> O	Vac. In. Hg	Imp Exit Temp (°F)
Clock	Test					
1414	0	558.40	85	2.0	3	63
	5	562.50	86		3	58
	10	566.60	87		3	55
	15	570.55	88		3	56
	20	574.50	88		3	58
	25	578.55	89		3	59
1444	30	582.510				

30	24.110	87.2	2.0	Averages
----	--------	------	-----	----------

Moisture Analytical Results						
	Imp. 1	Imp. 2	Imp. 3	Imp. 4	Imp. 5	Sil Gel
Final Weight	752.1	753.7	621.1			934.7
Initial Weight	731.3	752.0	621.1			927.4
Moisture Gain						
Balance ID:				Total Catch	29.8	

O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> Data		
	Fyrite	CEMS
O <sub>2</sub> , %		8.78%
CO <sub>2</sub> , %		11.12%

Leak Check Data		
Meterbox	Pre	Post
Vacuum ("Hg)	5"	6"
Rate (cfm)	.001	.001
Pitot Tube	✓	✓

Delta P avg is square of the average of the individual square roots



Job Number	18018.0	Velocity Run No.	U1-MZ-6
Plant	First Quantum Minerals	Moisture Run No.	U1-M4-3
Source	Unit 1	Project Number	
Load / Condition	High Load	Test Date	3/28/19
Personnel	ECS, SW	Ambient Temp °F:	82
Pitot I.D	1611402	Pitot Coeff.	0.83
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008
GA Gauge ID	1.822	TC ID	1611402
		Tester Signature	[Signature]

U1-M4-3

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Time	Temp Deg. F
1	D-1	1.40	163
2	2	1.30	163
3	3	1.15	163
4	4	0.85	163
5	C-1	1.40	163
6	2	1.25	163
7	3	1.15	163
8	4	0.96	163
9	B-1	1.40	163
10	2	1.30	163
11	3	1.25	163
12	4	0.92	163
13	A-1	1.35	163
14	2	1.30	163
15	3	1.20	163
16	4	0.99	163
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

U1-M4-3

Moisture Sample Data						
Time		DGM Reading Cubic Feet	DGM Temp (°F)	Delta H in. H <sub>2</sub> O	Vac. In. Hg	Imp Exit Temp (°F)
Clock	Test					
1515	0	582.80	88	2.0	2.0	56
	5	586.90	88		2.0	55
	10	591	88		2.0	54
	15	595.18	88		2.0	54
	20	599	88		2.0	53
	25	603	88		2.0	53
1545	30	607.370				

24.570

Averages

Moisture Analytical Results						
	Imp. 1	Imp. 2	Imp. 3	Imp. 4	Imp. 5	Sil Gel
Final Weight	812.0	803.2	614.3			972.8
Initial Weight	790.2	801.1	614.2			967.5
Moisture Gain						
Balance ID:				Total Catch		

O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> Data		
	Fyrite	CEMS
O <sub>2</sub> , %		8.78%
CO <sub>2</sub> , %		11.12%

Leak Check Data		
Meterbox	Pre	Post
Vacuum ("Hg)	6	5
Rate (cfm)	.001	.001
Pitot Tube	✓	✓

Delta P avg is square of the average of the individual square roots



Job Number	18018.0	Stack Diameter	149.6
Plant	First Quantum Minerals	Test Date	3/28/19
Source	Unit 1	Ambient Temp °F:	81
Load / Condition	High Load	P barometer, "Hg	29.56
Personnel	ZCS, SW	P static, " H2O	R7 - 0.88 R8 - 0.84 R9 - 0.80
Pitot I.D.	1611402	Pitot Coeff.	0.83
Meter Box ID	031	Oxygen, %	8.78%
AH Gauge ID	1.822	Carbon Dioxide, %	11.12%
		TC ID	1611402
		Tester Signature	[Signature]

UI-M4-4

Velocity Traverse			
Run #	7	Time	1613-1634
	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	A 1	1.30	163
2	2	1.30	164
3	3	1.20	163
4	4	0.98	163
5	B 1	1.35	163
6	2	1.25	163
7	3	1.15	163
8	4	0.95	163
9	C 1	1.30	163
10	2	1.20	163
11	3	1.15	163
12	4	0.95	163
13	D 1	1.30	163
14	2	1.25	163
15	3	1.15	163
16	4	0.90	163
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

UI-M4-4

Velocity Traverse			
Run #	8	Time	1635-1658
	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	D-1	1.30	163
2	2	1.20	163
3	3	1.10	163
4	4	0.75	163
5	C 1	1.25	163
6	2	1.25	163
7	3	1.05	163
8	4	0.90	163
9	B 1	1.35	163
10	2	1.25	163
11	3	1.20	163
12	4	0.97	163
13	A 1	1.30	162
14	2	1.25	163
15	3	1.25	163
16	4	0.97	163
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

UI-M4-5

Velocity Traverse			
Run #	9	Time	1658-1719
	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	A 1	1.30	163
2	2	1.25	163
3	3	1.20	163
4	4	0.97	163
5	B 1	1.30	163
6	2	1.25	163
7	3	1.20	163
8	4	0.94	163
9	C 1	1.35	163
10	2	1.20	163
11	3	1.15	163
12	4	0.90	163
13	D 1	1.25	163
14	2	1.25	163
15	3	1.15	163
16	4	0.90	163
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			







Job Number	18018.0	Velocity Run No.	U1-M2-11
Plant	First Quantum Minerals	Moisture Run No.	U1-M4-5
Source	Unit 1	Project Number	
Load / Condition	High Load	Test Date	3/28/19
Personnel	ECS, SW	Ambient Temp °F:	80
Pitot I.D	1611402	Pitot Coeff.	0.83
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008
Gauge ID	1.822	TC ID	1611402
		Tester Signature	Eusebio

U-M4-6

Velocity Traverse			
Run #	Point No.	Time	Temp Deg. F
1	1	1.30	164
2	2	1.25	163
3	3	1.15	163
4	4	0.94	163
5	B 1	1.30	163
6	2	1.25	163
7	3	1.20	163
8	4	0.95	163
9	C 1	1.30	163
10	2	1.25	163
11	3	1.15	163
12	4	0.90	163
13	D-1	1.30	163
14	2	1.25	163
15	3	1.20	163
16	4	0.94	163
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

U-M4-5

Moisture Sample Data						
Time	DGM Reading		DGM	Delta H	Vac. In.	Imp Exit
Clock	Test	Cubic Feet	Temp (°F)	in. H <sub>2</sub> O	Hg	Temp (°F)
1720	0	632.0	87	2.0	3	59
	5	636.05	88	1	3	54
	10	640.04	88		3	54
	15	644.10	89		3	56
	20	648.0	89		3	56
	25	652.0	91	↓	3	54
1750	30	656.058				

30	24.058	88.7	2.0	Averages
----	--------	------	-----	----------

Moisture Analytical Results						
	Imp. 1	Imp. 2	Imp. 3	Imp. 4	Imp. 5	Sil Gel
Final Weight	831.7	806.3	615.5			978.3
Initial Weight	812	803.2	614.5			972.8
Moisture Gain	19.7	3.1	1.0			5.5
Balance ID:				Total Catch	29.3	

O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> Data		
	Fyrite	CEMS
O <sub>2</sub> , %		8.78%
CO <sub>2</sub> , %		11.12%

Leak Check Data		
Meterbox	Pre	Post
Vacuum ("Hg)	6"	6"
Rate (cfm)	.001	.001
Pitot Tube	✓	✓

Delta P avg is square of the average of the individual square roots



Job Number	18018.0			Velocity Run No.	U1-M2-12
Plant	FIRST Quantum Minerals			Moisture Run No.	U1-M4-6
Source	UNIT 1			<del>Project Number</del>	
Load / Condition	High Load			Test Date	3/28/19
Personnel	ECs, SW			Ambient Temp °F:	80
Pitot I.D	1611402	Pitot Coeff.	0.83	P barometer, "Hg	29.56
Meter Box ID	031	Meter Y	1.008	P static, " H <sub>2</sub> O	-0.85 (R11) -0.88 (R12)
GAUGE ID	1.822	TC ID	1611402	Tester Signature	Ember

Velocity Traverse			
Run #	12	Time	1818-1839
	Point No.	Delta P in. H2O	Temp Deg. F
1	A 1	1.25	163
2	2	1.20	163
3	3	1.10	163
4	4	0.85	163
5	B 1	1.25	162
6	2	1.20	163
7	3	1.10	163
8	4	0.86	163
9	B 1	1.25	162
10	2	1.20	163
11	3	1.10	163
12	4	0.95	163
13	A 1	1.35	162
14	2	1.25	163
15	3	1.20	163
16	4	0.92	163
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
Avg.			

[illegible]

				<b>Averages</b>
--	--	--	--	-----------------

Moisture Analytical Results						
	Imp. 1	Imp. 2	Imp. 3	Imp. 4	Imp. 5	Sil Gel
Final Weight	805.5	758.6	622.4			947.5
Initial Weight	785.3	755.8	621.7			942.1
Moisture Gain						
Balance ID:	Total Catch			89.1		

Balance ID: \_\_\_\_\_ Total Catch 89.1  
2

O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> Data		
	Fyrite	CEMS
O <sub>2</sub> , %		8.78%
CO <sub>2</sub> , %		14.12%

Leak Check Data		
Meterbox	Pre	Post
Vacuum ("Hg)	6"	6"
Rate (cfm)	.001	.002
Pitot Tube	✓	✓

*Delta P avg is square of the average of the individual square roots*



# MCHALE METHOD 4 SHEET - MOISTURE DATA

Job Number:	18018.0	Source:	U-1
Plant:	Cobre PAGO	Analyst:	SAW
Facility:	FQML	Date:	3/28/19
Scale ID:	Plant Toledo	Cal Weight ID:	
Weight Initial:		Weight Final:	

Run No.: 5		RATA 12-9140		Method: 4		
Impinger No.	Impinger Type	Contents	Final V. (g)(ml)	Initial V. (g)(ml)	Total V. (g)(ml)	
1	MBS	H <sub>2</sub> O	881.7	812.0	19.7	
2	GS	"	806.3	803.2	3.1	
3	MBS	MT	615.5	614.5	1.0	
4	MBS	Gel	978.3	972.8	5.5	
Total V.(g)(ml)					29.3	

Run No.: 6		RATA R1142		Method: 4		
Impinger No.	Impinger Type	Contents	Final V. (g)(ml)	Initial V. (g)(ml)	Total V. (g)(ml)	
1	MGS	H <sub>2</sub> O	805.5	775.3	30.2	
2	GS	.	758.6	755.8	2.8	
3	MGS	MT	622.4	621.7	0.7	
4	MGS	Gel	967.5	962.1	5.4	
Total V.(g)(ml)					38.8	

Run No.:				Method:			
Impinger No.	Impinger Type	Contents	Final V. (g)(ml)	Initial V. (g)(ml)	Total V. (g)(ml)		
				Total V.(g)(ml)			

Comments:
-----------



APÉNDICE C.  
**Datos de Garantía de Calidad**



## Instrumental Reference Method Field Data

Project Number:	18018.0	Start Date:	3/28/2019
Customer:	First Quantum	Facility:	PACO Generating Station
Unit Identification:	Unit 1	Recorded by:	Kyle Vaughan
Sample Location:	Outlet	Fc Factor:	1800
Load Level/Condition:	High Load	Fd Factor:	9780

RM Analyzer Information			
Reference Method Probe Type (Moisture Basis):			Extractive (Dry)
Pollutant	Manufacturer	Model #	Serial Number
NO <sub>x</sub>	Teledyne/API	200AH	383
SO <sub>2</sub>	Ametek	9000	ZA-9000-5646
CO	California Analytical	700 Series	1802015
CO <sub>2</sub>	California Analytical	700 Series	1802015
O <sub>2</sub>	California Analytical	700 Series	1802015

CEM System Information			
CEM System Probe Type (Moisture Basis):			Dilution (Wet)
Pollutant	Manufacturer/Model	Serial Number	
		Primary	Backup
NO <sub>x</sub>	Thermo 43i	1330559481	-
SO <sub>2</sub>	Thermo 42i	1772350003	-
CO	ABB AO2000	024434060911030	-
CO <sub>2</sub>	ABB AO2000	024434060911030	-
O <sub>2</sub>	-	-	-

Reference Method Initial Calibration Error Test								
Pollutant	Cal Gas Level	Cal Gas Cylinder Information			Response	Absolute Difference	% Cal Error	Error Status
		Concentration	Exp Date	ID #				
NO <sub>x</sub>	Zero	0.00	9/10/2021	109233181441	0.24	0.24	0.13	Pass
	Mid	102.00	9/10/2021	LL126831	101.84	0.16	0.09	Pass
	Span	186.00	9/12/2021	LL126751	186.91	0.91	0.49	Pass
SO <sub>2</sub>	Zero	0.00	9/10/2021	109233181441	0.11	0.11	0.12	Pass
	Mid	50.70	9/10/2021	LL126831	50.63	0.07	0.08	Pass
	Span	91.00	9/12/2021	LL126751	91.88	0.88	0.97	Pass
CO	Zero	0.00	9/10/2021	109233181441	-0.15	0.15	0.08	Pass
	Mid	101.00	9/10/2021	LL126831	101.89	0.89	0.48	Pass
	Span	185.00	9/12/2021	LL126751	185.07	0.07	0.04	Pass
O <sub>2</sub>	Zero	0.00	3/24/2021	109233181441	0.01	0.01	0.05	Pass
	Mid	-	-	-	-	-	-	-
	Span	20.90	3/24/2021	3914518961	20.90	0.00	0.00	Pass
CO <sub>2</sub>	Zero	0.00	3/24/2021	109233181441	0.01	0.01	0.06	Pass
	Mid	10.00	8/30/2021	Q103098	10.11	0.11	0.61	Pass
	Span	18.00	8/30/2021	LK-392302	18.04	0.04	0.22	Pass



## Bias and Drift Summary

Project Number: 18018.0  
 Customer: First Quantum  
 Unit Identification: Unit 1  
 Sample Location: Outlet  
 Load Level/Condi: High Load

Start Date: 3/28/2019  
 Facility: PACO Generating Station  
 Recorded by: Kyle Vaughan  
 Fc Factor: 1800  
 Fd Factor: 9780

Run #		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Date		3/28/19	3/28/19	3/28/19	3/28/19	3/28/19	3/28/19	3/28/19	3/28/19	3/28/19	3/28/19	3/28/19	3/28/19
Start Time		13:30	13:52	14:15	14:51	15:13	15:35	16:13	16:35	16:58	17:34	17:56	18:18
End Time		13:51	14:13	14:36	15:12	15:34	15:56	16:34	16:56	17:19	17:55	18:17	18:39
Raw Averages													
	PRELIM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
O2 (%V,dry)	-	8.78	8.93	8.68	8.61	8.70	8.61	8.62	8.63	8.77	8.48	8.65	8.69
CO2 (%V,dry)	-	11.12	11.18	11.37	11.49	11.37	11.50	11.34	11.48	11.40	11.48	11.73	11.60
NOX A (ppmV,dry)	-	144.76	143.47	129.79	139.42	141.68	140.18	136.37	137.80	141.70	138.16	144.43	138.35
CO (ppmV,dry)	-	11.29	11.81	13.31	12.36	11.32	12.09	11.47	11.57	11.04	11.52	11.71	11.77
SO2 (ppmV,dry)	-	37.09	35.95	36.75	37.45	36.46	36.10	35.26	35.02	34.94	35.09	35.48	34.78
Zero Bias													
	PRELIM												
O2 (%V,dry)	0.02	-	-	0.00	-	-	0.00	-	-	0.00	-	-	0.01
CO2 (%V,dry)	0.09	-	-	0.13	-	-	0.20	-	-	-0.02	-	-	0.12
NOX A (ppmV,dry)	0.65	-	-	0.18	-	-	0.18	-	-	0.42	-	-	0.55
CO (ppmV,dry)	0.03	-	-	-0.20	-	-	-0.40	-	-	-0.20	-	-	-0.10
SO2 (ppmV,dry)	0.11	-	-	0.11	-	-	0.11	-	-	0.11	-	-	0.10
Bias Checks													
	Prelim												
O2 (%V,dry)	20.75	-	-	20.91	-	-	20.89	-	-	20.90	-	-	20.71
CO2 (%V,dry)	17.87	-	-	18.18	-	-	18.25	-	-	17.89	-	-	17.93
NOX A (ppmV,dry)	185.44	-	-	187.14	-	-	187.91	-	-	185.17	-	-	184.86
CO (ppmV,dry)	184.36	-	-	184.64	-	-	184.77	-	-	186.28	-	-	182.94
SO2 (ppmV,dry)	89.59	-	-	92.29	-	-	92.21	-	-	90.87	-	-	89.48
Bias Gas Values													
	Prelim												
O2 (%V,dry)	20.90	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9
CO2 (%V,dry)	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
NOX A (ppmV,dry)	186.0	186.0	186.0	186.0	186.0	186.0	186.0	186.0	186.0	186.0	186.0	186.0	186.0
CO (ppmV,dry)	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0
SO2 (ppmV,dry)	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0
Zero Drift (% of span) 3%													
	PRELIM												
O2 (%V,dry)	0.02	-0.10%	-0.10%	-0.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%	0.05%	0.05%
CO2 (%V,dry)	0.09	0.22%	0.22%	0.22%	0.39%	0.39%	0.39%	-1.22%	-1.22%	-1.22%	0.78%	0.78%	0.78%
NOX A (ppmV,dry)	0.65	-0.25%	-0.25%	-0.25%	0.00%	0.00%	0.00%	0.13%	0.13%	0.13%	0.07%	0.07%	0.07%
CO (ppmV,dry)	0.03	-0.12%	-0.12%	-0.12%	-0.11%	-0.11%	-0.11%	0.11%	0.11%	0.11%	0.05%	0.05%	0.05%
SO2 (ppmV,dry)	0.11	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	-0.01%	-0.01%	-0.01%
Upscale Drift (% of span) 3%													
	Prelim												
O2 (%V,dry)	20.75	0.77%	0.77%	0.77%	-0.10%	-0.10%	-0.10%	0.05%	0.05%	0.05%	-0.91%	-0.91%	-0.91%
CO2 (%V,dry)	17.87	1.72%	1.72%	1.72%	0.39%	0.39%	0.39%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	0.22%	0.22%	0.22%
NOX A (ppmV,dry)	185.44	0.91%	0.91%	0.91%	0.41%	0.41%	0.41%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-0.17%	-0.17%	-0.17%
CO (ppmV,dry)	184.36	0.15%	0.15%	0.15%	0.07%	0.07%	0.07%	0.82%	0.82%	0.82%	-1.81%	-1.81%	-1.81%
SO2 (ppmV,dry)	89.59	2.97%	2.97%	2.97%	-0.09%	-0.09%	-0.09%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.53%	-1.53%	-1.53%
Zero System Bias (% of span) 5%													
	PRELIM												
O2 (%V,dry)	0.02	-0.10%	-0.10%	-0.10%	-0.10%	-0.10%	-0.10%	-0.10%	-0.10%	-0.10%	-0.05%	-0.05%	-0.05%
CO2 (%V,dry)	0.09	0.22%	0.22%	0.22%	0.61%	0.61%	0.61%	-0.61%	-0.61%	-0.61%	0.17%	0.17%	0.17%
NOX A (ppmV,dry)	0.65	-0.25%	-0.25%	-0.25%	-0.25%	-0.25%	-0.25%	-0.12%	-0.12%	-0.12%	-0.05%	-0.05%	-0.05%
CO (ppmV,dry)	0.03	-0.12%	-0.12%	-0.12%	-0.23%	-0.23%	-0.23%	-0.12%	-0.12%	-0.12%	-0.07%	-0.07%	-0.07%
SO2 (ppmV,dry)	0.11	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	-0.01%	-0.01%	-0.01%
Upscale System Bias (% of span) 5%													
	Prelim												
O2 (%V,dry)	20.75	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
CO2 (%V,dry)	17.87	0.02%	0.02%	0.02%	0.02%	0.02%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
NOX A (ppmV,dry)	185.44	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
CO (ppmV,dry)	184.36	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.01%	-0.01%	-0.01%	-0.01%
SO2 (ppmV,dry)	89.59	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%



## Response Time Verification

Project Number:	18018.0	Test Date:	03/28/19
Customer:	First Quantum	Facility:	PACO Generating Station
Unit Identification:	Unit 1	Recorded By:	Kyle Vaughan
Sample Location:	Outlet		

Upscale Response Check							
Pollutant	Cal Gas Level	Cal Gas Conc.	Start Time	Stable Response	Upscale Target Response	Time at Target	Response Time
NO <sub>x</sub>	High	186.0	0:00:00	185.47	176.2	0:03:42	0:03:42
SO <sub>2</sub>	High	91.0	0:00:00	89.14	84.7	0:04:43	0:04:43
CO	High	185.0	0:00:00	184.35	175.1	0:02:47	0:02:47
CO <sub>2</sub>	High	18.00	0:00:00	17.87	17.0	0:02:00	0:02:00
O <sub>2</sub>	High	20.9	0:00:00	20.75	19.7	0:02:13	0:02:13

Target Response is 95% of the Pre 1 System Response from the Upscale Bias Test

Start time is the time at which gas is introduced upstream of the probe.

Time at target is the time at which the required target response is achieved.

Response time is the difference between the two.

Downscale Response Check						
Pollutant	Cal Gas Level	Cal Gas Conc.	Start Time	Downscale Target Response	Time at Target	Response Time
NO <sub>x</sub>	High	186.0	0:00:00	9.3	0:03:13	0:03:13
SO <sub>2</sub>	High	91.0	0:00:00	4.6	0:04:11	0:04:11
CO	High	185.0	0:00:00	9.3	0:02:55	0:02:55
CO <sub>2</sub>	High	18.0	0:00:00	0.9	0:02:21	0:02:21
O <sub>2</sub>	High	20.9	0:00:00	1.0	0:02:09	0:02:09

Target Response is 0.5 ppm or 5.0 percent of the upscale gas concentration (whichever is less restrictive)

System Response Times	
Pollutant	Response Time
NO <sub>x</sub>	0:03:42
SO <sub>2</sub>	0:04:43
CO	0:02:55
CO <sub>2</sub>	0:02:21
O <sub>2</sub>	0:02:13

System response is the longer of the responses to zero and upscale gas.



## Part 60 Initial Stratification Check and Test Point Selection

Project Number:	18018.0	Test Date:	3/25/2019
Customer:	First Quantum	Duct Shape:	Round
Unit Identification:	Unit 1	Diameter:	12.66 feet
Sample Location:	Outlet	Port Length:	6 inches

Is the sample location downstream of a wet scrubber, or downstream of a point where two ducts converge?                      N

No stratification test is required. Can use short line points below, if  $D > 7.8'$

Port/Point	SO <sub>2</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (%vol)	O <sub>2</sub> (%vol)
A/1	30.38	10.58	11.62
A/2	30.73	10.72	11.36
A/3	30.1	10.7	11.5
B/1	32.19	11.02	11
B/2	31.41	10.89	11.18
B/3	31.09	10.73	11.42
C/1	31.54	10.58	11.65
C/2	31.54	10.65	11.56
C/3	31.81	10.77	11.4
D/1	32.31	10.31	11.92
D/2	31.75	10.44	11.78
D/3	31.93	10.65	11.55
Mean:	31.4	10.7	11.5
Max %D from Mean:	4.1	3.4	4.3
Status:	Pass	Pass	Pass

"Pass" = the short line points can be used for ducts less than 7.8' in diameter

"Fail" = sample must be collected at 16.7, 50.0 and 83.3% of duct diameter

Sampling line/strategy selected:    Single Point





nexAir, LLC  
2534 N.W. 16th Blvd.  
Okeechobee, FL 34972  
(863) 763-0007  
www.nexAir.com

Issue Date: 8/30/2018

Nexair Order Number: N/A  
Customer Order Number: N/A

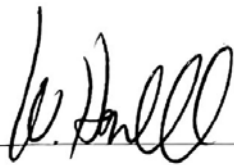
Product Lot Number: 109242181434  
Product Part Number: SG NICD5-80

## CERTIFICATE OF ANALYSIS (Certified)

Cylinder Serial Number	Components	Requested Concentration	Certified Concentration
292834Y	Carbon Dioxide Nitrogen	5 % Balance	5.00 % Balance

Cylinder Style: 80  
Cylinder Pressure @70°F (21°C): 2000 psig.  
Cylinder Volume: 71 ft<sup>3</sup>

Valve Outlet Connection: 580  
Filling Method: Gravimetric  
Date of Fill: 8/30/2018

Approved Signer: 

This gas calibration cylinder standard prepared by nexAir, LLC is considered a certified standard. It is prepared by gravimetric, volumetric, or partial pressure techniques. The calibration standard provided is certified against Nexair Reference Materials which are either prepared by weights traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST) or by using NIST Standard Reference Materials where available.

Note: All expressions for concentration (e.g., % or ppm) are for gas phase, by volume (e.g., ppmv) unless otherwise noted

### IMPORTANT

The information contained herein has been prepared at your request by personnel within nexAir, LLC. While we believe the information is accurate within the limits of the analytical methods employed and is complete to the extent of the specific analyses performed, we make no warranty or representation as to the suitability of the use of the information for any particular purpose. The information is offered with the understanding that any use of the information is at the sole discretion and risk of the user. In no event shall liability of nexAir, LLC arising out of the use of the information contained herein exceed the fee established for providing such information.

Page 1 of 1









Gas Technologies  
Medical Technologies  
Safety Technologies  
Welding Technologies

August 23, 2018

**Dear Customer:**

**This is your Certificate of Analysis:**

Product: Nitrogen UHP

Serial Number: 2910008

Lot Number: 109233181441

Component	Min Purity	Analytical Results	Analytical Method
Oxygen	$\leq 2.0$ ppm	< 2.0 ppm	Electrochemical Cell (Delta F)
Moisture	$\leq 2.0$ ppm	< 2.0 ppm	Panametrics 2
Total Hydrocarbons (as methane)	$\leq 0.5$ ppm	< 0.5 ppm	Gow-Mac 23-500
Assay	99.999%	>99.999%	

Lab Chemist





nexAir, LLC  
2534 N.W. 16th Blvd.  
Okeechobee, FL 34972  
(863) 763-0007  
www.nexAir.com

Issue Date: 8/30/2018

Nexair Order Number: N/A  
Customer Order Number: N/A

Product Lot Number: 109242181431  
Product Part Number: SG NICD18-2

## CERTIFICATE OF ANALYSIS (Certified)

Cylinder Serial Number	Components	Requested Concentration	Certified Concentration
LK-392302	Carbon Dioxide Nitrogen	18 % Balance	18.0 % Balance

Cylinder Style: 2  
Cylinder Pressure @70°F (21°C): 2000 psig.  
Cylinder Volume: 225 ft<sup>3</sup>

Valve Outlet Connection: 580  
Filling Method: Gravimetric  
Date of Fill: 8/30/2018

Approved Signer: 

This gas calibration cylinder standard prepared by nexAir, LLC is considered a certified standard. It is prepared by gravimetric, volumetric, or partial pressure techniques. The calibration standard provided is certified against Nexair Reference Materials which are either prepared by weights traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST) or by using NIST Standard Reference Materials where available.

Note: All expressions for concentration (e.g., % or ppm) are for gas phase, by volume (e.g., ppmv) unless otherwise noted.

### IMPORTANT

The information contained herein has been prepared at your request by personnel within nexAir, LLC. While we believe the information is accurate within the limits of the analytical methods employed and is complete to the extent of the specific analyses performed, we make no warranty or representation as to the suitability of the use of the information for any particular purpose. The information is offered with the understanding that any use of the information is at the sole discretion and risk of the user. In no event shall liability of nexAir, LLC arising out of the use of the information contained herein exceed the fee established for providing such information.

Page 1 of 1





Praxair Distribution, Inc.  
6055 Brent Drive  
Toledo, OH 43611  
Tel: +1 (419) 729-7732  
Fax: +1 (419) 729-2411

**Customer & Order Information:**

NEXAIR  
1385 CORPORATE AVE, PO BOX 161182  
MEMPHIS, TN 38186-1182  
Praxair Order Number: 63361868  
Customer PO Number: 1048800

Certificate Modification Date: 9/12/2018  
Certification Date: 9/12/2018  
Lot Number: 700018250GH  
Part Number: NI CO150NS11CAQ  
DocNumber: 9007  
Expiration Date: 9/11/2021

**CERTIFICATE OF ANALYSIS**  
Certified Standard

Component	Requested Concentration (Molar)	Certified Concentration (Molar)	Analytical Reference	Analytical Uncertainty
Nitric oxide	150 ppm	151 ppm	3	± 2%
Carbon monoxide	150 ppm	154 ppm	2	± 2%
Sulfur dioxide	75.0 ppm	75.9 ppm	1	± 5%
Nitrogen	Balance	Balance		

Cylinder Style: AQ  
Cylinder Pressure @ 70F: 2000 psig  
Cylinder Volume: 80.9 ft<sup>3</sup>  
Valve Outlet Connection: CGA 660  
Cylinder Number(s): LL126744

Fill Date: 9/7/2018  
Analysis Date: 9/11/2018

Filling Method: Gravimetric

For Reference Only: NOx 153 ppm

QA Reviewer: Edward E Zucal

Approved Signer: Jesse L Glass

**Key to Analytical Techniques:**

Reference	Analytical Instrument - Analytical Principle
1	AMTEK 921 - UV Spectrometry
2	HORIBA VA-510 - NDIR
3	THERMO SCIENTIFIC 42i LS - Chemiluminescence

The gas calibration cylinder standard prepared by Praxair Distribution, Inc. is considered a certified standard. It is prepared by gravimetric, volumetric, or partial pressure techniques. The calibration standard provided is certified against Praxair Distribution, Inc. Reference Materials which are either prepared by weights traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST), Measurement Canada, or by using NIST Standard Reference Materials where available.

Note: All expressions for concentration (e.g., % or ppm) are for gas phase, by volume (e.g., ppmv) unless otherwise noted. Analytical uncertainty is expressed as a Relative % unless otherwise noted.

**IMPORTANT**

The information contained herein has been prepared at your request by personnel within Praxair Distribution, Inc.. While we believe the information is accurate within the limits of the analytical methods employed and is complete to the extent of the specific analyses performed, we make no warranty or representation as to the suitability of the use of the information for any particular purpose. The information is offered with the understanding that any use of the information is at the sole discretion and risk of the user. In no event shall liability of Praxair Distribution, Inc. arising out of the use of the information contained herein exceed the fee established for providing such information.





Praxair Distribution, Inc.  
6055 Brent Drive  
Toledo, OH 43611  
Tel: +1 (419) 729-7732  
Fax: +1 (419) 729-2411

**Customer & Order Information:**

NEXAIR  
1385 CORPORATE AVE, PO BOX 161182  
MEMPHIS, TN 38186-1182  
Praxair Order Number: 63361868  
Customer PO Number: 1048800

Certificate Modification Date: 9/13/2018  
Certification Date: 9/13/2018  
Lot Number: 700018250GI  
Part Number: NI CO180NS12CAQ  
DocNumber: 9349  
Expiration Date: 9/12/2021

**CERTIFICATE OF ANALYSIS**  
*Certified Standard*

Component	Requested Concentration (Molar)	Certified Concentration (Molar)	Analytical Reference	Analytical Uncertainty
Nitric oxide	180 ppm	186 ppm	3	± 2%
Carbon monoxide	180 ppm	185 ppm	2	± 2%
Sulfur dioxide	90.0 ppm	91.0 ppm	1	± 2%
Nitrogen	Balance	Balance		

Cylinder Style: AQ  
Cylinder Pressure @ 70F: 2200 psig  
Cylinder Volume: 80.9 ft<sup>3</sup>  
Valve Outlet Connection: CGA 660  
Cylinder Number(s): LL126751

Fill Date: 9/7/2018  
Analysis Date: 9/12/2018

Filling Method: Gravimetric

For Reference Only: NOx 187 ppm

QA Reviewer: Edward E Zucal

Approved Signer: Jesse L Glass

**Key to Analytical Techniques:**

Reference	Analytical Instrument - Analytical Principle
1	AMTEK 921 - UV Spectrometry
2	HORIBA VA-510 - NDIR
3	THERMO SCIENTIFIC 42i LS - Chemiluminescence

The gas calibration cylinder standard prepared by Praxair Distribution, Inc. is considered a certified standard. It is prepared by gravimetric, volumetric, or partial pressure techniques. The calibration standard provided is certified against Praxair Distribution, Inc. Reference Materials which are either prepared by weights traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST), Measurement Canada, or by using NIST Standard Reference Materials where available.

Note: All expressions for concentration (e.g., % or ppm) are for gas phase, by volume (e.g., ppmv) unless otherwise noted. Analytical uncertainty is expressed as a Relative % unless otherwise noted.

**IMPORTANT**

The information contained herein has been prepared at your request by personnel within Praxair Distribution, Inc.. While we believe the information is accurate within the limits of the analytical methods employed and is complete to the extent of the specific analyses performed, we make no warranty or representation as to the suitability of the use of the information for any particular purpose. The information is offered with the understanding that any use of the information is at the sole discretion and risk of the user. In no event shall liability of Praxair Distribution, Inc. arising out of the use of the information contained herein exceed the fee established for providing such information.





Praxair Distribution, Inc.  
6055 Brent Drive  
Toledo, OH 43611  
Tel: +1 (419) 729-7732  
Fax: +1 (419) 729-2411

**Customer & Order Information:**

NEXAIR  
1385 CORPORATE AVE, PO BOX 161182  
MEMPHIS, TN 38186-1182  
Praxair Order Number: 53361863  
Customer PO Number: 1048800

Certificate Modification Date: 9/12/2018

Certification Date: 9/12/2018  
Lot Number: 700018250GF  
Part Number: NI CO50MNS17CAQ  
DocNumber: 9002  
Expiration Date: 9/11/2021

**CERTIFICATE OF ANALYSIS**  
Certified Standard

Component	Requested Concentration (Molar)	Certified Concentration (Molar)	Analytical Reference	Analytical Uncertainty
Nitric oxide	50.0 ppm	51.1 ppm	3	± 5%
Carbon monoxide	50.0 ppm	51.3 ppm	2	± 5%
Sulfur dioxide	25.0 ppm	25.8 ppm	1	± 5%
Nitrogen	Balance	Balance		

Cylinder Style: AQ  
Cylinder Pressure @ 70F: 2200 psig  
Cylinder Volume: 80.9 ft<sup>3</sup>  
Valve Outlet Connection: CGA 660  
Cylinder Number(s): LL126817

Fill Date: 9/7/2018  
Analysis Date: 9/11/2018

Filling Method: Gravimetric

For Reference Only: NOx 51.7 ppm

QA Reviewer: Edward E Zucal

Approved Signer: Jesse L Glass

**Key to Analytical Techniques:**

Reference	Analytical Instrument - Analytical Principle
1	AMTEK 921 - UV Spectrometry
2	HORIBA VA-510 - NDIR
3	THERMO SCIENTIFIC 42i LS - Chemiluminescence

The gas calibration cylinder standard prepared by Praxair Distribution, Inc. is considered a certified standard. It is prepared by gravimetric, volumetric, or partial pressure techniques. The calibration standard provided is certified against Praxair Distribution, Inc. Reference Materials which are either prepared by weights traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST), Measurement Canada, or by using NIST Standard Reference Materials where available.

Note: All expressions for concentration (e.g., % or ppm) are for gas phase, by volume (e.g., ppmv) unless otherwise noted. Analytical uncertainty is expressed as a Relative % unless otherwise noted.

**IMPORTANT**

The information contained herein has been prepared at your request by personnel within Praxair Distribution, Inc.. While we believe the information is accurate within the limits of the analytical methods employed and is complete to the extent of the specific analyses performed, we make no warranty or representation as to the suitability of the use of the information for any particular purpose. The information is offered with the understanding that any use of the information is at the sole discretion and risk of the user. In no event shall liability of Praxair Distribution, Inc. arising out of the use of the information contained herein exceed the fee established for providing such information.





Praxair Distribution, Inc.  
6055 Brent Drive  
Toledo, OH 43611  
Tel: +1 (419) 729-7732  
Fax: +1 (419) 729-2411

**Customer & Order Information:**

NEXAIR  
1385 CORPORATE AVE, PO BOX 161182  
MEMPHIS, TN 38186-1182  
Praxair Order Number: 63361868  
Customer PO Number: 1048800

Certificate Modification Date: 9/10/2018

Certification Date: 9/10/2018  
Lot Number: 700018250GG  
Part Number: NI CO100NS13CAQ  
DocNumber: 8437  
Expiration Date: 9/10/2021

**CERTIFICATE OF ANALYSIS**  
Certified Standard

Component	Requested Concentration (Molar)	Certified Concentration (Molar)	Analytical Reference	Analytical Uncertainty
Nitric oxide	100 ppm	102 ppm	3	± 2%
Carbon monoxide	100 ppm	101 ppm	2	± 2%
Sulfur dioxide	50.0 ppm	50.7 ppm	1	± 5%
Nitrogen	Balance	Balance		

Cylinder Style: AQ  
Cylinder Pressure @ 70F: 2200 psig  
Cylinder Volume: 80.9 ft<sup>3</sup>  
Valve Outlet Connection: CGA 660  
Cylinder Number(s): LL126831

Fill Date: 9/7/2018  
Analysis Date: 9/10/2018

Filling Method: Gravimetric

For Reference Only: NCx 102 ppm

QA Reviewer: Edward E Zucal

Approved Signer: Marcus Huguley

**Key to Analytical Techniques:**

Reference	Analytical Instrument - Analytical Principle
1	AMTEK 921 - UV Spectrometry
2	HORIBA VA-510 - NDIR
3	THERMO SCIENTIFIC 42i LS - Chemiluminescence

The gas calibration cylinder standard prepared by Praxair Distribution, Inc. is considered a certified standard. It is prepared by gravimetric, volumetric, or partial pressure techniques. The calibration standard provided is certified against Praxair Distribution, Inc. Reference Materials which are either prepared by weights traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST), Measurement Canada, or by using NIST Standard Reference Materials where available.

Note: All expressions for concentration (e.g., % or ppm) are for gas phase, by volume (e.g., ppmv) unless otherwise noted. Analytical uncertainty is expressed as a Relative % unless otherwise noted.

**IMPORTANT**  
The information contained herein has been prepared at your request by personnel within Praxair Distribution, Inc.. While we believe the information is accurate within the limits of the analytical methods employed and is complete to the extent of the specific analyses performed, we make no warranty or representation as to the suitability of the use of the information for any particular purpose. The information is offered with the understanding that any use of the information is at the sole discretion and risk of the user. In no event shall liability of Praxair Distribution, Inc. arising out of the use of the information contained herein exceed the fee established for providing such information.





nexAir, LLC  
2534 N.W. 16th Blvd.  
Okeechobee, FL 34972  
(863) 763-0007  
www.nexAir.com

Issue Date: 8/30/2018

Nexair Order Number: N/A  
Customer Order Number: N/A


Product Lot Number: 109242181433  
Product Part Number: SG NICD10-80

## CERTIFICATE OF ANALYSIS (Certified)

Cylinder Serial Number	Components	Requested Concentration	Certified Concentration
Q103098	Carbon Dioxide Nitrogen	10 % Balance	10.0 % Balance

Cylinder Style: 80  
Cylinder Pressure @70°F (21°C): 2000 psig.  
Cylinder Volume: 73 ft<sup>3</sup>

Valve Outlet Connection: 580  
Filling Method: Gravimetric  
Date of Fill: 8/30/2018

Approved Signer: 

This gas calibration cylinder standard prepared by nexAir, LLC is considered a certified standard. It is prepared by gravimetric, volumetric, or partial pressure techniques. The calibration standard provided is certified against Nexair Reference Materials which are either prepared by weights traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST) or by using NIST Standard Reference Materials where available.

Note: All expressions for concentration (e.g., % or ppm) are for gas phase, by volume (e.g., ppmv) unless otherwise noted.

### IMPORTANT

The information contained herein has been prepared at your request by personnel within nexAir, LLC. While we believe the information is accurate within the limits of the analytical methods employed and is complete to the extent of the specific analyses performed, we make no warranty or representation as to the suitability of the use of the information for any particular purpose. The information is offered with the understanding that any use of the information is at the sole discretion and risk of the user. In no event shall liability of nexAir, LLC arising out of the use of the information contained herein exceed the fee established for providing such information.

Page 1 of 1





nexAir, LLC  
2534 N.W. 16th Blvd.  
Okeechobee, FL 34972  
(863) 763-0007  
www.nexAir.com

Issue Date: 8/30/2018

Nexair Order Number: N/A  
Customer Order Number: N/A

Product Lot Number: 109242181432  
Product Part Number: SG NICD15-80


## CERTIFICATE OF ANALYSIS

(Certified)

Cylinder Serial Number	Components	Requested Concentration	Certified Concentration
Q3158000	Carbon Dioxide Nitrogen	15 % Balance	15.0 % Balance

Cylinder Style: 80  
Cylinder Pressure @70°F (21°C): 2000 psig.  
Cylinder Volume: 75 ft<sup>3</sup>

Valve Outlet Connection: 580  
Filling Method: Gravimetric  
Date of Fill: 8/30/2018

Approved Signer: 

This gas calibration cylinder standard prepared by nexAir, LLC is considered a certified standard. It is prepared by gravimetric, volumetric, or partial pressure techniques. The calibration standard provided is certified against Nexair Reference Materials which are either prepared by weights traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST) or by using NIST Standard Reference Materials where available.

Note: All expressions for concentration (e.g., % or ppm) are for gas phase, by volume (e.g., ppmv) unless otherwise noted

### IMPORTANT

The information contained herein has been prepared at your request by personnel within nexAir, LLC. While we believe the information is accurate within the limits of the analytical methods employed and is complete to the extent of the specific analyses performed, we make no warranty or representation as to the suitability of the use of the information for any particular purpose. The information is offered with the understanding that any use of the information is at the sole discretion and risk of the user. In no event shall liability of nexAir, LLC arising out of the use of the information contained herein exceed the fee established for providing such information.





nexAir, LLC  
2534 N.W. 16th Blvd.  
Okeechobee, FL 34972  
(863) 763-0007  
www.nexAir.com

Issue Date: 8/30/2018

Nexair Order Number: N/A  
Customer Order Number: N/A

Product Lot Number: 109242181432  
Product Part Number: SG NICD15-80

## CERTIFICATE OF ANALYSIS

(Certified)

Cylinder Serial Number	Components	Requested Concentration	Certified Concentration
SGQ-4078313	Carbon Dioxide Nitrogen	15 % Balance	15.0 % Balance

Cylinder Style: 80  
Cylinder Pressure @70°F (21°C): 2000 psig.  
Cylinder Volume: 75 ft<sup>3</sup>

Valve Outlet Connection: 580  
Filling Method: Gravimetric  
Date of Fill: 8/30/2018

Approved Signer: \_\_\_\_\_

This gas calibration cylinder standard prepared by nexAir, LLC is considered a certified standard. It is prepared by gravimetric, volumetric, or partial pressure techniques. The calibration standard provided is certified against Nexair Reference Materials which are either prepared by weights traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST) or by using NIST Standard Reference Materials where available.

Note: All expressions for concentration (e.g., % or ppm) are for gas phase, by volume (e.g., ppmv) unless otherwise noted.

### IMPORTANT

The information contained herein has been prepared at your request by personnel within nexAir, LLC. While we believe the information is accurate within the limits of the analytical methods employed and is complete to the extent of the specific analyses performed, we make no warranty or representation as to the suitability of the use of the information for any particular purpose. The information is offered with the understanding that any use of the information is at the sole discretion and risk of the user. In no event shall liability of nexAir, LLC arising out of the use of the information contained herein exceed the fee established for providing such information.





nexAir, LLC  
2534 N.W. 16th Blvd.  
Okeechobee, FL 34972  
(863) 763-0007  
www.nexAir.com

Issue Date: 8/30/2018

Nexair Order Number: N/A  
Customer Order Number: N/A


Product Lot Number: 109242181433  
Product Part Number: SG NICD10-80

## CERTIFICATE OF ANALYSIS (Certified)

Cylinder Serial Number	Components	Requested Concentration	Certified Concentration
Q4886379	Carbon Dioxide Nitrogen	10 % Balance	10.0 % Balance

Cylinder Style: 80  
Cylinder Pressure @70°F (21°C): 2000 psig.  
Cylinder Volume: 73 ft<sup>3</sup>

Valve Outlet Connection: 580  
Filling Method: Gravimetric  
Date of Fill: 8/30/2018

Approved Signer: 

This gas calibration cylinder standard prepared by nexAir, LLC is considered a certified standard. It is prepared by gravimetric, volumetric, or partial pressure techniques. The calibration standard provided is certified against Nexair Reference Materials which are either prepared by weights traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST) or by using NIST Standard Reference Materials where available.

Note: All expressions for concentration (e.g., % or ppm) are for gas phase, by volume (e.g., ppmv) unless otherwise noted

### IMPORTANT

The information contained herein has been prepared at your request by personnel within nexAir, LLC. While we believe the information is accurate within the limits of the analytical methods employed and is complete to the extent of the specific analyses performed, we make no warranty or representation as to the suitability of the use of the information for any particular purpose. The information is offered with the understanding that any use of the information is at the sole discretion and risk of the user. In no event shall liability of nexAir, LLC arising out of the use of the information contained herein exceed the fee established for providing such information.

Page 1 of 1

COAM1 - Rev 06/2002

FORGE FORWARD





## METHOD 5 DRY GAS METER CALIBRATION USING CRITICAL ORIFICES

- 1) Select three critical orifices to calibrate the dry gas meter which bracket the expected operating range.
- 2) Record barometric pressure before and after calibration procedure.
- 3) Run at tested vacuum (from Orifice Calibration Report), for a period of time necessary to achieve a minimum total volume of 5 cubic feet.
- 4) Record data and information in the **GREEN** cells, **YELLOW** cells are calculated.

DATE: 3/19/2019		METER SERIAL #: 31		INITIAL		FINAL		AVG (P <sub>bar</sub> )											
METER PART #:		CRITICAL ORIFICE SET SERIAL #: 1861		BAROMETRIC PRESSURE (in Hg):		29.9		29.9											
ORIFICE #	RUN #	K' FACTOR (AVG)	TESTED VACUUM (in Hg)	DGM READINGS (FT <sup>3</sup> )				TEMPERATURES °F				ELAPSED TIME (MIN) θ	DGM ΔH (in H <sub>2</sub> O)	(1) V <sub>m</sub> (STD)	(2) V <sub>cr</sub> (STD)	(3) Y	Y % Diff to Average Y	Y % Diff with other orifices	ΔH <sub>@</sub>
				INITIAL	FINAL	NET (V <sub>m</sub> )	AMBIENT	DGM INLET INITIAL	DGM INLET FINAL	DGM OUTLET INITIAL	DGM OUTLET FINAL								
12	1	0.3357	24	117.40	125.445	8.045	68	68	68	68	68	18.50	0.63	8.0536	8.0836	1.004			1.86
	2	0.3357	24	125.445	132.622	7.177	68	68	69	68	69	16.50	0.63	7.1779	7.2097	1.004			1.86
	3	0.3357	24	132.622	139.588	6.966	68	69	69	69	69	16.00	0.63	6.9602	6.9912	1.004			1.85
17	1	0.4629	22	143.50	150.079	6.579	68	70	71	70	71	11.00	1.2	6.5641	6.6277	1.010	-0.34	-0.40	1.86
	2	0.4629	22	150.079	155.484	5.405	68	71	71	71	71	9.00	1.2	5.3877	5.4226	1.006			1.85
	3	0.4629	22	155.484	162.077	6.593	68	71	71	71	71	11.00	1.2	6.5719	6.6277	1.008			1.85
20	1	0.5496	21	164.40	169.732	5.332	68	72	72	72	72	7.50	1.6	5.3102	5.3652	1.010	0.06	0.40	1.75
	2	0.5496	21	169.732	175.063	5.331	68	72	72	72	72	7.50	1.6	5.3092	5.3652	1.011			1.75
	3	0.5496	21	175.063	180.40	5.337	68	72	73	72	73	7.50	1.6	5.3101	5.3652	1.010			1.75

AVG = 1.004

AVG = 1.004

AVG = 1.008

AVG = 1.010

AVG = 1.010

AVG = 1.008

AVG = 1.010

AVERAGE DRY GAS METER CALIBRATION FACTOR, Y = 1.008

AVERAGE ΔH<sub>@</sub> = 1.82

USING THE CRITICAL ORIFICES AS CALIBRATION STANDARDS:  
The following equations are used to calculate the standard volumes of air passed through the DGM, V<sub>m</sub> (std), and the critical orifice, V<sub>cr</sub> (std), and the DGM calibration factor, Y. These equations are automatically calculated in the spreadsheet above.

$$(1) \quad V_{m_{(std)}} = K_1 * V_m * \frac{P_{bar} + (\Delta H / 13.6)}{T_m}$$

= Net volume of gas sample passed through DGM, corrected to standard conditions  
K<sub>1</sub> = 17.64 °R/in. Hg (English), 0.3858 °K/mm Hg (Metric)  
T<sub>m</sub> = Absolute DGM avg. temperature (°R - English, °K - Metric)

$$(2) \quad V_{cr_{(std)}} = K' * \frac{P_{bar} * \Theta}{\sqrt{T_{amb}}}$$

= Volume of gas sample passed through the critical orifice, corrected to standard conditions  
T<sub>amb</sub> = Absolute ambient temperature (°R - English, °K - Metric)

$$(3) \quad Y = \frac{V_{cr_{(std)}}}{V_{m_{(std)}}}$$

K' = Average K' factor from Critical Orifice Calibration  
= DGM calibration factor



McHale Emissions Measurement Division  
Meter Box Calibration

Calibration Date: 3/19/2019

Meter Box: 031

Technician: SHW

PART 2: Thermocouple Calibration

T/C Calibrator Make: Altek Transcat S/N: 10187006

S/N: 10187006

	Calibrator Output ( F )	Meter Reading ( F )	Error ( F )	Allowable Error ( F )	Result
Channel 1	0.0	0	0	9.24	pass
	50.0	48	-2	11.24	pass
	100.0	98	-2	13.24	pass
	200.0	201	1	19.24	pass
	300.0	302	2	33.24	pass
	400.0	402	2	49.24	pass
Channel 2	0.0	0	0	9.24	pass
	50.0	48	-2	11.24	pass
	100.0	98	-2	13.24	pass
	200.0	201	1	19.24	pass
	300.0	302	2	33.24	pass
	400.0	402	2	49.24	pass
Channel 3	0.0	0	0	9.24	pass
	50.0	47	-3	11.24	pass
	100.0	98	-2	13.24	pass
	200.0	201	1	19.24	pass
	300.0	303	3	33.24	pass
	400.0	402	2	49.24	pass
Channel 4	0.0	0	0	9.24	pass
	50.0	48	-2	11.24	pass
	100.0	98	-2	13.24	pass
	200.0	201	1	19.24	pass
	300.0	302	2	33.24	pass
	400.0	402	2	49.24	pass
Channel 5	0.0	0	0	9.24	pass
	50.0	48	-2	11.24	pass
	100.0	98	-2	13.24	pass
	200.0	201	1	19.24	pass
	300.0	302	2	33.24	pass
	400.0	402	2	49.24	pass
Channel 6	0.0	0	0	9.24	pass
	50.0	48	-2	11.24	pass
	100.0	98	-2	13.24	pass
	200.0	201	1	19.24	pass
	300.0	303	3	33.24	pass
	400.0	402	2	49.24	pass



**Post Meter Calibration Verification**

Project Number: 18018.0  
 Last Test Run: 3/25/2019  
 Operator(s): Eric Swope

	Run 1	Run 2	Run 3	Average
Console/Meter ID:	31	31	31	N/A
Run Time (min):	60	60	60	
V <sub>m</sub> (cf):	50.817	50.215	48.483	
T <sub>m</sub> (°R):	544.17	549.42	549.17	
P <sub>bar</sub> ("Hg):	29.57	29.61	29.57	
DH <sub>avg</sub> ("H <sub>2</sub> O):	2.26	2.19	2.03	
Md:	30.03	30.01	30.05	
Orifice DH@I:	1.822	1.822	1.822	1.008
Meter Yi:	1.008	1.008	1.008	
Yqa:	0.988	0.989	0.984	0.987

Calibration Status: **Pass**

Specifications: USEPA Emissions Measurement Center Approved Alternative Method (ALT-009)  
 Alternative Method 5 Post-Test Calibration (SOP GFM-11)

**Post Test Leak Checks**

Train Leak Check:	Pass	Pass	Pass
Pump/Orifice Leak Check:	Pass	Pass	Pass





# Airflow Sciences Corporation

## Probe Calibration for Method 2

Data Collection and Analysis

Date: 1/17/2019

Temperature (°F): 73.9

Pressure ("Hg): 29.31

Personnel: wgj

Probe: KPT-033-A

Wind Tunnel Target DP [I.W.C]	Wind Tunnel Actual DP [I.W.C]	S-Probe DP [I.W.C.]	C <sub>p</sub>	C <sub>p(avg)</sub>	C <sub>p</sub> -C <sub>p(avg)</sub>	σ <sub>max</sub>
0.81	0.82	1.17	0.827	0.827	0.000	Pass
0.81	0.82	1.17	0.827		0.000	
0.81	0.82	1.17	0.827		0.000	
1.81	1.81	2.56	0.833	0.833	0.000	Pass
1.81	1.81	2.56	0.834		0.001	
1.81	1.81	2.56	0.833		-0.001	





# Airflow Sciences Corporation

## Probe Calibration for Method 2

Data Collection and Analysis

Date: 1/17/2019

Temperature (°F): 74.0

Pressure ("Hg): 29.31

Personnel: wgj

Probe: KPT-033-B

Wind Tunnel Target DP [I.W.C]	Wind Tunnel Actual DP [I.W.C]	S-Probe DP [I.W.C.]	C <sub>p</sub>	C <sub>p(avg)</sub>	C <sub>p</sub> -C <sub>p(avg)</sub>	σ <sub>max</sub>
0.81	0.81	1.18	0.821	0.821	0.000	Pass
0.81	0.81	1.18	0.822		0.001	
0.81	0.81	1.18	0.820		-0.001	
1.81	1.82	2.62	0.825	0.825	0.000	Pass
1.81	1.82	2.62	0.825		0.000	
1.81	1.82	2.62	0.824		0.000	





# Airflow Sciences Corporation

## Probe Calibration for Method 2

Wind Tunnel Facility: Airflow Sciences Corporation  
 Wind Tunnel Location: Livonia, MI  
 Probe Type: S-Type Pitot  
 Probe ID: KPT-033-A  
 Probe Calibration Date: 01/17/19  
 Test Point Location: center  
 Ambient Temperature (°F): 73.9  
 Barometric Pressure ("Hg): 29.31

Repetition	Nominal Low Velocity Setting (ft/s)	Calibration Pitot		Tested Probe		Calculated $C_p$
		DP <sub>std</sub> ("H <sub>2</sub> O)	Temperature (°F)	DP ("H <sub>2</sub> O)	Yaw Angle (°)	
1	60	0.82	73.9	1.17	0	0.83
2	60	0.82	73.9	1.17	0	0.83
3	60	0.82	73.9	1.17	0	0.83
Average ( $C_{p(avg-low)}$ )						0.83

Repetition	Nominal High Velocity Setting (ft/s)	Calibration Pitot		Tested Probe		Calculated $C_p$
		DP <sub>std</sub> ("H <sub>2</sub> O)	Temperature (°F)	DP ("H <sub>2</sub> O)	Yaw Angle (deg)	
1	90	1.81	73.9	2.56	0	0.83
2	90	1.81	73.9	2.56	0	0.83
3	90	1.81	73.9	2.56	0	0.83
Average ( $C_{p(avg-high)}$ )						0.83

$$\% \text{ Difference} = \frac{C_{p(avg-low)} - C_{p(avg-high)}}{C_{p(avg-low)}} \times 100\% = \underline{-0.72\%} \quad \text{Pass}$$

Note: (1) The percent difference between the low and high velocity setting  $C_p$  values shall be within +/- 3 %.  
 (2) If calibrating a 3-D probe for this method, the pitch angle setting must be 0°.

**$C_p = 0.830$**





# Airflow Sciences Corporation

## Probe Calibration for Method 2

Wind Tunnel Facility: Airflow Sciences Corporation  
 Wind Tunnel Location: Livonia, MI  
 Probe Type: S-Type Pitot  
 Probe ID: KPT-033-B  
 Probe Calibration Date: 01/17/19  
 Test Point Location: center  
 Ambient Temperature (°F): 74.0  
 Barometric Pressure ("Hg): 29.31

Repetition	Nominal Low Velocity Setting (ft/s)	Calibration Pitot		Tested Probe		Calculated $C_p$
		DP <sub>std</sub> ("H <sub>2</sub> O)	Temperature (°F)	DP ("H <sub>2</sub> O)	Yaw Angle (°)	
1	60	0.81	74.0	1.18	0	0.82
2	60	0.81	74.0	1.18	0	0.82
3	60	0.81	74.0	1.18	0	0.82
Average ( $C_{p(avg-low)}$ )						0.82

Repetition	Nominal High Velocity Setting (ft/s)	Calibration Pitot		Tested Probe		Calculated $C_p$
		DP <sub>std</sub> ("H <sub>2</sub> O)	Temperature (°F)	DP ("H <sub>2</sub> O)	Yaw Angle (deg)	
1	90	1.82	74.0	2.62	0	0.82
2	90	1.82	74.0	2.62	0	0.83
3	90	1.82	74.0	2.62	0	0.82
Average ( $C_{p(avg-high)}$ )						0.82

$$\% \text{ Difference} = \frac{C_{p(avg-low)} - C_{p(avg-high)}}{C_{p(avg-low)}} \times 100\% = \underline{-0.48\%} \quad \text{Pass}$$

Note: (1) The percent difference between the low and high velocity setting  $C_p$  values shall be within +/- 3 %.  
 (2) If calibrating a 3-D probe for this method, the pitch angle setting must be 0°.

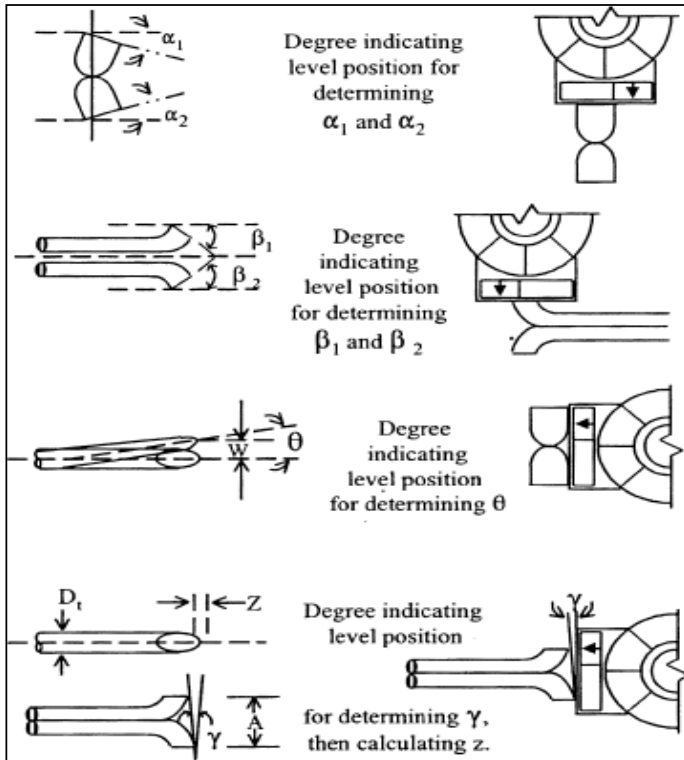
**$C_p = 0.823$**



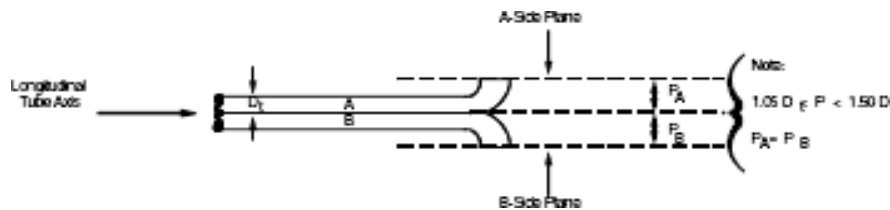


# Airflow Sciences Corporation

## Probe Inspection for Method 2G



$\alpha_1$	0.8 (°)	Pass
$\alpha_2$	0.2 (°)	Pass
$\beta_1$	0.5 (°)	Pass
$\beta_2$	0.7 (°)	Pass
$D_t$	0.375 (")	Pass
$P_a$	0.437 (")	Pass
$P_b$	0.437 (")	Pass
$z$	<0.02 (")	Pass
$w$	0.005 (")	Pass



### Certification

I certify that Type S probe ID **KPT-033** meets or exceeds all specifications, criteria, and applicable design features.

Certified by: Craig Rood

Date: 1/17/2019



# Type S Pitot Tube Inspection Data Form

McHale EMS

Pitot Tube I.D. # KPT-033  
 Location Punta Rincon, Panama

Date 3/29/2019  
 Tech. KMV

Quick Connects Attached & Leak Free? y  
 Pitot Tube Assembly Level? y

Parameter	Value	Acceptance Criteria	Results	Meets Criteria?
$\alpha_1 =$	<u>1 °</u>	$\alpha_1 < 10 °$	<u>1 °</u>	TRUE
$\alpha_2 =$	<u>0.5 °</u>	$\alpha_2 < 10 °$	<u>0.5 °</u>	TRUE
$\beta_1 =$	<u>0.5 °</u>	$\beta_1 < 5 °$	<u>0.5 °</u>	TRUE
$\beta_2 =$	<u>1 °</u>	$\beta_2 < 5 °$	<u>1 °</u>	TRUE
$\gamma =$	<u>0 °</u>			
$\theta =$	<u>0 °</u>			
$A =$	<u>0.956 "</u>			
$z = A \sin \gamma =$	<u>0.000 "</u>	$z < .125 \text{ in.}$	<u>0.000 "</u>	TRUE
$w = A \sin \theta =$	<u>0.000 "</u>	$w < 0.03125 \text{ in.}$	<u>0.000 "</u>	TRUE
$P_A =$	<u>0.478 "</u>	$1.05 Dt < P_A < 1.5 Dt$	<u>0.478 "</u>	TRUE
$P_b =$	<u>0.478 "</u>	$1.05 Dt < P_b < 1.5 Dt$	<u>0.478 "</u>	TRUE
$D_t =$	<u>0.375 "</u>	$0.18750" \leq Dt \leq 0.3750"$	<u>0.375 "</u>	TRUE
		$P_A = P_b \pm 0.0630"$	<u>0.000 "</u>	TRUE

Pitot Tube Acceptable ?..... **TRUE**

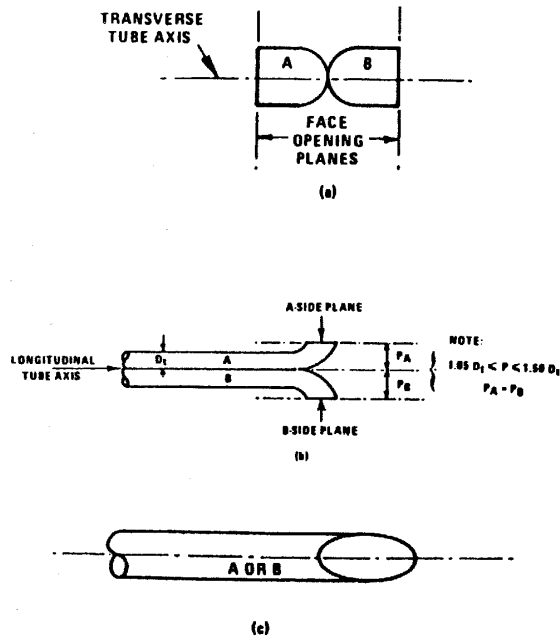


Figure 2-2. Properly constructed Type S pitot tube, shown in: (a) end view, face opening planes perpendicular to transverse axis; (b) top view, face opening planes parallel to longitudinal axis; (c) side view, both legs of equal length and centerlines coincident, when viewed from both sides. Baseline coefficient values of 0.84 may be assigned to pitot tubes constructed this way.

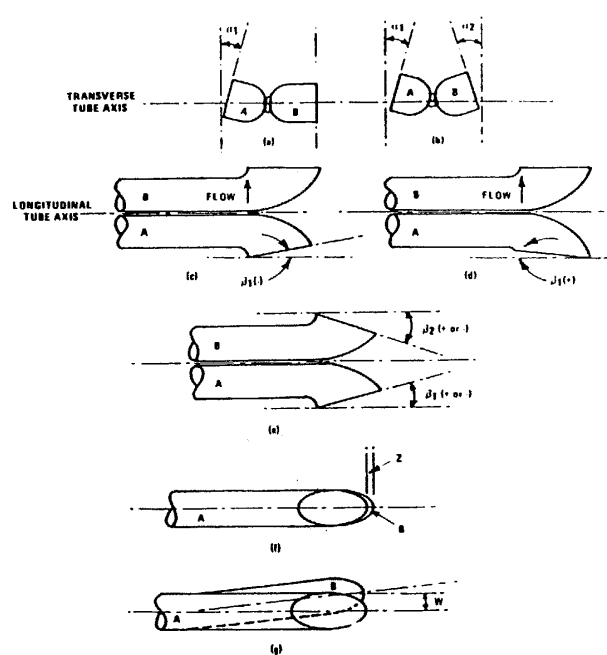


Figure 2-3. Types of face-opening misalignment that can result from field use or improper construction of Type S pitot tubes. These will not affect the baseline value of  $C_p(s)$  so long as  $\alpha_1$  and  $\alpha_2 \leq 10^\circ$ ,  $\beta_1$  and  $\beta_2 \leq 5^\circ$ ,  $z \leq 0.32 \text{ cm}$  (1/8 in.) and  $w \leq 0.08 \text{ cm}$  (1/32 in.) (citation 11 in Section 6).



<b>UNIT UNDER TEST:</b>	Thermocouple Calibrator	<b>TEST RESULT:</b>	PASS
<b>SERIAL NUMBER:</b>	10187006	<b>CAL DATE:</b>	15 March 2019
<b>ASSET NUMBER:</b>	22668	<b>CAL DUE:</b>	15 March 2020
<b>MFR. / MODEL:</b>	Transcat 5086T	<b>DATA TYPE:</b>	FOUND-LEFT
<b>PROCEDURE NAME:</b>	Transcat 4669T/5086T: (1 year) CAL VER /5520 Rev3	<b>TEMPERATURE:</b>	23.00 C +/- 1.1 C
<b>PROCEDURE REV.:</b>	3 - 02/21/2018	<b>HUMIDITY:</b>	39 % +/- 5%
<b>CALIBRATED BY:</b>	Grant Shropshire		
<b>CUSTOMER:</b>	McHale & Associates 4700 Coster Rd. Knoxville, TN 37912	<b>CAL RANGE:</b>	N/A
		<b>CAL UNITS:</b>	N/A

McHale Performance certifies that the above listed instrument meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure unless otherwise noted. It has been calibrated using measurement standards traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST), or to NIST accepted intrinsic standards of measurement, or derived by the ratio type of self-calibration techniques. This calibration complies with ANSI/NC SL Z540.3-2006 and ISO/IEC 17025:2017.

Measurement uncertainties are calculated in accordance with the ISO "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement."

Reported uncertainties represent expanded uncertainties expressed at approximately the 95% confidence level using a coverage factor of  $k = 2$ . Any Test Uncertainty Ratio (TUR) that is less than four to one will appear under the "TUR" heading on the data record. If the TUR meets or exceeds four to one, the field is left blank.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from McHale Performance.

**REMARKS:** Limited Calibration: Type K Read/Source only.



Calibrated By:



Approved By:

#### Standards Used

Asset #	Description	Serial #	Cal Date	Due Date
14001	Fluke 5520A Multi-Function Calibrator	8635015	10/23/2018	10/23/2019



## Test Results

<u>Standard Reading</u>	<u>UUT Reading</u>	<u>Test Tol</u>	<u>% Tol Error</u>	<u>PASS/FAIL</u>	<u>Expanded Unc.</u>	<u>TUR</u>
LIMITED TOLERANCE APPLIED SEE DATA BELOW						
K-Type READ - DEGREES C						
-200.0 °C	-199.8 C	0.60 C	33.3	Pass	2.6e-001 C	1.82
0.0 °C	0.1 C	0.20 C	50	Pass	1.4e-001 C	1.25
100.0 °C	100.1 C	0.20 C	50	Pass	1.4e-001 C	1.25
500.0 °C	500.1 C	0.20 C	50	Pass	2.1e-001 C	0.77
1000.0 °C	1000.2 C	0.20 C	100	Pass	2.1e-001 C	0.77
1370.0 °C	1370.2 C	0.30 C	66.7	Pass	3.2e-001 C	0.75
K-Type Source - DEGREES C						
-200 °C	-200 C	0.6 C	78.3	Pass	6.3e-001 C	1.82
0 °C	0 C	0.2 C	70	Pass	5.9e-001 C	1.25
100 °C	100 C	0.2 C	60	Pass	5.9e-001 C	1.25
500 °C	500 C	0.2 C	35	Pass	6.1e-001 C	0.77
1000 °C	1000 C	0.2 C	85	Pass	6.1e-001 C	0.77
1370 °C	1370 C	0.3 C	80	Pass	6.6e-001 C	0.75

\*\*\*\*\* End of Report \*\*\*\*\*



**UNIT UNDER TEST:** Pocket Wind/Baro/Humidity Meter  
**SERIAL NUMBER:**  
**ASSET NUMBER:** 10416  
**MFR. / MODEL:** Kestrel 3500  
**PROCEDURE NAME:** Kestrel 1000-3500: Cal Ver  
**PROCEDURE REV.:** 1 - 3/14/2019  
**CALIBRATED BY:** Grant Shropshire  
**CUSTOMER:** McHale & Associates  
4700 Coster Rd.  
Knoxville, TN 37912

**TEST RESULT:** PASS  
**CAL DATE:** 14 March 2019  
**CAL DUE:**  
**DATA TYPE:** FOUND-LEFT  
**TEMPERATURE:** 22.00 °C +/- 1.1°C  
**HUMIDITY:** 32 % +/- 5%  
  
**CAL RANGE:** N/A  
**CAL UNITS:** N/A

McHale Performance certifies that the above listed instrument meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure unless otherwise noted. It has been calibrated using measurement standards traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST), or to NIST accepted intrinsic standards of measurement, or derived by the ratio type of self-calibration techniques. This calibration complies with ANSI/NCSL Z540.3-2006 and ISO/IEC 17025:2017.

Measurement uncertainties are calculated in accordance with the ISO "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement."

Reported uncertainties represent expanded uncertainties expressed at approximately the 95% confidence level using a coverage factor of  $k = 2$ . Any Test Uncertainty Ratio (TUR) that is less than four to one will appear under the "TUR" heading on the data record. If the TUR meets or exceeds four to one, the field is left blank.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from McHale Performance.

**REMARKS:** Instrument operating within tolerance.



Calibrated By:



Approved By:

#### Standards Used

Asset #	Description	Serial #	Cal Date	Due Date
10261	Hart Scientific 1529 Thermometer Chub-E4	23202	2/5/2019	2/5/2020
14025	DH Instruments PPC4 Pressure Controller/Calibrator	217	7/14/2018	7/14/2019
14052	DH Instruments RPM4 Pressure Controller/Calibrator	1067	7/17/2018	7/17/2019
14062	Hart Scientific 5699 Standard Platinum Resistance Thermometer	1152	11/6/2018	11/6/2019
23433	Vaisala HMP233 Humidity/Temp Transmitter	x4220114	10/2/2018	10/31/2019



## Test Results

<u>Standard Reading</u>	<u>UUT Reading</u>	<u>Test Tol</u>	<u>% Tol Error</u>	<u>PASS/FAIL</u>	<u>Expanded Unc.</u>	<u>TUR</u>
PRESSURE VERIFICATION						
25.000 inHg	25.02inHg	0.044inHg	45.5	Pass	6.3e-003inHg	
28.000 inHg	28.02inHg	0.044inHg	45.5	Pass	6.3e-003inHg	
30.500 inHg	30.52inHg	0.044inHg	45.5	Pass	6.3e-003inHg	
Temperature VERIFICATION						
72.60 °F	73.3°F	0.90°F	77.8	Pass	6.3e-002°F	
Humidity VERIFICATION						
38.8 percent	42percent	3.00percent	96.7	Pass	5.8e-002percent	3.00

\*\*\*\*\* End of Report \*\*\*\*\*



## **APÉNDICE D.**

### **Datos del Proceso**



G	Point Name	Description	Units
1 On	(A) 1AT1FG002A-NC.UNIT0@NET	STACK NOx NON CORR	ppm
2 On	(A) 1AT1FG002B-NC.UNIT0@NET	STACK SO2 NON CORR	ppm
3 On	(A) 1AT1FG002D-NC.UNIT0@NET	STACK CO NON CORR	ppm
4 On	(A) 1ATFG002C.UNIT0@NET0	STACK CO2	%
5 On	(A) 1FTFG003.UNIT0@NET0	STACK FG FLO	Nm3/mn
6 On	(A) 1JITG400.UNIT0@NET0	ACTIVE POWER 1	MW

Date Time	NOx	SO2	CO	CO2	Flow	Power Output
	1AT1FG002A-NC.UNIT0@NET	1AT1FG002B-NC.UNIT0@NET	1AT1FG002D-NC.UNIT0@NET	1ATFG002C.UNIT0@NET0	1FTFG003.UNIT0@NET0	1JITG400.UNIT0@NET0
<b>Run 1</b>						
03/24/19 10:37 AM	33.40	285.50	16.10	7.27	7586.50	81.4
03/24/19 10:38 AM	54.70	285.50	15.00	7.14	7671.20	81.2
03/24/19 10:39 AM	26.40	285.50	19.10	7.16	7672.30	80.6
03/24/19 10:40 AM	48.00	285.50	18.10	7.16	7820.00	80.9
03/24/19 10:41 AM	51.80	285.50	20.60	7.14	7610.50	80.4
03/24/19 10:42 AM	81.90	285.50	14.10	7.09	7688.40	79.6
03/24/19 10:43 AM	91.00	285.50	15.10	7.07	7616.30	80.6
03/24/19 10:44 AM	117.10	285.50	15.00	7.06	7751.30	80.2
03/24/19 10:45 AM	135.70	285.50	16.20	7.03	7551.00	80.3
03/24/19 10:46 AM	156.00	285.50	16.90	7.08	7650.60	80.0
03/24/19 10:47 AM	157.90	285.50	15.80	7.10	7513.30	80.6
03/24/19 10:48 AM	177.10	285.50	18.00	7.13	7650.60	79.9
03/24/19 10:49 AM	151.80	285.50	17.40	7.08	7642.60	79.7
03/24/19 10:50 AM	149.20	285.50	19.10	7.06	7736.40	78.7
<b>AVERAGES</b>	<b>102.29</b>	<b>285.50</b>	<b>16.89</b>	<b>7.11</b>	<b>7654.36</b>	<b>80.28</b>
<b>Run 2</b>						
03/24/19 10:52 AM	169.60	285.50	18.10	7.00	7531.60	78.9
03/24/19 10:53 AM	143.00	285.50	18.00	6.91	7414.90	79.9
03/24/19 10:54 AM	172.90	285.50	21.00	7.00	5986.60	79.7
03/24/19 10:55 AM	138.30	285.50	13.30	6.55	6159.40	79.9
03/24/19 10:56 AM	142.90	285.50	13.40	6.04	6371.20	80.0
03/24/19 10:57 AM	156.40	285.50	14.10	7.18	6489.00	80.0
03/24/19 10:58 AM	148.70	59.30	13.40	7.39	6474.20	79.5
03/24/19 10:59 AM	126.50	52.50	16.60	7.30	6518.80	79.9
03/24/19 11:00 AM	113.20	51.20	13.90	7.28	6610.30	80.3
<b>AVERAGES</b>	<b>145.72</b>	<b>194.22</b>	<b>15.76</b>	<b>6.96</b>	<b>6617.33</b>	<b>79.77</b>
<b>Run 3</b>						
03/24/19 11:01 AM	131.70	50.10	14.60	7.28	6717.90	79.6
03/24/19 11:02 AM	113.00	49.60	16.00	7.35	6785.40	80.9
03/24/19 11:03 AM	108.40	49.40	6.40	7.30	6842.70	80.6
03/24/19 11:04 AM	108.00	48.90	15.80	7.19	6831.20	80.9
03/24/19 11:05 AM	94.10	47.70	20.50	7.21	6752.20	81.1
03/24/19 11:06 AM	95.50	47.50	15.90	7.27	6760.30	80.7
<b>AVERAGES</b>	<b>108.45</b>	<b>48.87</b>	<b>14.87</b>	<b>7.27</b>	<b>6781.62</b>	<b>80.63</b>
<b>Run 4</b>						
03/24/19 11:58 AM	110.40	45.10	3.00	7.35	7000.60	80.0
03/24/19 11:59 AM	105.20	44.90	7.90	7.27	7091.00	79.7
03/24/19 12:00 PM	107.10	44.60	9.90	7.25	7068.10	79.8
03/24/19 12:01 PM	118.90	44.10	8.10	7.24	7129.90	79.1
03/24/19 12:02 PM	120.50	44.50	10.10	7.20	7023.50	79.3
03/24/19 12:03 PM	107.30	44.90	9.70	7.23	6974.30	79.5
03/24/19 12:04 PM	109.50	44.90	8.40	7.15	7018.90	78.8
03/24/19 12:05 PM	99.40	44.40	6.90	7.20	7036.10	79.0
<b>AVERAGES</b>	<b>109.79</b>	<b>44.68</b>	<b>8.00</b>	<b>7.24</b>	<b>7042.80</b>	<b>79.40</b>
<b>Run 5</b>						
03/24/19 12:06 PM	105.00	44.60	9.50	7.23	7085.30	79.0
03/24/19 12:07 PM	137.70	45.00	7.60	7.23	7094.40	78.8
03/24/19 12:08 PM	106.00	45.00	8.00	7.15	7097.90	78.4
03/24/19 12:09 PM	114.10	44.40	9.20	7.13	7148.20	78.9
03/24/19 12:10 PM	109.50	44.30	9.00	7.09	7097.90	78.7
03/24/19 12:11 PM	92.50	44.50	11.00	7.11	7038.30	79.2
03/24/19 12:12 PM	118.00	44.40	8.70	7.21	7109.30	79.0
03/24/19 12:13 PM	114.20	44.90	7.40	7.17	7042.90	79.0
<b>AVERAGES</b>	<b>112.13</b>	<b>44.64</b>	<b>8.80</b>	<b>7.17</b>	<b>7089.28</b>	<b>78.86</b>
<b>Run 6</b>						
03/24/19 12:14 PM	118.60	44.70	9.10	7.22	7015.50	78.9
03/24/19 12:15 PM	94.00	43.60	7.60	7.17	7029.20	78.7
03/24/19 12:16 PM	124.20	44.50	9.20	7.27	6992.60	78.9
03/24/19 12:17 PM	108.00	44.90	9.50	7.24	7021.20	78.8
03/24/19 12:18 PM	114.80	44.10	8.00	7.23	6994.90	79.2
03/24/19 12:19 PM	110.30	44.50	8.50	7.30	7089.80	79.6
03/24/19 12:20 PM	105.50	44.60	6.40	7.37	6950.20	79.7
<b>AVERAGES</b>	<b>110.77</b>	<b>44.41</b>	<b>8.33</b>	<b>7.26</b>	<b>7013.34</b>	<b>79.12</b>
<b>Run 7</b>						
03/24/19 12:35 PM	104.00	44.80	3.90	7.24	7057.80	79.3
03/24/19 12:36 PM	136.40	44.70	11.00	7.11	7055.50	78.9
03/24/19 12:37 PM	134.50	44.30	6.20	7.15	7017.70	79.0
03/24/19 12:38 PM	133.40	43.90	12.80	7.12	7071.50	78.7
03/24/19 12:39 PM	107.00	44.30	7.50	7.25	7060.10	78.7
03/24/19 12:40 PM	115.40	44.20	4.20	7.25	7044.10	79.3
03/24/19 12:41 PM	122.80	44.10	6.10	7.26	7058.90	79.1
03/24/19 12:42 PM	118.40	44.20	12.20	7.22	7032.60	78.8
03/24/19 12:43 PM	153.10	44.10	6.60	7.22	6962.80	79.3
<b>AVERAGES</b>	<b>125.00</b>	<b>44.29</b>	<b>7.83</b>	<b>7.20</b>	<b>7040.11</b>	<b>79.01</b>
<b>Run 8</b>						
03/24/19 12:45 PM	110.50	44.60	4.40	7.23	7165.40	78.8
03/24/19 12:46 PM	120.90	43.90	7.30	7.23	7216.90	78.9
03/24/19 12:47 PM	123.10	44.80	3.70	7.33	7148.20	79.3
03/24/19 12:48 PM	132.90	44.70	7.70	7.29	7124.20	79.2
03/24/19 12:49 PM	123.20	44.30	4.00	7.15	7264.90	79.0
03/24/19 12:50 PM	122.00	43.40	6.20	7.10	7175.70	79.0
03/24/19 12:51 PM	133.70	43.80	11.30	7.19	7119.60	78.8
03/24/19 12:52 PM	174.00	44.00	7.70	7.10	7039.50	78.8
03/24/19 12:53 PM	149.10	43.80	7.40	6.98	7050.90	78.8
03/24/19 12:54 PM	152.00	43.60	9.10	7.08	7079.50	79.2
<b>AVERAGES</b>	<b>134.14</b>	<b>44.09</b>	<b>6.88</b>	<b>7.17</b>	<b>7138.48</b>	<b>78.99</b>



Run 9	03/24/19 12:56 PM	154.30	44.00	9.40	7.16	7088.70	78.9
	03/24/19 12:57 PM	125.90	44.50	2.70	7.17	7125.30	79.9
	03/24/19 12:58 PM	132.10	43.80	8.30	7.22	7058.90	79.1
	03/24/19 12:59 PM	125.30	44.50	7.80	7.20	7092.10	79.2
	03/24/19 01:00 PM	129.70	44.30	8.50	7.25	7006.30	79.6
	03/24/19 01:01 PM	127.30	44.60	6.00	7.26	7000.60	79.6
	03/24/19 01:02 PM	158.00	44.40	7.80	7.19	6951.40	79.6
	03/24/19 01:03 PM	156.30	44.60	5.50	7.28	6958.20	79.6
	AVERAGES	138.61	44.34	7.00	7.22	7035.19	79.43
Run 10	03/24/19 01:39 PM	103.80	44.50	5.10	7.19	7124.20	78.7
	03/24/19 01:40 PM	132.80	44.20	6.80	7.15	7062.40	79.0
	03/24/19 01:41 PM	145.20	44.10	6.20	7.18	7071.50	79.4
	03/24/19 01:42 PM	127.70	44.50	5.00	7.11	7103.60	79.2
	03/24/19 01:43 PM	149.20	44.40	3.40	7.11	7120.70	79.1
	03/24/19 01:44 PM	158.80	44.30	7.10	7.11	7189.40	79.0
	03/24/19 01:45 PM	168.70	44.30	7.00	7.16	7245.50	78.4
	03/24/19 01:46 PM	142.20	44.30	4.00	7.18	7277.50	78.6
	03/24/19 01:47 PM	148.40	44.10	7.00	7.10	7282.10	78.8
	AVERAGES	141.87	44.30	5.73	7.14	7164.10	78.92
Run 11	03/24/19 01:49 PM	169.90	43.80	7.50	7.11	7123.00	78.3
	03/24/19 01:50 PM	167.00	43.60	13.50	7.16	7061.20	78.9
	03/24/19 01:51 PM	150.50	44.30	7.80	7.10	7055.50	78.8
	03/24/19 01:52 PM	151.50	43.80	10.00	7.09	7024.60	78.5
	03/24/19 01:53 PM	160.90	44.20	3.80	7.11	6947.90	78.7
	03/24/19 01:54 PM	172.00	44.60	6.10	7.15	6909.00	78.7
	03/24/19 01:55 PM	128.50	44.30	6.40	7.18	7004.00	78.6
	03/24/19 01:56 PM	155.40	44.60	6.80	7.21	7064.70	79.4
	03/24/19 01:57 PM	178.50	45.00	6.90	7.30	7189.40	79.4
	AVERAGES	159.36	44.24	7.64	7.16	7042.14	78.79
Run 12	03/24/19 01:59 PM	141.30	45.10	8.90	7.39	7076.10	79.6
	03/24/19 02:00 PM	149.60	45.90	7.80	7.29	7123.00	79.7
	03/24/19 02:01 PM	171.60	44.80	10.00	7.29	7135.60	79.2
	03/24/19 02:02 PM	162.20	44.80	7.20	7.22	7167.70	79.4
	03/24/19 02:03 PM	143.90	44.70	7.70	7.22	7195.10	79.8
	03/24/19 02:04 PM	142.60	44.90	9.00	7.17	7204.30	79.1
	03/24/19 02:05 PM	172.80	44.50	10.40	7.15	7157.40	79.3
	03/24/19 02:06 PM	164.50	44.60	10.50	7.12	7196.30	79.2
	03/24/19 02:07 PM	175.30	44.10	8.20	7.06	7134.50	78.9
	AVERAGES	158.20	44.82	8.86	7.21	7154.44	79.35



G	Point Name	Description	Units
1 On	(A) 1AT1FG002A-NC.UNIT0@NET0	STACK NOx NON CORR	ppm
2 On	(A) 1AT1FG002B-NC.UNIT0@NET0	STACK SO2 NON CORR	ppm
3 On	(A) 1AT1FG002D-NC.UNIT0@NET0	STACK CO NON CORR	ppm
4 On	(A) 1ATFG002C.UNIT0@NET0	STACK CO2	%
5 On	(A) 1FTFG003.UNIT0@NET0	STACK FG FLO	Nm3/mn
6 On	(A) 1JITG400.UNIT0@NET0	ACTIVE POWER 1	MW

Date Time	NOx	SO2	CO	CO2	Flow	Power Output
	1AT1FG002A-NC.UNIT0@NET0	1AT1FG002B-NC.UNIT0@NET0	1AT1FG002D-NC.UNIT0@NET0	1ATFG002C.UNIT0@NET0	1FTFG003.UNIT0@NET0 (A)	1JITG400.UNIT0@NET0
<b>Run 1</b>						
03/24/19 06:02 PM	225.80	58.20	1.90	8.26	8693.20	118.4
03/24/19 06:03 PM	225.40	58.70	-0.30	8.27	8740.10	118.2
03/24/19 06:04 PM	259.90	59.00	-0.30	8.19	8545.50	118.5
03/24/19 06:05 PM	251.00	59.70	2.30	8.27	8632.50	118.5
03/24/19 06:06 PM	235.50	58.40	-0.30	8.12	8669.10	118.5
03/24/19 06:07 PM	244.20	57.00	0.50	8.15	8558.10	117.7
03/24/19 06:08 PM	237.30	57.90	-0.30	8.32	8650.80	117.2
03/24/19 06:09 PM	244.80	58.30	1.40	8.22	8606.20	117.8
03/24/19 06:10 PM	232.00	58.20	-0.30	8.34	8639.40	118.6
03/24/19 06:11 PM	206.80	59.40	-0.30	8.29	8812.20	118.3
<b>AVERAGES</b>	<b>236.27</b>	<b>58.48</b>	<b>0.43</b>	<b>8.24</b>	<b>8654.71</b>	<b>118.18</b>
<b>Run 2</b>						
03/24/19 06:12 PM	198.10	59.70	-0.30	8.33	8705.70	119.5
03/24/19 06:13 PM	238.60	59.90	-0.30	8.38	8697.70	119.4
03/24/19 06:14 PM	238.80	59.00	-0.30	8.22	8733.20	120.2
03/24/19 06:15 PM	196.10	60.70	-0.30	8.35	8732.10	120.5
03/24/19 06:16 PM	226.20	60.00	-0.30	8.26	8627.90	120.5
03/24/19 06:17 PM	224.70	58.70	0.00	8.25	8700.00	120.4
03/24/19 06:18 PM	207.90	59.70	0.80	8.34	8755.00	120.3
03/24/19 06:19 PM	219.20	60.00	-0.30	8.30	8692.00	120.6
03/24/19 06:20 PM	241.40	59.60	1.60	8.35	8706.90	119.8
<b>AVERAGES</b>	<b>221.22</b>	<b>59.70</b>	<b>0.07</b>	<b>8.31</b>	<b>8705.61</b>	<b>120.13</b>
<b>Run 3</b>						
03/24/19 06:21 PM	240.90	60.20	1.90	8.31	8663.40	120.2
03/24/19 06:22 PM	212.80	60.40	1.20	8.23	8576.40	119.7
03/24/19 06:23 PM	219.10	59.60	6.70	8.33	8638.20	120.3
03/24/19 06:24 PM	232.90	59.90	-0.30	8.39	8709.20	120.2
03/24/19 06:25 PM	238.80	59.30	1.80	8.25	8890.00	120.1
03/24/19 06:26 PM	219.80	59.10	0.40	8.35	8764.10	120.2
03/24/19 06:27 PM	189.40	60.50	-0.30	8.28	8682.90	119.7
03/24/19 06:28 PM	243.00	61.40	1.10	8.30	8769.80	120.0
03/24/19 06:29 PM	261.40	59.60	-0.30	8.23	8697.70	119.9
<b>AVERAGES</b>	<b>228.68</b>	<b>60.00</b>	<b>1.36</b>	<b>8.30</b>	<b>8710.19</b>	<b>120.03</b>
<b>Run 4</b>						
03/24/19 06:38 PM	230.00	58.40	-0.30	8.12	8807.60	119.6
03/24/19 06:39 PM	249.00	58.80	-0.30	8.19	8666.80	119.2
03/24/19 06:40 PM	220.00	59.20	0.00	8.31	8670.30	118.8
03/24/19 06:41 PM	221.20	60.00	-0.30	8.24	8682.90	119.0
03/24/19 06:42 PM	218.20	58.40	-0.30	8.16	8653.10	118.6
03/24/19 06:43 PM	236.30	58.30	-0.30	8.23	8634.80	118.7
03/24/19 06:44 PM	237.40	60.00	-0.30	8.22	8625.60	118.4
03/24/19 06:45 PM	231.40	59.90	0.10	8.11	8645.10	117.9
03/24/19 06:46 PM	223.20	59.10	1.70	8.07	8638.20	118.7
03/24/19 06:47 PM	241.30	58.70	-0.30	8.22	8607.30	119.2
<b>AVERAGES</b>	<b>230.80</b>	<b>59.08</b>	<b>-0.03</b>	<b>8.19</b>	<b>8663.17</b>	<b>118.81</b>
<b>Run 5</b>						
03/24/19 06:48 PM	238.70	59.80	-0.30	8.45	8592.50	118.8
03/24/19 06:49 PM	244.80	61.90	-0.30	8.37	8681.70	119.7
03/24/19 06:50 PM	239.10	60.10	-0.30	8.36	8732.10	119.4
03/24/19 06:51 PM	218.80	60.20	0.20	8.23	8859.10	119.9
03/24/19 06:52 PM	237.20	59.30	-0.30	8.32	8781.30	118.6
03/24/19 06:53 PM	240.10	60.30	-0.30	8.40	8733.20	119.2
03/24/19 06:54 PM	245.40	61.50	-0.30	8.23	8797.30	119.3
03/24/19 06:55 PM	204.70	60.50	-0.30	8.19	8664.50	120.6
03/24/19 06:56 PM	212.80	60.80	-0.30	8.29	8557.00	120.4
03/24/19 06:57 PM	248.30	60.20	-0.30	8.22	8652.00	120.4
03/24/19 06:58 PM	241.30	59.90	-0.30	8.28	8640.50	120.1
<b>AVERAGES</b>	<b>233.75</b>	<b>60.41</b>	<b>-0.25</b>	<b>8.30</b>	<b>8699.20</b>	<b>119.68</b>
<b>Run 6</b>						
03/24/19 06:59 PM	229.10	59.50	0.80	8.35	8729.80	119.9
03/24/19 07:00 PM	213.60	60.30	-0.30	8.22	8614.20	119.5
03/24/19 07:01 PM	261.40	58.80	0.50	8.20	8664.50	119.5
03/24/19 07:02 PM	242.50	59.60	-0.30	8.29	8665.70	118.6
03/24/19 07:03 PM	251.40	60.40	1.00	8.33	8657.70	118.6
03/24/19 07:04 PM	227.60	60.60	0.30	8.23	8630.20	118.8
03/24/19 07:05 PM	229.40	59.40	-0.30	8.19	8645.10	119.1
03/24/19 07:06 PM	245.20	58.90	-0.30	8.18	8625.60	119.4
<b>AVERAGES</b>	<b>237.53</b>	<b>59.69</b>	<b>0.18</b>	<b>8.25</b>	<b>8654.10</b>	<b>119.18</b>
<b>Run 7</b>						
03/24/19 07:13 PM	239.70	60.20	-0.30	8.27	8782.40	120.1
03/24/19 07:14 PM	251.20	60.00	-0.30	8.42	8758.40	119.9
03/24/19 07:15 PM	250.10	60.60	-0.30	8.22	8743.50	119.7
03/24/19 07:16 PM	261.40	60.50	-0.30	8.29	8795.00	120.3
03/24/19 07:17 PM	235.00	60.90	-0.20	8.21	8772.10	119.8
03/24/19 07:18 PM	243.60	59.90	-0.30	8.21	8741.20	119.6
03/24/19 07:19 PM	237.80	60.70	-0.30	8.36	8813.30	119.7
03/24/19 07:20 PM	258.70	59.90	-0.30	8.23	8890.00	120.0
03/24/19 07:21 PM	251.40	58.50	-0.30	8.15	8793.90	119.9
03/24/19 07:22 PM	236.80	59.30	-0.30	8.29	8665.70	120.1
03/24/19 07:23 PM	231.60	60.30	-0.30	8.45	8561.60	119.5
03/24/19 07:24 PM	254.60	60.90	1.10	8.35	8638.20	119.7
<b>AVERAGES</b>	<b>245.99</b>	<b>60.14</b>	<b>-0.18</b>	<b>8.29</b>	<b>8746.28</b>	<b>119.84</b>



Run 8	03/24/19 07:25 PM	261.40	60.00	-0.30	8.27	8676.00	120.1
	03/24/19 07:26 PM	212.00	58.40	-0.30	8.18	8902.60	120.1
	03/24/19 07:27 PM	235.60	58.10	-0.30	8.36	8819.00	120.0
	03/24/19 07:28 PM	261.40	60.20	-0.30	8.32	8669.10	119.9
	03/24/19 07:29 PM	260.70	61.10	-0.30	8.40	8716.00	120.1
	03/24/19 07:30 PM	247.70	61.00	-0.30	8.30	8672.60	119.4
	03/24/19 07:31 PM	261.40	60.30	-0.30	8.27	8702.30	119.4
	03/24/19 07:32 PM	253.00	59.50	-0.30	8.22	8812.20	119.3
	03/24/19 07:33 PM	261.40	58.70	-0.30	8.24	8764.10	119.7
	03/24/19 07:34 PM	261.40	59.30	-0.30	8.28	8559.30	118.6
	AVERAGES	251.60	59.66	-0.30	8.28	8729.32	119.65
Run 9	03/24/19 07:36 PM	241.40	59.20	-0.30	8.15	8664.50	118.9
	03/24/19 07:37 PM	233.40	58.20	-0.30	8.20	8797.30	118.5
	03/24/19 07:38 PM	247.10	59.60	-0.30	8.26	8701.20	119.4
	03/24/19 07:39 PM	216.90	59.40	-0.30	8.26	8662.30	119.1
	03/24/19 07:40 PM	214.60	59.90	-0.30	8.24	8645.10	119.3
	03/24/19 07:41 PM	242.90	59.20	0.20	8.19	8600.50	118.8
	03/24/19 07:42 PM	261.40	58.30	-0.30	8.30	8656.50	119.8
	03/24/19 07:43 PM	238.70	60.70	-0.30	8.35	8741.20	119.8
	AVERAGES	237.05	59.31	-0.24	8.24	8683.58	119.21
Run 10	03/24/19 07:49 PM	207.10	61.60	-0.30	8.38	8622.20	119.9
	03/24/19 07:50 PM	219.70	59.90	0.10	8.11	8653.10	119.7
	03/24/19 07:51 PM	249.10	59.10	-0.30	8.17	8630.20	120.1
	03/24/19 07:52 PM	248.70	58.20	-0.10	8.22	8702.30	120.0
	03/24/19 07:53 PM	206.30	59.80	-0.30	8.39	8726.30	120.2
	03/24/19 07:54 PM	200.20	61.20	3.10	8.36	8661.10	120.6
	03/24/19 07:55 PM	234.10	60.50	-0.30	8.37	8624.50	121.1
	03/24/19 07:56 PM	245.20	60.40	-0.30	8.32	8658.80	120.6
	03/24/19 07:57 PM	218.70	60.10	-0.30	8.39	8749.20	119.9
	03/24/19 07:58 PM	221.10	59.50	-0.30	8.37	8761.80	120.4
	03/24/19 07:59 PM	244.30	59.30	-0.30	8.34	8717.20	120.3
	AVERAGES	226.77	59.96	0.06	8.31	8682.43	120.26
Run 11	03/24/19 08:00 PM	261.40	60.60	-0.30	8.35	8625.60	120.5
	03/24/19 08:01 PM	220.40	60.20	-0.30	8.37	8721.80	120.1
	03/24/19 08:02 PM	221.80	60.80	-0.30	8.34	8924.30	120.2
	03/24/19 08:03 PM	250.90	58.80	-0.30	8.30	8819.00	120.4
	03/24/19 08:04 PM	228.10	59.20	-0.30	8.38	8830.50	120.8
	03/24/19 08:05 PM	248.60	60.10	-0.30	8.26	8727.50	121.2
	03/24/19 08:06 PM	261.40	59.30	-0.30	8.29	8769.80	121.1
	03/24/19 08:07 PM	229.80	58.90	-0.30	8.33	8687.40	121.3
	03/24/19 08:08 PM	251.00	58.50	-0.30	8.20	8789.30	121.0
	03/24/19 08:09 PM	261.40	58.10	-0.30	8.39	8827.10	121.5
	03/24/19 08:10 PM	207.20	59.70	-0.30	8.41	8867.10	122.1
	AVERAGES	240.18	59.47	-0.30	8.33	8780.85	120.93
Run 12	03/24/19 08:11 PM	215.30	59.80	-0.30	8.32	8796.20	120.8
	03/24/19 08:12 PM	234.10	59.40	-0.30	8.37	8695.50	121.6
	03/24/19 08:13 PM	233.60	60.10	-0.30	8.37	8755.00	122.3
	03/24/19 08:14 PM	246.80	58.40	-0.30	8.31	8662.30	122.0
	03/24/19 08:15 PM	213.40	59.60	0.40	8.37	8662.30	122.5
	03/24/19 08:16 PM	228.10	59.00	-0.30	8.38	8649.70	122.4
	03/24/19 08:17 PM	246.40	59.40	-0.30	8.44	8624.50	122.3
	03/24/19 08:18 PM	224.30	59.30	-0.30	8.32	8639.40	123.0
	03/24/19 08:19 PM	213.00	59.40	-0.30	8.45	8749.20	122.8
	AVERAGES	228.33	59.38	-0.22	8.37	8692.68	122.18



G	Point Name	Description	Units					
1 On	(A) 1AT1FG002A-NC.UNIT0@NET0	STACK NOx NON CORR	ppm					
2 On	(A) 1AT1FG002B-NC.UNIT0@NET0	STACK SO2 NON CORR	ppm					
3 On	(A) 1AT1FG002D-NC.UNIT0@NET0	STACK CO NON CORR	ppm					
4 On	(A) 1ATFG002C.UNIT0@NET0	STACK CO2	%					
5 On	(A) 1FTFG003.UNIT0@NET0	STACK FG FLO	Nm3/mn					
		NOx	SO2	CO	CO2	FLOW	MW	
Date Time		1AT1FG002A-NC.UNIT0@NET0	1AT1FG002B-NC.UNIT0@NET0	1AT1FG002D-NC.UNIT0@NET0	1ATFG002C.UNIT0@NET0	1FTFG003.UNIT0@NET0	(A) 1JITG400.UNIT0@NET0	
Run 1								
	03/28/19 01:30 PM	122.90	31.90	10.70	8.71	9845.60	150.7	
	03/28/19 01:31 PM	116.30	32.40	14.00	8.67	9828.40	150.8	
	03/28/19 01:32 PM	117.00	32.30	13.80	8.60	9819.30	150.9	
	03/28/19 01:33 PM	125.90	32.10	13.50	8.53	9827.30	151.6	
	03/28/19 01:34 PM	124.30	31.00	13.70	8.62	9759.80	151.3	
	03/28/19 01:35 PM	120.90	31.60	13.40	8.62	9852.40	150.8	
	03/28/19 01:36 PM	121.20	31.10	13.30	8.51	9910.80	148.7	
	03/28/19 01:37 PM	125.40	30.90	15.00	8.55	9863.90	148.3	
	03/28/19 01:38 PM	123.20	30.70	12.50	8.54	9874.20	147.9	
	03/28/19 01:39 PM	127.60	31.60	10.70	8.53	9837.60	147.8	
	03/28/19 01:40 PM	125.30	31.60	10.80	8.56	9789.50	147.4	
	03/28/19 01:41 PM	125.60	31.30	9.50	8.47	9804.40	148.5	
	03/28/19 01:42 PM	125.80	31.30	10.20	8.53	9794.10	148.9	
	03/28/19 01:43 PM	125.50	31.70	14.50	8.60	9845.60	148.6	
	03/28/19 01:44 PM	118.50	32.70	11.90	8.70	9890.20	148.7	
	03/28/19 01:45 PM	119.30	31.90	12.50	8.66	9829.60	149.9	
	03/28/19 01:46 PM	120.60	31.70	12.50	8.64	9887.90	151.4	
	03/28/19 01:47 PM	118.90	32.20	10.00	8.60	9859.30	152.0	
	03/28/19 01:48 PM	121.60	31.30	10.20	8.60	9722.00	153.0	
	03/28/19 01:49 PM	113.90	32.20	20.60	8.72	9805.50	152.6	
	03/28/19 01:50 PM	117.40	31.40	16.30	8.54	9759.80	152.0	
	03/28/19 01:51 PM	115.60	30.70	10.90	8.58	9876.50	150.8	
	AVERAGES:	121.49	31.62	12.75	8.59	9831.08	150.11	
Run 2								
	03/28/19 01:52 PM	108.30	31.40	8.80	8.63	9805.50	149.1	
	03/28/19 01:53 PM	114.70	31.10	12.70	8.53	9781.50	148.5	
	03/28/19 01:54 PM	123.00	31.10	12.40	8.45	9843.30	148.7	
	03/28/19 01:55 PM	129.60	30.00	11.50	8.45	9802.10	148.4	
	03/28/19 01:56 PM	123.60	31.20	15.50	8.56	9669.30	148.4	
	03/28/19 01:57 PM	123.60	31.00	15.10	8.54	9791.80	148.0	
	03/28/19 01:58 PM	122.00	30.60	16.00	8.55	9855.90	148.0	
	03/28/19 01:59 PM	119.20	30.30	13.70	8.51	9797.50	147.5	
	03/28/19 02:00 PM	118.70	30.90	10.40	8.42	9897.10	147.0	
	03/28/19 02:01 PM	124.80	30.20	14.70	8.37	9867.30	147.0	
	03/28/19 02:02 PM	125.50	31.60	11.60	8.42	9833.00	147.5	
	03/28/19 02:03 PM	127.00	30.70	14.40	8.38	9877.60	147.4	
	03/28/19 02:04 PM	127.90	30.20	12.60	8.37	9867.30	147.9	
	03/28/19 02:05 PM	131.20	30.10	13.10	8.29	9833.00	149.1	
	03/28/19 02:06 PM	127.20	30.20	12.20	8.39	9805.50	149.2	
	03/28/19 02:07 PM	121.80	30.90	12.40	8.48	9679.60	149.3	
	03/28/19 02:08 PM	117.20	30.90	12.90	8.46	9768.90	149.3	
	03/28/19 02:09 PM	115.60	30.60	13.40	8.47	9796.40	148.4	
	03/28/19 02:10 PM	116.60	29.90	12.00	8.43	9693.40	148.0	
	03/28/19 02:11 PM	108.90	30.60	13.50	8.53	9781.50	146.9	
	03/28/19 02:12 PM	109.00	31.60	10.60	8.55	9699.10	146.9	
	03/28/19 02:13 PM	111.40	32.10	14.90	8.54	9679.60	146.6	
	AVERAGES	120.31	30.78	12.93	8.47	9792.10	148.05	
Run 3								
	03/28/19 02:15 PM	109.30	30.80	14.40	8.56	9759.80	147.1	
	03/28/19 02:16 PM	111.50	31.60	17.00	8.62	9740.30	147.3	
	03/28/19 02:17 PM	109.30	31.60	19.70	8.64	9800.90	147.4	
	03/28/19 02:18 PM	108.20	32.00	20.00	8.70	9706.00	148.8	
	03/28/19 02:19 PM	110.80	31.30	14.30	8.62	9664.80	149.5	
	03/28/19 02:20 PM	113.00	31.50	12.50	8.57	9640.70	149.5	
	03/28/19 02:21 PM	112.90	30.60	13.60	8.57	9525.10	150.5	
	03/28/19 02:22 PM	109.80	31.20	17.30	8.66	9529.70	149.7	
	03/28/19 02:23 PM	109.60	31.50	15.50	8.70	9576.60	150.0	
	03/28/19 02:24 PM	107.70	31.30	15.70	8.70	9622.40	149.0	
	03/28/19 02:25 PM	107.50	31.30	12.20	8.71	9479.40	148.3	
	03/28/19 02:26 PM	106.50	30.60	14.60	8.65	9535.40	148.4	
	03/28/19 02:27 PM	112.40	30.60	18.30	8.70	9559.50	148.3	
	03/28/19 02:28 PM	108.40	31.40	14.00	8.76	9654.50	147.7	
	03/28/19 02:29 PM	106.80	31.80	13.20	8.78	9728.90	147.9	
	03/28/19 02:30 PM	106.80	31.60	13.50	8.78	9609.80	147.5	
	03/28/19 02:31 PM	112.80	30.90	17.00	8.65	9622.40	148.1	
	03/28/19 02:32 PM	114.10	31.30	11.40	8.74	9575.50	148.4	
	03/28/19 02:33 PM	112.30	32.40	14.70	8.77	9699.10	148.4	
	03/28/19 02:34 PM	114.10	31.60	15.00	8.69	9657.90	148.7	
	03/28/19 02:35 PM	116.70	31.80	16.10	8.78	9702.50	149.3	
	03/28/19 02:36 PM	121.30	31.80	11.90	8.62	9651.00	149.7	
	AVERAGES	110.99	31.39	15.09	8.68	9638.28	148.61	
Run 4								
	03/28/19 02:51 PM	118.60	32.40	15.10	8.66	9775.80	151.6	
	03/28/19 02:52 PM	122.40	31.80	15.80	8.72	9760.90	150.8	
	03/28/19 02:53 PM	121.00	31.70	15.70	8.69	9794.10	151.4	
	03/28/19 02:54 PM	115.80	32.30	16.30	8.66	9759.80	151.5	
	03/28/19 02:55 PM	120.60	32.40	14.40	8.65	9702.50	151.5	
	03/28/19 02:56 PM	121.20	32.20	13.60	8.64	9643.00	151.8	
	03/28/19 02:57 PM	114.70	32.70	22.20	8.78	9714.00	150.6	
	03/28/19 02:58 PM	115.60	32.00	57.10	8.76	9615.60	149.9	
	03/28/19 02:59 PM	111.40	32.50	60.30	8.68	9617.80	149.8	
	03/28/19 03:00 PM	117.10	31.40	89.10	8.66	9717.40	150.1	
	03/28/19 03:01 PM	112.80	31.20	133.70	8.82	9806.70	150.3	
	03/28/19 03:02 PM	108.60	32.00	150.90	8.81	9877.60	150.0	
	03/28/19 03:03 PM	110.20	32.20	129.00	8.80	9584.70	150.7	
	03/28/19 03:04 PM	114.50	32.40	115.30	8.76	9818.10	149.8	
	03/28/19 03:05 PM	122.90	32.30	118.00	8.64	9725.40	150.3	
	03/28/19 03:06 PM	120.50	31.70	103.60	8.75	9754.00	151.3	
	03/28/19 03:07 PM	115.60	32.60	86.70	8.75	9722.00	151.9	
	03/28/19 03:08 PM	119.20	32.20	82.20	8.71	9857.00	151.3	
	03/28/19 03:09 PM	113.60	32.20	63.00	8.84	9841.00	150.9	
	03/28/19 03:10 PM	116.20	32.20	57.80	8.67	9730.00	151.3	
	03/28/19 03:11 PM	127.10	31.30	55.40	8.59	9599.50	151.1	
	03/28/19 03:12 PM	132.00	31.20	43.00	8.63	9717.40	151.1	
	AVERAGES	117.80	32.04	66.28	8.71	9733.38	150.88	



Run 5	03/28/19 03:13 PM	128.20	31.90	39.10	8.63	9709.40	150.7
	03/28/19 03:14 PM	127.70	30.50	36.50	8.61	9723.10	150.4
	03/28/19 03:15 PM	118.90	31.70	28.70	8.79	9728.90	150.6
	03/28/19 03:16 PM	114.50	32.00	32.70	8.69	9806.70	150.0
	03/28/19 03:17 PM	117.40	31.20	26.60	8.70	9807.80	150.0
	03/28/19 03:18 PM	114.20	31.80	20.80	8.71	9921.10	149.8
	03/28/19 03:19 PM	119.80	31.40	22.30	8.64	9789.50	150.0
	03/28/19 03:20 PM	118.60	32.00	20.60	8.68	9779.20	150.3
	03/28/19 03:21 PM	119.60	32.20	18.30	8.64	9866.20	150.1
	03/28/19 03:22 PM	126.40	32.10	18.60	8.64	9962.30	150.8
	03/28/19 03:23 PM	119.50	32.40	16.90	8.71	9871.90	150.6
	03/28/19 03:24 PM	125.50	32.30	16.30	8.54	9820.40	150.4
	03/28/19 03:25 PM	136.90	31.20	16.70	8.42	9731.10	150.2
	03/28/19 03:26 PM	132.70	31.30	15.10	8.50	9711.70	150.1
	03/28/19 03:27 PM	129.20	31.10	13.60	8.49	9796.40	150.2
	03/28/19 03:28 PM	121.40	30.60	12.20	8.65	9836.40	150.8
	03/28/19 03:29 PM	112.60	31.40	15.80	8.68	9757.50	151.0
	03/28/19 03:30 PM	112.90	31.50	15.50	8.62	9786.10	150.8
	03/28/19 03:31 PM	112.50	31.80	14.60	8.65	9821.50	150.8
	03/28/19 03:32 PM	114.90	31.70	14.50	8.62	9800.90	150.3
	03/28/19 03:33 PM	112.00	31.20	13.40	8.63	9695.70	150.4
	03/28/19 03:34 PM	110.50	31.30	14.70	8.75	9907.40	150.6
	<b>AVERAGES</b>	<b>120.27</b>	<b>31.57</b>	<b>20.16</b>	<b>8.64</b>	<b>9801.42</b>	<b>150.40</b>
Run 6	03/28/19 03:35 PM	114.20	31.60	10.90	8.59	9944.00	150.5
	03/28/19 03:36 PM	119.60	29.90	12.40	8.60	9851.30	151.3
	03/28/19 03:37 PM	112.70	31.60	13.90	8.72	9725.40	152.3
	03/28/19 03:38 PM	116.50	32.70	12.50	8.71	9811.20	151.9
	03/28/19 03:39 PM	115.50	32.10	13.40	8.72	9870.80	152.1
	03/28/19 03:40 PM	118.70	31.50	13.00	8.64	9860.50	152.5
	03/28/19 03:41 PM	118.80	31.80	16.10	8.70	9890.20	152.4
	03/28/19 03:42 PM	118.20	31.20	12.30	8.64	9924.50	152.4
	03/28/19 03:43 PM	123.60	31.50	13.90	8.63	9871.90	152.8
	03/28/19 03:44 PM	121.60	30.80	14.20	8.69	9908.50	153.0
	03/28/19 03:45 PM	124.90	30.20	13.20	8.64	9926.80	152.5
	03/28/19 03:46 PM	121.80	31.20	12.70	8.73	9947.40	152.4
	03/28/19 03:47 PM	121.40	31.80	12.70	8.73	9792.90	152.5
	03/28/19 03:48 PM	118.70	31.60	13.20	8.80	9930.30	152.4
	03/28/19 03:49 PM	117.70	31.90	14.00	8.65	9796.40	152.5
	03/28/19 03:50 PM	121.50	31.20	15.80	8.68	9760.90	152.2
	03/28/19 03:51 PM	116.80	31.50	18.30	8.72	9661.30	151.9
	03/28/19 03:52 PM	114.50	31.10	14.60	8.71	9691.10	151.7
	03/28/19 03:53 PM	111.70	31.70	15.80	8.79	9771.20	151.8
	03/28/19 03:54 PM	110.40	31.10	11.90	8.74	9845.60	151.0
	03/28/19 03:55 PM	113.80	30.80	12.40	8.68	9939.40	150.4
	03/28/19 03:56 PM	117.00	30.80	12.90	8.63	9926.80	150.5
	<b>AVERAGES</b>	<b>117.71</b>	<b>31.35</b>	<b>13.64</b>	<b>8.69</b>	<b>9847.65</b>	<b>151.96</b>
Run 7	03/28/19 04:13 PM	119.90	30.10	10.90	8.48	9767.80	148.9
	03/28/19 04:14 PM	117.70	31.00	9.50	8.55	9717.40	148.9
	03/28/19 04:15 PM	117.70	31.10	14.40	8.47	9883.30	148.4
	03/28/19 04:16 PM	118.60	30.50	11.80	8.51	9775.80	148.6
	03/28/19 04:17 PM	116.00	31.00	9.50	8.42	9709.40	148.4
	03/28/19 04:18 PM	120.30	30.70	12.60	8.49	9847.90	147.6
	03/28/19 04:19 PM	115.90	31.20	11.40	8.49	9755.20	146.9
	03/28/19 04:20 PM	118.40	30.70	9.60	8.43	9774.60	147.2
	03/28/19 04:21 PM	124.10	30.10	13.60	8.39	9643.00	146.7
	03/28/19 04:22 PM	124.00	29.50	13.80	8.44	9622.40	146.7
	03/28/19 04:23 PM	115.00	30.40	12.00	8.59	9760.90	147.0
	03/28/19 04:24 PM	112.60	31.20	12.00	8.54	9740.30	147.4
	03/28/19 04:25 PM	109.00	30.70	12.10	8.58	9752.90	147.1
	03/28/19 04:26 PM	107.20	31.30	13.90	8.62	9698.00	148.1
	03/28/19 04:27 PM	110.50	31.10	10.30	8.52	9805.50	149.3
	03/28/19 04:28 PM	108.00	31.60	11.40	8.68	9722.00	149.3
	03/28/19 04:29 PM	109.90	32.00	12.50	8.62	9757.50	149.3
	03/28/19 04:30 PM	115.10	31.30	14.40	8.58	9716.30	149.0
	03/28/19 04:31 PM	115.80	31.30	12.10	8.62	9700.20	148.8
	03/28/19 04:32 PM	114.30	31.30	11.60	8.67	9704.80	148.9
	03/28/19 04:33 PM	115.00	31.50	12.80	8.63	9707.10	149.5
	03/28/19 04:34 PM	115.10	31.20	12.30	8.69	9645.30	149.2
	<b>AVERAGES</b>	<b>115.46</b>	<b>30.95</b>	<b>12.02</b>	<b>8.55</b>	<b>9736.71</b>	<b>148.24</b>
Run 8	03/28/19 04:35 PM	113.10	30.90	12.90	8.66	9731.10	149.3
	03/28/19 04:36 PM	113.10	30.80	14.00	8.67	9710.50	149.6
	03/28/19 04:37 PM	115.60	30.60	15.00	8.61	9693.40	149.5
	03/28/19 04:38 PM	113.90	30.90	12.80	8.63	9673.90	150.3
	03/28/19 04:39 PM	115.90	30.60	13.70	8.66	9600.70	149.7
	03/28/19 04:40 PM	116.40	30.90	12.30	8.63	9676.20	149.4
	03/28/19 04:41 PM	109.50	31.40	14.90	8.77	9727.70	150.2
	03/28/19 04:42 PM	114.50	30.80	12.90	8.64	9768.90	150.3
	03/28/19 04:43 PM	116.40	31.30	13.10	8.75	9686.50	151.0
	03/28/19 04:44 PM	114.40	30.60	12.40	8.77	9556.00	151.8
	03/28/19 04:45 PM	113.50	31.60	13.80	8.78	9638.40	151.3
	03/28/19 04:46 PM	110.20	31.50	14.00	8.76	9744.90	150.6
	03/28/19 04:47 PM	111.90	30.60	11.90	8.69	9660.20	150.1
	03/28/19 04:48 PM	113.20	31.20	11.20	8.61	9706.00	150.5
	03/28/19 04:49 PM	120.20	30.20	11.20	8.58	9758.60	150.4
	03/28/19 04:50 PM	117.60	30.50	13.10	8.73	9765.50	150.4
	03/28/19 04:51 PM	114.20	31.80	11.70	8.75	9800.90	150.7
	03/28/19 04:52 PM	113.80	31.40	12.70	8.74	9738.00	150.8
	03/28/19 04:53 PM	118.00	31.90	10.70	8.71	9654.50	150.6
	03/28/19 04:54 PM	121.50	31.50	13.00	8.55	9706.00	150.3
	03/28/19 04:55 PM	125.00	30.70	11.70	8.63	9613.30	149.5
	03/28/19 04:56 PM	116.60	31.10	17.80	8.78	9787.20	149.2
	<b>AVERAGES</b>	<b>115.39</b>	<b>31.04</b>	<b>13.04</b>	<b>8.69</b>	<b>9699.93</b>	<b>150.25</b>



## Run 9

03/28/19 04:58 PM	124.50	31.00	31.80	8.56	9781.50	149.1
03/28/19 04:59 PM	124.50	31.30	57.50	8.62	9645.30	149.5
03/28/19 05:00 PM	125.20	31.30	59.20	8.60	9585.80	149.1
03/28/19 05:01 PM	127.70	30.90	62.40	8.55	9798.70	149.1
03/28/19 05:02 PM	123.10	30.40	78.90	8.61	9815.80	149.0
03/28/19 05:03 PM	115.90	31.50	81.40	8.70	9843.30	149.2
03/28/19 05:04 PM	119.90	32.10	117.80	8.58	9820.40	149.1
03/28/19 05:05 PM	123.60	31.30	128.80	8.64	9731.10	149.8
03/28/19 05:06 PM	125.10	31.40	142.30	8.60	9625.90	149.9
03/28/19 05:07 PM	124.80	30.80	174.70	8.59	9702.50	149.9
03/28/19 05:08 PM	119.10	31.20	180.10	8.69	9750.60	149.6
03/28/19 05:09 PM	122.20	30.80	198.70	8.62	9794.10	149.7
03/28/19 05:10 PM	121.90	31.20	198.70	8.61	9768.90	150.5
03/28/19 05:11 PM	129.50	30.90	198.70	8.56	9792.90	150.3
03/28/19 05:12 PM	124.50	31.80	198.70	8.63	9598.40	150.3
03/28/19 05:13 PM	123.80	31.00	198.70	8.64	9592.70	150.2
03/28/19 05:14 PM	121.30	30.50	172.60	8.63	9604.10	150.2
03/28/19 05:15 PM	119.60	30.30	166.90	8.69	9669.30	150.2
03/28/19 05:16 PM	113.50	31.40	137.20	8.70	9495.40	150.3
03/28/19 05:17 PM	110.90	30.70	129.50	8.71	9678.50	150.3
03/28/19 05:18 PM	112.40	30.70	115.80	8.65	9725.40	149.8
03/28/19 05:19 PM	107.50	31.10	91.40	8.75	9798.70	149.6
<b>AVERAGES</b>	<b>120.93</b>	<b>31.07</b>	<b>132.81</b>	<b>8.63</b>	<b>9709.97</b>	<b>149.76</b>

## Run 10

03/28/19 05:34 PM	108.90	31.40	17.20	8.76	9565.20	149.1
03/28/19 05:35 PM	112.40	30.60	16.30	8.76	9573.20	149.3
03/28/19 05:36 PM	110.40	31.70	17.10	8.80	9543.50	149.7
03/28/19 05:37 PM	112.10	31.10	16.30	8.80	9725.40	149.4
03/28/19 05:38 PM	112.50	30.80	17.00	8.77	9622.40	149.8
03/28/19 05:39 PM	109.60	31.90	19.10	8.94	9584.70	149.9
03/28/19 05:40 PM	116.00	32.50	18.50	8.69	9498.80	149.5
03/28/19 05:41 PM	127.20	31.30	17.20	8.69	9578.90	149.2
03/28/19 05:42 PM	124.40	30.30	11.80	8.73	9569.80	149.3
03/28/19 05:43 PM	119.20	31.00	15.60	8.75	9615.60	148.8
03/28/19 05:44 PM	118.70	32.00	15.30	8.79	9595.00	149.6
03/28/19 05:45 PM	116.00	31.80	13.70	8.77	9538.90	149.2
03/28/19 05:46 PM	111.40	31.50	11.10	8.80	9489.70	149.3
03/28/19 05:47 PM	108.30	32.20	15.70	8.82	9611.00	150.1
03/28/19 05:48 PM	110.20	31.20	13.90	8.78	9631.60	150.2
03/28/19 05:49 PM	109.50	31.20	12.20	8.84	9620.10	150.7
03/28/19 05:50 PM	108.60	31.90	14.30	8.91	9778.10	150.5
03/28/19 05:51 PM	112.00	32.30	16.00	8.88	9573.20	150.5
03/28/19 05:52 PM	118.90	31.80	9.40	8.77	9619.00	150.6
03/28/19 05:53 PM	125.90	32.10	16.10	8.77	9549.20	149.5
03/28/19 05:54 PM	125.60	32.20	13.60	8.73	9474.80	149.2
03/28/19 05:55 PM	131.20	31.30	15.00	8.62	9549.20	149.2
<b>AVERAGES</b>	<b>115.86</b>	<b>31.55</b>	<b>15.11</b>	<b>8.78</b>	<b>9586.70</b>	<b>149.66</b>

## Run 11

03/28/19 05:56 PM	127.90	31.10	12.80	8.71	9592.70	149.0
03/28/19 05:57 PM	120.30	31.40	11.60	8.69	9511.40	148.3
03/28/19 05:58 PM	120.90	31.00	12.20	8.67	9525.10	148.4
03/28/19 05:59 PM	119.50	31.90	13.90	8.79	9581.20	149.0
03/28/19 06:00 PM	111.10	32.60	14.70	8.85	9653.30	148.8
03/28/19 06:01 PM	111.80	32.00	16.50	8.79	9664.80	148.5
03/28/19 06:02 PM	110.80	32.70	15.10	8.85	9643.00	148.3
03/28/19 06:03 PM	117.40	32.60	15.60	8.63	9675.10	148.6
03/28/19 06:04 PM	128.80	32.00	13.70	8.68	9747.20	148.5
03/28/19 06:05 PM	128.40	32.20	12.30	8.73	9493.10	147.9
03/28/19 06:06 PM	127.30	32.80	13.70	8.67	9565.20	147.3
03/28/19 06:07 PM	136.10	32.00	17.60	8.55	9600.70	148.1
03/28/19 06:08 PM	134.90	30.80	15.10	8.63	9662.50	148.0
03/28/19 06:09 PM	125.20	30.80	11.40	8.72	9687.70	147.9
03/28/19 06:10 PM	119.80	31.60	14.70	8.78	9696.80	148.0
03/28/19 06:11 PM	122.00	32.20	12.80	8.62	9653.30	147.8
03/28/19 06:12 PM	122.00	32.30	12.80	8.67	9716.30	148.1
03/28/19 06:13 PM	121.40	31.70	15.70	8.68	9692.20	147.8
03/28/19 06:14 PM	126.00	31.40	13.80	8.55	9731.10	147.5
03/28/19 06:15 PM	123.60	31.30	13.20	8.68	9609.80	147.7
03/28/19 06:16 PM	119.00	32.30	13.20	8.68	9566.30	147.6
03/28/19 06:17 PM	120.90	31.60	12.20	8.59	9535.40	147.8
<b>AVERAGES</b>	<b>122.50</b>	<b>31.83</b>	<b>13.85</b>	<b>8.69</b>	<b>9627.46</b>	<b>148.14</b>

## Run 12

03/28/19 06:18 PM	119.60	32.30	13.20	8.69	9516.00	148.0
03/28/19 06:19 PM	117.30	32.20	11.10	8.67	9500.00	148.0
03/28/19 06:20 PM	116.50	31.60	13.80	8.69	9585.80	148.8
03/28/19 06:21 PM	112.30	31.30	13.30	8.77	9569.80	148.9
03/28/19 06:22 PM	108.60	31.60	9.60	8.77	9489.70	149.0
03/28/19 06:23 PM	107.20	31.90	13.90	8.77	9542.30	149.5
03/28/19 06:24 PM	105.50	32.50	10.00	8.80	9513.70	148.7
03/28/19 06:25 PM	107.70	31.30	11.90	8.73	9612.10	148.3
03/28/19 06:26 PM	113.60	31.00	11.60	8.70	9693.40	148.4
03/28/19 06:27 PM	115.30	31.60	11.50	8.64	9644.20	148.1
03/28/19 06:28 PM	117.40	31.40	11.70	8.67	9756.30	148.0
03/28/19 06:29 PM	117.00	32.50	13.30	8.74	9612.10	147.6
03/28/19 06:30 PM	120.10	32.00	12.30	8.58	9731.10	147.1
03/28/19 06:31 PM	124.00	31.90	13.80	8.57	9536.60	147.1
03/28/19 06:32 PM	132.70	31.40	7.70	8.45	9535.40	147.1
03/28/19 06:33 PM	132.60	31.50	12.10	8.58	9543.50	146.9
03/28/19 06:34 PM	128.10	31.90	14.00	8.54	9495.40	146.8
03/28/19 06:35 PM	119.20	31.60	13.50	8.66	9561.80	146.9
03/28/19 06:36 PM	117.60	31.20	12.80	8.56	9542.30	146.8
03/28/19 06:37 PM	117.20	30.80	12.10	8.63	9633.90	146.6
03/28/19 06:38 PM	113.80	31.50	12.80	8.66	9712.80	146.8
03/28/19 06:39 PM	112.60	31.60	13.10	8.68	9568.60	146.6
<b>AVERAGES</b>	<b>117.09</b>	<b>31.66</b>	<b>12.23</b>	<b>8.66</b>	<b>9586.22</b>	<b>147.73</b>



## APÉNDICE E.

### **Cálculos de Muestra**



### Example Calculations - Effluent Gas Concentration Determination

Project Number:	<u>18018.0</u>	Test Date:	<u>March 28, 2019</u>
Customer:	<u>First Quantum</u>	Facility:	<u>PACO Generating Station</u>
Unit Identification:	<u>Unit 1</u>	Run #:	<u>1</u>
Sample Location:	<u>Outlet</u>		

$$C_{\text{gas}} = (C - C_0) \times \frac{C_{\text{ma}}}{C_{\text{m}} - C_0}$$

Where:

$C_{\text{gas}}$  = Effluent gas concentration (ppm or %vol)

$C$  = Average gas concentration indicated by analyzer (ppm or %vol)

$C_0$  = Average of pre- and post-test system bias checks using low range gas (ppm or % vol)

$C_{\text{m}}$  = Average of pre- and post-test system bias checks using upscale gas (ppm or % vol)

$C_{\text{ma}}$  = Actual concentration of upscale gas (ppm or % vol)

<b>NO<sub>x</sub></b>	$C = \frac{144.760}{185.440} \text{ ppm}$	$C_0 = \frac{0.650}{186.000} \text{ ppm}$
	$C_{\text{m}} = \frac{144.760}{185.440} \text{ ppm}$	$C_{\text{ma}} = \frac{0.650}{186.000} \text{ ppm}$

**$C_{\text{NOx}} = 144.44 \text{ ppm}$**

<b>SO<sub>2</sub></b>	$C = \frac{37.090}{89.590} \text{ ppm}$	$C_0 = \frac{0.110}{91.000} \text{ ppm}$
	$C_{\text{m}} = \frac{37.090}{89.590} \text{ ppm}$	$C_{\text{ma}} = \frac{0.110}{91.000} \text{ ppm}$

**$C_{\text{SO2}} = 37.049 \text{ ppm}$**

<b>CO</b>	$C = \frac{11.290}{184.360} \text{ ppm}$	$C_0 = \frac{0.030}{185.000} \text{ ppm}$
	$C_{\text{m}} = \frac{11.290}{184.360} \text{ ppm}$	$C_{\text{ma}} = \frac{0.030}{185.000} \text{ ppm}$

**$C_{\text{CO}} = 11.401 \text{ ppm}$**

<b>CO<sub>2</sub></b>	$C = \frac{11.120}{17.870} \text{ %vol}$	$C_0 = \frac{0.090}{18.000} \text{ %vol}$
	$C_{\text{m}} = \frac{11.120}{17.870} \text{ %vol}$	$C_{\text{ma}} = \frac{0.090}{18.000} \text{ %vol}$

**$C_{\text{CO2}} = 11.062 \text{ %vol}$**

<b>O<sub>2</sub></b>	$C = \frac{8.780}{20.750} \text{ %vol}$	$C_0 = \frac{0.020}{20.900} \text{ %vol}$
	$C_{\text{m}} = \frac{8.780}{20.750} \text{ %vol}$	$C_{\text{ma}} = \frac{0.020}{20.900} \text{ %vol}$

**$C_{\text{O2}} = 8.804 \text{ %vol}$**

Note: Interim results are not rounded.



<b>Example Calculations - Conversion From Dry to Wet Basis Concentration</b>
--

Project Number:	<u>18018.0</u>	Test Date:	<u>March 28, 2019</u>
Customer:	<u>First Quantum</u>	Facility:	<u>PACO Generating Statio</u>
Unit Identification:	<u>Unit 1</u>	Run #:	<u>1</u>

$$C_{\text{gas wet}} = C_{\text{gas dry}} \times (1 - B_{\text{ws}})$$

C NO <sub>x</sub> dry =	144.442 ppm	B <sub>ws</sub> =	0.053
-------------------------	-------------	-------------------	-------

<b>C NO<sub>x</sub> wet =</b>	136.772
-------------------------------	---------

C SO <sub>2</sub> dry =	37.049 ppm	B <sub>ws</sub> =	0.053
-------------------------	------------	-------------------	-------

<b>C SO<sub>2</sub> wet =</b>	35.082
-------------------------------	--------

C CO dry =	11.401 ppm	B <sub>ws</sub> =	0.053
------------	------------	-------------------	-------

<b>C CO wet =</b>	10.795
-------------------	--------

C CO <sub>2</sub> dry =	11.062 %vol	B <sub>ws</sub> =	0.053
-------------------------	-------------	-------------------	-------

<b>C CO<sub>2</sub> wet =</b>	10.475
-------------------------------	--------

C O <sub>2</sub> dry =	8.804 %vol	B <sub>ws</sub> =	0.053
------------------------	------------	-------------------	-------

<b>C O<sub>2</sub> wet =</b>	8.336
------------------------------	-------

Note: Interim results are not rounded.



### Example Calculations - Pollutant Concentration Corrected to a Reference % Oxygen

Project Number:	<u>18018.0</u>	Test Date:	<u>March 28, 2019</u>
Customer:	<u>First Quantum</u>	Facility:	<u>PACO Generating Station</u>
Unit Identification:	<u>Unit 1</u>	Run #:	<u>1</u>

$$C_{\text{gas}} @ \text{Reference \%O}_2 = C_{\text{gas}} \times \frac{(20.9 - \text{Ref \%O}_2)}{(20.9 - \%O_2)}$$

Where:

$C_{\text{gas}}$  = Effluent gas pollutant concentration (ppm)

%O<sub>2</sub> = Effluent gas Oxygen concentration (ppm or %vol)

20.9 = Concentration of Oxygen in ambient air (%vol)

Ref %O<sub>2</sub> = Reference Oxygen concentration

<b>NO<sub>x</sub></b>	$C_{\text{gas}}$ =	144.442	ppmvw	% O <sub>2</sub> =	8.804	% v/v wet
	Ref %O <sub>2</sub> =	6				

**$C_{\text{NOx}} @ \text{Ref \%O}_2 = 177.92 \text{ ppmvw}$**

<b>SO<sub>2</sub></b>	$C_{\text{gas}}$ =	37.049	ppmvw	% O <sub>2</sub> =	8.804	% v/v wet
	Ref %O <sub>2</sub> =	6				

**$C_{\text{SO}_2} @ \text{Ref \%O}_2 = 45.60 \text{ ppmvw}$**

<b>CO</b>	$C_{\text{gas}}$ =	11.401	ppmvw	% O <sub>2</sub> =	8.804	% v/v wet
	Ref %O <sub>2</sub> =	6				

**$C_{\text{CO}} @ \text{Ref \%O}_2 = 14.00 \text{ ppmvw}$**

Note: Interim results are not rounded.



### Example Calculations - Pollutant Emission Rate, Oxygen-Based Fuel Factor

Project Number:	18018.0	Test Date:	March 28, 2019
Customer:	First Quantum	Facility:	PACO Generating Station
Unit Identification:	Unit 1	Run #:	1

ER = Pollutant emission rate (lb/MMBtu)

$C_{gas}$  = Pollutant concentration (ppm dry basis)

MW = Pollutant molecular weight (gr/gr-mole)

$F_d$  = Oxygen-based fuel factor (dscf/MMBtu)

%O<sub>2</sub> = Concentration of oxygen in effluent gas (%vol dry basis)

1.194E-07 = Conversion constant for NOx. From Table 19-1 of Method 19, 40CFR, Appendix A

1.660E-07 = Conversion constant for SO<sub>2</sub>. From Table 19-1 of Method 19, 40CFR, Appendix A

7.269E-08 = Conversion constant for CO. Derived based on Table 19-1 of Method 19, 40CFR60, App. A

For NOx  $ER = C_{gas} \times 1.194E-07 \times F_d \times (20.9/(20.9 - \%O_2))$

**NOx**  $C_{gas} = 144.442 \text{ ppm}$   $\%O_2 = 8.804 \text{ \%vol}$   
 $F_d = 9820 \text{ dscf/MMBtu}$

**ER<sub>NOx</sub> = 0.2926 lb/MMBtu**

For SO<sub>2</sub>  $ER = C_{gas} \times 1.660E-07 \times F_d \times (20.9/(20.9 - \%O_2))$

**SO<sub>2</sub>**  $C_{gas} = 37.049 \text{ ppm}$   $\%O_2 = 8.804 \text{ \%vol}$   
 $F_d = 9820 \text{ dscf/MMBtu}$

**ER<sub>SO2</sub> = 0.1043 lb/MMBtu**

For CO  $ER = C_{gas} \times 7.269E-08 \times F_d \times (20.9/(20.9 - \%O_2))$

**CO**  $C_{gas} = 11.4006 \text{ ppm}$   $\%O_2 = 8.804 \text{ \%vol}$   
 $F_d = 9820 \text{ dscf/MMBtu}$

**ER<sub>CO</sub> = 0.0141 lb/MMBtu**

Note: Interim results are not rounded.



### Example Calculations - Pollutant Emission Rate, Carbon-Based Fuel Factor

Project Number:	18018.0	Test Date:	March 28, 2019
Customer:	First Quantum	Facility:	PACO Generating Station
Unit Identification:	Unit 1	Run #:	1

ER = Pollutant emission rate (lb/MMBtu)

$C_{\text{gas}}$  = Pollutant concentration (ppm, wet or dry basis, but the same as %CO<sub>2</sub>)

MW = Pollutant molecular weight (gr/gr-mole)

$F_c$  = Carbon-based fuel factor (dscf/MMBtu)

%CO<sub>2</sub> = Concentration of carbon dioxide in effluent gas (%vol wet or dry, but the same as  $C_{\text{gas}}$ )

1.194E-07 = Conversion constant for NOx. From Table 19-1 of Method 19, 40CFR, Appendix A

1.660E-07 = Conversion constant for SO<sub>2</sub>. From Table 19-1 of Method 19, 40CFR, Appendix A

7.269E-08 = Conversion constant for CO. Derived based on Table 19-1 of Method 19, 40CFR60, App. A

For NOx  $ER = C_{\text{gas}} \times 1.194\text{E-}07 \times F_c \times (100/\%CO_2)$

**NOx**  $C_{\text{gas}} = 136.772 \text{ ppm}$   $\%CO_2 = 10.475 \text{ \%vol}$   
 $F_c = 1800 \text{ scf/MMBtu}$

**ER<sub>NOx</sub> = 0.2806 lb/MMBtu**

For SO<sub>2</sub>  $ER = C_{\text{gas}} \times 1.660\text{E-}07 \times F_c \times (100/\%CO_2)$

**SO<sub>2</sub>**  $C_{\text{gas}} = 35.082 \text{ ppm}$   $\%CO_2 = 10.475 \text{ \%vol}$   
 $F_c = 1800 \text{ scf/MMBtu}$

**ER<sub>SO2</sub> = 0.1001 lb/MMBtu**

For CO  $ER = C_{\text{gas}} \times 7.269\text{E-}08 \times F_c \times (100/\%CO_2)$

**CO**  $C_{\text{gas}} = 10.795 \text{ ppm}$   $\%CO_2 = 10.475 \text{ \%vol}$   
 $F_c = 1800 \text{ scf/MMBtu}$

**ER<sub>CO</sub> = 0.0135 lb/MMBtu**

Note: Interim results are not rounded.



### Example Calculations - Pollutant Emission Rate, Volumetric Flow Rate-Based

Project Number:	18018.0	Test Date:	March 28, 2019
Customer:	First Quantum	Facility:	PACO Generating Station
Unit Identification:	Unit 1	Run #:	1

$$ER = C_{gas} \times C_f \times Flow \times 60$$

Where:

ER = Pollutant emission rate (lb/hr)

$C_{gas}$  = Pollutant concentration (ppm, wet or dry basis, but the same as flow)

MW = Pollutant molecular weight (gr/gr-mole)

Flow = Volumetric flow rate (cubic feet per minute wet or dry, but the same as  $C_{gas}$ )

$C_f$  = Conversion factor (ppm to lb/scf)

1.194E-07 = Conversion constant for NOx. From Table 19-1 of Method 19, 40CFR, Appendix A

1.660E-07 = Conversion constant for SO<sub>2</sub>. From Table 19-1 of Method 19, 40CFR, Appendix A

7.269E-08 = Conversion constant for CO. Derived based on Table 19-1 of Method 19, 40CFR60, App. A

For NOx

$$ER = C_{gas} \times 1.194E-07 \times Flow \times 60$$

$$C_{gas} = 136.772 \text{ ppmvw}$$

$$Flow = 372255 \text{ DSCFM}$$

$$ER_{NOx} = 364.749 \text{ lb/hr}$$

For SO<sub>2</sub>

$$ER = C_{gas} \times 1.660E-07 \times Flow \times 60$$

$$C_{gas} = 35.082 \text{ ppmvw}$$

$$Flow = 372255 \text{ DSCFM}$$

$$ER_{SO2} = 130.072 \text{ lb/hr}$$

For CO

$$ER = C_{gas} \times 7.269E-08 \times Flow \times 60$$

$$C_{gas} = 10.795 \text{ ppmvw}$$

$$Flow = 372255 \text{ DSCFM}$$

$$ER_{CO} = 17.527 \text{ lb/hr}$$

Note: Interim results are not rounded.



### Example Calculations - Relative Accuracy (RA) and Bias

Project Number:	<u>18018.0</u>	Test Date:	<u>March 28, 2019</u>
Customer:	<u>First Quantum</u>	Facility:	<u>PACO Generating Station</u>
Unit Identification:	<u>Unit 1</u>		

#### Mean Difference:

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$$

Where:

$d_i$  = Difference between RM and CEMS values for run "i"

$n$  = Number of runs used to calculate RA

#### Standard Deviation:

$$S_d = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n d_i^2 - \frac{\left[ \sum_{i=1}^n d_i \right]^2}{n}}{n - 1} \right]^{1/2}$$

#### Confidence Coefficient:

$$CC = t_{0.025} \frac{S_d}{\sqrt{n}}$$

Where:

$t_{0.025}$  = T values as presented in 40CFR60 or 40CFR75.  
For 40CFR60, use  $t_{0.975}$ , which are the same T values.

#### Relative Accuracy based on RM:

$$RA = \frac{|\bar{d}| + |CC|}{RM_{avg}} \times 100$$

Where:

$RM_{avg}$  = Average RM value for runs used to calculate RA

#### Relative Accuracy based on Applicable Standard - for Part 60 Applications Only:

$$RA = \frac{|\bar{d}| + |CC|}{App\ Std} \times 100$$

#### Bias Adjustment Factor (BAF) - for Part 75 Applications Only:

$$BAF = 1 + \frac{|\bar{d}|}{CEM_{avg}}$$

Where:

$CEM_{avg}$  = Average of CEM value for runs used to calculate RA



**Company:** First Quantum Minerals  
**Plant:** PACO Generating Station  
**Unit:** Unit 1  
**Test Location:** Colon Province, Panama

**Run:** 1  
**Test Date:** 3/25/2019

#### Dry Molecular Weight

$$M_d = 0.44 \times (\%CO_2) + 0.32 \times (\%O_2) + 0.28 \times \%N_2$$

Where:

$M_d$  = Effluent gas molecular weight (lb/lb-mole, dry basis)  
 $\%CO_2$  = Effluent gas Carbon Dioxide Content (% volume, dry basis)  
 $\%O_2$  = Effluent gas Oxygen Content (% volume, dry basis)  
 $\%N_2$  = Effluent gas Nitrogen Dioxide Content (% volume, dry basis)

$$\begin{aligned} \%CO_2 &= \frac{9.6}{12.2} \% \text{vol dry} & \%N_2 &= \frac{78.2}{12.2} \% \text{vol dry} \\ \%O_2 &= \frac{12.2}{12.2} \% \text{vol dry} \end{aligned}$$

$$M_d = \underline{30.03} \text{ lb/lb-mole}$$

#### Wet Molecular Weight

$$M_s = M_d \times (1 - B_{ws}) + (18.0 \times B_{ws})$$

Where:

$M_s$  = Effluent gas molecular weight (lb/lb-mole, wet basis)  
 $B_{ws}$  = Effluent gas fractional moisture content (dimensionless)

$$M_d = \frac{30.03}{1} \text{ lb/lb-mole} \quad B_{ws} = \frac{0.057}{1}$$

$$M_s = \underline{29.34} \text{ lb/lb-mole}$$

#### Effluent Gas Pressure

$$P_s = P_{bar} + (P_g/13.6)$$

Where:

$P_s$  = flue gas pressure ("Hg)  
 $P_{bar}$  = Ambient barometric pressure at sample elevation ("Hg)  
 $P_g$  = Flue gas gauge pressure ("H<sub>2</sub>O)

$$P_{bar} = \frac{29.57}{1} \text{ "Hg} \quad P_g = \frac{-0.80}{1} \text{ "H}_2\text{O}$$

$$P_s = \underline{29.51} \text{ "Hg}$$

#### Average Meter Temperature

$$T_m = \frac{\sum_{i=1}^n (T_{mini} + T_{mouti})/2}{n}$$

Where:

$T_m$  = Average dry test meter temperature (°R)  
 $T_{min}$  = Temperature of gas entering dry test meter (°R)  
 $T_{mout}$  = Temperature of gas leaving dry test meter (°R)

$$\text{Avg } T_{min} = \frac{544.2}{1} \text{ °R} \quad \text{Avg } T_{mout} = \frac{544.2}{1} \text{ °R}$$

$$T_m = \underline{544.2} \text{ °R}$$

#### Sample Volume at Standard Conditions

$$V_{m(std)} = (T_{std}/29.92) \times Y \times V_m \times (P_{bar} + \Delta H/13.6)/T_m$$

Where:

$V_{m(std)}$  = Sample volume collected corrected to 29.92 in. Hg and 528(°R) (ft<sup>3</sup>, dry basis)  
 $Y$  = Dry test meter calibration coefficient (dimensionless)  
 $V_m$  =  $V_m$  = Sample volume collected at actual conditions (ft<sup>3</sup>, dry basis)  
 $T_{std}$  = Standard Temperature 528(°R)

$$\begin{aligned} Y &= \frac{1.008}{1} & V_m &= \frac{50.817}{1} \text{ cf} \\ P_{bar} &= \frac{29.57}{1} \text{ "Hg} & \Delta H &= \frac{2.26}{1} \text{ "H}_2\text{O} \\ T_m &= \frac{544.2}{1} \text{ °R} & T_{std} &= \frac{528}{1} \text{ °R} \end{aligned}$$

$$V_{m(std)} = \underline{49.397} \text{ dscf}$$



**Company:** First Quantum Minerals  
**Plant:** PACO Generating Station  
**Unit:** Unit 1  
**Test Location:** Colon Province, Panama

**Run:** 1  
**Test Date:** 3/25/2019

#### Volume of Water Vapor Condensed

$$V_{wc(std)} = 0.04715 \times (T_{std} / 528) \times M_{H_2O}$$

Where:

$V_{wc(std)}$  = Volume of water vapor collected at 29.92"Hg and 528°R (ft<sup>3</sup>)

$M_{H_2O}$  = Net weight gain of impingers (grams)

$$M_{H_2O} = \underline{63.7} \text{ grams}$$

$$V_{w(std)} = \underline{3.003} \text{ wscf}$$

#### Moisture Content

$$B_{ws} = \frac{V_{wc(std)}}{V_{wc(std)} + V_{m(std)}}$$

$$V_{wc(std)} = \underline{3.003} \text{ dscf}$$

$$V_{m(std)} = \underline{49.397} \text{ wscf}$$

$$B_{ws} = \underline{0.057}$$

#### Average Duct Velocity

$$V_s = 85.49 \times C_p \times \text{Sqrt } \Delta P \text{ (avg)} \times (T_s / (P_s \times M_s))^{1/2}$$

Where:

$V_s$  = Average velocity of effluent gas (ft/sec)

$C_p$  = Pitot calibration coefficient (dimensionless)

Sqrt  $\Delta P$  (avg) = Average of the square roots of DP's at all traverse points

$$C_p = \underline{0.830}$$

$$\text{Sqrt } \Delta P \text{ (avg)} = \underline{1.070}$$

$$T_s = \underline{620.0} \text{ }^{\circ}\text{R}$$

$$P_s = \underline{29.51} \text{ "Hg}$$

$$M_s = \underline{29.34} \text{ lb/lb-mole}$$

$$V_s = \underline{64.26} \text{ ft/sec}$$

#### Method 2 Volumetric Flow Rate (Actual Basis)

$$Q = V_s \times A \times 60$$

Where:

$Q$  = Effluent gas volumetric flow rate at actual conditions (ft<sup>3</sup>/min)

$A$  = Cross-sectional area of duct at sample location (ft<sup>2</sup>)

$$V_s = \underline{64.26} \text{ ft/sec}$$

$$A = \underline{122.106} \text{ ft}^2$$

$$Q = \underline{470,789} \text{ cfm}$$

#### Method 2 Volumetric Flow Rate (Standard Basis)

$$Q_{std} = \frac{T_{std} \times Q \times P_s}{T_s \times 29.92}$$

Where:

$Q_{std}$  = Effluent gas volumetric flow rate corrected to 29.92 in. Hg and 528°R (ft<sup>3</sup>/min)

$$Q = \underline{470789} \text{ cfm}$$

$$P_s = \underline{29.51} \text{ "Hg}$$

$$T_s = \underline{620.0} \text{ }^{\circ}\text{R}$$

$$Q_{std} = \underline{395,452} \text{ scfm}$$



**Company:** First Quantum Minerals  
**Plant:** PACO Generating Station  
**Unit:** Unit 1  
**Test Location:** Colon Province, Panama

**Run:** 1  
**Test Date:** 3/25/2019

#### Method 2 Volumetric Flow Rate (Standard Dry Basis)

$$Q_{std(dry)} = Q_{std} \times (1 - B_{ws})$$

Where:

$Q_{std(dry)}$  = Effluent gas volumetric flow rate corrected to 29.92 in. Hg and 528°R (ft<sup>3</sup>/min, dry basis)

$$Q_{std} = \underline{395452} \text{ scfm} \quad B_{ws} = \underline{0.057}$$

$$Q_{std(dry)} = \underline{372,786} \text{ dscfm}$$

#### Method 2 Volumetric Flow Rate (Actual Basis in Metric Units)

$$Q_m = Q \times 0.028317$$

Where:

$Q_m$  = Effluent gas volumetric flow rate at actual conditions (m<sup>3</sup>/min)

$$Q = \underline{470,789} \text{ cfm}$$

$$Q_m = \underline{13,331.34} \text{ m}^3/\text{min}$$

#### Method 2 Volumetric Flow Rate (Standard Basis in Metric Units)

$$Q_{stdm} = \frac{T_{std} \times Q_m \times P_s}{T_{sm} \times 29.92}$$

Where:

$Q_{stdm}$  = Effluent gas volumetric flow rate corrected to 29.92 in. Hg and 273°K (M<sup>3</sup>/min)

$T_{sm}$  = Temperature of effluent gas (°K)

$$T_{sm} = \underline{344.1} \text{ }^{\circ}\text{K}$$

$$Q_{stdm} = \underline{10,432} \text{ std. m}^3/\text{min}$$

#### Method 2 Volumetric Flow Rate (Standard Dry Basis in Metric Units)

$$Q_{stdm(dry)} = Q_{stdm} \times (1 - B_{ws})$$

Where:

$Q_{stdm(dry)}$  = Effluent gas volumetric flow rate (dry basis) corrected to 29.92 in. Hg and 273°K (M<sup>3</sup>/min)

$$Q_{stdm} = \underline{10,432} \text{ std. m}^3/\text{min} \quad B_{ws} = \underline{0.057}$$

$$Q_{stdm(dry)} = \underline{9,834} \text{ dry std. m}^3/\text{min}$$

#### Sample Volume at Standard Conditions (Metric)

$$V_{m(std)(metric)} = (T_{std}/29.92) \times Y \times V_m \times (P_{bar} + \Delta H/13.6)/T_m$$

Where:

$V_{m(std)(metric)}$  = Sample volume collected corrected to 29.92 in. Hg and 273°K (m<sup>3</sup>, dry basis)

$Y$  = Dry test meter calibration coefficient (dimensionless)

$V_m$  = Sample volume collected at actual conditions (m<sup>3</sup>, dry basis)

$T_{std}$  = Standard Temperature 273°K

$$Y = \underline{1.008}$$

$$P_{bar} = \underline{29.57} \text{ "Hg}$$

$$T_m = \underline{302.0} \text{ }^{\circ}\text{K}$$

$$V_m = \underline{1.439} \text{ m}^3$$

$$\Delta H = \underline{2.26} \text{ "H}_2\text{O}$$

$$T_{std} = \underline{273} \text{ }^{\circ}\text{K}$$

$$V_{m(std)(metric)} = \underline{1.303} \text{ std. m}^3$$



**APÉNDICE F.**  
**CERTIFICACIONES DE QSTI Y ASTM D7036**



**McHale & Associates, Inc.**  
**Servicios de Medición de**  
**Emisiones**  
**11241 Willows Rd NE, Building C, Suite 210**  
**Redmond, WA 98052**  
**PH: (865) 588-2654**  
**www.mchaleperformance.com**

22 de noviembre  
2016

Re: Carta de Certificación AETB de MCHale Emission Measurement Services (EMS) -  
ASTM D7036-04

A Quien Corresponda:

De conformidad con las disposiciones de 40CFR75, 6.1.2 (b) (2), certifico que MCHale Emission Measurement Services (EMS) es un Organismo de Pruebas de Emisiones de Aire (AETB) calificado y observa y cumple con las normas establecidas por ASTM D7036-04, "Práctica estándar para la competencia de organismos de prueba de emisiones de aire". Esta práctica establece criterios generales para un sistema de calidad que garantice una calidad de datos consistentemente aceptable de un AETB. Los elementos principales de la norma incluyen la preparación y el cumplimiento de un Plan de control de calidad (QA), así como la provisión de individuos calificados (QI) para llevar a cabo proyectos de prueba. Los Individuos Calificados deben ser evaluados periódicamente bajo el programa para asegurar que cumplan con los estándares mínimos de competencia.

McHale EMS mantiene y se adhiere a su propio Manual de Control de Calidad interno que cumple con los criterios de ASTM D7036-04. El documento de Control de Calidad se preparó sobre la base de las pautas y el esquema proporcionados en la norma ASTM D7036-04, así como las prácticas de Control de Calidad interno de MCHale EMS y las requeridas por los Procedimientos de Prueba de la EPA y las regulaciones pertinentes. El documento no reemplaza los criterios de control de calidad en los procedimientos de prueba relevantes, sino que sirve para garantizar que los procedimientos de prueba se sigan de manera consistente y que los programas de prueba se diseñen y realicen de manera que proporcionen datos reproducibles de alta calidad. Una copia del manual de MCHale EMS QA puede estar disponible electrónicamente a pedido.

Además, MCHale EMS proporciona personal altamente capacitado y adiestrado para llevar a cabo proyectos de prueba de emisiones. MCHale EMS proporciona individuos calificados certificados a través de pruebas para empleados seleccionados bajo el programa de pruebas de Individuos Calificados para Pruebas de Chimenea (QSTI) de Source Evaluation Society (SES) que es administrado y supervisado por Eastern Technical Associates (ETA). El programa QSTI incluye cuatro "Grupos de Métodos". Para cada programa de prueba según lo exijan las regulaciones o los acuerdos con los clientes, MCHale EMS tendrá al menos un evaluador de QSTI en el sitio que haya superado los criterios de los Grupos de Métodos correspondientes a las pruebas que se realizan. MCHale EMS mantiene personal que ha cumplido con los criterios de todos los Grupos de Métodos disponibles actualmente:

**GRUPO 1:**

Mediciones Manuales de Volumen y Flujo de Gas y Métodos de Muestreo de Partículas Isocinéticas: Métodos EPA de EE.UU.: 1, 1A, 2, 2A, 2C, 2D, 2F, 2G, 2H, 3, 3B, 4, 5, 5A, 5B, 5D, 5E, 5F, 5I, 17, 19, 201A y 202.



**GRUPO 2:**

Métodos de Muestreo Manuales de Fuentes de Contaminantes Gaseosos: Métodos EPA de EE.UU.: 3B, 6, 6A, 6B, 7, 7C, 7D, 8, 11, 13A, 13B, 15A, 16A, 19, 26, 26A, 202.

**GRUPO 3:**

Métodos Instrumentales de Contaminantes Gaseosos - Métodos 3A, 6C, 7E, 10, 10B, 20 y 25A (Métodos 3A, 6C, 7E, 19 y 20, revisados el 28 de abril 2006). También se incluyen las Especificaciones de Rendimiento CEMS (PS) 2, PS3, PS4, PS4A, PS5, PS6, PS7, PS8, y PS15 y los requisitos CEMS RA de 40CFR75, incluidos los apéndices A, B, y E.

**GROUP 4:**

Métodos de Medición de Metales Peligrosos: Métodos EPA 12, 19, 29, 30B, 101, 101A, 102, y ASTM D6784-02.

Además de la adhesión al programa de Control de Calidad de McHale EMS y el cumplimiento de la norma ASTM D7036-04, McHale EMS también cumple con los requisitos de Control de Calidad individuales de cada método utilizado, así como el Manual de Garantía de Calidad para Sistemas de Medición de Contaminación del Aire - Volumen III - Métodos Específicos de Fuente Estacionaria (EPA-600 / 4-77-027b) Secciones 3.0-3.4.

Si tiene alguna pregunta o comentario con respecto a esta información, no dude en comunicarse conmigo al 865-588-2654.

Sinceramente,

McHale Emission Measurement Services,



James Hollibaugh  
Gerente de Servicios de Medición de Emisiones  
McHale & Associates, Inc.



# SOURCE EVALUATION SOCIETY



## Qualified Source Testing Individual

LET IT BE KNOWN THAT

**KYLE M. VAUGHAN**

HAS SUCCESSFULLY PASSED A COMPREHENSIVE EXAMINATION AND SATISFIED  
EXPERIENCE REQUIREMENTS IN ACCORDANCE WITH THE GUIDELINES  
ISSUED BY THE SES QUALIFIED SOURCE TEST INDIVIDUAL REVIEW BOARD FOR

### **MANUAL GAS VOLUME MEASUREMENTS AND ISOKINETIC PARTICULATE SAMPLING METHODS**

ISSUED THIS 28<sup>TH</sup> DAY OF JUNE 2016 AND EFFECTIVE UNTIL JUNE 27<sup>TH</sup>, 2021



CERTIFICATE  
NO.  
2011-558

J. Wade Bice, QSTI/QSTO Review Board

*J. Wade Bice*

Karen D. Kajlya-Mills, QSTI/QSTO Review Board

*Karen D. Kajlya-Mills*

Bruce Randall QSTI/QSTO Review Board

Peter R. Westlin, QSTI/QSTO Review Board

*Peter R. Westlin*

Peter S. Pakalnis, QSTI/QSTO Review Board

*Peter S. Pakalnis*

Theresa Lowe, QSTI/QSTO Review Board

*Theresa M. Lowe*



# SOURCE EVALUATION SOCIETY



## Qualified Source Testing Individual

LET IT BE KNOWN THAT

**KYLE M. VAUGHAN**

HAS SUCCESSFULLY PASSED A COMPREHENSIVE EXAMINATION AND SATISFIED  
EXPERIENCE REQUIREMENTS IN ACCORDANCE WITH THE GUIDELINES  
ISSUED BY THE SES QUALIFIED SOURCE TEST INDIVIDUAL REVIEW BOARD FOR

### **GASEOUS POLLUTANTS INSTRUMENTAL SAMPLING METHODS**

ISSUED THIS 5<sup>TH</sup> DAY OF JANUARY 2017 AND EFFECTIVE UNTIL JANUARY 4<sup>TH</sup>, 2022



CERTIFICATE  
NO.  
2011-558

J. Wade Bice, QSTI/QSTO Review Board

*J. Wade Bice*

Karen D. Kajiy-Mills, QSTI/QSTO Review Board

*Karen D. Kajiy-Mills*

Bruce Randall QSTI/QSTO Review Board

Peter R. Westlin, QSTI/QSTO Review Board

*Peter R. Westlin*

Peter S. Pakalnis, QSTI/QSTO Review Board

*Peter S. Pakalnis*

Theresa M. Lowe, QSTI/QSTO Review Board

*Theresa M. Lowe*



APÉNDICE G.  
**Parte Inicial 75 de Certificación CEMS**



### 3-Point Linearity Test

Project Number:	18018.0	Test Date:	03/27/19
Customer:	First Quantum	Facility:	PACO Generating Station
Unit Identification:	Unit 1	Recorded By:	Kyle Vaughan
Sample Location:	Punta Rincon, Panama	Time:	9:31:00 - 10:32:00

Linearity (Calibration Error)		Analyzer Range	Expected Value	Analyzer Response	Difference	Difference % of Range	Allowable Difference	Analyzer Data:	
CO <sub>2</sub> , vol % dry	Zero	25.0	0.00	0.04	0.04	0.16%	+/- 5%	Manufacturer:	ABB
	Low	25.0	5.00	4.42	-0.58	-2.32%	+/- 5%	Model:	AO2020
	Mid	25.0	10.00	9.05	-0.95	-3.80%	+/- 5%	Serial Number:	0242298263/1030
	Span	25.0	15.00	14.02	-0.98	-3.92%	+/- 5%	Range Setting:	0-18%
NO <sub>x</sub> , ppmVd	Zero	200.0	0.00	0.00	0.00	0.00%	+/- 5%	Manufacturer:	Thermo
	Low	200.0	50.80	50.80	0.00	0.00%	+/- 5%	Model:	42i
	Mid	200.0	102.00	101.00	-1.00	-0.50%	+/- 5%	Serial Number:	1172350002
	Span	200.0	150.00	149.00	-1.00	-0.50%	+/- 5%	Range Setting:	0-10ppm
CO, ppmVd	Zero	200.0	0.00	-0.20	-0.20	-0.10%	+/- 5%	Manufacturer:	ABB
	Low	200.0	51.30	51.30	0.00	0.00%	+/- 5%	Model:	AO2020
	Mid	200.0	101.00	102.50	1.50	0.75%	+/- 5%	Serial Number:	0242298263/1030
	Span	200.0	154.00	152.20	-1.80	-0.90%	+/- 5%	Range Setting:	0-10ppm
SO <sub>2</sub> , ppmVd	Zero	100.0	0.00	0.01	0.01	0.01%	+/- 5%	Manufacturer:	Thermo
	Low	100.0	25.60	24.50	-1.10	-1.10%	+/- 5%	Model:	43i
	Mid	100.0	50.70	50.00	-0.70	-0.70%	+/- 5%	Serial Number:	1772350003
	Span	100.0	75.90	73.00	-2.90	-2.90%	+/- 5%	Range Setting:	0-5ppm

Reference: McHale and Associates EMS 2019

Note: All analyzers pass the initial CFR Part 75 Initial Performance test criteria for the 3-Point Linearity Test



## Cycle Time Test

Project Number: 18018.0  
 Customer: First Quantum  
 Unit Identification: Unit 1  
 Sample Location: Punta Rincon, Panama

Test Date: 03/27/19  
 Facility: PACO Generating Station  
 Recorded By: Kyle Vaughan

Upscale Response Check							
Pollutant	Cal Gas Level	Cal Gas Conc.	Start Time	Stable Response	Upscale Target Response	Time at Target	Response Time
NO <sub>x</sub>	High	150.0	9:31:00	147.17	139.8	9:35:13	0:04:13
SO <sub>2</sub>	High	75.9	9:31:00	72.36	68.7	9:34:08	0:03:08
CO	High	154.0	9:31:00	157.59	149.7	9:36:26	0:05:26
CO <sub>2</sub>	High	15.00	9:46:00	14.54	13.8	9:51:45	0:05:45

Target Response is 95% of the Pre 1 System Response from the Upscale Bias Test

Start time is the time at which gas is introduced upstream of the probe.

Time at target is the time at which the required target response is achieved.

Response time is the difference between the two.

Downscale Response Check						
Pollutant	Cal Gas Level	Cal Gas Conc.	Start Time	Downscale Target Response	Time at Target	Response Time
NO <sub>x</sub>	High	150.0	9:38:00	7.5	9:41:14	0:03:14
SO <sub>2</sub>	High	75.9	9:38:00	3.8	9:40:34	0:02:34
CO	High	154.0	9:38:00	7.7	9:44:45	0:06:45
CO <sub>2</sub>	High	15.0	9:53:00	0.8	9:58:35	0:05:35

Target Response is 0.5 ppm or 5.0 percent of the upscale gas concentration (whichever is less restrictive)

System Response Times	
Pollutant	Response Time
NO <sub>x</sub>	0:04:13
SO <sub>2</sub>	0:03:08
CO	0:06:45
CO <sub>2</sub>	0:05:45

System response is the longer of the responses to zero and upscale gas.



### 7-Day Drift Test (NOx, CO, SO2 Analyzers)

Project Number:	18018.0	Start Date:	3/27/2019
Customer:	First Quantum	Facility:	PACO Generating Station
Unit Identification:	Unit 1	Recorded by:	Kyle Vaughan
Sample Location:	Punta Rincon, Panama		
Load Level/Condition:	Normal Load		

Day#	1	2	3	4	5	6	7	
Date	3/29/19	3/30/19	3/31/19	4/1/19	4/2/19	4/3/19	4/4/19	
Start Time	9:00	10:42	8:00	8:00	8:00	8:00	8:00	
End Time	9:17	11:01	8:20	8:20	8:20	8:20	8:20	
<b>Zero Bias</b>								<b>Average</b>
NOX A (ppmV,dry)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO (ppmV,dry)	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
SO2 (ppmV,dry)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Bias Checks</b>								<b>Average</b>
NOX A (ppmV,dry)	189.70	184.30	183.50	182.90	182.90	182.40	182.40	184.28
CO (ppmV,dry)	185.10	181.90	182.40	182.40	182.50	180.20	181.10	182.42
SO2 (ppmV,dry)	87.20	91.50	91.50	91.50	91.90	91.60	91.70	90.87
<b>Bias Gas Values</b>								<b>Average</b>
NOX A (ppmV,dry)	185	185	185	185	185	185	185	185.00
CO (ppmV,dry)	185	185	185	185	185	185	185	185.00
SO2 (ppmV,dry)	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.20
<b>Zero Drift (% of span)</b>								<b>Average</b> <b>Analyzer Status</b>
NOX A (ppmV,dry)		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00      Pass
CO (ppmV,dry)		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00      Pass
SO2 (ppmV,dry)		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00      Pass
<b>Upscale Drift (% of span)</b>								<b>Average</b>
NOX A (ppmV,dry)		-2.70%	-0.40%	-0.30%	0.00%	-0.25%	0.00%	0.15
CO (ppmV,dry)		-1.60%	0.25%	0.00%	0.05%	-1.15%	0.45%	0.15
SO2 (ppmV,dry)		2.15%	0.00%	0.00%	0.20%	-0.15%	0.05%	0.15
<b>Absolute Value Difference</b>								<b>Average</b> <b>Analyzer Status</b>
NOX A (ppmV,dry) (≤5ppm Limit)	-2.35	0.35	0.75	1.05	1.05	1.30	1.30	0.36      Pass
CO (ppmV,dry) (≤5ppm Limit)	-0.05	1.55	1.30	1.30	1.25	2.40	1.95	1.29      Pass
SO2 (ppmV,dry) (≤5ppm Limit)	4.00	-0.30	-0.30	-0.30	-0.70	-0.40	-0.50	0.33      Pass

Note: Analyzers pass the less than or equal to 5 ppm criteria for daily checks, as well as all zero gas checks



### 7-Day Drift Test (CO2 Analyzer)

Project Number:	18018.0	Start Date:	3/27/2019
Customer:	First Quantum	Facility:	PACO Generating Station
Unit Identification:	Unit 1	Recorded by:	Kyle Vaughan
Sample Location:	Punta Rincon, Panama		
Load Level/Condition:	Normal Load		

Day	1	2	3	4	5	6	7	
Date <sup>1</sup>	4/1/19	4/2/19	4/3/19	4/4/19	4/5/19	4/6/19	4/7/19	
Start Time	8:00	8:00	8:00	8:00	14:45	11:06	8:08	
End Time	8:20	8:20	8:20	8:20	14:55	11:27	8:28	
<b>Zero Bias</b>								<b>Average</b> <b>Analyzer Status</b>
CO2 (%V,dry)	0.04	0.08	0.05	0.03	0.00	-0.01	0.04	0.03      Pass
<b>Bias Checks</b>								<b>Average</b>
CO2 (%V,dry)	18.67	18.66	18.69	18.74	18.77	18.77	18.85	18.72
<b>Bias Gas Values</b>								<b>Average</b>
CO2 (%V,dry)	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.00
<b>Zero Drift (% of span)</b>								<b>Average</b>
CO2 (%V,dry)		0.22%	-0.17%	-0.11%	-0.17%	-0.06%	0.28%	0.03%
<b>Day-to-Day Drift (% of span)</b>								<b>Average</b>
CO2 (%V,dry)		-0.06%	0.17%	0.28%	0.17%	0.00%	0.44%	0.17
<b>Absolute Value Difference</b>								<b>Average</b> <b>Analyzer Status</b>
CO2 (%V,dry) (0.5% Limit)	-0.67	-0.66	-0.69	-0.74	-0.77	-0.77	-0.85	-0.72      Partial Pass <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Drift testing was extended beyond the testing of the other analyzers due to the analyzer sample pump not being in operation for day 1 & 2 of the 7-day drift test

<sup>2</sup> It is the opinion of McHale that the CO2 analyzer is considered acceptable due to the day-to-day drift results, as the drift is shown to be minimal. Additionally, the absolute value differences reflect analyzer stability over 7 days.



# Unit 1 Initial Part 75 Tests

3-27-19

KMV, SHW

## 3 Point Linearity / Cycle Time

Upscale Response Time S = 9:31:00 End = 9:38:00

(150)	NOx Conc. = 147.17	RT = 4:13
154	CO Conc. = 157.59	RT = 3:08 - Swinging
75.9	SO <sub>2</sub> Conc. = 72.36	RT = 5:26

Downscale Response Time / Zero Start = 9:38:00 End = 9:45:00

(0.0)	NOx Conc. = 0.00	RT = 3:14
	CO Conc. = 0.04	RT = 2:34 - Swinging
	SO <sub>2</sub> Conc. = 0.01	RT = 6:45

CO<sub>2</sub>

Upscale Response Time start = 9:46:00 End = 9:52:00

(15.0)	CO <sub>2</sub> Conc. = 14.02	RT = 5:45
--------	-------------------------------	-----------

(0.0) Downscale Zero T = 9:53:00 End = 9:59:00

	CO <sub>2</sub> Conc. = 0.04	RT = 5:35
--	------------------------------	-----------

Mid

Start Time = 10:00:00 End Time = 10:06:00

(102)	NOx Conc. = 101.24
101	CO Conc. = 101.23
50.7	SO <sub>2</sub> Conc. = 49.84



Mid CO<sub>2</sub>

Time Start = 10:07:00 End = 10:13:00  
(10.0) CO<sub>2</sub> Conc. = 9.05

Low

Start Time = 10:14:00 End = 10:20:00

(50.8  
51.3  
25.6)

NO<sub>x</sub> Conc. = 50.96

CO Conc. = 52.47

SO<sub>2</sub> Conc. = 24.43

Low CO<sub>2</sub>

Time Start = 10:<sup>26</sup>~~20~~:00 End = 10:32:00  
(5.0) CO<sub>2</sub> Conc. = 4.44



3 PT. Lin Check / Cycle Time

Bottles: Zero - Nitrogen 109233181441  
CO<sub>2</sub> Nexair CO<sub>2</sub> - 5.0% 109242181434  
CO<sub>2</sub> - 10.0% 109242181433  
CO<sub>2</sub> - 15.0% 109242181432

Praxair

NO<sub>x</sub> - 50.8  
CO - 51.3  
SO<sub>2</sub> 25.6  
ID: LL126828 Exp: 9-11-21

NO<sub>x</sub> - 102.0  
CO - 101.0  
SO<sub>2</sub> - 50.7  
ID: LL126831 Exp: 9-10-21

NO<sub>x</sub> - 150.0  
CO - 154.0  
SO<sub>2</sub> - 75.9  
ID: LL126826 Exp: 9-11-21



G	Point Name	Description	Units		
1 On	(A) 1AT1FG002A-NC.UNIT0@NET0	STACK NOx NON CORR	ppm		
2 On	(A) 1AT1FG002B-NC.UNIT0@NET0	STACK SO2 NON CORR	ppm		
3 On	(A) 1AT1FG002D-NC.UNIT0@NET0	STACK CO NON CORR	ppm		
4 On	(A) 1ATFG002C.UNIT0@NET0	STACK CO2	%		
5 On	(A) 1FTFG003.UNIT0@NET0	STACK FG FLO	Nm3/mn		
6 On	(A) 1JITTG400.UNIT0@NET0	ACTIVE POWER 1	MW		
		NOx	SO2	CO	CO2
Date Time		1AT1FG002A-NC.UNIT0@NET0	1AT1FG002B-NC.UNIT0@NET0	1AT1FG002D-NC.UNIT0@NET0	1ATFG002C.UNIT0@NET0
Upscale Linearity/Cycle Time Test: NOx, SO2, CO Analyzers	03/27/19 09:30 AM	115.00	13.30	58.20	2.62
	03/27/19 09:31 AM	116.20	13.40	56.90	2.70
	03/27/19 09:32 AM	117.80	13.30	61.80	2.07
	03/27/19 09:33 AM	34.10	15.50	115.90	0.01
	03/27/19 09:34 AM	138.00	56.20	156.60	0.00
	03/27/19 09:35 AM	146.10	69.00	156.40	0.00
	03/27/19 09:36 AM	148.50	71.40	157.70	0.00
	03/27/19 09:37 AM	149.20	72.60	156.90	0.00
	03/27/19 09:38 AM	149.00	73.00	152.20	0.00
Downscale Linearity/Cycle Time Test: NOx, SO2, CO Analyzers	03/27/19 09:39 AM	149.20	73.50	158.30	0.00
	03/27/19 09:40 AM	131.80	70.60	43.10	-0.01
	03/27/19 09:41 AM	0.60	9.20	0.10	-0.01
	03/27/19 09:42 AM	0.00	0.90	0.40	-0.01
	03/27/19 09:43 AM	0.00	0.30	0.70	-0.01
	03/27/19 09:44 AM	0.00	0.00	-0.20	-0.01
	03/27/19 09:45 AM	0.00	0.00	1.20	-0.01
Upscale Linearity/Cycle Time Test: CO2 Analyzer	03/27/19 09:46 AM	0.00	0.00	0.10	-0.01
	03/27/19 09:47 AM	0.00	0.00	0.90	-0.01
	03/27/19 09:48 AM	0.00	0.10	-0.10	-0.01
	03/27/19 09:49 AM	4.20	0.60	6.60	12.91
	03/27/19 09:50 AM	0.00	0.50	2.90	13.81
	03/27/19 09:51 AM	0.00	0.00	3.50	13.93
	03/27/19 09:52 AM	0.00	0.00	1.00	13.96
Downscale Linearity/Cycle Time Test: CO2 Analyzer	03/27/19 09:53 AM	0.00	0.00	2.10	13.97
	03/27/19 09:54 AM	0.00	0.00	4.50	14.02
	03/27/19 09:55 AM	0.00	0.00	0.30	2.17
	03/27/19 09:56 AM	0.00	0.00	-0.20	0.10
	03/27/19 09:57 AM	0.00	0.00	0.90	0.06
	03/27/19 09:58 AM	0.00	0.00	1.20	0.04
	03/27/19 09:59 AM	0.00	0.00	-0.20	0.02
Mid Gas Linearity Check: NOx, SO2, CO Analyzers	03/27/19 10:00 AM	0.00	0.00	-0.20	0.01
	03/27/19 10:01 AM	0.00	0.00	-0.10	0.02
	03/27/19 10:02 AM	34.80	5.80	102.80	0.01
	03/27/19 10:03 AM	99.20	42.10	102.00	0.00
	03/27/19 10:04 AM	100.30	48.40	105.60	0.00
	03/27/19 10:05 AM	100.90	49.40	102.40	0.00
	03/27/19 10:06 AM	101.00	49.90	102.70	0.00
Mid Gas Linearity Check: CO2 Analyzer	03/27/19 10:07 AM	101.00	50.00	104.70	0.00
	03/27/19 10:08 AM	101.20	50.00	101.60	0.00
	03/27/19 10:09 AM	100.80	50.00	103.20	0.01
	03/27/19 10:10 AM	76.30	45.10	23.10	10.68
	03/27/19 10:11 AM	1.10	5.90	1.50	8.96
	03/27/19 10:12 AM	0.50	1.00	8.50	8.98
	03/27/19 10:13 AM	0.40	0.40	-0.20	9.02
Low Gas Linearity Check: NOx, SO2, CO Analyzers	03/27/19 10:14 AM	0.20	0.20	3.10	9.04
	03/27/19 10:15 AM	0.20	0.20	2.40	9.06
	03/27/19 10:16 AM	25.00	4.70	56.50	0.53
	03/27/19 10:17 AM	51.00	21.90	54.30	0.06
	03/27/19 10:18 AM	50.90	23.70	52.60	0.03
	03/27/19 10:19 AM	50.80	24.20	48.90	0.02
	03/27/19 10:20 AM	50.80	24.40	51.30	0.00
Low Gas Linearity Check: CO2 Analyzer	03/27/19 10:21 AM	50.80	24.50	51.10	0.00
	03/27/19 10:22 AM	50.70	24.50	51.00	0.02
	03/27/19 10:23 AM	50.60	24.40	51.70	0.03
	03/27/19 10:24 AM	36.70	21.50	13.50	6.82
	03/27/19 10:25 AM	0.20	2.50	5.70	4.28
	03/27/19 10:26 AM	0.00	0.40	-0.20	4.28
	03/27/19 10:27 AM	0.00	0.20	0.40	4.28
Low Gas Linearity Check: CO2 Analyzer	03/27/19 10:28 AM	0.00	0.00	-0.20	3.88
	03/27/19 10:29 AM	0.00	0.00	1.00	4.42
	03/27/19 10:30 AM	0.00	0.00	-0.20	4.42
	03/27/19 10:31 AM	0.00	0.00	0.80	4.41
	03/27/19 10:32 AM	0.00	0.00	5.50	4.42
	03/27/19 10:33 AM	0.00	0.00	3.10	4.42
	03/27/19 10:34 AM	0.00	0.00	-0.20	4.43
	03/27/19 10:35 AM	0.00	0.00	0.70	4.44



G	Point Name	Description	Units						
1 On	(A) 1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE	STACK NOx NON CORR	ppm						
2 On	(A) 1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE	STACK SO2 NON CORR	ppm						
3 On	(A) 1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE	STACK CO NON CORR	ppm						
4 On	(A) 1ATFG002C.UNIT0@NET0	STACK CO2	%						
5 On	(A) 1FTFG003.UNIT0@NET0	STACK FG FLO	Nm3/mn						
6 On	(A) 1JITG400.UNIT0@NET0	ACTIVE POWER 1	MW						
		NOx	SO2	CO	CO2				
Date Time	1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE	1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE	1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE	1ATFG002C.UNIT0@NET	1FTFG003.UNIT0@NET	(A) 1JITG400.UNIT0@NET0			
03/29/19 09:00 AM	0.00	0.00	13.70	0.22	9550.30	146.7			
03/29/19 09:01 AM	0.00	0.00	9.60	0.06	9477.10	146.1			
03/29/19 09:02 AM	0.00	0.00	-0.20	0.04	9601.80	145.9			
03/29/19 09:03 AM	0.00	0.00	7.10	0.10	9527.40	145.9			
03/29/19 09:04 AM	0.00	0.00	6.40	0.01	9565.20	145.1			
03/29/19 09:05 AM	0.00	0.00	-0.20	0.01	9615.60	144.9			
03/29/19 09:06 AM	0.00	0.00	29.10	0.02	9564.10	145.3			
03/29/19 09:07 AM	176.20	67.20	187.70	0.04	9479.40	145.3			
03/29/19 09:08 AM	191.00	85.70	186.50	0.04	9569.80	145.0			
03/29/19 09:09 AM	191.60	87.30	187.20	0.00	9575.50	144.8			
03/29/19 09:10 AM	191.50	87.30	186.70	0.00	9590.40	145.2			
03/29/19 09:11 AM	190.50	87.20	185.10	0.00	9738.00	144.9			
03/29/19 09:12 AM	189.70	87.10	198.10	0.00	9667.10	145.5			
03/29/19 09:13 AM	175.10	83.30	46.70	16.10	9791.80	145.3			
03/29/19 09:14 AM	1.90	10.10	5.00	17.88	9585.80	144.6			
03/29/19 09:15 AM	0.00	1.10	13.10	17.93	9670.50	144.6			
03/29/19 09:16 AM	0.00	0.30	11.00	17.96	9684.20	144.6			
03/29/19 09:17 AM	0.00	0.00	9.10	17.91	9668.20	144.5			
03/29/19 09:18 AM	0.00	0.00	1.20	0.13	9698.00	144.6			
03/29/19 09:19 AM	0.60	0.20	2.70	0.12	9609.80	144.1			
03/29/19 09:20 AM	0.00	0.20	8.40	0.13	9569.80	143.7			
03/29/19 09:21 AM	0.00	0.10	10.20	0.29	9481.70	143.3			
03/29/19 09:22 AM	54.20	8.90	-0.20	6.93	9508.00	143.2			
03/29/19 09:23 AM	83.80	19.00	20.20	6.76	9439.30	142.4			
03/29/19 09:24 AM	93.10	21.30	14.80	7.16	9570.90	142.4			
03/29/19 09:25 AM	73.20	17.80	17.80	9.28	9260.80	141.5			
03/29/19 09:26 AM	122.10	27.90	17.80	9.99	9249.30	140.8			
03/29/19 09:27 AM	126.30	29.80	18.50	9.79	9271.10	140.6			
03/29/19 09:28 AM	127.10	28.70	17.90	10.06	9378.70	140.6			
03/29/19 09:29 AM	125.90	29.40	17.80	10.35	9437.00	140.0			
03/29/19 09:30 AM	118.10	30.40	14.50	10.62	9367.20	139.4			



G	Point Name	Description	Units						
1 On	(A) 1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE	STACK NOx NON CORR	ppm						
2 On	(A) 1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE	STACK SO2 NON CORR	ppm						
3 On	(A) 1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE	STACK CO NON CORR	ppm						
4 On	(A) 1ATFG002C.UNIT0@NET0	STACK CO2	%						
5 On	(A) 1FTFG003.UNIT0@NET0	STACK FG FLO	Nm3/mn						
6 On	(A) 1JITTG400.UNIT0@NET0	ACTIVE POWER 1	MW						
				NOx	SO2	CO	CO2		
Date Time	1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE1ATFG002C.UNIT0@NET1FTFG003.UNIT0@NET (A) 1JITTG400.UNIT0@NET0								
03/30/19 10:42 AM	0.00	0.00	-0.20	0.81	9565.20	145.5			
03/30/19 10:43 AM	0.00	0.00	-0.20	0.37	9689.90	145.2			
03/30/19 10:44 AM	0.10	0.00	-0.20	0.24	9486.20	145.2			
03/30/19 10:45 AM	0.00	0.00	-0.20	0.18	9517.10	144.5			
03/30/19 10:46 AM	0.00	0.00	-0.20	0.15	9483.90	144.2			
03/30/19 10:47 AM	0.10	0.00	-0.20	0.13	9504.50	143.7			
03/30/19 10:48 AM	177.20	69.60	-0.20	0.13	9456.50	143.4			
03/30/19 10:49 AM	184.00	90.00	-0.20	0.07	9577.80	143.7			
03/30/19 10:50 AM	183.00	91.10	21.50	0.05	9599.50	143.5			
03/30/19 10:51 AM	183.60	91.50	142.80	0.04	9592.70	143.5			
03/30/19 10:52 AM	183.30	91.50	172.40	0.03	9622.40	144.2			
03/30/19 10:53 AM	183.90	91.60	180.60	0.03	9614.40	144.3			
03/30/19 10:54 AM	184.30	92.10	175.20	0.02	9604.10	143.7			
03/30/19 10:55 AM	161.00	88.80	181.90	0.02	9677.40	144.0			
03/30/19 10:56 AM	1.00	11.60	181.00	0.02	9670.50	144.1			
03/30/19 10:57 AM	0.00	1.20	180.20	0.01	9632.70	142.9			
03/30/19 10:58 AM	0.00	0.20	119.90	0.20	9513.70	142.3			
03/30/19 10:59 AM	0.00	0.00	20.30	10.44	9718.60	141.3			
03/30/19 11:00 AM	0.00	0.00	7.20	16.91	9734.60	141.3			
03/30/19 11:01 AM	0.00	0.00	1.00	17.90	9757.50	140.9			
03/30/19 11:02 AM	0.00	0.00	-0.20	6.67	9825.00	140.9			
03/30/19 11:03 AM	4.80	3.00	-0.20	0.11	9726.60	140.8			



G	Point Name	Description	Units				
1 On	(A) 1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE	STACK NOx NON CORR	ppm				
2 On	(A) 1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE	STACK SO2 NON CORR	ppm				
3 On	(A) 1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE	STACK CO NON CORR	ppm				
4 On	(A) 1ATFG002C.UNIT0@NET0	STACK CO2	%				
5 On	(A) 1FTFG003.UNIT0@NET0	STACK FG FLO	Nm3/mn				
6 On	(A) 1JITTG400.UNIT0@NET0	ACTIVE POWER 1	MW				
			NOx	CO		CO2	
Date Time	1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE	1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE	1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE	1ATFG002C.UNIT0@NET	1FTFG003.UNIT0@NET	(A) 1JITTG400.UNIT0@NET0	
03/31/19 08:00 AM	117.20	20.20	5.60	8.53	8553.50	122.8	
03/31/19 08:01 AM	108.40	20.40	7.90	8.52	8609.60	123.1	
03/31/19 08:02 AM	0.70	2.70	0.90	0.84	8700.00	122.5	
03/31/19 08:03 AM	0.00	0.00	1.70	0.13	8587.90	121.9	
03/31/19 08:04 AM	0.00	0.00	-0.20	0.08	8639.40	121.8	
03/31/19 08:05 AM	0.00	0.00	-0.20	0.06	8550.10	121.6	
03/31/19 08:06 AM	96.90	15.80	4.90	0.05	8505.50	121.1	
03/31/19 08:07 AM	182.00	84.20	179.50	0.05	8531.80	120.9	
03/31/19 08:08 AM	183.10	90.70	183.40	0.04	8531.80	120.6	
03/31/19 08:09 AM	183.20	91.20	182.90	0.04	8625.60	119.2	
03/31/19 08:10 AM	183.50	91.50	181.80	0.04	8719.50	119.6	
03/31/19 08:11 AM	183.10	91.70	182.40	0.03	8716.00	119.5	
03/31/19 08:12 AM	183.00	91.40	186.10	0.03	8575.30	119.3	
03/31/19 08:13 AM	183.10	91.50	183.20	0.02	8589.00	118.3	
03/31/19 08:14 AM	20.00	36.50	52.10	9.87	8624.50	117.7	
03/31/19 08:15 AM	0.00	2.80	1.10	18.39	8460.80	117.5	
03/31/19 08:16 AM	0.00	0.40	1.40	18.59	8616.50	116.8	
03/31/19 08:17 AM	0.00	0.00	0.60	18.63	8600.50	116.6	
03/31/19 08:18 AM	0.00	0.00	1.50	18.72	8470.00	116.6	
03/31/19 08:19 AM	0.00	0.00	2.40	18.73	8503.20	116.3	
03/31/19 08:20 AM	0.00	0.00	0.40	18.82	8549.00	117.0	



G	Point Name	Description	Units							
1 On	(A) 1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE	STACK NOx NON CORR	ppm							
2 On	(A) 1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE	STACK SO2 NON CORR	ppm							
3 On	(A) 1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE	STACK CO NON CORR	ppm							
4 On	(A) 1ATFG002C.UNIT0@NET0	STACK CO2	%							
5 On	(A) 1FTFG003.UNIT0@NET0	STACK FG FLO	Nm3/mn							
6 On	(A) 1JITTG400.UNIT0@NET0	ACTIVE POWER 1	MW							
				NOx	SO2	CO	CO2			
Date Time	1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE1ATFG002C.UNIT0@NET1FTFG003.UNIT0@NET(A) 1JITTG400.UNIT0@NET0									
04/01/19 08:00 AM		118.60	22.50	2.30	8.79	9058.20	134.7			
04/01/19 08:01 AM		114.20	22.00	5.70	8.75	8990.70	134.5			
04/01/19 08:02 AM		0.20	2.70	-0.20	0.80	8924.30	134.0			
04/01/19 08:03 AM		0.00	0.00	-0.20	0.10	9019.30	133.4			
04/01/19 08:04 AM		0.00	0.00	-0.20	0.06	9106.30	132.9			
04/01/19 08:05 AM		0.00	0.00	-0.20	0.04	9210.40	132.9			
04/01/19 08:06 AM		125.30	21.40	16.50	0.03	9043.40	132.7			
04/01/19 08:07 AM		183.10	85.50	183.90	0.03	9083.40	131.4			
04/01/19 08:08 AM		182.90	90.40	181.50	0.02	9178.40	130.9			
04/01/19 08:09 AM		182.70	90.80	181.40	0.02	8946.10	130.5			
04/01/19 08:10 AM		182.30	91.00	182.40	0.02	8938.10	130.4			
04/01/19 08:11 AM		182.90	91.10	181.90	0.01	8890.00	130.2			
04/01/19 08:12 AM		182.80	91.50	178.80	0.01	8985.00	129.1			
04/01/19 08:13 AM		182.20	91.10	184.70	0.01	9141.80	128.8			
04/01/19 08:14 AM		13.90	35.20	49.00	10.06	8908.30	129.7			
04/01/19 08:15 AM		0.00	2.60	1.40	18.41	8867.10	129.9			
04/01/19 08:16 AM		0.00	0.50	2.40	18.56	8928.90	129.1			
04/01/19 08:17 AM		0.00	0.10	0.80	18.63	8917.50	129.2			
04/01/19 08:18 AM		0.00	0.00	3.00	18.67	8955.20	128.7			
04/01/19 08:19 AM		0.00	0.00	0.30	18.72	8906.00	127.9			
04/01/19 08:20 AM		0.00	0.00	5.60	18.67	8805.30	128.0			



G	Point Name	Description	Units												
1 On	(A) 1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE	STACK NOx NON CORR	ppm												
2 On	(A) 1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE	STACK SO2 NON CORR	ppm												
3 On	(A) 1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE	STACK CO NON CORR	ppm												
4 On	(A) 1ATFG002C.UNIT0@NET0	STACK CO2	%												
5 On	(A) 1FTFG003.UNIT0@NET0	STACK FG FLO	Nm3/mn												
6 On	(A) 1JITTG400.UNIT0@NET0	ACTIVE POWER 1	MW												
			NOx	SO2	CO	CO2									
Date Time	1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE1ATFG002C.UNIT0@NET1FTFG003.UNIT0@NET (A) 1JITTG400.UNIT0@NET0														
04/02/19 08:00 AM	122.30	24.80	12.60	9.16	9237.90	140.2									
04/02/19 08:01 AM	112.90	24.10	12.70	9.15	9311.10	140.1									
04/02/19 08:02 AM	0.20	2.70	1.50	0.97	9352.30	140.1									
04/02/19 08:03 AM	0.00	0.00	0.50	0.17	9247.10	139.7									
04/02/19 08:04 AM	0.00	0.00	-0.20	0.12	9267.70	140.0									
04/02/19 08:05 AM	0.00	0.00	1.10	0.10	9256.20	138.5									
04/02/19 08:06 AM	120.70	23.90	5.90	0.09	9324.90	138.7									
04/02/19 08:07 AM	182.10	86.10	180.80	0.08	9080.00	138.3									
04/02/19 08:08 AM	182.20	90.40	181.40	0.08	9038.80	137.9									
04/02/19 08:09 AM	182.80	91.10	181.00	0.08	9113.20	138.0									
04/02/19 08:10 AM	182.90	91.50	182.50	0.06	9150.90	137.9									
04/02/19 08:11 AM	183.40	91.90	181.80	0.06	9228.70	137.7									
04/02/19 08:12 AM	183.10	91.60	182.70	0.06	9142.90	137.3									
04/02/19 08:13 AM	183.70	91.90	184.10	0.06	9123.50	137.3									
04/02/19 08:14 AM	9.90	34.90	57.80	9.99	9168.10	137.2									
04/02/19 08:15 AM	0.10	2.50	5.40	18.46	9118.90	136.9									
04/02/19 08:16 AM	0.00	0.30	3.40	18.68	8939.20	136.5									
04/02/19 08:17 AM	0.00	0.00	1.20	18.66	8918.60	136.7									
04/02/19 08:18 AM	0.00	0.00	-0.20	18.74	8902.60	136.3									
04/02/19 08:19 AM	0.00	0.00	-0.20	18.75	9140.60	135.8									
04/02/19 08:20 AM	0.00	0.00	-0.20	18.85	8993.00	135.6									



G	Point Name	Description	Units												
1 On	(A) 1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE	STACK NOx NON CORR	ppm												
2 On	(A) 1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE	STACK SO2 NON CORR	ppm												
3 On	(A) 1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE	STACK CO NON CORR	ppm												
4 On	(A) 1ATFG002C.UNIT0@NET0	STACK CO2	%												
5 On	(A) 1FTFG003.UNIT0@NET0	STACK FG FLO	Nm3/mn												
6 On	(A) 1JITTG400.UNIT0@NET0	ACTIVE POWER 1	MW												
				NOx	SO2	CO	CO2								
Date Time	1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE1ATFG002C.UNIT0@NET1FTFG003.UNIT0@NET(A) 1JITTG400.UNIT0@NET0														
04/03/19 08:00 AM	145.10	22.50	20.40	9.04	8830.50	131.5									
04/03/19 08:01 AM	147.60	21.30	9.90	9.04	8809.90	131.0									
04/03/19 08:02 AM	1.20	2.40	-0.20	0.90	8798.40	130.7									
04/03/19 08:03 AM	0.00	0.00	0.20	0.12	8722.90	130.1									
04/03/19 08:04 AM	0.00	0.00	-0.20	0.06	8623.40	130.4									
04/03/19 08:05 AM	0.00	0.00	-0.20	0.05	8726.30	130.5									
04/03/19 08:06 AM	69.40	25.90	0.90	0.03	8746.90	129.9									
04/03/19 08:07 AM	182.20	84.60	179.20	0.03	8655.40	129.6									
04/03/19 08:08 AM	182.00	90.20	180.90	0.02	8610.80	129.4									
04/03/19 08:09 AM	182.10	91.00	178.80	0.02	8701.20	128.9									
04/03/19 08:10 AM	182.40	91.30	179.50	0.02	8660.00	128.8									
04/03/19 08:11 AM	182.20	91.60	180.20	0.01	8511.20	128.5									
04/03/19 08:12 AM	183.00	91.60	180.20	0.01	8631.40	127.8									
04/03/19 08:13 AM	182.40	91.60	183.60	0.01	8582.20	127.7									
04/03/19 08:14 AM	16.20	24.30	48.10	11.01	8571.90	127.2									
04/03/19 08:15 AM	0.00	2.20	1.40	18.48	8738.90	126.9									
04/03/19 08:16 AM	0.00	0.30	0.60	18.67	8721.80	126.6									
04/03/19 08:17 AM	0.00	0.00	0.00	18.69	8653.10	126.7									
04/03/19 08:18 AM	0.00	0.00	-0.20	18.72	8657.70	126.1									
04/03/19 08:19 AM	0.00	0.00	0.10	18.77	8505.50	125.8									
04/03/19 08:20 AM	0.00	0.00	1.60	18.75	8494.00	125.7									



G	Point Name	Description	Units												
1 On	(A) 1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE	STACK NOx NON CORR	ppm												
2 On	(A) 1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE	STACK SO2 NON CORR	ppm												
3 On	(A) 1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE	STACK CO NON CORR	ppm												
4 On	(A) 1ATFG002C.UNIT0@NET0	STACK CO2	%												
5 On	(A) 1FTFG003.UNIT0@NET0	STACK FG FLO	Nm3/mn												
6 On	(A) 1JITTG400.UNIT0@NET0	ACTIVE POWER 1	MW												
				NOx	SO2	CO	CO2								
Date Time	1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE	1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE	1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE	1ATFG002C.UNIT0@NET	1FTFG003.UNIT0@NET	(A) 1JITTG400.UNIT0@NET0									
04/04/19 08:00 AM	160.40	23.40	15.30	9.05	8962.10	138.2									
04/04/19 08:01 AM	156.70	21.90	10.00	9.03	8951.80	137.5									
04/04/19 08:02 AM	1.20	2.20	3.10	0.84	8823.60	136.1									
04/04/19 08:03 AM	0.00	0.00	1.30	0.11	8962.10	136.0									
04/04/19 08:04 AM	0.00	0.00	-0.20	0.05	9046.80	135.2									
04/04/19 08:05 AM	0.00	0.00	-0.20	0.03	9084.50	134.7									
04/04/19 08:06 AM	71.20	27.70	1.00	0.03	9129.20	133.6									
04/04/19 08:07 AM	181.10	86.30	178.90	0.02	9175.00	132.8									
04/04/19 08:08 AM	181.80	90.90	179.10	0.01	8908.30	131.9									
04/04/19 08:09 AM	181.40	91.00	179.70	0.01	8892.30	131.3									
04/04/19 08:10 AM	182.10	91.50	186.30	0.01	8996.40	130.5									
04/04/19 08:11 AM	181.90	91.80	183.20	0.00	8908.30	129.9									
04/04/19 08:12 AM	182.40	91.70	181.10	0.00	8795.00	129.5									
04/04/19 08:13 AM	182.10	92.00	182.60	0.00	8768.70	129.0									
04/04/19 08:14 AM	76.40	47.80	145.60	0.68	8817.90	129.6									
04/04/19 08:15 AM	0.00	3.00	3.20	18.28	8784.70	129.4									
04/04/19 08:16 AM	0.00	0.50	2.10	18.60	8769.80	128.6									
04/04/19 08:17 AM	0.00	0.10	0.20	18.66	8799.60	127.6									
04/04/19 08:18 AM	0.00	0.00	0.60	18.66	8734.40	126.9									
04/04/19 08:19 AM	0.00	0.00	-0.20	18.74	8687.40	127.0									
04/04/19 08:20 AM	0.00	0.00	-0.20	18.73	8634.80	126.3									



G	Point Name	Description	Units						
1 On	(A) 1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE	STACK NOx NON CORR	ppm						
2 On	(A) 1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE	STACK SO2 NON CORR	ppm						
3 On	(A) 1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE	STACK CO NON CORR	ppm						
4 On	(A) 1ATFG002C.UNIT0@NET0	STACK CO2	%						
5 On	(A) 1FTFG003.UNIT0@NET0	STACK FG FLO	Nm3/mn						
6 On	(A) 1JITTG400.UNIT0@NET0	ACTIVE POWER 1	MW						
				NOx	SO2	CO	CO2	Flow	MW
Date Time	1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE`1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE`1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE`1ATFG002C.UNIT0@NET1`1FTFG003.UNIT0@NET(A)`1JITTG400.UNIT0@NET0								
04/05/19 02:31 PM	0.00	0.00	1.70	-0.20	0.01	9615.60	140.1		
04/05/19 02:32 PM	0.00	0.00	0.20	-0.20	0.01	9604.10	140.9		
04/05/19 02:33 PM	0.00	0.00	0.00	-0.20	0.01	9540.00	140.9		
04/05/19 02:34 PM	0.00	0.90	25.20	0.02	9583.50	142.1			
04/05/19 02:35 PM	0.90	1.90	-0.20	0.00	9376.40	142.7			
04/05/19 02:36 PM	0.00	0.20	-0.20	0.00	9512.60	143.3			
04/05/19 02:37 PM	89.10	41.00	176.80	0.00	9438.20	142.9			
04/05/19 02:38 PM	185.10	87.50	180.30	0.00	9459.90	143.4			
04/05/19 02:39 PM	184.70	91.10	182.50	0.00	9675.10	143.8			
04/05/19 02:40 PM	185.40	91.40	180.20	0.00	9624.70	143.4			
04/05/19 02:41 PM	184.60	91.50	181.00	0.00	9577.80	144.0			
04/05/19 02:42 PM	184.80	91.60	182.10	0.00	9556.00	144.3			
04/05/19 02:43 PM	184.50	91.40	179.90	0.00	9495.40	145.3			
04/05/19 02:44 PM	185.40	91.60	181.40	0.00	9486.20	145.8			
04/05/19 02:45 PM	40.30	38.60	-0.20	18.60	9448.50	146.1			
04/05/19 02:46 PM	0.00	3.10	0.10	18.73	9549.20	146.0			
04/05/19 02:47 PM	0.00	0.70	-0.20	18.70	9526.30	145.6			
04/05/19 02:48 PM	0.00	0.20	-0.20	18.77	9489.70	146.0			
04/05/19 02:49 PM	0.00	0.10	-0.20	18.77	9451.90	146.3			
04/05/19 02:50 PM	0.00	0.00	-0.20	18.74	9641.90	146.3			
04/05/19 02:51 PM	0.00	0.00	-0.20	18.79	9660.20	146.1			
04/05/19 02:52 PM	0.00	0.00	-0.20	0.08	9612.10	146.4			
04/05/19 02:53 PM	0.00	0.00	-0.20	0.11	9669.30	145.6			
04/05/19 02:54 PM	0.00	0.00	-0.20	0.11	9645.30	146.2			



G	Point Name	Description	Units						
1 On	(A) 1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE	STACK NOx NON CORR	ppm						
2 On	(A) 1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE	STACK SO2 NON CORR	ppm						
3 On	(A) 1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE	STACK CO NON CORR	ppm						
4 On	(A) 1ATFG002C.UNIT0@NET0	STACK CO2	%						
5 On	(A) 1FTFG003.UNIT0@NET0	STACK FG FLO	Nm3/mn						
6 On	(A) 1JITTG400.UNIT0@NET0	ACTIVE POWER 1	MW						
		NOx	SO2	CO	CO2	Flow	MW		
Date Time		1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE	1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE	1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE	1ATFG002C.UNIT0@NET1	1FTFG003.UNIT0@NET(A)	1JITTG400.UNIT0@NET0		
	04/06/19 11:07 AM	143.10	25.80	5.60	9.38	9437.00	150.2		
	04/06/19 11:08 AM	107.70	23.90	-0.20	0.27	9332.90	149.6		
	04/06/19 11:09 AM	0.00	2.10	-0.20	0.04	9263.10	149.4		
	04/06/19 11:10 AM	0.00	0.00	2.10	0.07	9336.30	148.9		
	04/06/19 11:11 AM	0.00	0.00	-0.20	0.00	9426.70	149.4		
	04/06/19 11:12 AM	0.00	0.00	-0.20	-0.01	9390.10	148.5		
	04/06/19 11:13 AM	149.20	41.70	181.40	-0.01	9439.30	148.4		
	04/06/19 11:14 AM	184.20	87.40	180.40	-0.01	9280.20	148.5		
	04/06/19 11:15 AM	184.90	91.20	180.90	-0.01	9081.10	147.7		
	04/06/19 11:16 AM	184.70	91.70	184.40	-0.01	9251.60	147.8		
	04/06/19 11:17 AM	185.00	92.00	180.50	-0.01	9337.50	147.6		
	04/06/19 11:18 AM	185.10	92.00	180.20	-0.01	9387.80	146.7		
	04/06/19 11:19 AM	185.20	92.00	198.70	-0.01	9324.90	146.0		
	04/06/19 11:20 AM	185.50	92.20	182.20	-0.01	9330.60	146.2		
	04/06/19 11:21 AM	16.10	43.10	0.10	18.62	9354.60	145.9		
	04/06/19 11:22 AM	0.00	3.60	-0.20	18.66	9362.60	146.2		
	04/06/19 11:23 AM	0.00	0.60	-0.20	18.70	9364.90	145.9		
	04/06/19 11:24 AM	0.00	0.20	-0.20	18.78	9305.40	145.5		
	04/06/19 11:25 AM	0.00	0.00	-0.20	18.69	9329.50	145.3		
	04/06/19 11:26 AM	0.00	0.00	-0.20	18.77	9200.10	145.3		
	04/06/19 11:27 AM	0.00	0.00	-0.20	17.70	9179.50	145.7		
	04/06/19 11:28 AM	0.00	0.00	-0.20	0.09	9263.10	145.3		
	04/06/19 11:29 AM	0.00	0.00	-0.20	0.12	9273.40	145.7		
	04/06/19 11:30 AM	0.00	0.00	-0.20	0.12	9314.60	144.5		



G	Point Name	Description	Units												
1 On	(A) 1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE	STACK NOx NON CORR	ppm												
2 On	(A) 1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE	STACK SO2 NON CORR	ppm												
3 On	(A) 1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE	STACK CO NON CORR	ppm												
4 On	(A) 1ATFG002C.UNIT0@NET0	STACK CO2	%												
5 On	(A) 1FTFG003.UNIT0@NET0	STACK FG FLO	Nm3/mn												
6 On	(A) 1JITTG400.UNIT0@NET0	ACTIVE POWER 1	MW												
		NOx	SO2	CO	CO2	Flow	MW								
Date Time	1AT1FG002A-NC.UNIT0@NE	1AT1FG002B-NC.UNIT0@NE	1AT1FG002D-NC.UNIT0@NE	1ATFG002C.UNIT0@NE	1FTFG003.UNIT0@NET1	1JITTG400.UNIT0@NET0	(A) 1JITTG400.UNIT0@NET0								
04/07/19 08:08 AM	136.10	19.60	7.30	8.48	8024.80		116.2								
04/07/19 08:09 AM	41.80	11.80	-0.20	0.11	8156.40		116.4								
04/07/19 08:10 AM	0.00	0.50	-0.20	0.09	8267.40		116.3								
04/07/19 08:11 AM	1.10	0.00	-0.20	0.05	8316.60		116.3								
04/07/19 08:12 AM	0.00	0.00	-0.20	0.05	8186.20		116.7								
04/07/19 08:13 AM	0.00	0.00	45.40	0.04	8210.20		116.4								
04/07/19 08:14 AM	182.10	70.20	182.20	0.04	8242.30		117.8								
04/07/19 08:15 AM	184.60	89.60	182.80	0.04	8243.40		117.8								
04/07/19 08:16 AM	184.50	91.40	180.40	0.04	8214.80		118.1								
04/07/19 08:17 AM	184.50	91.50	181.10	0.04	8191.90		118.1								
04/07/19 08:18 AM	184.30	91.50	183.80	0.04	8258.30		118.4								
04/07/19 08:19 AM	184.80	91.90	178.90	0.04	8275.50		118.8								
04/07/19 08:20 AM	185.00	91.80	181.60	0.04	8281.20		118.8								
04/07/19 08:21 AM	182.90	91.50	66.70	15.38	8131.30		118.9								
04/07/19 08:22 AM	1.40	17.40	2.40	18.70	8206.80		119.0								
04/07/19 08:23 AM	0.00	1.90	-0.20	18.81	8189.60		119.3								
04/07/19 08:24 AM	0.00	0.40	0.40	18.85	8162.20		119.2								
04/07/19 08:25 AM	0.00	0.20	0.00	18.85	8262.90		119.5								
04/07/19 08:26 AM	0.00	0.00	-0.20	18.86	8237.70		119.5								
04/07/19 08:27 AM	0.00	0.00	-0.20	18.81	8166.70		118.9								
04/07/19 08:28 AM	0.00	0.00	-0.20	0.69	8106.10		119.5								
04/07/19 08:29 AM	0.00	0.00	-0.20	0.16	8021.40		119.0								
04/07/19 08:30 AM	0.00	0.00	12.80	0.22	8059.20		119.0								
04/07/19 08:31 AM	0.00	0.00	-0.20	0.22	8055.70		119.6								



22

28/3/19 7-Day Drift Test - Day 1

Initiated: 8:10:00 AM DAS Time

Ended: 8:27:00 AM DAS Time

Results:

Deviation %	
Zero	Span
0	3
0	2
0	1
0	1
	CO
	CO <sub>2</sub>
	NO
	SO <sub>2</sub>

Verdict: Pass

29-3-19

Initiated: 8:00 AM

Ended

Results

Deviation

Zero	Span	
* 8	5	CO
0	0	CO <sub>2</sub>
0	1	NO
0	1	SO <sub>2</sub>

\* CO Need to be checked

\* Zero and Span HAVE been Calibrated



8:35 2nd verification started.  
 8:52 ended

Deviation %		
Low	Span	
5	<del>5</del> 1	CO
0	6*	CO <sub>2</sub>
0	4	NO
0	4	SO <sub>2</sub>

- \* CO<sub>2</sub> span have to be checked
- \* proceeding with span calibration.

9:00 Am. 3rd verification started.  
 Ended: 9:17 Am

Low	Span	
0	5	CO
0	0	CO <sub>2</sub>
0	3	NO
0	4	SO <sub>2</sub>

9:20 Sampling system pump  
 was off ps. We put in service.  
 press: 154.5



24

30/MARZO/2019

VERIFICACIÓN DEL ZERO y SPAM EN LOS ANALIZADORES  
DE LA UNIDAD 1.

- HORA DE INICIO: 8:00 AM

U#1

- HORA DE TERMINADO: 8:17 AM

#1

DESVIACIÓN %

ZERO

SPAM

4

12

CO

0

15

CO<sub>2</sub>

0

10

NO

0

14

SO<sub>2</sub>

#2 HORA INICIO: 8:21 AM.

U#1

HORA TERMINADA: 8:38 AM

- SE REALIZARÁ 2<sup>da</sup> PRUEBA CON MÁS FLUJO DE GAS DE CALIBRACIÓN.

DESVIACIÓN %

ZERO

SPAM

4

12 \*

CO

0

15 \*

CO<sub>2</sub>

0

10 \*

NO

0

14 \*

SO<sub>2</sub>

\* Se procede a calibrar



#3 / Hora inicio, 10:18  
 Hora terminado, 10:35

Zero	SPAN	
0	0	CO
0	6 *	CO <sub>2</sub>
0	0	NO
0	1	SO <sub>2</sub>

\* Se prende a Celibar

#4 Hora inicio, 10:42  
 Hora terminado, 11:00

Flejo	Span	
0	5	CO
1	0	CO <sub>2</sub>
0	0	NO
0	1	SO <sub>2</sub>



26

31-3-19

U#1

Hora inicio: 8:00 AM

Hora final: 8:20 AM

Desarrollo

Feno	Span	
0	0	CO
0	5	CO <sub>2</sub>
0	1	NO
0	0	SO <sub>2</sub>

Realizado por SR y RR.

01-4-19.

Hora inicio: 8:00 AM

Hora final: 8:20 AM

Verificación CERA U#1

Feno	Span	
3	2	CO
0	4	CO <sub>2</sub>
0	1	NO
0	0	SO <sub>2</sub>

Realizado por SR y RR.



2 / Abri / 2019

## PRUEBA VERIFICACIÓN DEL CEMS U1.

HORA DE INICIO: 8:00 AM

HORA FINAL: 8:20 AM

## DESVIACIÓN %

ZERO

SPAM

1

0

CO

1

5

CO<sub>2</sub>

0

1

NO

0

1

SO<sub>2</sub>

Realizado: RR, SR

3 / Abril / 2019

## PRUEBA VERIFICACIÓN DEL CEMS U1.

HORA INICIO: 8:00 AM

HORA FINAL: 8:20 AM

## DESVIACIÓN %

ZERO

SPAM

0

1

CO

0

5

CO<sub>2</sub>

0

1

NO

0

1

SO<sub>2</sub>Realizado: 



28

4/Abril/2019

## PRUEBA VERIFICACIÓN CEMS U1

HORA INICIO: 8:00 AM

HORA FINAL: 8:20 AM

DESVIACIÓN %

ZERO

SPAN

0

3

CO

0

5

CO<sub>2</sub>

0

1

NO

0

1

SO<sub>2</sub>

5/ABRIL/2019

## PRUEBA VERIFICACIÓN CALIBRACIÓN CEMS U1

HORA INICIO: 13:53 PM

HORA TERMINO: 1 PM

DESVIACIÓN %

ZERO

SPAN

0

2

CO

0

2

CO<sub>2</sub>

0

6 \*

NO

0

1

SO<sub>2</sub>



5 / April / 2019

PLOS / H / F

Verificación CEM U1

Hora Inicio 2:45

Hora Finalización 2:55

8:5:8

Desviación %

ZERO	SPAN	
0	2	CO
0	5	CO <sub>2</sub>
0	0	NO
1	0	NO <sub>2</sub>
0	0	
1	0	

6/4/2019

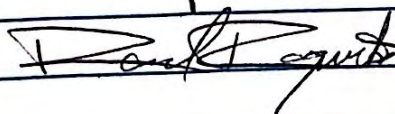
Verificación CEM U1

Hora de Inicio 11:06 am

Hora Finalización: 11:27 am

Desviación %

Zero	Span	
0	2	CO
0	5	CO <sub>2</sub>
0	0	NO
0	1	SO <sub>2</sub>





7/4/2019

## Verificación CEMs UI

Hora de Inicio: 8:08

Hora de Finalización: 8:28

## Desviación %

Zero

Span

0

1

CO

0

5

CO<sub>2</sub>

0

0

NO

0

1

SO<sub>2</sub>

(Alex) Luna



**ESTA ES LA ÚLTIMA PÁGINA DEL REPORTE**





**First Quantum Minerals  
Planta de Generación PACO - Minera Panamá  
Unidad No. 1  
Punta Rincón, Provincia Colon, Panamá**

**INFORME DE PRUEBA DE EMISIONES DE GARANTÍA  
Número de Proyecto McHale: 18018.0**

**Preparado para:  
First Quantum Minerals  
Level 1, 24 Outram Street  
West Perth, WA 6005 Australia**

Este documento ha sido remitido y revisado como indicado seguido. Si esta es una revisión más reciente que la copia en su posesión, favor de destruir la copia previa o marcarla claramente "REEMPLAZADO".

REVISION NO.	FECHA DE REVISION	INICIALES DEL AUTOR	INICIALES DEL REVISOR	INICIALES DEL APROBADOR	DESCRIPCION
0	5/1/2019	KMV	JKE	SBE	Emisión Inicial
1	5/16/2019	KMV	JKE	SBE	Revisado para Comentarios del Cliente
2	6/10/2019	KMV	JKE	SBE	Revisado para S&L / Comentarios del Cliente
3	7/11/2019	KMV	JKE	SBE	Adición de los resultados de la prueba de NOx / CO
4	7/30/2019	KMV	JKE	SBE	Revisado para Comentarios del Cliente

**APROBADO PARA EMISION**

Autor: Kyle Vaughan Fecha: 7/30/2019

Revisor de Ingeniería: Jesse Easterling Fecha: 7/30/2019

Aprobación del Gerente de Proyecto: Susan Eisenstadt Fecha: 7/30/2019

*La información contenida en este documento está destinada solo para la persona o entidad a la que se dirige y puede contener material confidencial y / o privilegiado. Se prohíbe cualquier revisión, edición, retransmisión, difusión u otro uso, o toma de cualquier acción que se base en esta información por personas o entidades distintas del destinatario deseado.*



# Tabla de Contenido

<u>Sección</u>	<u>Descripción</u>
<b>1.0</b>	<b>INTRODUCCIÓN Y RESUMEN EJECUTIVO ..... 4</b>
1.2	PROGRAMA DE PRUEBAS .....4
1.3	ORGANIZACIÓN DEL REPORTE DE PRUEBAS .....5
1.4	PARTICIPANTES DEL PROYECTO .....5
1.5	INFORMACIÓN DEL CONTACTO .....6
<b>2.0</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y UBICACIONES DE MUESTREO</b>
	<b>7</b>
2.1	DESCRIPCION DE PROCESOS .....7
2.2	UBICACIONES DE MUESTREO .....8
<b>3.0</b>	<b>RESUMEN DE RESULTADOS..... 9</b>
3.1	TEST RESULTS .....10
3.2	ANOMALÍAS DE MUESTREO .....11
<b>4.0</b>	<b>MÉTODOS DE MUESTRA..... 12</b>
4.1	METODO EPA 1: UBICACION DEL PUNTO DE MUESTREO .....12
4.2	METODO EPA 2: VELOCIDAD Y CAUDAL VOLUMETRICO .....12
4.3	METODO EPA 3A: DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIONES DE OXÍGENO Y DE DIOXIDO DE CARBONO (PROCEDIMIENTO DE ANALIZADOR INSTRUMENTAL).....12
4.4	METODO 4: CONTENIDO DE HUMEDAD .....12
4.5	METODO 5: DETERMINACION DE EMISIONES DE MATERIA PARTICULADO..13
4.6	METODO 6C: DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE DIÓXIDO DE AZUFRE (PROCEDIMIENTO DE ANALIZADOR INSTRUMENTAL) .....16
4.7	METODO 7E: DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE ÓXIDO DE NITRÓGENO (PROCEDIMIENTO DE ANALIZADOR INSTRUMENTAL).....16
4.8	METODO 10: DETERMINACION DE EMISIONES DE MONOXIDO DE CARBONO .....16
4.9	METODO 19: DETERMINACION DEL FACTOR DE COMBUSTIBLE.....17
4.10	SISTEMA DE MUESTREO DEL METODO DE REFERENCIA INSTRUMENTAL....17
<b>5.0</b>	<b>GARANTIA DE CALIDAD Y CONTROL DE CALIDAD ..... 20</b>
5.1	DECLARACIÓN ASTM D7036-16 .....20
5.2	GARANTÍA DE CALIDAD / CONTROL DE CALIDAD .....20
5.3	CALIBRACIONES Y EVALUACIONES DE DESVIACIÓN .....21
5.4	TIEMPO DE RESPUESTA DEL INSTRUMENTO .....21
5.5	INSPECCION DE FUGA .....21
5.6	QA/QC DE METODOS DE MUESTREO MANUAL .....21



# Tabla de Apéndices

<u>Sección</u>	<u>Descripción</u>
APÉNDICE A	RESUMEN DE RESULTADOS
APÉNDICE B	DATOS FUENTE
APÉNDICE C	DATOS DE GARANTÍA DE CALIDAD
APÉNDICE D	DATOS DEL PROCESO
APÉNDICE E	CÁLCULOS DE MUESTRA
APÉNDICE F	CERTIFICACIONES DE QSTI Y ASTM D7036
APÉNDICE G	INFORMES DEL LABORATORIO

## Cuadros y Figuras

<u>Cuadro</u>	<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
TABLE 1-1:	UNIDAD 1 LÍMITES DE EMISIONES APLICABLES.....	4
TABLE 1-2:	PARTICIPANTES DEL PROYECTO .....	5
TABLE 3-1:	PLANTA DE GENERACIÓN PACO - MINERA PANAMÁ - UNIDAD NO. 1 - RESULTADOS DE PRUEBA DE GARANTÍA .....	10

<u>Figura</u>	<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
FIGURA 2-1	UNIDAD NO. 1 FOTOGRAFÍA DE LA CHIMENEA.....	7
FIGURA 2-2	UNIDAD 1 FOTOGRAFÍA DE LA PLATAFORMA DE PRUEBA .....	8



## 1.0 Introducción y Resumen Ejecutivo

La división de Servicios de Medición de Emisiones (EMS) de McHale & Associates realizó pruebas de rendimiento de emisiones para la instalación First Quantum Minerals Minera Panamá, ubicada en Punta Rincón, Provincia Colón, Panamá. Sargent & Lundy fue contratado para proporcionar la ingeniería y el diseño detallados del proyecto, así como para garantizar que la instalación cumpla con las regulaciones ambientales. Envirolab S.A., un grupo local de pruebas de emisiones de Panamá, fue contratado para observar y certificar todas las actividades de prueba realizadas por McHale EMS. Esto se arregló para cumplir con las regulaciones locales que requieren que las compañías de pruebas estén certificadas a través del gobierno panameño; Envirolab S.A. posee esta certificación.

Minera Panamá posee y opera dos calderas de carbón pulverizado ubicadas en la costa caribeña de Panamá en Punta Rincón, en la Estación Generadora PACO (PACO). La unidad utiliza agua de mar para el agua de desulfuración de gases de combustión (FGD) y el generador de turbina de vapor (STG) una vez que se enfría. Las emisiones de salida se controlan con quemadores de bajo NO<sub>x</sub>, reducción catalítica selectiva (SCR) y un sistema de filtración de cámara de filtros. La Unidad 1 es el foco de este informe de prueba.

Este programa de prueba se realizó con el objetivo de determinar las emisiones de las Unidades 1 en referencia a los límites de garantía contractuales establecidos en la Especificación de oferta P-6094 proporcionada a McHale por First Quantum, presentada en la Tabla 1-1 a continuación:

**Table 1-1: Unidad 1 Límites de Emisiones Aplicables**

Unidad	Parámetro	Unidades	Método EPA	Límite de Garantía <sup>1</sup>	Carga	Combustible	Duración
Descarga de Unidad	Caudal	m <sup>3</sup> /hr	1, 2	-	Pleno	Carbón Bituminoso Colombiano	Tres (3) recorridos de 60-minutos
	O <sub>2</sub>	%	3A				
	CO <sub>2</sub>	%	3A				
	Humedad	%	4				
	Materia Particulado (PM)	mg/Nm <sup>3</sup>	5	30			
	SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	6C	200			
	NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	7E	200			
	CO	mg/Nm <sup>3</sup>	10	100			

<sup>1</sup> Los valores son en seco, al 6% de O<sub>2</sub>.

La ubicación física de la instalación es:

Planta de Generación PACO  
9°00'21.0"N 80°41'34.5"W  
Punta Rincón, Panamá

## 1.2 Programa de Pruebas

Las pruebas de garantía en la planta de Generación PACO - instalación de Minera Panamá se realizaron el 25 de marzo de 2019.



### 1.3 Organización del Reporte de Pruebas

**Sección 2.0** de este documento proporciona una breve descripción del proceso y la ubicación del muestreo. **Sección 3.0** presenta un resumen de los resultados de las pruebas. **Sección 4.0** describe los procedimientos y los métodos de prueba utilizados, y **Sección 5.0** describe las medidas de garantía de calidad / control de calidad seguidas durante el muestreo y el análisis. Los resúmenes de datos y los cálculos de muestra, las hojas de datos de campo, los datos analíticos, los datos de control de calidad, los datos de operación y una lista de los participantes del proyecto se incluyen en los apéndices de este documento.

### 1.4 Participantes del Proyecto

**Table 1-2: Participantes del Proyecto**

ORGANIZACION	NOMBRE	RESPONSABILIDAD
McHale EMS	Susan Eisenstadt	Gerente del Proyecto
	Kyle Vaughan	Dirigente del Sitio / Operador de CEMS
	Eric Swope	Operaciones de Consola
	Scott Williams	Técnico de Recuperación de Muestras
	Paul Day	Operaciones de Chimenea
Planta de Generación PACO - Minera Panamá	Francisco Solis	Superintendente Ambiental
Sargent & Lundy	Don Fennesey	Planificación del Programa de Pruebas / Ingeniería
Envirolab S.A.	Michael Alvarado	Observador de Prueba
	Gerardo Aguilera	Observador de Prueba



## 1.5 Información del Contacto

### **McHale & Assoc., Inc.**

Susan Eisenstadt

Gerente del Proyecto

4700 Coster Road

Knoxville, TN 37912 USA

O: (865) 588-2654 x142

C: (865) 335-1783

E: susan.eisenstadt@mchale.com

### **Planta de Generación PACO - Minera Panamá**

Francisco Solís

Superintendente Ambiental - Puerto y Planta de Generación

Torre de Las Américas, Torre A, Piso 21

Iguana Mall, Penonomé

Donoso, Colón, Panamá

O: (507) 380-5840

C: (507) 6440-3474

E: Francisco.Solis@fqml.com

### **Sargent & Lundy**

Don Fennesy

Ingeniero Mecánico

55 East Monroe Street

Chicago, IL 60603 USA

O: (312) 269-6114

C: (785) 760-3846

E: donald.w.fennesy@sargentlundy.com



## **2.0 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y UBICACIONES DE MUESTREO**

### **2.1 DESCRIPCION DE PROCESOS**

Minera Panamá S.A. posee y opera dos calderas de carbón pulverizado ubicadas en la costa caribeña de Panamá en Punta Rincón, en la estación de generación PACO. La estación generadora fue construida para suministrar energía a la nueva mina de cobre del Proyecto Cobre Panamá. La mina de cobre se encuentra en un área a unos 30 km del sitio del proyecto PACO. Este complejo minero tiene una demanda de energía continua de aproximadamente 250 megavatios (MW). La planta de energía opera principalmente a plena carga y suministra energía eléctrica a través de una línea de transmisión de dos circuitos de 230 kV. El saldo de la energía neta generada se inyecta en la red eléctrica panameña. La Unidad 1 es una caldera de carbón de 150 MW de nueva construcción, que quema carbón bituminoso colombiano para la producción de energía. La unidad utiliza agua de mar para el agua de desulfuración de gases de combustión (FGD) y el generador de turbina de vapor (STG) una vez que se enfría. Las emisiones de salida se controlan con quemadores de bajo NOx, reducción catalítica selectiva (SCR) y un sistema de filtración de cámara de filtros. La Unidad 1 es el foco de este informe de prueba.



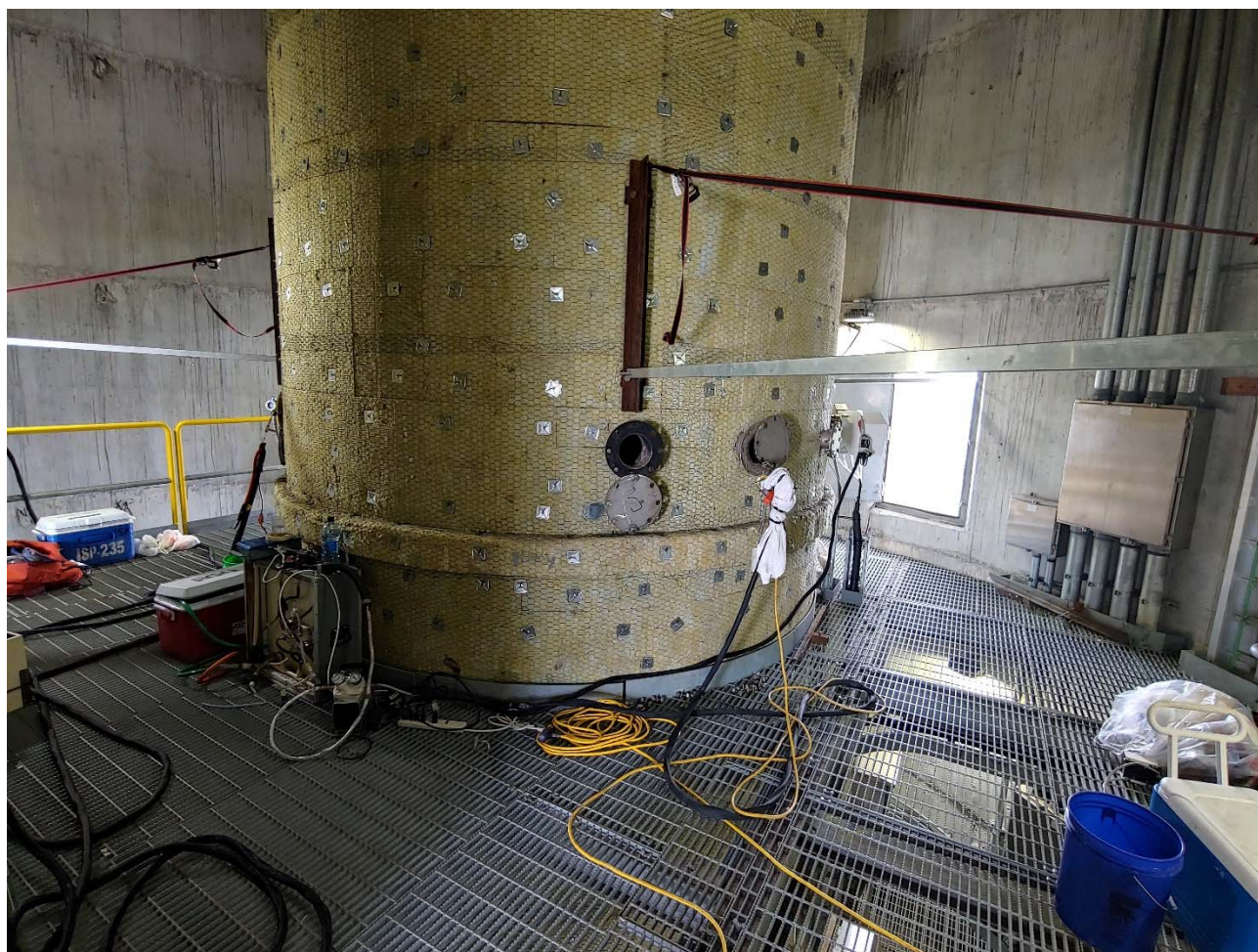
**Figura 2-1 Unidad No. 1 Fotografía de la Chimenea**



## 2.2 UBICACIONES DE MUESTREO

Todas las pruebas se realizaron en la chimenea de escape de la Unidad 1. La chimenea tiene un diámetro de 149.6 pulgadas (3.8 metros), una altura de 411 pies (125 metros) desde el nivel del suelo, y cuatro (4) puertos de prueba a 90 grados uno del otro ubicados a 280 pies (85 metros) de la curva del ducto. Un esquema de la configuración de la chimenea se proporciona en el Apéndice B. A continuación se presenta una fotografía de la ubicación de muestreo:

**Figura 2-2 Unidad 1 Fotografía de la Plataforma de Prueba**





### 3.0 RESUMEN DE RESULTADOS

McHale EMS realizó pruebas de emisiones en la unidad mencionada en la instalación de First Quantum Minerals, ubicada en Punta Rincón, Provincia Colón, Panamá. Las pruebas se realizaron el 25 de marzo de 2019. Debido a que las concentraciones de óxidos de nitrógeno que exceden el límite de garantía, se realizaron pruebas adicionales el 29 de junio de 2019. Estos datos y la documentación asociada se presentan en el **Apéndice B** de este informe de prueba. McHale coordinó con el personal de pruebas de PACO antes de comenzar las pruebas, para garantizar que las cargas de operación de la unidad estuvieran en condiciones estables antes de comenzar las pruebas. Las pruebas de emisiones en la pila de escape de la Unidad 1 fueron realizadas por McHale EMS. Además, McHale EMS realizó los análisis de partículas gravimétricas en las muestras recolectadas en el sitio. Todo el muestreo se coordinó a través de McHale para garantizar que el proceso fuera estable y que la recolección de muestras fuera representativa del proceso. Todas las técnicas utilizadas para obtener muestras se siguieron estrictamente utilizando los procedimientos y pautas de muestra de EPA y / o ASTM prescritos según sea necesario y bajo la supervisión del personal de Envirolab. Cualquier desviación de estos procedimientos se indica en la Sección 3.2 de este informe de prueba. Unidad 1.

McHale EMS realizó pruebas de emisiones utilizando los Métodos de Prueba de Referencia más recientes de la EPA de EE UU para pruebas de emisiones de fuentes estacionarias que figuran en el Código de Regulaciones Federales, Título 40, Parte 60, Apéndice A. Las Tablas 3-1 presentan un resumen de las emisiones. Los métodos utilizados para recolectar muestras se describen en Sección 4. Los parámetros probados incluyen oxígeno (O<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), material particulado (PM), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO), y mediciones secundarias asociadas para ayudar en los cálculos de emisiones.

Los resultados de las emisiones se expresan en el informe de prueba como las concentraciones nativas medidas, como concentraciones en miligramos por metro cúbico normal (mg / Nm<sup>3</sup>), kilogramos por Gigajulio (kg / GJ), concentraciones corregidas al 6% de oxígeno, kilogramos por hora (kg / h). Las condiciones normales de temperatura y presión se definen a 32 ° F (0 ° C) y 1 atmósfera (29.92 "Hg). Las tasas de emisión de masa de materia particulado se informan utilizando la tasa de flujo volumétrico y la humedad del Método EPA determinados por el Método 2 de la EPA y el Método de la EPA 4, respectivamente.

Los datos de la prueba gaseosa se recopilaron y promediaron en una base de 60 segundos (un minuto). Los datos de prueba de materia particulado y métodos manuales se registraron manualmente en la hoja de datos de campo al menos cada 5 minutos. Para documentar las condiciones del proceso durante la prueba, la instalación proporcionó registros de datos del proceso. Los registros incluyen flujo de combustible (%), potencia de salida (MW) y flujo de vapor (kg / h). Las copias de los datos del proceso se pueden encontrar en el **Apéndice D**. En los apéndices se incluyen ejemplos de cálculos, resúmenes de datos, datos de campo sin procesar, datos analíticos, datos de operación, datos de calibración y certificaciones se incluyen en los apéndices.



### 3.1 Test Results

**Table 3-1: Planta de Generación PACO - Minera Panamá - Unidad No. 1 - Resultados de Prueba de Garantía**

Compuesto de Interés	Recorrido 1	Recorrido 2	Recorrido 3	Promedio	Límite de Permiso	
Gaseous Data						
Fecha:	3/25/2019	3/25/2019	3/25/2019	-		
Tiempo:	1021-1121	1153-1253	1327-1347	-		
Datos de Proceso: Megavatios (MW)	146.7	143.74	145.25	145.23		
Flujo de Combustible (%)	60.02	58.89	60.01	59.64		
Flujo de Vapor (KG/HR)	385,737	377,105	381,017	381,286		
Oxígeno (O <sub>2</sub> ) %	12.18	12.25	11.95	12.13		
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) %	9.63	9.53	9.81	9.66		
Nitrogen Oxides (NOx)*: ppmVw	127.45	112.78	97.90	112.71		
ppmVd	135.59	119.98	104.15	119.91		
mg/Nm³	158.99	140.69	122.12	140.60		
kg/hr	164.91	143.35	123.87	144.04		
mg/Nm³ @6% Oxígeno	196.30	171.10	146.50	171.30		200.00
kg/GJ	0.118	0.103	0.088	0.103		
Dióxido de Azufre (SO2): ppm	28.49	31.26	32.16	30.6		
ppmVd	30.31	33.26	34.21	32.6		
mg/Nm³	86.59	95.01	97.74	93.1		
kg/hr	51.25	55.24	56.57	54.4		
ppmvw @6% Oxígeno	51.81	57.30	56.96	55.36		
mg/Nm³ @6% Oxígeno	148.02	163.71	162.74	158.16		200.00
kg/GJ	0.040	0.045	0.045	0.043		
Monóxido de Carbono (CO): ppmVw	4.84	8.45	8.73	7.3		
ppmVd	5.14	8.99	9.29	7.8		
mg/Nm³	6.43	11.24	11.61	9.8		
kg/hr	3.81	6.54	6.72	5.7		
ppmvw @6% Oxígeno	8.79	15.49	15.46	13.25		
mg/Nm³ @6% Oxígeno	10.99	19.36	19.33	16.56		100.00
kg/GJ	0.004	0.007	0.007	0.006		
Datos de Particulados						
Fecha:	3/25/2019	3/25/2019	3/25/2019	-		
Tiempo:	1021-1126	1152-1259	1326-1431	-		
Datos del Proceso: Megavatios (MW)	146.7	143.74	145.25	145.23		
Flujo de Combustible (%)	60.02	58.89	60.01	59.64		
Flujo de Vapor (KG/HR)	385,737	377,105	381,017	381,286		
Tasa de flujo volumétrico dscmm	9,834	9,662	9,614	9,703		
scmm	10,432	10,242	10,191	10,288		
Contenido de Humedad (%)	5.73%	5.66%	5.66%	5.68%		
Materia particulada filtrable (PM): kg/hr	5.03	0.73	1.41	2.39		
mg/Nm³	8.52	1.25	2.44	4.07		
mg/Nm³ @6% Oxygen	14.55	2.16	4.06	6.92		30.0

\*Resultados de la nueva prueba realizada el 29/7/2019 para NOx. Vea el Apéndice B para más detalles.



## 3.2

### Anomalías de Muestreo

- Las pruebas iniciales de NOx produjeron resultados que no cumplieron con las especificaciones y los límites establecidos en la Especificación de Oferta P-6094. Se determinó que existía conocimiento previo de que la unidad estaba experimentando problemas de control y causó que las concentraciones de NOx fueran más altas de lo que normalmente se observa en las calderas de carbón. Las pruebas se realizaron a pesar de este hecho. El personal de PACO realizó ajustes de combustión en una fecha posterior, obteniendo buenos resultados y completando la puesta en marcha final de los sistemas de control de NOX. Posteriormente, se realizó un segundo conjunto de pruebas durante la segunda movilización para demostrar el cumplimiento de los límites de emisiones garantizados, que arrojaron resultados aprobados.
- Al llegar al sitio, se descubrió que faltaba una porción moderada del equipo de McHale en el envío que se envió. Los filtros de fibra de cuarzo tarada y los frascos de muestra de vidrio ámbar “pre-limpiados certificados” utilizados para las pruebas del Método 5 de la EPA estaban entre los elementos que faltaban. Debido a la logística de envío para obtener equipos en el sitio, Envirolab S.A. pudo obtener filtros para McHale EMS de su laboratorio local. Los filtros provistos eran de fibra de vidrio y no estaban hechos de material de fibra de cuarzo. Se ha demostrado que los filtros de fibra de vidrio estándar causan el archivado de SO2 que crea sulfatos, lo que puede sesgar la muestra. Estos filtros fueron todo lo que se pudo obtener en un período de tiempo razonable, por lo que se tomó la decisión de usarlos. Estos filtros se volvieron a pesar en el sitio utilizando los procedimientos del Método 5 de la EPA para la determinación de peso constante y se usaron para el programa de prueba. Se entregaron frascos de muestra a McHale EMS en el sitio que eran propiedad de First Quantum. Parecía que los frascos se usaron previamente y, además, no tenían certificación de que se habían limpiado previamente. McHale lavó los frascos con agua jabonosa caliente, los enjuagó con agua del grifo, luego 5 veces con agua desionizada destilada ultra pura y finalmente se enjuagó con acetona 3 veces para intentar eliminar los contaminantes que pudieron haber estado presentes en los frascos. El enjuague de la mitad delantera de la materia particulado de la ejecución 1 mostró resultados ~ 10 veces más altos que las ejecuciones 2 y 3 y se considera un valor atípico a pesar de pasar la limitación de emisiones para el material particulado filtrable. La combinación de estos problemas no habría causado que los resultados de la prueba de partículas fallaran, ya que las ejecuciones de la prueba pasaron con un gran margen por debajo del límite permitido.



## **4.0 Métodos de Muestra**

### **4.1 METODO EPA 1: UBICACION DEL PUNTO DE MUESTREO**

La ubicación de los puntos transversales utilizados para determinar la velocidad del gas dentro de la chimenea y los conductos se basa en la relación del diámetro de la chimenea con las distancias aguas arriba y aguas abajo. Los puntos transversales utilizados para las técnicas de muestreo isocinético se determinan a partir de la Figura 1-2 y la Tabla 1-2 del Método 1, Apéndice A, 40CFR60. Se requiere un máximo de 25 puntos (25 para chimeneas rectangulares, 24 para chimeneas circulares) para las técnicas isocinéticas. El Método 1 también se utiliza para determinar la ubicación de los puntos de muestreo para las pruebas iniciales de estratificación gaseosa y para las pruebas posteriores.

### **4.2 METODO EPA 2: VELOCIDAD Y CAUDAL VOLUMETRICO**

La velocidad media del gas en la chimenea se determina a partir de la medición del cabezal de velocidad con un tubo de Pitot tipo "S". La calibración se realiza para verificar las alineaciones de apertura de la cara, el diámetro del tubo externo y las distancias del plano de la base a la apertura. Se asigna un valor de coeficiente de línea base de 0.84 a cada tubo de Pitot. Se utiliza un manómetro de aceite inclinado para medir las cabezas de velocidad y la presión estática de la chimenea. La temperatura de los gases de combustión también se mide durante los recorridos utilizando termocuplas tipo K calibrados. El Método EPA 2 se incorpora en cada prueba de prueba isocinética. Este procedimiento se realizó para determinar las tasas de muestreo isocinéticas.

### **4.3 METODO EPA 3A: DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIONES DE OXÍGENO Y DE DIOXIDO DE CARBONO (PROCEDIMIENTO DE ANALIZADOR INSTRUMENTAL)**

Se usó un analizador de oxígeno para instrumentos analíticos de California Analytical Instruments para medir el oxígeno diluyente. El analizador utiliza un sensor electroquímico sellado (o celda de combustible). A medida que la muestra pasa sobre la superficie del sensor, las moléculas de oxígeno se difunden a través de una membrana porosa a una velocidad proporcional a la concentración de oxígeno del gas. Al entrar en contacto con el cátodo, el oxígeno se reduce a iones hidroxilo (OH). Luego, un ánodo de plomo se oxida a óxido de plomo (PbO) para completar la reacción electroquímica. Esta reacción genera una corriente, que es proporcional al contenido de oxígeno del gas de muestra. En ausencia de oxígeno, no se genera corriente.

Se usó un instrumento analítico de California Analytical Instruments para medir el dióxido de carbono. El instrumento es un analizador continuo NDIR de doble filtro / ruta única. El principio de funcionamiento de este analizador es determinar continuamente la concentración de CO<sub>2</sub> en una mezcla gaseosa que fluye. La fuente infrarroja emite un haz de luz pulsada. El gas de muestra se introduce en la celda, y el componente de interés absorbe energía infrarroja en proporción a la concentración en el gas. La diferencia entre la celda de referencia que contiene nitrógeno y la celda de muestra es amplificada por dos detectores y luego se linealiza para una salida de voltaje constante que se correlaciona con la absorción de CO<sub>2</sub>.

### **4.4 METODO 4: CONTENIDO DE HUMEDAD**

El contenido de humedad de la corriente de gas se determina extrayendo la muestra de gas a una velocidad conocida y regulada a través de un tren condensador de vidrio. El tren del condensador consta de cuatro impulsores de vidrio conectados en serie con conectores de tubo en U de vidrio sin fugas. La muestra de gas se extrae a través del tren de impacto (mantenido por debajo de 68 ° F en un baño de hielo) con una bomba de vacío, y la cantidad de gas muestreado se mide con un medidor de gas seco



calibrado. La frecuencia de muestreo se regula con un medidor de orificio y se recolectan al menos veintiún (21) pies cúbicos estándar durante el período de prueba. La cantidad de humedad recolectada se determina gravimétricamente y se determina la cantidad de gas extraído, corregido a seco, a las condiciones estándar.

## 4.5 METODO 5: DETERMINACION DE EMISIONES DE MATERIA PARTICULADO

Los procedimientos analíticos y de muestreo que se utilizaron para el muestreo total de partículas sólidas siguen los procedimientos descritos en el Método EPA 5, en el Código de Regulaciones Federales, Capítulo I, Título 40, Parte 60, Apéndice A, Método 5.

El equipo de muestreo consta de lo siguiente:

### Muestra de Montaje del Tren

- **Boquilla:** Cuarzo, con un borde delantero afilado y en punta.
- **Sonda:** Revestimiento de acero inoxidable (S.S.) con un inserto de vidrio o cuarzo de 5/8 pulgadas de diámetro (revestimiento de la sonda) envuelto con alambre de nicromo; reóstato controlado y capaz de mantener una temperatura de  $248 \pm 25$  grados Fahrenheit ( $^{\circ}$  F).
- **Pitot:** Tipo "S" construido y conectado a la sonda según las especificaciones descritas en el Código de Regulaciones Federales, Capítulo I, Título 40, Parte 60, Apéndice A, Método 2.
- **Sonda Orsat:** Tubo de acero inoxidable de 1/4 de pulgada unido al tubo de Pitot en una disposición sin interferencias.
- **Termopar:** Tipo "K" conectado al tubo de Pitot de modo que la punta no tenga contacto con el metal y no interfiera con las aberturas de la cara del tubo Pitot.
- **Portafiltro:** Fibra de vidrio con soporte de filtro de teflón fritado. Consulte las desviaciones de la prueba en la Sección 3.2 con respecto a los medios de filtro.
- **Conjunto de Calentamiento del Filtro:** Elemento de calentamiento controlado en un módulo de aluminio aislado conectado al extremo de la sonda; capaz de mantener  $248 \pm 25^{\circ}$ F.
- **Impactadores:** Cuatro impactadores conectados en serie con articulación esférica de vidrio y colocados en un baño de hielo. Para el segundo impactador se utiliza una configuración de punta estándar de implante Greenburg-Smith. El primero, tercero y cuarto son el diseño modificado de Greenburg-Smith. La temperatura final de salida del gas se mide dentro de  $\pm 2^{\circ}$ F con un termopar Tipo "K" sumergido en la corriente de gas.
- **Caja de Control:** Contiene medidor de vacío, bomba externa sin fugas, termopares capaces de medir la temperatura a  $\pm 2^{\circ}$ F, medidor de gas seco con un mínimo de 2 por ciento de precisión, válvulas y equipo relacionado según sea necesario para mantener una tasa de muestreo isocinética, y para determinar y estandarizar el volumen de la muestra.

Antes de salir del laboratorio, los filtros de fibra de vidrio se numeran para identificación, se calientan durante 2 horas a 105 grados C, se desecan durante 24 horas y se pesan previamente al 0.1 mg más cercano. Se realizan pesadas repetidas con al menos 6 horas de diferencia hasta que las mediciones consecutivas estén de acuerdo con 0.5 mg. El gel de sílice (tipo indicador, malla 6-16) también se pesa previamente después de secar durante 2 horas.

Al llegar al sitio de muestreo, la caja de control se verifica por fugas desde la bomba al orificio a 5 a 7 pulgadas de agua. El tren de muestra se prepara de la siguiente manera: se añaden 100 ml de H<sub>2</sub>O al primer y segundo impulsor. El tercer impactador se deja vacío, y se agrega una cantidad previamente pesada de gel de sílice al cuarto impactador para la eliminación final de la humedad. Después de ensamblar el tren con la sonda como se muestra en el esquema, el sistema se revisa en busca de fugas mediante al taponar la entrada a la boquilla de la sonda y haciendo un vacío de al menos 15 pulgadas de mercurio (Hg). Una tasa de fuga que no exceda de 0.02 cfm se considera aceptable. El sistema de tubos



de Pitot también se revisa en busca de fugas en más de 3 pulgadas de agua, y se corrigen todas las fugas encontradas.

Las dimensiones internas de cada chimenea se miden y registran. El número de puntos de muestreo y la ubicación de estos puntos en un recorrido están determinados por las pautas establecidas en el Código de Regulaciones Federales, Capítulo I, Título 40, Parte 60, Apéndice A, Método 1. Estos puntos se marcan en el Sonda para facilitar la visibilidad.

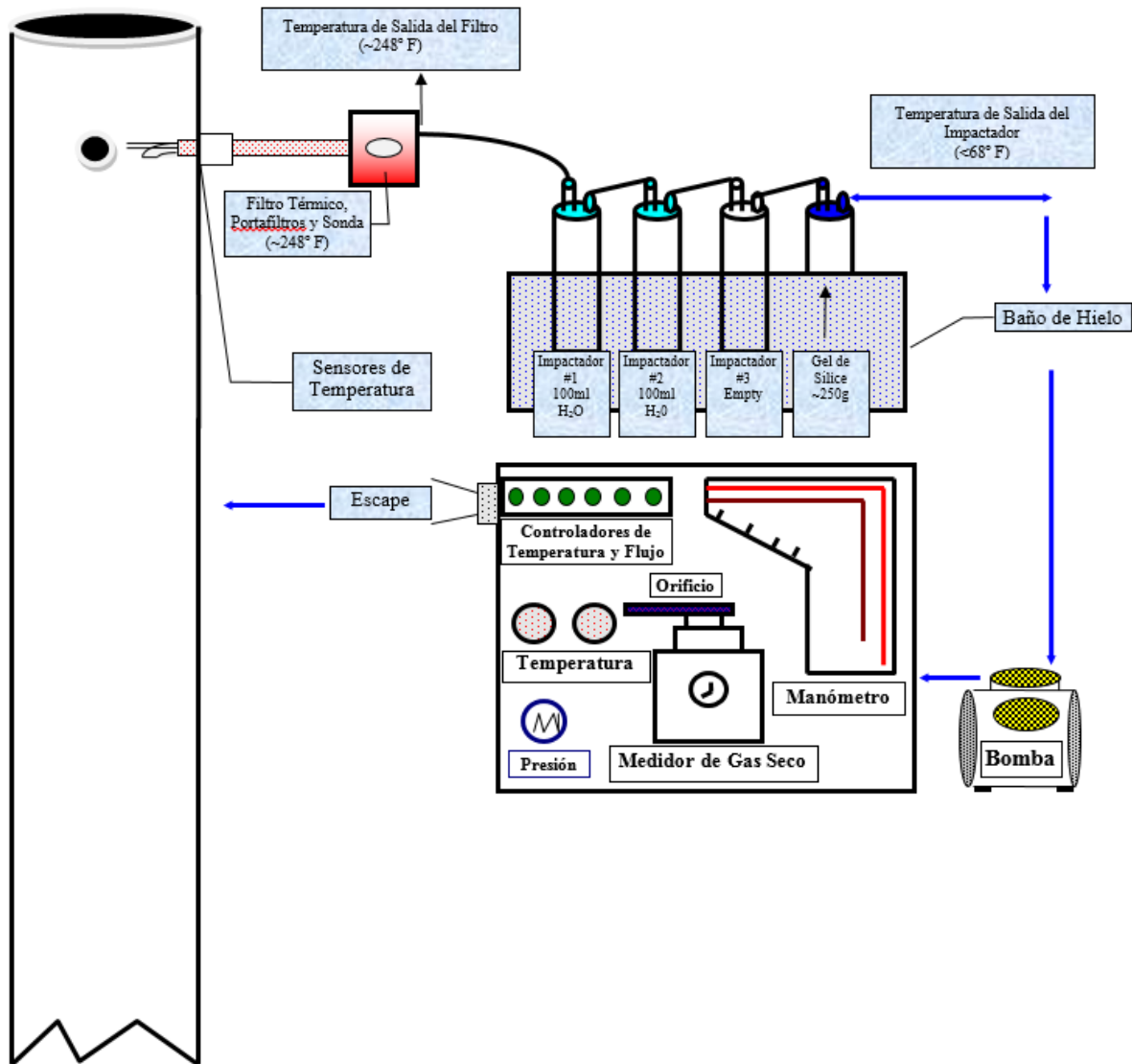
Se realiza un recorrido preliminar para determinar el rango de cabezas de velocidad y la presión de la chimenea. Se obtiene una temperatura de aproximada de la chimenea durante el mismo recorrido, y el contenido aproximado de humedad se estima en base al conocimiento del tipo de fuente de emisión y las características correspondientes y la experiencia previa en pruebas. A partir de estos datos, se determinan el tamaño correcto de la boquilla y el factor K isocinética.

La sonda es conectada y el calentador ajustado para proporcionar una temperatura de gas de aproximadamente  $248^{\circ}\text{F} \pm 25^{\circ}\text{F}$ . El sistema de calentamiento del filtro se enciende y se coloca hielo picado alrededor de los impactadores. Después de un período de calentamiento adecuado, la boquilla se coloca en el primer punto transversal con la punta apuntando directamente a la corriente de gas. La bomba arranca y la frecuencia de muestreo se ajusta a las condiciones isocinéticas. Una vez transcurrido el intervalo de tiempo requerido, la sonda se reposiciona en el siguiente punto transversal y se restablece el muestreo isocinética. Esto continúa para cada punto en la travesía hasta que se completa el recorrido. Las lecturas de los parámetros se toman al menos cada 5 minutos o cuando los cambios significativos en las condiciones de la chimenea requieren ajustes adicionales en la velocidad de flujo. Al final de cada ciclo, la bomba se apaga y se registran las lecturas finales. Se realiza una revisión en busca de fugas final de fugas del sistema como se describió anteriormente en el vacío más alto encontrado durante la prueba, y se repite una revisión en busca de fugas del sistema Pitot.

Una vez finalizado el control de fugas, la boquilla, la sonda y la mitad delantera de la campana del filtro se enjuagan y se cepillan con acetona un mínimo de 3 veces, hasta que no queden partículas visibles. El enjuague de acetona y el filtro se recuperan, se sellan y empaquetan para su envío al laboratorio analítico. El enjuague con acetona se evapora a temperatura ambiente en un recipiente de pesaje tarado. Los filtros y el residuo de enjuague seco se desecan posteriormente durante 24 horas antes del análisis inicial. Luego, las muestras se analizan gravimétricamente hasta que exhiben un peso constante de dos mediciones repetidas con no menos de 6 horas de diferencia. Vea el **Apéndice E** para un informe analítico detallado.



**Figura 4-1**  
**Tren de Muestreo del Método 5**





#### **4.6 METODO 6C: DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE DIÓXIDO DE AZUFRE (PROCEDIMIENTO DE ANALIZADOR INSTRUMENTAL)**

Los procedimientos analíticos y de muestreo que se usaron para el muestreo de dióxido de azufre siguen los procedimientos descritos en el Método 6C de la EPA, en el Código de Regulaciones Federales, Capítulo I, Título 40, Parte 60, Apéndice A, Método 6C.

Se utilizó un analizador de fluorescencia ultravioleta  $\text{SO}_2$  para recopilar datos de dióxido de azufre. El analizador es un analizador controlado por microprocesador que determina la concentración de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), en un gas de muestra extraído a través de la cámara de muestra del instrumento, donde se expone a la luz ultravioleta, causando fluorescencia en el  $\text{SO}_2$  presente. El instrumento mide la cantidad de fluorescencia para determinar la cantidad de  $\text{SO}_2$  presente en la muestra de gas. La estabilidad de la muestra se logra con el uso de un obturador óptico para compensar la deriva del sensor y un detector de referencia para corregir los cambios en la intensidad de la lámpara UV. Además, un diseño óptico avanzado combinado con un depurador especial, llamado "kicker" (nivelador) que elimina hidrocarburos (que tiene una fluorescencia similar al  $\text{SO}_2$ ) previene imprecisiones debido a interferencias.

La calibración del instrumento se realiza en un software que almacena las mediciones de concentración de  $\text{SO}_2$  realizadas cuando se suministran al analizador concentraciones específicas conocidas de  $\text{SO}_2$ . El microprocesador utiliza estos valores de calibración junto con otros parámetros de rendimiento, como el desplazamiento del sensor, la intensidad de la lámpara UV, la cantidad de luz dispersa presente y las mediciones de la temperatura y la presión del gas de muestra para calcular la concentración final de  $\text{SO}_2$ .

#### **4.7 METODO 7E: DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE ÓXIDO DE NITRÓGENO (PROCEDIMIENTO DE ANALIZADOR INSTRUMENTAL)**

Los procedimientos de muestreo y análisis que se utilizaron para el muestreo de óxido de nitrógeno siguen los procedimientos descritos en el Método 7E de la EPA, en el Código de Regulaciones Federales, Capítulo I, Título 40, Parte 60, Apéndice A, Método 7E.

Se usó un instrumento API Modelo 200AH para analizar  $\text{NO}_x$ . El principio de funcionamiento de este instrumento es una reacción químico luminiscente en la que el ozono ( $\text{O}_3$ ) reacciona con el óxido nítrico ( $\text{NO}$ ) para formar oxígeno ( $\text{O}_2$ ) y dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ). Durante esta reacción, se emite un fotón con una longitud de onda ultravioleta específica que se detecta mediante un tubo fotomultiplicador. El instrumento es capaz de analizar los óxidos totales de nitrógeno ( $\text{NO} + \text{NO}_2$ ) convirtiendo térmicamente  $\text{NO}_2$  en  $\text{NO}$  en una cámara de reacción separada antes del tubo fotomultiplicador, si se desea. El analizador funciona en modo  $\text{NO}_x$  durante el muestreo. Se realizó una prueba de eficiencia del convertidor en el instrumento justo antes de la serie de prueba. Las pruebas de eficiencia del convertidor se realizaron diariamente según corresponda.

#### **4.8 METODO 10: DETERMINACION DE EMISIONES DE MONOXIDO DE CARBONO**

Los procedimientos de muestreo y análisis que se utilizaron para el muestreo de monóxido de carbono siguen los procedimientos descritos en el Método 10 de la EPA, en el Código de Regulaciones Federales, Capítulo I, Título 40, Parte 60, Apéndice A, Método 10.

Para el análisis continuo de CO se usó un analizador de infrarrojos no dispersivo (GFC / NDIR) de correlación de filtro de gas de California Analytical Instruments. El principio de funcionamiento de este analizador es similar a los analizadores NDIR tradicionales en que se basa en la absorción selectiva; por lo cual, anchos de banda particulares de energía infrarroja son absorbidos por una especie en función de su estructura orbital molecular. La correlación del filtro de gas NDIR difiere de NDIR en el mecanismo de detección y porque el GFC / NDIR no requiere una celda de referencia. La radiación infrarroja pasa



a través de un filtro giratorio, a través de la celda de muestra y al detector. La rueda picadora del GFC / NDIR es un disco giratorio separado en dos cámaras donde una mitad está llena de nitrógeno y la otra mitad está llena de CO puro. Estas particiones actúan como filtros de gas alternos para la radiación IR incidente de la fuente IR. El lado del filtro de gas CO actúa para producir una señal que el CO no puede atenuar aún más en la celda de muestra y se utiliza como señal de referencia. El filtro de nitrógeno permite que pase toda la radiación incidente. El monóxido de carbono en la celda de muestra, por lo tanto, atenuará la señal proporcionalmente a la concentración. Esto se considera el ciclo de medida. Cualquier otro gas, que absorba la radiación infrarroja, se absorbe por igual durante los ciclos de medición y referencia, proporcionando una referencia en tiempo real e interferencias mínimas. El detector para este analizador es un fotodetector de plomo-selenio.

## **4.9 METODO 19: DETERMINACION DEL FACTOR DE COMBUSTIBLE**

Este método se utiliza para calcular los factores de combustible apropiados (proporciones de los volúmenes de gas de combustión a las entradas de calor) que se utilizan para calcular las tasas de emisión de contaminantes a partir de las concentraciones de contaminantes. El factor F seco (Fd) incluye todos los componentes de la combustión menos agua, el factor F húmedo (Fw) incluye todos los componentes de la combustión, y el factor F del carbono (Fc) incluye solo dióxido de carbono. Los cálculos apropiados del factor F utilizados para el cálculo en el programa de prueba se pueden encontrar en el Método EPA 19. El Método EPA 19 no incluye el análisis del carbón, solo factores de combustible predeterminados. El análisis del carbón se presenta en el Apéndice G de este informe de prueba.

## **4.10 SISTEMA DE MUESTREO DEL METODO DE REFERENCIA INSTRUMENTAL**

Las emisiones de la chimenea de gases acumulados de óxidos de nitrógeno (NOX), monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) se midieron utilizando técnicas instrumentales continuas. Las concentraciones de oxígeno diluyente y dióxido de carbono también se miden utilizando técnicas instrumentales continuas. Estas pruebas se realizan de acuerdo con los Métodos EPA 3A, 6C, 7E y 10 como se describe en el Título 40, Parte 60, Apéndice A del Código de Regulaciones Federales. En los apéndices del informe de la prueba se proporcionan copias de todos los datos del método de referencia instrumental en línea recopilados durante los registros de prueba y calibración.

La muestra de gases de combustión se extrae de la chimenea a una velocidad constante a través de una sonda de muestra de acero inoxidable o Hastelloy. La sonda tiene una longitud suficiente para permitir atravesar el conducto según lo exijan las especificaciones de rendimiento y los métodos de prueba aplicables. La muestra extraída se pasa de la sonda a través de un filtro y una línea de muestra de teflón calentada al sistema de eliminación de humedad. El sistema de eliminación de humedad (acondicionador de gas) está diseñado para un contacto mínimo entre el condensado y el gas de muestra a fin de evitar cualquier reacción entre la humedad y los contaminantes medidos. Todos los componentes del sistema de muestreo y acondicionamiento de gas están fabricados de vidrio, teflón o acero inoxidable. El sistema de acondicionamiento de gas consta de una bobina de condensador de teflón continuamente descendente (para evitar el burbujeo) y dos trampas de condensador de vidrio extraíble. Una bomba peristáltica externa elimina continuamente la humedad de las trampas. El sistema de acondicionamiento de gas se enfría en un baño de agua con hielo para facilitar la eliminación completa de la humedad. La muestra de gas seco del acondicionador de gas luego pasó a través de un diámetro exterior de 1/4 de pulgada sin calentar. Tubo de teflón a una bomba de diafragma revestida de teflón que entrega una muestra de presión positiva al sistema del instrumento. Las válvulas de control de flujo se utilizan para suministrar la muestra de gas a una presión positiva regulada a los instrumentos analíticos del método de referencia a través de una red de suministro de colector de teflón y acero inoxidable. El flujo y la presión a todos los monitores se mantienen constantes al monitorear los rotámetros de muestra y derivación. La Figura 4-2 representa un diagrama del sistema de muestreo.



El sistema de muestreo se revisa en busca de fugas al pasar estándares de gas de calibración conocidos a través de una línea de calibración, luego se retira a través de la sonda de muestreo a presión de la chimenea y posteriormente a través de todo el sistema de muestreo a los instrumentos. Una respuesta del analizador de oxígeno de menos o igual a 0.5% V a un estándar de oxígeno cero se considera una tasa de verificación de fugas aceptable.

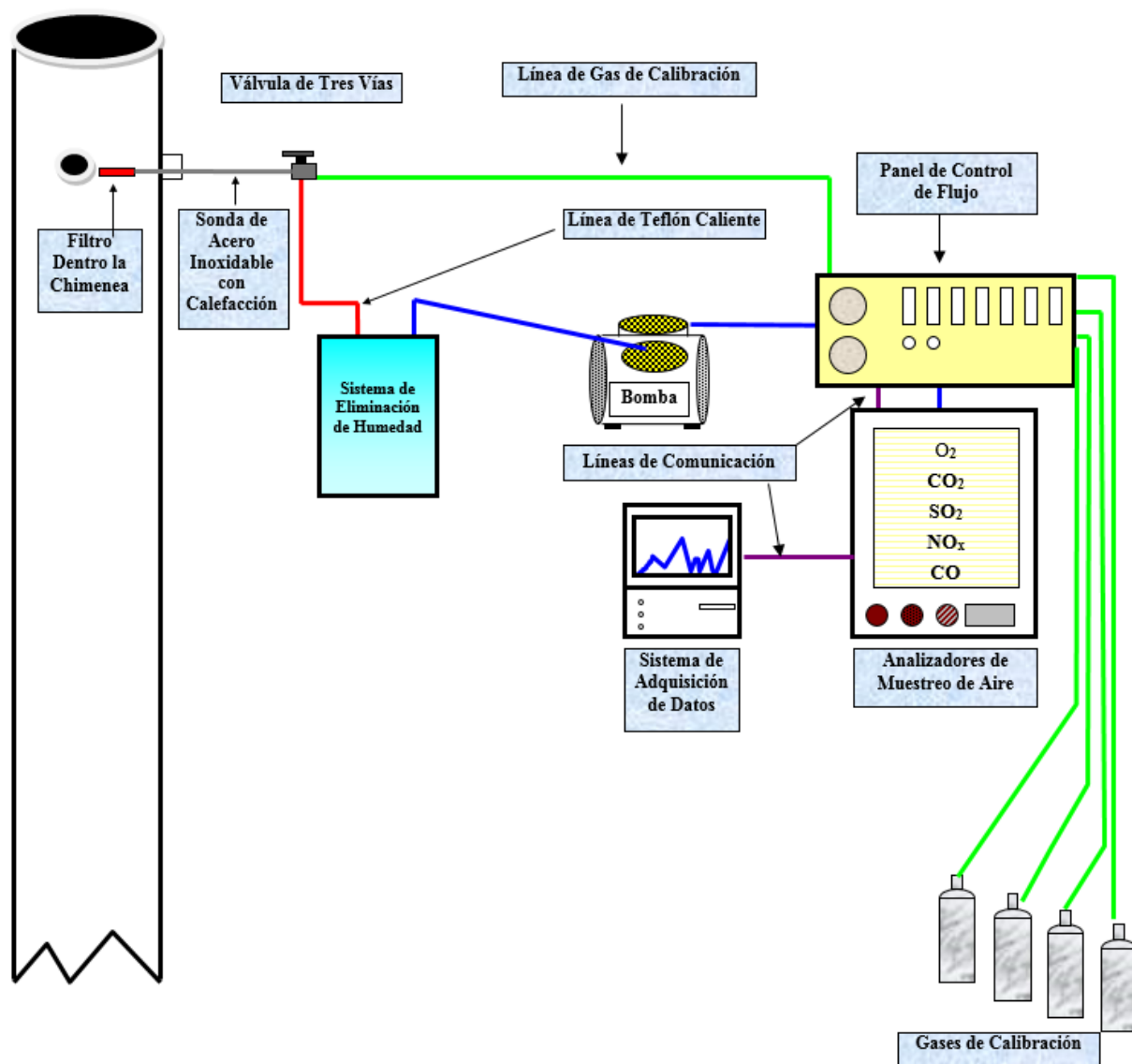
El error de calibración del analizador (CE) se calcula como la diferencia entre la concentración de gas de calibración conocida y la concentración exhibida por el analizador. Las comprobaciones de sesgo se realizan comparando las respuestas de calibración a través de todo el sistema de muestreo con las exhibidas en el analizador. Protocolo de EPA # 1, los gases de calibración estándar trazables NIST se utilizan para calibrar los analizadores.

Las verificaciones de rendimiento del sistema aceptables no superarán el  $\pm 2\%$  de la linealidad del intervalo (error de calibración), el  $\pm 5\%$  de la comprobación del sesgo del sistema del intervalo, el  $\pm 3\%$  de la deriva cero del intervalo y el  $\pm 3\%$  de la deriva del intervalo de escala superior. Tenga en cuenta que el intervalo se define como el valor del gas de calibración de alto nivel, y no el rango del analizador.

El tiempo de respuesta del instrumento se encuentra alternando nitrógeno cero y gases de rango de escala a través de la línea de verificación de polarización y registrando el tiempo de escala y de escala para una respuesta del 95%. El tiempo de respuesta del sistema de muestreo instrumental del método de referencia se realiza para determinar el período de tiempo para que el sistema del método de referencia responda a los cambios en la corriente de escape de gas de la pila. Conocidos, los gases de referencia del Protocolo EPA 1 y el nitrógeno cero se pasan a través de la línea de muestra calentada, el sistema de acondicionamiento de la muestra y la red de distribución del colector a los monitores de emisión continua.



**Figura 4-2**  
**Tren de Muestreo de Instrumentos**  
**Métodos EPA 3A, 6C, 7E, y 10**





## 5.0 GARANTIA DE CALIDAD Y CONTROL DE CALIDAD

### 5.1 Declaración ASTM D7036-16

El contenido de este informe se ha revisado y se ha determinado que es aceptable según las normas y requisitos de ASTM D7036-16 (Práctica estándar para la competencia de los organismos de prueba de emisiones atmosféricas).

Nombre: Joe D. Smith

Cargo: Director de Servicios Ambientales y de Medición

Firma: 

### 5.2 Garantía de Calidad / Control de Calidad

Se observaron medidas estrictas de garantía de calidad / control de calidad (QA / QC) para todos los muestreos y análisis realizados durante el programa de prueba de emisiones. El programa McHale EMS QA / QC está diseñado para proporcionar datos de la más alta calidad en términos de precisión y precisión de las mediciones, así como la integridad, representatividad y comparabilidad de los resultados.

La precisión es el grado en que una medición concuerda con el valor verdadero o con un valor de referencia aceptado. La precisión es el grado de reproducibilidad (o acuerdo) de un conjunto de mediciones individuales de una propiedad idéntica.

El objetivo del programa general de QA / QC es proporcionar pautas en términos de precisión y precisión que se puedan utilizar para evaluar la incertidumbre en los resultados y para corroborar los datos en términos del uso de los procedimientos aceptados. El control de calidad se puede definir como el uso de técnicas y actividades operativas que sustentan datos de buena calidad. El cumplimiento de los métodos y procedimientos analíticos y de muestreo aceptados (y específicamente las aberraciones o excepciones a estos procedimientos) es un ejemplo de control de calidad. El aseguramiento de la calidad incluye todas aquellas actividades planificadas y sistemáticas necesarias para garantizar que la precisión y la precisión de los resultados satisfagan las necesidades del programa de pruebas.

El programa de control de calidad incluye las actividades planificadas por los operadores y analistas de rutina para proporcionar una evaluación de la precisión (y exactitud) de los datos de prueba. Los ejemplos de implementación de medidas de control de calidad incluyen controles de calibración de rutina para evaluar el sesgo y la deriva de un analizador después de cada ejecución de prueba. El sesgo del sistema de medición es un indicador de la precisión del sistema y la deriva es una indicación de la precisión de las mediciones.

Las medidas de QA / QC para muestreo y análisis incluidas en los siguientes documentos se siguieron estrictamente durante el programa de prueba de emisiones, excepto como se indica a continuación y en otras partes de este documento. Los procedimientos se incorporan por referencia en el programa QA / QC para este esfuerzo, ya que se aplican a la recolección, análisis y cálculo de las concentraciones de contaminantes y las tasas de emisión de masa de los lugares de prueba:

- El Código de Regulaciones Federales, Título 40, Parte 60, Apéndice A., Métodos EPA 1, 2, 3A, 4, 5, 6C, 7E, 10 y 19 (vea el sitio web de EPA / EMC). El Manual de Garantía de Calidad para la Contaminación del Aire.



- El Manual de Garantía de Calidad de McHale EMS que cumple con ASTM D7036-16: Competencia de los Organismos de Prueba de Emisiones de Aire.

### **5.3 CALIBRACIONES Y EVALUACIONES DE DESVIACIÓN**

Al comienzo de cada día de prueba, los analizadores instrumentales se calibran y ajustan según sea necesario, en una base de dos puntos. Protocolo de la EPA # 1, los gases de calibración estándar trazables del Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología (NIST) se utilizan para calibrar los analizadores. Posteriormente, se introducen estándares de calibración adicionales en los analizadores para verificar la linealidad de la respuesta del instrumento. Si la linealidad del instrumento está dentro de  $\pm 2\%$  del rango del valor estándar de calibración, se acepta la calibración. (Tenga en cuenta que el intervalo se define como el valor del gas de calibración de alto nivel). De lo contrario, se realiza el mantenimiento correctivo y el instrumento se recalibra. Durante este tiempo, las comprobaciones de sesgo también se realizan mediante la introducción de estándares de calibración directamente en el colector del instrumento y a través de todo el sistema de muestreo y comparando los resultados.

Las comprobaciones de calibración se realizan a través de todo el sistema de muestreo al final de cada prueba para determinar la deriva de calibración y cualquier cambio en el sesgo del sistema de muestra. La introducción de un gas de rango medio o alto a través del sistema de muestreo y de regreso a los analizadores evalúa el sesgo del sistema de muestreo. El sesgo máximo permitido es el 5% del valor que el analizador leyó para el mismo gas cuando se introdujo en el sistema de muestreo total como un porcentaje del intervalo.

Las comprobaciones de deriva del sistema de muestreo se realizan posteriormente al finalizar cada prueba. El criterio para la deriva es  $\pm 3\%$  del rango. Todos los gases de calibración son estándares trazables por el NIST del Protocolo EPA 1 con una precisión nominal de  $\pm 1\%$ . Los certificados de análisis de gas de calibración se incluyen en los apéndices.

### **5.4 TIEMPO DE RESPUESTA DEL INSTRUMENTO**

El tiempo máximo de respuesta del sistema del instrumento se determina pasando alternativamente el gas cero y el gas a través de todo el sistema de muestreo y observando el tiempo requerido para que los monitores logren un cambio del 95% de las concentraciones finales. Se registran los tiempos de respuesta de escala ascendente y descendente. Las impresiones de soporte del Sistema de Adquisición de Datos (DAS) se incluyen en el informe de prueba. Dos veces el tiempo de respuesta es el tiempo mínimo de muestreo para cada punto de prueba.

### **5.5 INSPECCION DE FUGA**

Dado que todas las derivaciones y sesgos de calibración se realizan a través de todo el sistema de muestreo, se incorporan inspecciones de fugas antes y después de cada ejecución. Las inspecciones en busca de fugas también se incorporan en las comprobaciones de deriva cero y de intervalo al final de cada ejecución, ya que el gas de calibración se pasa a través del sistema de muestreo completo para cada comprobación de deriva posterior a la prueba. Las verificaciones de sesgo aceptables también son una indicación de que no se están produciendo fugas en el sistema.

### **5.6 QA/QC DE METODOS DE MUESTREO MANUAL**

El programa de Métodos QA / QC Manuales para esta serie de pruebas incluye todas las pautas de QA / QC que figuran en los Métodos EPA, excepto como se indica a continuación y en otras partes de este documento. Los componentes principales del programa QA / QC para las técnicas de muestreo manual y las partículas se enumeran a continuación:



- Calibraciones de equipos: incluidas las calibraciones previas y posteriores a la prueba de cajas de medidores, termopares y tubos de Pitot. Las boquillas de muestreo también se calibran en el sitio.
- Verificaciones de fugas del equipo: incluidas las verificaciones de fugas del tren de muestra antes y después de la prueba, las verificaciones de fugas del medidor y de la bomba, y las verificaciones de fugas de Pitot. Todas las tasas de fuga del tren de muestreo deben ser menores que la tasa de fuga máxima aceptable de 0.02 pies cúbicos por minuto. Las pruebas de fugas del tren de muestra se realizan a un vacío de al menos el más alto observado durante el muestreo. Las comprobaciones de fugas se documentan en las hojas de datos de campo.
- Monitoreo y documentación cuidadosa de los parámetros críticos del tren de muestra, incluyendo temperaturas, presión de velocidad, presión del medidor y vacío de muestra. La temperatura final del impactador se mantiene por debajo de 68° F.
- Las medidas específicas que se observan para garantizar la integridad de la recolección de las muestras de partículas sólidas incluyen, pero no se limitan a:
  - Limpieza de prueba previa para tomar muestras de cristalería que consiste en lavar con agua jabonosa caliente (Alconox), seguido de tres enjuagues con agua caliente, seguidos de tres enjuagues con agua doblemente destilada / desionizada y acetona. En el campo, los impactadores se enjuagan con una solución de recuperación antes de la carga.
- Los reactivos de recuperación de muestra son de grado HPLC o equivalente.
- Recolección de reactivos / trozos en blanco en el campo para los filtros y la acetona utilizados en el muestreo y la recuperación de las muestras de partículas.
- Los filtros utilizados para muestras de material particulado tienen una eficiencia de recolección de al menos 99.95% para partículas de humo de dioctilo ftalato de 0.3 micrones de diámetro.
- Todas las superficies expuestas a la muestra del tren de muestreo están construidas de vidrio o teflón, excepto la sonda de muestreo y la boquilla que son de cuarzo.
- Las medidas específicas que se observan para el análisis de partículas incluyen:
  - Las muestras se analizan en una sala de pesaje controlada por temperatura y humedad y los pesos finales se determinan en la misma balanza que los pesos de tara.
  - Las muestras se desecan usando sulfato de calcio anhidro durante al menos 24 horas antes del análisis inicial.
  - El equilibrio analítico que se utiliza para el análisis se calibra diariamente utilizando estándares trazables NIST.
  - Todas las muestras de filtro se analizan al menos dos veces, o hasta que los análisis repetidos con al menos 6 horas de diferencia estén de acuerdo con 0.5 mg.
  - Los blancos se analizan para un filtro, así como para la acetona utilizada.
- Los datos de laboratorio, incluida la documentación de control de calidad, se incluyen en los apéndices del informe de prueba.



## APPENDIX A

### **Resumen de Resultados**



## Reference Method Results Summary

Project Number:	18018.0	Start Date:	3/25/19
Customer:	First Quantum	End Date:	3/25/19
Unit Identification:	Unit 1	Facility:	PACO Generating Station
Sample Location:	Outlet	Recorded by:	Kyle Vaughan
RM Probe Type	Extractive (Dry)	Fc Factor:	1800
Load Level/Condition:	High Load	Fd Factor:	9780

Reference Method Concentrations - Bias Adjusted Values								
Run #	Date	Start Time	End Time	NOx ppmvd	SO2 ppmvd	CO ppmvd	CO2 % v/v dry	O2 % v/v dry
1	3/25/19	10:21	11:21	117.30	30.31	5.14	9.63	12.18
2	3/25/19	11:53	12:53	141.07	33.26	8.99	9.53	12.25
3	3/25/19	13:27	13:47	127.95	34.21	9.29	9.81	11.95
Average				128.77	32.59	7.81	9.65	12.13

Reference Method Concentrations - CEMS Moisture Basis					
Run #	NOx ppmvw	SO2 ppmvw	CO ppmvw	CO2 % v/v wet	O2 % v/v wet
1	110.26	28.49	4.84	9.05	11.45
2	132.61	31.26	8.45	8.96	11.52
3	120.27	32.16	8.73	9.22	11.23
Average	121.05	30.64	7.34	9.08	11.40

Reference Method Results	
Moisture Bws	Flow DSCFM
0.060	374280
0.060	367673
0.060	366017
0.060	369323

Moisture correction applied to "As Measured" data:

Dry to wet

Reference Method Pollutant Emission Rates-Metric Units						
Run #	NOx kg/GJ	SO2 kg/GJ	CO kg/GJ	NOx kg/hr	SO2 kg/hr	CO kg/hr
1	0.113	0.040	0.004	142.66	51.25	3.81
2	0.171	0.045	0.007	168.55	55.24	6.54
3	0.150	0.045	0.007	152.18	56.57	6.72
Average	0.145	0.043	0.006	154.47	54.35	5.69

Reference Method Results Corrected to O <sub>2</sub> Concentration			
Run #	NO <sub>x</sub> ppmvd corrected to 6% Oxygen	SO <sub>2</sub> ppmvd corrected to 6% Oxygen	CO ppmvd corrected to 6% Oxygen
1	200.52	51.81	8.79
2	243.07	57.30	15.49
3	213.03	56.96	15.46
4	0.00	0.00	0.00
Average	218.87	55.36	13.25
Limit	104.6	75.2	85.9

Reference Method Concentrations - mg/Nm <sup>3</sup>						
Run #	Date	Start Time	End Time	NOx mg/Nm <sup>3</sup>	SO2 mg/Nm <sup>3</sup>	CO mg/Nm <sup>3</sup>
1	3/25/19	10:21	11:21	240.88	86.59	6.43
2	3/25/19	11:53	12:53	289.70	95.01	11.24
3	3/25/19	13:27	13:47	262.75	97.74	11.61
Average				264.45	93.12	9.76

Reference Method Results Corrected to O <sub>2</sub> Concentration			
Run #	NO <sub>x</sub> mg/Nm <sup>3</sup> corrected to 6% Oxygen	SO <sub>2</sub> mg/Nm <sup>3</sup> corrected to 6% Oxygen	CO mg/Nm <sup>3</sup> corrected to 6% Oxygen
1	411.78	148.02	10.99
2	499.17	163.71	19.36
3	437.47	162.74	19.32
Average	449.47	158.16	16.56
Limit	200	200	100



**PARTICULATE TEST RESULTS SUMMARY**
**Page 1 of 1**

Company: First Quantum Minerals  
 Plant: PACO Generating Station  
 Unit: Unit 1  
 Location: Colon Province, Panama

Test Run Number	1	2	3	Average
Source Condition	Full Load	Full Load	Full Load	
Date	3/25/2019	3/25/2019	3/25/2019	
Start Time	10:21	11:52	13:26	
End Time	11:26	12:59	14:31	
Sample Duration (min):	60.0	60.0	60.0	60.0
Average Gas Temp, $T_s$ , ( $^{\circ}\text{C}$ ):	71.1	71.2	72.1	71.5
Fractional Gas Moisture Content, $B_{ws}$ :	0.06	0.06	0.06	0.06
Gas $\text{CO}_2$ Content (%vol):	9.6	9.5	9.8	9.7
Gas $\text{O}_2$ Content (%vol):	12.2	12.3	12.0	12.1
Gas Wet MW, $M_s$ , (lb/lbmole-mole):	29.34	29.33	29.37	29.35
Average Gas Velocity $V_s$ , (m/sec):	19.59	19.21	19.19	19.33
Measured Volumetric Flow Rate				
$Q_m$ (actual $\text{m}^3/\text{min}$ ):	13,331	13,075	13,060	13,155
$Q_{stdm}$ (std. $\text{m}^3/\text{min}$ ):	10,432	10,242	10,191	10,288
$Q_{stdm(dry)}$ (dry std. $\text{m}^3/\text{min}$ ):	9,834	9,662	9,614	9,703
Sample Volume, $V_{m(std)(metric)}$ , (dry std. $\text{m}^3$ ):	1.303	1.277	1.231	1.271
PM Collected, $m_n$ , (mg):				
Filterable	11.10	1.60	3.00	5.23
Total:	11.10	1.60	3.00	5.23
PM Concentration, $C_{om}$ , (mg/std. $\text{m}^3$ ):				
Filterable:	8.5	1.3	2.4	4.1
Total:	8.5	1.3	2.4	4.1
PM Concentration, $C_{corr}$ , (mg/std. $\text{m}^3$ corrected to 6% $\text{O}_2$ ):				
Filterable:	14.55	2.16	4.06	6.92
Total:	14.55	2.16	4.06	6.92
PM Emission Rate, $ER_{metric}$ , (kg/hr based on measured volumetric flow rate):				
Filterable:	5.03	0.73	1.41	2.39
Total:	5.03	0.73	1.41	2.39
Isokinetic Variance (I)	107.0	106.7	103.4	105.7

Metric Units: Normal conditions of 29.92 in/Hg (1 atm) and  $0^{\circ}\text{C}$



## APPENDIX B

### **Datos Fuente**



McHale Performance				Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data							
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM	Comment2
25-Mar-19	7:33:45	0.00	0.02	0.06	0.06	0.11	Cal:0.0 N2 Direct
25-Mar-19	7:33:55	0.00	0.02	0.10	0.06	0.11	Cal:0.0 N2 Direct
25-Mar-19	7:34:05	0.00	0.02	0.12	0.15	0.11	Cal:0.0 N2 Direct
Average:	7:34:05	0.00	0.02	0.10	0.09	0.11	Cal:0.0 N2 Direct
Gas Value:		7:34:05	0	0	0	0	0.0 N2
Diff%ofSpan		7:34:05	0.00%	0.09%	0.05%	0.11%	
25-Mar-19	7:36:54	-0.06	18.02	-1.87	0.06	0.18	Cal:18 CO2 Direct
25-Mar-19	7:37:04	-0.06	18.02	-1.80	0.06	0.15	Cal:18 CO2 Direct
25-Mar-19	7:37:14	-0.06	18.03	-1.89	0.06	0.11	Cal:18 CO2 Direct
Average:	7:37:14	-0.06	18.02	-1.86	0.06	0.15	Cal:18 CO2 Direct
Gas Value:		7:37:14	0	18	0	0	0 18 CO2
Diff%ofSpan		7:37:14	-0.23%	0.09%	-0.93%	0.03%	0.15%
25-Mar-19	7:38:47	-0.03	10.05	-1.16	0.06	0.11	Cal:10 CO2 Direct
25-Mar-19	7:38:58	-0.04	10.05	-1.11	0.06	0.11	Cal:10 CO2 Direct
25-Mar-19	7:39:07	-0.04	10.05	-1.17	0.06	0.11	Cal:10 CO2 Direct
Average:	7:39:07	-0.03	10.05	-1.15	0.06	0.11	Cal:10 CO2 Direct
Gas Value:		7:39:07	0	10	0	0	0 10 CO2
Diff%ofSpan		7:39:07	-0.13%	0.20%	-0.57%	0.03%	0.11%
25-Mar-19	7:40:31	20.50	0.01	-0.24	0.06	0.11	Cal:21.0 O2 Direct
25-Mar-19	7:40:42	20.51	0.01	-0.23	0.14	0.11	Cal:21.0 O2 Direct
25-Mar-19	7:40:51	20.51	0.00	-0.18	0.18	0.11	Cal:21.0 O2 Direct
Average:	7:40:51	20.51	0.00	-0.22	0.13	0.11	Cal:21.0 O2 Direct
Gas Value:		7:40:51	21	0	0	0	0 21.0 O2
Diff%ofSpan		7:40:51	-1.97%	0.02%	-0.11%	0.06%	0.11%
25-Mar-19	7:43:49	0.01	-0.01	185.14	187.73	91.42	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Direct
25-Mar-19	7:43:59	0.01	-0.01	185.20	187.63	91.68	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Direct
25-Mar-19	7:44:10	0.01	-0.01	185.16	187.29	91.81	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Direct
25-Mar-19	7:44:19	0.01	-0.01	185.29	187.03	91.88	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Direct
25-Mar-19	7:44:29	0.01	-0.01	185.34	187.14	91.86	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Direct
Average:	7:44:29	0.01	-0.01	185.22	187.36	91.73	Cal:186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2 Direct
Gas Value:		7:44:29	0	0	185	186	91 186 NOX, 185 CO, 91.0 SO2
Diff%ofSpan		7:44:29	0.03%	-0.05%	0.11%	0.68%	0.73%
25-Mar-19	7:46:35	0.01	-0.01	101.86	101.68	49.94	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Direct
25-Mar-19	7:46:44	0.01	-0.02	101.81	101.79	50.02	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Direct
25-Mar-19	7:46:54	0.01	-0.02	101.81	101.81	50.02	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Direct
25-Mar-19	7:47:04	0.01	-0.02	101.81	101.80	50.15	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Direct
25-Mar-19	7:47:14	0.01	-0.02	101.83	101.79	50.22	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Direct
Average:	7:47:15	0.01	-0.02	101.82	101.77	50.07	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Direct
Gas Value:		7:47:15	0	0	101	102	50.7 102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2
Diff%ofSpan		7:47:15	0.03%	-0.08%	0.41%	-0.11%	-0.63%
25-Mar-19	8:19:52	-0.02	-0.04	-0.43	0.51	0.10	Cal:0.0 N2 Bias Check
25-Mar-19	8:20:03	-0.03	-0.04	-0.44	0.42	0.11	Cal:0.0 N2 Bias Check
25-Mar-19	8:20:12	-0.04	-0.04	-0.46	0.42	0.11	Cal:0.0 N2 Bias Check
Average:	8:20:17	-0.03	-0.04	-0.44	0.45	0.11	Cal:0.0 N2 Bias Check
Gas Value:		8:20:17	0	0	0	0	0.0 N2
Diff%ofSpan		8:20:17	-0.12%	-0.16%	-0.22%	0.22%	0.11%
25-Mar-19	8:26:19	-0.43	18.01	-4.58	0.18	0.11	Cal:18 CO2 Bias Check
25-Mar-19	8:26:29	-0.42	18.01	-4.53	0.18	0.11	Cal:18 CO2 Bias Check
25-Mar-19	8:26:39	-0.44	18.03	-4.64	0.18	0.11	Cal:18 CO2 Bias Check
Average:	8:26:46	-0.43	18.02	-4.59	0.18	0.11	Cal:18 CO2 Bias Check
Gas Value:		8:26:46	0	18	0	0	0 18 CO2
Diff%ofSpan		8:26:46	-1.72%	0.08%	-2.29%	0.09%	0.11%
25-Mar-19	9:07:40	-0.41	0.00	100.85	102.46	50.83	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Bias Check
25-Mar-19	9:07:51	-0.40	0.00	100.87	102.39	50.83	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Bias Check
25-Mar-19	9:08:00	-0.41	-0.01	100.73	102.33	50.74	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Bias Check
25-Mar-19	9:08:10	-0.41	0.00	100.78	102.36	50.76	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Bias Check
Average:	9:08:11	-0.41	0.00	100.81	102.39	50.79	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2 Bias Check



McHale Performance				Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data							
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM	Comment2
Gas Value:	9:08:11	0	0	101	102	50.7	102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2
Diff%ofSpan	9:08:11	-1.62%	-0.02%	-0.10%	0.19%	0.09%	
25-Mar-19	10:21:21	9.14	9.63	5.08	128.09	29.39	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:21:31	9.11	9.68	5.04	128.40	29.16	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:21:41	8.99	9.77	5.06	128.93	29.28	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:21:51	8.92	9.80	4.96	128.98	29.83	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:22:01	8.92	9.79	4.99	128.52	30.25	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:22:11	8.97	9.74	4.96	128.53	30.29	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:22:21	9.03	9.72	4.92	128.30	30.17	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:22:31	9.00	9.76	4.91	127.86	30.00	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:22:41	8.91	9.83	5.01	127.10	29.97	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:22:51	8.81	9.89	5.15	125.97	29.92	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:23:02	8.79	9.89	5.30	123.51	30.03	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:23:11	8.80	9.88	5.20	120.48	30.61	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:23:21	8.81	9.88	5.12	117.46	30.92	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:23:31	8.76	9.92	5.51	117.09	31.03	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:23:41	8.75	9.90	5.78	117.15	31.15	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:23:52	8.81	9.85	5.43	117.25	30.91	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:24:01	8.85	9.84	5.28	116.99	30.49	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:24:11	8.85	9.81	5.15	116.81	30.47	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:24:21	8.92	9.77	5.14	116.39	30.47	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:24:32	8.91	9.80	5.12	115.93	30.22	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:24:41	8.86	9.83	5.12	115.38	29.98	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:24:51	8.84	9.84	5.28	114.00	29.99	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:25:02	8.89	9.80	5.17	110.99	29.99	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:25:11	8.94	9.76	5.06	108.75	29.94	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:25:21	8.96	9.76	5.03	108.67	29.95	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:25:31	8.91	9.81	5.02	108.82	30.14	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:25:41	8.89	9.80	5.23	109.10	30.40	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:25:52	8.93	9.77	5.10	108.99	30.75	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:26:01	9.00	9.72	4.99	108.77	30.65	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:26:11	9.05	9.68	4.90	109.10	30.54	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:26:21	9.09	9.67	4.82	109.45	30.52	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:26:32	9.05	9.72	4.82	112.44	30.34	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:26:41	8.97	9.77	4.98	114.68	30.26	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:26:51	8.97	9.75	4.88	116.51	30.40	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:27:01	8.99	9.73	4.77	116.10	30.53	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:27:11	9.01	9.73	4.75	115.89	30.44	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:32:11	9.02	9.74	4.60	116.16	30.07	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:33:11	8.94	9.80	4.77	121.90	30.32	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:34:11	8.87	9.86	4.74	121.71	30.34	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:35:11	8.99	9.77	4.73	119.86	29.91	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:36:11	9.01	9.74	4.69	119.43	30.13	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:37:11	9.09	9.70	4.75	127.91	30.05	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:38:11	9.03	9.73	4.78	127.49	30.64	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:39:11	9.21	9.61	4.84	125.31	30.82	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:40:12	9.27	9.57	4.86	128.74	30.16	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:41:11	9.16	9.64	4.92	123.53	30.19	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:42:11	9.11	9.68	5.09	121.75	30.31	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:43:11	9.14	9.66	5.24	118.70	30.73	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:44:11	9.20	9.62	5.17	117.74	30.26	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:45:11	9.21	9.61	5.17	118.00	30.06	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:46:11	9.30	9.54	5.17	121.01	29.55	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:47:11	9.29	9.57	5.03	122.79	29.63	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:48:11	9.20	9.63	5.25	121.33	30.00	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:49:11	9.19	9.64	5.31	119.18	30.23	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:50:11	9.20	9.62	5.19	117.92	30.87	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:51:11	9.18	9.65	5.20	118.16	30.72	Guarantee Test Run 1
25-Mar-19	10:52:11	9.16	9.66	5.14	117.71	30.55	Guarantee Test Run 1



McHale Performance			Unit 1		First Quantum			
Instrumental Reference Method On-Line Data								
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments	Comment2
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM		
25-Mar-19	10:53:11	9.19	9.65	5.15	118.26	29.98	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	10:54:11	9.30	9.56	5.09	117.19	29.85	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	10:55:12	9.23	9.64	5.49	119.95	29.65	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	10:56:11	9.22	9.62	5.87	111.47	30.32	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	10:57:12	9.33	9.54	5.34	113.00	29.76	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	10:58:11	9.14	9.70	5.13	116.14	29.74	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	10:59:12	9.05	9.74	5.28	114.57	30.60	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:00:11	9.23	9.63	5.31	115.31	31.09	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:01:12	9.26	9.60	5.17	120.22	30.53	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:02:11	9.20	9.65	5.23	122.16	30.22	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:03:12	9.62	9.31	7.45	126.84	30.68	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:04:11	9.99	9.08	9.47	145.84	29.18	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:05:11	9.65	9.36	6.81	146.37	28.05	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:06:11	9.04	9.78	5.18	126.23	30.01	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:07:11	8.91	9.86	5.22	114.67	30.92	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:08:11	9.00	9.78	5.03	108.79	30.58	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:09:11	9.13	9.70	5.16	111.20	30.26	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:10:11	9.20	9.65	5.05	114.44	30.59	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:11:11	9.08	9.74	5.07	115.11	30.90	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:12:11	9.09	9.73	5.11	122.86	30.86	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:13:11	9.07	9.74	5.27	126.44	31.60	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:14:11	9.03	9.78	5.18	128.67	31.45	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:15:11	9.08	9.74	5.11	128.92	30.54	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:16:11	9.11	9.72	5.24	129.43	30.77	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:17:11	9.17	9.69	5.25	133.19	30.80	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:18:11	9.10	9.73	5.37	129.31	30.64	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:19:11	9.17	9.68	5.20	122.71	30.67	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:20:11	9.20	9.67	5.20	124.50	30.63	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:21:11	9.05	9.78	5.30	123.95	30.78	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:22:11	9.04	9.78	5.26	119.15	31.78	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:23:11	9.08	9.76	5.13	124.90	31.69	Guarantee Test Run 1	
Average:	11:23:28	9.07	9.71	5.20	120.29	30.34	Guarantee Test Run 1	
25-Mar-19	11:27:39	0.00	0.15	-0.11	0.42	0.11	Cal:0.0 N2 Post R1	
25-Mar-19	11:27:49	0.00	0.15	-0.11	0.42	0.11	Cal:0.0 N2 Post R1	
25-Mar-19	11:27:59	0.00	0.15	-0.16	0.42	0.11	Cal:0.0 N2 Post R1	
Average:	11:28:00	0.00	0.15	-0.13	0.42	0.11	Cal:0.0 N2 Post R1	
Gas Value:	11:28:00	0	0	0	0	0	0.0 N2	
Diff%ofSpan	11:28:00	0.00%	0.59%	-0.06%	0.21%	0.11%		
25-Mar-19	11:28:58	-0.07	18.14	-1.63	0.18	0.11	Cal:18 CO2 Post R1	
25-Mar-19	11:29:08	-0.07	18.14	-1.67	0.18	0.11	Cal:18 CO2 Post R1	
25-Mar-19	11:29:18	-0.07	18.15	-1.73	0.18	0.11	Cal:18 CO2 Post R1	
Average:	11:29:19	-0.07	18.15	-1.68	0.18	0.11	Cal:18 CO2 Post R1	
Gas Value:	11:29:19	0	18	0	0	0	18 CO2	
Diff%ofSpan	11:29:19	-0.27%	0.58%	-0.84%	0.09%	0.11%		
25-Mar-19	11:31:24	0.00	0.18	104.82	102.99	50.93	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Post R1	
25-Mar-19	11:31:35	0.00	0.18	104.94	106.17	52.00	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Post R1	
25-Mar-19	11:31:44	0.00	0.18	104.96	106.23	51.05	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Post R1	
25-Mar-19	11:31:54	0.00	0.18	105.03	106.43	51.18	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Post R1	
Average:	11:31:54	0.00	0.18	104.94	105.45	51.29	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Post R1	
Gas Value:	11:31:54	0	0	101	102	50.7	102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2	
Diff%ofSpan	11:31:54	0.00%	0.71%	1.97%	1.73%	0.59%		
25-Mar-19	11:53:00	12.32	9.62	9.08	137.86	32.34	Guarantee Test Run 2	
25-Mar-19	11:54:00	12.25	9.68	9.12	137.14	32.03	Guarantee Test Run 2	
25-Mar-19	11:55:00	12.23	9.65	9.04	133.78	32.64	Guarantee Test Run 2	
25-Mar-19	11:56:00	12.21	9.69	8.96	133.24	32.87	Guarantee Test Run 2	
25-Mar-19	11:57:00	12.27	9.62	8.90	132.21	33.14	Guarantee Test Run 2	
25-Mar-19	11:58:00	12.41	9.52	8.99	134.84	32.61	Guarantee Test Run 2	
25-Mar-19	11:59:00	12.50	9.47	8.91	138.78	32.10	Guarantee Test Run 2	



McHale Performance				Unit 1	First Quantum		
Instrumental Reference Method On-Line Data							
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM	Comment2
25-Mar-19	12:00:00	12.31	9.63	8.96	137.83	32.29	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:01:00	12.11	9.76	8.98	128.29	33.05	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:02:00	12.20	9.69	8.81	127.13	32.87	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:03:00	12.24	9.66	8.91	128.24	32.53	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:04:00	12.18	9.71	8.87	127.68	32.65	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:05:00	12.21	9.70	8.94	132.69	32.90	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:06:00	12.14	9.75	9.00	135.06	33.39	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:07:00	12.09	9.79	9.11	134.98	33.21	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:08:00	12.06	9.83	9.09	132.43	33.34	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:09:00	12.22	9.69	9.08	130.88	34.15	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:10:00	12.33	9.63	8.98	142.05	33.46	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:11:00	12.31	9.66	9.04	143.66	33.22	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:12:00	12.20	9.74	9.09	142.20	33.23	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:13:00	12.19	9.73	9.10	139.15	33.57	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:14:00	12.28	9.68	9.03	140.72	34.01	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:15:00	12.23	9.72	9.01	144.78	33.51	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:16:01	12.21	9.75	9.05	145.27	34.02	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:17:00	12.23	9.72	9.07	147.15	34.33	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:18:00	12.31	9.66	9.12	148.13	34.04	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:19:00	12.29	9.69	9.04	149.31	33.67	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:20:01	12.28	9.70	8.95	148.10	33.00	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:21:00	12.32	9.67	8.97	151.34	32.43	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:22:01	12.22	9.76	9.03	151.21	33.15	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:23:00	12.14	9.81	8.97	147.91	33.54	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:24:00	12.06	9.87	8.90	143.32	34.05	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:25:00	12.15	9.81	8.82	140.25	33.12	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:26:00	12.11	9.83	8.82	139.10	33.17	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:27:00	12.10	9.84	8.95	139.73	33.32	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:28:00	12.21	9.75	8.88	140.22	32.68	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:29:00	12.18	9.78	8.75	141.31	32.71	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:30:00	12.23	9.75	8.90	142.77	33.18	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:31:00	12.37	9.64	8.95	148.98	32.96	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:32:00	12.35	9.69	8.91	154.83	31.95	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:33:00	12.18	9.79	8.91	143.78	33.24	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:34:00	12.29	9.72	8.76	147.84	33.57	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:35:00	12.19	9.78	8.96	151.58	34.00	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:36:00	12.32	9.69	9.08	154.18	33.86	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:37:00	12.29	9.72	9.10	155.88	33.41	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:38:00	12.39	9.65	9.04	156.72	33.97	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:39:00	12.36	9.67	9.07	159.43	34.14	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:40:00	12.42	9.62	9.13	157.15	34.38	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:41:00	12.42	9.64	9.14	159.90	33.43	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:42:00	12.43	9.63	9.10	160.54	33.34	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:43:00	12.27	9.75	9.00	156.76	33.90	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:44:00	12.17	9.80	8.96	150.32	35.22	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:45:00	12.27	9.73	9.13	151.88	34.84	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:46:00	12.23	9.77	9.12	153.84	34.21	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:47:00	12.39	9.65	9.12	152.73	34.22	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:48:00	12.33	9.71	9.05	157.10	33.94	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:49:00	12.46	9.59	9.10	156.07	33.93	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:50:00	12.45	9.62	9.05	161.73	33.21	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:51:00	12.38	9.67	9.07	156.35	33.29	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	12:52:00	12.42	9.65	9.05	157.30	34.10	Guarantee Test Run 2
Average:	12:52:00	12.27	9.70	9.00	144.93	33.38	Guarantee Test Run 2
25-Mar-19	13:00:07	0.00	0.19	0.00	0.54	0.11	Cal:0.0 N2 Post R2
25-Mar-19	13:00:17	0.00	0.19	-0.02	0.54	0.11	Cal:0.0 N2 Post R2
25-Mar-19	13:00:27	0.00	0.19	-0.04	0.53	0.11	Cal:0.0 N2 Post R2
25-Mar-19	13:00:37	0.00	0.19	-0.10	0.53	0.11	Cal:0.0 N2 Post R2
25-Mar-19	13:00:47	0.00	0.19	-0.10	0.48	0.11	Cal:0.0 N2 Post R2



McHale Performance			Unit 1		First Quantum			
Instrumental Reference Method On-Line Data								
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments	Comment2
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM		
Average:	13:00:54	0.00	0.19	-0.05	0.52	0.11	Cal:0.0 N2 Post R2	
Gas Value:	13:00:54	0	0	0	0	0	0.0 N2	
Diff%ofSpan	13:00:54	0.00%	0.76%	-0.03%	0.26%	0.11%		
25-Mar-19	13:01:52	-0.07	18.18	-1.73	0.89	0.11	Cal:18 CO2-Post R2	
25-Mar-19	13:02:02	-0.07	18.18	-1.75	0.89	0.11	Cal:18 CO2-Post R2	
25-Mar-19	13:02:12	-0.07	18.19	-1.78	0.89	0.11	Cal:18 CO2-Post R2	
Average:	13:02:13	-0.07	18.18	-1.76	0.89	0.11	Cal:18 CO2-Post R2	
Gas Value:	13:02:13	0	18	0	0	0	18 CO2	
Diff%ofSpan	13:02:13	-0.29%	0.73%	-0.88%	0.45%	0.11%		
25-Mar-19	13:03:31	20.96	0.21	-0.44	0.30	0.11	Cal:21.0 O2-Post R2	
25-Mar-19	13:03:41	20.96	0.21	-0.46	0.30	0.11	Cal:21.0 O2-Post R2	
25-Mar-19	13:03:51	20.96	0.21	-0.43	0.30	0.11	Cal:21.0 O2-Post R2	
Average:	13:03:51	20.96	0.21	-0.44	0.30	0.11	Cal:21.0 O2-Post R2	
Gas Value:	13:03:51	21	0	0	0	0	21.0 O2	
Diff%ofSpan	13:03:51	-0.16%	0.83%	-0.22%	0.15%	0.11%		
25-Mar-19	13:06:49	0.01	0.22	101.19	102.35	50.99	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Post R2	
25-Mar-19	13:07:01	0.01	0.22	101.21	102.34	50.09	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Post R2	
25-Mar-19	13:07:10	0.01	0.22	101.16	102.34	50.02	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Post R2	
Average:	13:07:12	0.01	0.22	101.19	102.34	50.37	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Post R2	
Gas Value:	13:07:12	0	0	101	102	50.7	102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2	
Diff%ofSpan	13:07:12	0.03%	0.89%	0.09%	0.17%	-0.33%		
25-Mar-19	13:27:00	12.37	9.75	8.95	155.79	33.43	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:28:00	12.24	9.84	8.94	152.46	33.94	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:29:00	12.26	9.82	8.98	148.35	34.17	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:30:00	12.34	9.77	8.91	155.62	33.97	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:31:00	12.22	9.86	9.02	155.08	34.21	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:32:00	12.26	9.83	9.06	156.05	33.91	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:33:00	12.23	9.87	9.03	155.16	34.43	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:34:00	12.23	9.86	9.02	153.38	34.51	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:35:00	12.13	9.94	8.93	148.10	34.05	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:36:00	12.14	9.93	8.79	140.93	34.48	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:37:00	12.16	9.91	8.83	142.92	33.91	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:38:00	12.14	9.95	8.95	148.28	33.96	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:39:00	12.09	9.98	8.90	148.37	34.41	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:40:00	12.03	10.02	8.98	145.20	35.15	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:41:00	12.01	10.01	9.11	137.08	35.78	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:42:00	12.21	9.88	9.13	140.60	35.22	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:43:00	12.21	9.88	9.01	139.33	33.73	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:44:00	12.20	9.90	8.90	137.13	34.18	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:45:00	12.10	9.97	8.92	133.64	34.00	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:46:01	11.99	10.04	8.88	123.57	34.87	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:47:00	12.07	9.98	8.94	121.19	34.64	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:48:00	12.06	9.99	8.80	122.46	33.90	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:49:00	12.01	10.02	8.75	120.91	33.80	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:50:01	12.09	9.97	8.79	123.25	33.46	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:51:00	11.93	10.09	8.89	130.23	33.82	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:52:01	11.95	10.08	8.95	132.62	33.89	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:53:00	11.88	10.13	8.90	133.30	34.14	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:54:00	11.89	10.11	8.89	134.30	34.59	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:55:00	11.85	10.16	8.90	136.77	33.82	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:56:00	11.67	10.27	9.14	126.64	34.37	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:57:00	11.77	10.20	9.09	123.92	34.82	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:58:00	11.75	10.23	9.10	125.75	34.58	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	13:59:00	11.76	10.21	9.19	121.58	34.79	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:00:00	11.87	10.15	9.10	121.38	34.95	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:01:00	11.79	10.20	9.21	121.21	34.95	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:02:00	11.96	10.07	9.17	123.68	33.99	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:03:00	11.75	10.24	9.05	120.50	33.60	Guarantee Test Run 3	



McHale Performance			Unit 1		First Quantum			
Instrumental Reference Method On-Line Data								
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments	Comment2
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM		
25-Mar-19	14:04:00	11.81	10.18	8.92	115.64	33.53	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:05:00	11.77	10.22	9.13	115.01	33.36	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:06:00	11.74	10.24	9.14	114.88	33.62	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:07:00	11.74	10.24	9.17	116.91	34.25	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:08:00	11.74	10.24	9.13	116.68	33.56	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:09:00	11.83	10.18	9.14	116.81	33.07	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:10:00	11.85	10.16	9.16	116.52	33.18	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:11:00	11.79	10.21	9.72	117.96	33.77	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:12:00	11.79	10.22	9.18	120.41	33.62	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:13:00	11.79	10.20	9.06	124.54	34.67	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:14:00	11.88	10.14	9.08	136.62	34.44	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:15:00	11.93	10.12	9.09	139.79	33.73	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:16:00	11.91	10.13	9.23	138.58	33.83	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:17:00	12.04	10.04	9.13	137.59	33.28	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:18:00	11.96	10.09	8.95	130.20	32.98	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:19:00	12.00	10.06	9.07	118.88	32.95	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:20:00	11.91	10.13	9.17	105.85	32.84	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:21:00	11.84	10.18	9.15	92.71	33.95	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:22:00	11.91	10.13	9.23	88.28	34.20	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:23:00	12.02	10.04	9.19	92.58	33.68	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:24:00	12.04	10.04	9.15	102.59	33.01	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:25:00	11.95	10.11	9.17	109.32	33.75	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:26:00	11.96	10.10	9.25	120.35	34.07	Guarantee Test Run 3	
Average:	14:26:00	11.98	10.06	9.05	129.09	34.03	Guarantee Test Run 3	
25-Mar-19	14:36:31	-0.01	0.29	-0.28	0.29	0.10	Cal:0.0 N2-Post R3	
25-Mar-19	14:36:42	-0.01	0.29	-0.30	0.29	0.10	Cal:0.0 N2-Post R3	
25-Mar-19	14:36:51	-0.01	0.29	-0.34	0.30	0.10	Cal:0.0 N2-Post R3	
Average:	14:36:52	-0.01	0.29	-0.31	0.29	0.10	Cal:0.0 N2-Post R3	
Gas Value:	14:36:52	0	0	0	0	0	0.0 N2	
Diff%ofSpan	14:36:52	-0.03%	1.18%	-0.16%	0.15%	0.10%		
25-Mar-19	14:38:25	-0.08	18.34	-1.96	0.53	0.10	Cal:18 CO2-Post R3	
25-Mar-19	14:38:35	-0.08	18.35	-2.03	0.53	0.10	Cal:18 CO2-Post R3	
25-Mar-19	14:38:45	-0.08	18.35	-2.10	0.53	0.10	Cal:18 CO2-Post R3	
Average:	14:38:45	-0.08	18.35	-2.03	0.53	0.10	Cal:18 CO2-Post R3	
Gas Value:	14:38:45	0	18	0	0	0	18 CO2	
Diff%ofSpan	14:38:45	-0.31%	1.39%	-1.02%	0.27%	0.10%		
25-Mar-19	14:40:27	20.94	0.35	-0.37	0.53	0.10	Cal:21.0 O2-Post R3	
25-Mar-19	14:40:37	20.95	0.35	-0.34	0.53	0.11	Cal:21.0 O2-Post R3	
25-Mar-19	14:40:48	20.96	0.35	-0.34	0.53	0.11	Cal:21.0 O2-Post R3	
Average:	14:40:52	20.95	0.35	-0.35	0.53	0.11	Cal:21.0 O2-Post R3	
Gas Value:	14:40:52	21	0	0	0	0	21.0 O2	
Diff%ofSpan	14:40:52	-0.19%	1.40%	-0.18%	0.27%	0.11%		
25-Mar-19	14:43:11	0.01	0.35	101.22	101.51	50.25	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Post R3	
25-Mar-19	14:43:21	0.00	0.35	101.26	101.62	50.42	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Post R3	
25-Mar-19	14:43:32	0.00	0.35	101.25	101.78	50.49	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Post R3	
Average:	14:43:38	0.00	0.35	101.24	101.63	50.39	Cal:102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2-Post R3	
Gas Value:	14:43:38	0	0	101	102	50.7	102 Nox, 101 CO, 50.7 SO2	
Diff%ofSpan	14:43:38	0.01%	1.41%	0.12%	-0.18%	-0.31%		
25-Mar-19	16:10:00	12.17	10.10	9.50	92.64	31.12	Strat Traverse U1	Point D1
25-Mar-19	16:11:00	12.15	10.11	9.31	115.53	32.06	Strat Traverse U1	Point D1
25-Mar-19	16:12:00	12.16	10.10	9.41	132.63	31.65	Strat Traverse U1	Point D1
25-Mar-19	16:13:00	12.20	10.08	9.44	148.67	31.56	Strat Traverse U1	Point D1
25-Mar-19	16:14:00	12.21	10.08	9.48	151.53	31.76	Strat Traverse U1	Point D1
Average:	16:14:01	12.18	10.10	9.43	128.20	31.63	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	16:22:02	11.94	10.29	9.61	89.93	32.19	Strat Traverse U1	Point D1
25-Mar-19	16:23:01	11.97	10.26	9.47	89.83	32.25	Strat Traverse U1	Point D1
25-Mar-19	16:24:01	11.94	10.28	9.50	91.35	32.31	Strat Traverse U1	Point D1
25-Mar-19	16:25:01	11.88	10.34	9.71	108.89	32.46	Strat Traverse U1	Point D1



McHale Performance				Unit 1	First Quantum			
Instrumental Reference Method On-Line Data								
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments	Comment2
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM		
25-Mar-19	16:26:02	11.85	10.36	9.62	135.60	32.34	Strat Traverse U1	Point D1
Average:	16:26:02	11.92	10.31	9.58	103.12	32.31	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	16:28:00	11.78	10.42	12.39	150.86	32.18	Strat Traverse U1	Point D2
25-Mar-19	16:29:00	11.78	10.43	9.69	147.00	31.78	Strat Traverse U1	Point D2
25-Mar-19	16:30:00	11.82	10.40	9.30	143.81	31.70	Strat Traverse U1	Point D2
25-Mar-19	16:31:00	11.76	10.46	9.46	147.05	31.72	Strat Traverse U1	Point D2
25-Mar-19	16:32:01	11.77	10.47	9.56	147.69	31.35	Strat Traverse U1	Point D2
Average:	16:32:01	11.78	10.44	10.08	147.28	31.75	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	16:34:00	11.57	10.62	10.23	140.49	31.71	Strat Traverse U1	Point D3
25-Mar-19	16:35:00	11.54	10.66	10.90	145.49	31.71	Strat Traverse U1	Point D3
25-Mar-19	16:36:01	11.46	10.71	12.33	153.79	32.49	Strat Traverse U1	Point D3
25-Mar-19	16:37:00	11.51	10.68	11.47	158.24	32.57	Strat Traverse U1	Point D3
25-Mar-19	16:38:00	11.68	10.56	10.66	176.94	31.19	Strat Traverse U1	Point D3
Average:	16:38:00	11.55	10.65	11.12	154.99	31.93	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	16:42:00	11.66	10.59	10.04	164.41	31.49	Strat Traverse U1	Point C1
25-Mar-19	16:43:00	11.57	10.65	10.65	154.60	31.81	Strat Traverse U1	Point C1
25-Mar-19	16:44:01	11.72	10.53	10.04	142.22	32.28	Strat Traverse U1	Point C1
25-Mar-19	16:45:00	11.77	10.47	9.77	132.84	32.03	Strat Traverse U1	Point C1
25-Mar-19	16:46:00	11.55	10.66	9.78	128.88	32.13	Strat Traverse U1	Point C1
Average:	16:46:00	11.65	10.58	10.05	144.59	31.95	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	16:48:01	11.63	10.59	9.75	106.87	31.35	Strat Traverse U1	Point C2
25-Mar-19	16:49:01	11.68	10.57	9.85	92.45	31.39	Strat Traverse U1	Point C2
25-Mar-19	16:50:01	11.56	10.65	10.01	77.56	31.39	Strat Traverse U1	Point C2
25-Mar-19	16:51:01	11.43	10.74	11.11	62.26	32.09	Strat Traverse U1	Point C2
25-Mar-19	16:52:01	11.49	10.70	10.19	51.56	31.47	Strat Traverse U1	Point C2
Average:	16:52:01	11.56	10.65	10.18	78.14	31.54	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	16:54:00	11.55	10.65	10.47	48.07	31.55	Strat Traverse U1	Point C3
25-Mar-19	16:55:00	11.42	10.77	17.47	56.33	31.52	Strat Traverse U1	Point C3
25-Mar-19	16:56:00	11.34	10.82	19.57	68.27	32.25	Strat Traverse U1	Point C3
25-Mar-19	16:57:00	11.34	10.81	28.09	88.29	31.98	Strat Traverse U1	Point C3
25-Mar-19	16:58:00	11.34	10.80	19.15	109.56	31.77	Strat Traverse U1	Point C3
Average:	16:58:00	11.40	10.77	18.95	74.10	31.81	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:04:03	11.10	10.96	22.85	132.36	31.30	Strat Traverse U1	Point B1
25-Mar-19	17:05:03	10.93	11.09	25.41	115.53	31.99	Strat Traverse U1	Point B1
25-Mar-19	17:06:02	11.00	11.01	35.23	104.51	32.69	Strat Traverse U1	Point B1
25-Mar-19	17:07:02	11.05	10.99	95.78	100.89	31.85	Strat Traverse U1	Point B1
25-Mar-19	17:08:03	10.94	11.04	183.76	85.03	33.12	Strat Traverse U1	Point B1
Average:	17:08:03	11.00	11.02	72.61	107.66	32.19	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:10:00	11.05	10.99	40.25	69.26	31.61	Strat Traverse U1	Point B2
25-Mar-19	17:11:00	11.03	11.00	19.57	58.32	31.58	Strat Traverse U1	Point B2
25-Mar-19	17:12:00	11.18	10.89	13.98	56.06	31.18	Strat Traverse U1	Point B2
25-Mar-19	17:13:00	11.26	10.84	14.07	54.84	31.35	Strat Traverse U1	Point B2
25-Mar-19	17:14:00	11.37	10.76	11.51	59.45	31.33	Strat Traverse U1	Point B2
Average:	17:14:00	11.18	10.89	19.88	59.59	31.41	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:16:01	11.42	10.73	11.14	78.79	30.84	Strat Traverse U1	Point B3
25-Mar-19	17:17:01	11.33	10.79	11.54	92.36	30.99	Strat Traverse U1	Point B3
25-Mar-19	17:18:02	11.40	10.74	12.81	105.02	31.36	Strat Traverse U1	Point B3
25-Mar-19	17:19:02	11.45	10.72	10.48	120.49	31.17	Strat Traverse U1	Point B3
25-Mar-19	17:20:01	11.50	10.67	10.71	134.28	31.09	Strat Traverse U1	Point B3
Average:	17:20:01	11.42	10.73	11.34	106.19	31.09	Strat Traverse U1	



McHale Performance				Unit 1	First Quantum			
Instrumental Reference Method On-Line Data								
	Parameter	O2	CO2	CO	NOX	SO2	Comments	Comment2
	Units	%	%	PPM	PPM	PPM		
25-Mar-19	17:24:08	11.52	10.67	9.19	135.17	30.05	Strat Traverse U1	Point A1
25-Mar-19	17:25:08	11.61	10.60	9.34	131.44	30.51	Strat Traverse U1	Point A1
25-Mar-19	17:26:07	11.62	10.58	9.19	129.09	30.77	Strat Traverse U1	Point A1
25-Mar-19	17:27:07	11.72	10.50	9.13	125.12	30.15	Strat Traverse U1	Point A1
25-Mar-19	17:28:07	11.62	10.56	9.08	113.25	30.40	Strat Traverse U1	Point A1
Average:	17:28:07	11.62	10.58	9.19	126.81	30.38	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:29:33	11.61	10.57	9.97	102.91	30.12	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:30:33	11.53	10.60	10.80	88.27	30.96	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:31:33	11.74	10.46	9.30	85.81	30.21	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:32:33	11.64	10.53	10.14	83.63	30.00	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:33:33	11.46	10.66	10.65	80.20	29.88	Strat Traverse U1	
Average:	17:33:33	11.60	10.56	10.17	88.16	30.24	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:35:00	11.43	10.67	11.17	75.52	30.80	Strat Traverse U1	Point A2
25-Mar-19	17:36:01	11.46	10.64	10.77	91.51	30.75	Strat Traverse U1	Point A2
25-Mar-19	17:37:01	11.41	10.69	10.46	107.19	30.35	Strat Traverse U1	Point A2
25-Mar-19	17:38:00	11.36	10.73	10.23	111.49	30.67	Strat Traverse U1	Point A2
25-Mar-19	17:39:00	11.15	10.88	9.90	114.68	31.11	Strat Traverse U1	Point A2
Average:	17:39:00	11.36	10.72	10.50	100.08	30.73	Strat Traverse U1	
25-Mar-19	17:41:00	11.39	10.74	11.45	117.93	30.20	Strat Traverse U1	Point A3
25-Mar-19	17:42:00	11.44	10.72	11.21	130.08	29.84	Strat Traverse U1	Point A3
25-Mar-19	17:43:00	11.53	10.69	11.03	134.94	30.58	Strat Traverse U1	Point A3
25-Mar-19	17:44:00	11.51	10.71	10.84	131.14	30.06	Strat Traverse U1	Point A3
25-Mar-19	17:45:00	11.61	10.65	9.60	126.54	29.84	Strat Traverse U1	Point A3
Average:	17:45:00	11.50	10.70	10.83	128.13	30.10	Strat Traverse U1	



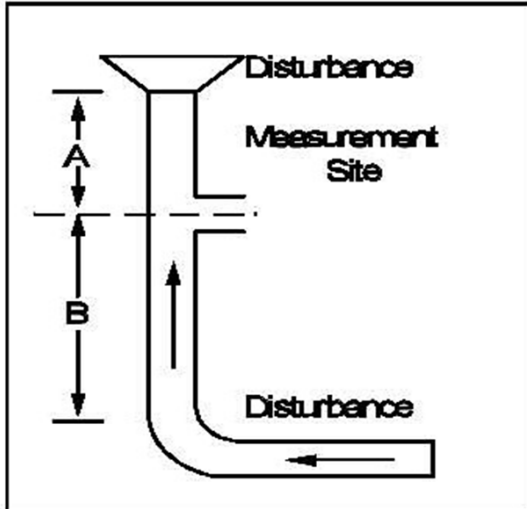
### Sample Location Information for Isokinetic Sampling - Round Ducts

Project #: 18018.0  
 Company: First Quantum Minerals  
 Plant: PACO Generating Station  
 Unit ID: Unit 1  
 Sample Location: Colon Province, Panama

Distance A: 130.69 Feet, 10.48 Duct diameters  
 Distance B: 280.00 Feet, 22.46 Duct diameters  
 Meets Method 1 criteria

Duct Diameter: 149.6 inches 12.47 feet  
 # of Ports Used: 4  
 # of Points/Diameter: 6  
 Sample Plane: Horizontal  
 Port Type: Flange  
 Port Length: 6.0 inches  
 Port Inside Diameter: 6.0 inches

#### Traverse Point Locations



Point	% of diameter	Inches from wall	Inches from port edge
1	4.4	6.6	12.6
2	14.6	21.8	27.8
3	29.6	44.3	50.3

Pre-cyclonic flow check conducted? Yes

#### Pre-Test Cyclonic Flow Check Data

Point #	Port: A			Port: B			Port: C			Port: D		
	$\Delta P$	$T_s$	a	$\Delta P$	$T_s$	a	$\Delta P$	$T_s$	a	$\Delta P$	$T_s$	a
	("H2O)	(°F)	(°)	("H2O)	(°F)	(°)	("H2O)	(°F)	(°)	("H2O)	(°F)	(°)
1	-	-	2	-	-	2	-	-	1	-	-	2
2	-	-	3	-	-	2	-	-	1	-	-	1
3	-	-	3	-	-	2	-	-	4	-	-	3
	-	-	5	-	-	4	-	-	2	-	-	5
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Average a: 2.6 (°)      Average  $T_s$ : \_\_\_\_\_ (°F)      Average  $\Delta P$ : \_\_\_\_\_ ("H2O)  
 Status: Pass      Avg of sqrt  $\Delta P$ : \_\_\_\_\_



### Isokinetic Test Support Data

Company: <u>First Quantum Minerals</u>	Project#: <u>18018.0</u>
Plant: <u>PACO Generating Station</u>	Test Method(s): <u>5</u>
Unit ID: <u>Unit 1</u>	Test Run #: <u>1</u>
Location: <u>Colon Province, Panama</u>	Test Date(s): <u>3/25/2019</u>

Console Operator: <u>Eric Swope</u>	Unit Operating Mode: <u>Full Load</u>
Console ID: <u>31</u>	Duct Shape/Area: <u>Round</u> / <u>122.11</u> ft <sup>2</sup>
Meter Y: <u>1.008</u>	Fuel Type: <u>Coal</u>
Orifice $\Delta H_{or}$ : <u>1.822</u>	F <sub>d</sub> Factor: <u>9780</u> dscf/MMBtu
Pitot Tube ID: <u>KPT-033</u>	F <sub>c</sub> Factor: <u>1800</u> scf/MMBtu
Cal. coefficient (C <sub>p</sub> ): <u>0.83</u>	Fuel heat content: _____ Btu / _____
Probe Liner Material: <u>Glass</u>	Process/fuel flow rate: _____ / hr
Nozzle Material: <u>Glass</u>	Soot blown? <u>N/A</u>
Nozzle Diameter (D <sub>n</sub> ): <u>0.215</u> in	Duration: <u>N/A</u> min

Sample collection time		Tare wt.	Final wt:	Net
Total # of points: <u>12</u>		(grams)	(grams)	(grams)
Target Sample time/point: <u>5.0</u> min	Imp # <u>1</u>	Contents <u>H2O</u>	<u>725.0</u>	<u>769.9</u>
Target run duration: <u>60.0</u> min	<u>2</u>	<u>H2O</u>	<u>741.1</u>	<u>746.4</u>
	<u>3</u>	<u>Empty</u>	<u>619.3</u>	<u>620.5</u>
Barometric Pressure (P <sub>bar</sub> ): <u>29.57</u> in Hg	<u>4</u>	<u>Silica Gel</u>	<u>933.4</u>	<u>945.7</u>
Stack Static Pressure (P <sub>g</sub> ): <u>-0.80</u> in H2O				<u>0</u>
Stack Pressure (P <sub>s</sub> ): <u>29.51</u> in Hg				<u>0</u>
				<u>0</u>
				<u>0</u>
Leak Checks				<u>0</u>
Pre-Test Train Leak Check: <u>0.002</u> CFM @ <u>12</u> "Hg			Net grams (M <sub>H2O</sub> ): <u>63.7</u>	
Pre-Test Pitot Leak Check: <u>Pass</u> (Pass or Fail)	Fixed Gas Analysis:			
Post-Test Train Leak Rate: <u>0.001</u> CFM @ <u>6</u> "Hg	CO <sub>2</sub> :	<u>9.6</u>	%vol	
Post-Test Pitot Leak Check: <u>Pass</u> (Pass or Fail)	O <sub>2</sub> :	<u>12.2</u>	%vol	
Pump/Orifice Leak Check: <u>Pass</u> (Pass or Fail)	N <sub>2</sub> :	<u>78.2</u>	%vol	
Filter/Thimble ID: <u>ENV-39</u>				
Tare Weight: <u>0.3545</u> grams				

Description of Filter and Front Half Rinses:	Description of Impinger liquid:
_____	_____
_____	_____
_____	_____

General Comments:



### Isokinetic Test - Processed Traverse Data

**Company:** First Quantum Minerals  
**Plant:** PACO Generating Station  
**Unit:** Unit 1  
**Location:** Colon Province, Panama

**Project #:** 18018.0  
**Method(s):** 5  
**Run #:** 1

**Test Date:** 3/25/2019  
**K-Factor:** 1.982  
**Minutes/pt:** 5

Port & Point ID	Clock Time	Meter Volume (V <sub>m</sub> ) ft <sup>3</sup>	ΔP ("H <sub>2</sub> O)	Stack (Ts) °F	Dry Gas Meter		Orifice ΔH ("H <sub>2</sub> O)	Sample Vacuum ("Hg)
					Inlet (T <sub>min</sub> ) °F	Outlet (T <sub>mout</sub> ) °F		
1/1	10:21:00	383.10	1.30	160	79	79	2.55	5.0
1/2	10:26:00	387.55	1.20	160	79	79	2.36	5.0
1/3	10:31:00	391.97	0.96	160	80	80	1.89	4.0
	10:36:00	395.72						
2/1	10:38:00	395.72	1.40	160	81	81	2.74	5.0
2/2	10:43:00	400.38	1.20	160	82	82	2.36	5.0
2/3	10:48:00	404.70	1.05	160	84	84	2.06	4.0
	10:53:00	408.79						
3/1	10:55:00	408.79	1.30	160	85	85	2.55	5.0
3/2	11:00:00	413.30	1.20	160	86	86	2.36	5.0
3/3	11:05:00	417.68	0.93	160	87	87	1.83	4.0
	11:10:00	421.53						
4/1	11:11:00	421.53	1.30	160	88	88	2.55	5.0
4/2	11:16:00	426.04	1.15	160	89	89	2.26	5.0
4/3	11:21:00	430.32	0.83	160	90	90	1.63	4.0
	11:26:00	433.92						
Run Times:		V <sub>m</sub> , ft <sup>3</sup>	Ave. ΔP	T <sub>s</sub> , °F	T <sub>m</sub> , °F		ΔH	Max. Vac.
Start	10:21	50.817	1.15	160.0	84.2	84.2	2.262	5
End	11:26		Ave. √ΔP	T <sub>s</sub> , °R	Ave. T <sub>m</sub> , °R			
			1.07	620.0	544.2			
Comments/Notes:								



Initial Leak Check	12 @ .002
Final Leak Check	6 @ .001"
Pitot Leak Check (pre):	Pass / Fail
Pitot Leak Check (post):	Pass / Fail
O <sub>2</sub> %:	
CO <sub>2</sub> %:	
K-Factor	1.964

Comments/notes: 0.83 p.704 Cof.

	12 Point		6 Point		Traverse Point %s
	(2.1)	(6.7)	(11.8)	(17.7)	(25.0)
					(35.6)
					(64.4)
					(75.0)
					(82.3)
					(88.2)
					(93.3)
					(97.9)



### Isokinetic Test Support Data

<b>Company:</b> <u>First Quantum Minerals</u> <b>Plant:</b> <u>PACO Generating Station</u> <b>Unit ID:</b> <u>Unit 1</u> <b>Location:</b> <u>Colon Province, Panama</u>	<b>Project#:</b> <u>18018.0</u> <b>Test Method(s):</b> <u>5</u> <b>Test Run #:</b> <u>2</u> <b>Test Date(s):</b> <u>3/25/2019</u>
--	--

<b>Console Operator:</b> <u>Eric Swope</u> <b>Console ID:</b> <u>31</u> <b>Meter Y:</b> <u>1.008</u> <b>Orifice <math>\Delta H_{@i}</math>:</b> <u>1.822</u> <b>Pitot Tube ID:</b> <u>KPT-033</u> <b>Cal. coefficient (<math>C_p</math>):</b> <u>0.83</u> <b>Probe Liner Material:</b> <u>Glass</u> <b>Nozzle Material:</b> <u>Glass</u> <b>Nozzle Diameter (<math>D_n</math>):</b> <u>0.215</u> in	<b>Unit Operating Mode:</b> <u>Full Load</u> <b>Duct Shape/Area:</b> <u>Round</u> / <u>122.11</u> ft <sup>2</sup> <b>Fuel Type:</b> <u>Coal</u> <b>F<sub>d</sub> Factor:</b> <u>9780</u> dscf/MMBtu <b>F<sub>c</sub> Factor:</b> <u>1800</u> scf/MMBtu <b>Fuel heat content:</b> _____ Btu / _____ <b>Process/fuel flow rate:</b> _____ / hr <b>Soot blown?</b> <u>N/A</u> <b>Duration:</b> <u>N/A</u> min
---	--

<b>Sample collection time</b> <b>Total # of points:</b> <u>12</u> <b>Target Sample time/point:</b> <u>5.0</u> min <b>Target run duration:</b> <u>60.0</u> min  <b>Barometric Pressure (<math>P_{bar}</math>):</b> <u>29.61</u> in Hg <b>Stack Static Pressure (<math>P_g</math>):</b> <u>-0.80</u> in H <sub>2</sub> O <b>Stack Pressure (<math>P_s</math>):</b> <u>29.55</u> in Hg  <b>Leak Checks</b> <b>Pre-Test Train Leak Check:</b> <u>0.002</u> CFM @ <u>10</u> "Hg <b>Pre-Test Pitot Leak Check:</b> <u>Pass</u> (Pass or Fail) <b>Post-Test Train Leak Rate:</b> <u>0.001</u> CFM @ <u>5</u> "Hg <b>Post-Test Pitot Leak Check:</b> <u>Pass</u> (Pass or Fail) <b>Pump/Orifice Leak Check:</b> <u>Pass</u> (Pass or Fail) <b>Filter/Thimble ID:</b> <u>ENV-38</u> <b>Tare Weight:</b> <u>0.3441</u> grams	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Imp #</th> <th style="text-align: left;">Contents</th> <th style="text-align: right;">Tare wt. (grams)</th> <th style="text-align: right;">Final wt: (grams)</th> <th style="text-align: right;">Net (grams)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>H2O</td><td style="text-align: right;">727.6</td><td style="text-align: right;">769.9</td><td style="text-align: right;">42.3</td></tr> <tr><td>2</td><td>H2O</td><td style="text-align: right;">791.3</td><td style="text-align: right;">799.0</td><td style="text-align: right;">7.7</td></tr> <tr><td>3</td><td>Empty</td><td style="text-align: right;">612.5</td><td style="text-align: right;">614.1</td><td style="text-align: right;">1.6</td></tr> <tr><td>4</td><td>Silica Gel</td><td style="text-align: right;">952.3</td><td style="text-align: right;">962.3</td><td style="text-align: right;">10</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td style="text-align: right;">0</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td style="text-align: right;">0</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td style="text-align: right;">0</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td style="text-align: right;">0</td></tr> <tr> <td colspan="2"> </td><td style="text-align: right;">Net grams (M<sub>H2O</sub>):</td><td style="text-align: right;">61.6</td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Imp #	Contents	Tare wt. (grams)	Final wt: (grams)	Net (grams)	1	H2O	727.6	769.9	42.3	2	H2O	791.3	799.0	7.7	3	Empty	612.5	614.1	1.6	4	Silica Gel	952.3	962.3	10					0					0					0					0			Net grams (M <sub>H2O</sub> ):	61.6		<b>Fixed Gas Analysis:</b> <b>CO<sub>2</sub>:</b> <u>9.5</u> %vol <b>O<sub>2</sub>:</b> <u>12.3</u> %vol <b>N<sub>2</sub>:</b> <u>78.2</u> %vol
Imp #	Contents	Tare wt. (grams)	Final wt: (grams)	Net (grams)																																																
1	H2O	727.6	769.9	42.3																																																
2	H2O	791.3	799.0	7.7																																																
3	Empty	612.5	614.1	1.6																																																
4	Silica Gel	952.3	962.3	10																																																
				0																																																
				0																																																
				0																																																
				0																																																
		Net grams (M <sub>H2O</sub> ):	61.6																																																	

<b>Description of Filter and Front Half Rinses:</b>   	<b>Description of Impinger liquid:</b>   
---	--

**General Comments:**



### Isokinetic Test - Processed Traverse Data

**Company:** First Quantum Minerals  
**Plant:** PACO Generating Station  
**Unit:** Unit 1  
**Location:** Colon Province, Panama

**Project #:** 18018.0  
**Method(s):** 5  
**Run #:** 2

**Test Date:** 3/25/2019  
**K-Factor:** 1.982  
**Minutes/pt:** 5

Port & Point ID	Clock Time	Meter Volume (V <sub>m</sub> ) ft <sup>3</sup>	ΔP ("H <sub>2</sub> O)	Stack (Ts) °F	Dry Gas Meter		Orifice ΔH ("H <sub>2</sub> O)	Sample Vacuum ("Hg)
					Inlet (T <sub>min</sub> ) °F	Outlet (T <sub>mout</sub> ) °F		
1/1	11:52:00	434.245	1.25	160	84	84	2.47	5.0
1/2	11:57:00	438.8	1.10	160	86	86	2.18	4.0
1/3	12:02:00	443	0.89	160	87	87	1.76	4.0
	12:07:00	446.71						
2/1	12:10:00	446.71	1.30	160	87	87	2.58	5.0
2/2	12:15:00	451.4	1.10	161	90	90	2.18	4.0
2/3	12:20:00	455.64	0.89	161	90	90	1.76	3.0
	12:25:00	459.39						
3/1	12:28:00	459.39	1.20	160	90	90	2.38	4.0
3/2	12:33:00	463.36	1.20	160	91	91	2.38	4.0
3/3	12:38:00	467.78	0.99	160	91	91	1.96	4.0
	12:43:00	471.782						
4/1	12:44:00	471.782	1.25	160	92	92	2.48	4.0
4/2	12:49:00	476.24	1.20	160	92	92	2.38	4.0
4/3	12:54:00	480.6	0.92	160	93	93	1.82	3.0
	12:59:00	484.46						
Run Times:		V <sub>m</sub> , ft <sup>3</sup>	Ave. ΔP	T <sub>s</sub> , °F	T <sub>m</sub> , °F		ΔH	Max. Vac.
Start	11:52	50.215	1.11	160.2	89.4	89.4	2.19	5
End	12:59		Ave. √ΔP	T <sub>s</sub> , °R	Ave. T <sub>m</sub> , °R			
			1.05	620.2	549.4			
Comments/Notes:								



Job No.:	1801.8.0	Stack Diameter (in.):	149.6	Nipple Length:	6.0	Initial Leak Check	, 002 @ 10'
Plant:	PACO Generating Station	P Static (in. H <sub>2</sub> O):	~0.8	Nozzle ID/Diameter:	16N20 / 0.215	Final Leak Check	, 001 @ <del>0.5</del> 10'
Source:	Unit 1	P Barometer (in. Hg):	29.57	Probe ID:	1611402	Pitot Leak Check (pre):	Pass / Fail
Test Date:	3/25/19	Meterbox Number:	031	Pitot ID:	1611402	Pitot Leak Check (post):	Pass / Fail
Operator(s):	ECS, PAB, SW	Meter ΔH @:	1.822	Liner Material:	Glass	O <sub>2</sub> %:	
Run ID:	411-MS-2	Meter Y Gamma:	1.008	Filter ID:	19GFENV-38	CO <sub>2</sub> %:	
Methods:	5	Traverse Sheet:	1 of 1	Filter Tare:	0.3441	K-Factor	1964 / 1.982

[illegible]

Comments/notes:

	Traverse Point %'s					
6 Point-	(4.4)	(14.6)	(29.6)	(70.4)	(95.6)	
12 Point-	(2.1)	(6.7)	(11.8)	(17.7)	(25.0)	(35.6)
						(64.4)
						(75.0)
						(82.3)
						(88.2)
						(93.3)
						(97.9)



### Isokinetic Test Support Data

Company: <u>First Quantum Minerals</u>	Project#: <u>18018.0</u>
Plant: <u>PACO Generating Station</u>	Test Method(s): <u>5</u>
Unit ID: <u>Unit 1</u>	Test Run #: <u>3</u>
Location: <u>Colon Province, Panama</u>	Test Date(s): <u>3/25/2019</u>

Console Operator: <u>Eric Swope</u>	Unit Operating Mode: <u>Full Load</u>
Console ID: <u>31</u>	Duct Shape/Area: <u>Round</u> / <u>122.11</u> ft <sup>2</sup>
Meter Y: <u>1.008</u>	Fuel Type: <u>Coal</u>
Orifice ΔH <sub>or</sub> : <u>1.822</u>	F <sub>d</sub> Factor: <u>9780</u> dscf/MMBtu
Pitot Tube ID: <u>KPT-033</u>	F <sub>c</sub> Factor: <u>1800</u> scf/MMBtu
Cal. coefficient (C <sub>p</sub> ): <u>0.83</u>	Fuel heat content: _____ Btu / _____
Probe Liner Material: <u>Glass</u>	Process/fuel flow rate: _____ / hr
Nozzle Material: <u>Glass</u>	Soot blown? <u>N/A</u>
Nozzle Diameter (D <sub>n</sub> ): <u>0.215</u> in	Duration: <u>N/A</u> min

Sample collection time			Tare wt.	Final wt:	Net
Total # of points: <u>12</u>			(grams)	(grams)	(grams)
Target Sample time/point: <u>5.0</u> min	Imp #	Contents			
Target run duration: <u>60.0</u> min	<u>1</u>	<u>H2O</u>	<u>688.5</u>	<u>731.3</u>	<u>42.8</u>
	<u>2</u>	<u>H2O</u>	<u>746.4</u>	<u>752.0</u>	<u>5.6</u>
	<u>3</u>	<u>Empty</u>	<u>620.5</u>	<u>621.1</u>	<u>0.6</u>
Barometric Pressure (P <sub>bar</sub> ): <u>29.57</u> in Hg	<u>4</u>	<u>Silica Gel</u>	<u>915.4</u>	<u>925.8</u>	<u>10.4</u>
Stack Static Pressure (P <sub>g</sub> ): <u>-0.80</u> in H2O					<u>0</u>
Stack Pressure (P <sub>s</sub> ): <u>29.51</u> in Hg					<u>0</u>
					<u>0</u>
					<u>0</u>
Leak Checks					
Pre-Test Train Leak Check: <u>0.001</u> CFM @ <u>15</u> "Hg			Net grams (M <sub>H2O</sub> ): <u>59.4</u>		
Pre-Test Pitot Leak Check: <u>Pass</u> (Pass or Fail)					
Post-Test Train Leak Rate: <u>0.001</u> CFM @ <u>5</u> "Hg					
Post-Test Pitot Leak Check: <u>Pass</u> (Pass or Fail)					
Pump/Orifice Leak Check: <u>Pass</u> (Pass or Fail)					
Filter/Thimble ID: <u>ENV-37</u>					
Tare Weight: <u>0.3563</u> grams					

Description of Filter and Front Half Rinses:	Description of Impinger liquid:
_____	_____
_____	_____
_____	_____

General Comments:



### Isokinetic Test - Processed Traverse Data

**Company:** First Quantum Minerals  
**Plant:** PACO Generating Station  
**Unit:** Unit 1  
**Location:** Colon Province, Panama

**Project #:** 18018.0  
**Method(s):** 5  
**Run #:** 3

**Test Date:** 3/25/2019  
**K-Factor:** 1.840  
**Minutes/pt:** 5

Port & Point ID	Clock Time	Meter Volume (V <sub>m</sub> ) ft <sup>3</sup>	ΔP ("H <sub>2</sub> O)	Stack (Ts) °F	Dry Gas Meter		Orifice ΔH ("H <sub>2</sub> O)	Sample Vacuum ("Hg)
					Inlet (T <sub>min</sub> ) °F	Outlet (T <sub>mout</sub> ) °F		
1/1	13:26:00	484.8	1.25	160	85	85	2.30	5.0
1/2	13:31:00	489.1	1.20	162	87	87	2.21	5.0
1/3	13:36:00	493.32	0.94	161	87	87	1.73	4.0
	13:41:00	497.055						
2/1	13:43:00	497.055	1.25	162	87	87	2.30	5.0
2/2	13:48:00	501.34	1.20	162	88	88	2.21	5.0
2/3	13:53:00	505.57	0.95	162	90	90	1.75	4.0
	13:58:00	509.357						
3/1	14:00:00	509.357	1.20	162	89	89	2.21	5.0
3/2	14:05:00	513.6	1.10	162	91	91	2.02	4.0
3/3	14:10:00	517.62	0.91	162	91	91	1.67	4.0
	14:15:00	521.338						
4/1	14:16:00	521.338	1.25	162	91	91	2.30	5.0
4/2	14:21:00	525.6	1.10	162	92	92	2.02	5.0
4/3	14:26:00	529.7	0.87	162	92	92	1.60	4.0
	14:31:00	533.283						
Run Times:		V <sub>m</sub> , ft <sup>3</sup>	Ave. ΔP	T <sub>ss</sub> , °F	T <sub>m</sub> , °F		ΔH	Max. Vac.
Start	13:26	48.483	1.10	161.8	89.2	89.2	2.0	5
End	14:31		Ave. √ΔP	T <sub>ss</sub> , °R	Ave. T <sub>m</sub> , °R			
			1.05	621.8	549.2			
Comments/Notes:								



Job No.:	18018.0
Plant:	PACO Generating Station
Source:	Unit 1
Test Date:	3/25/19
Operator(s):	EC's PAD-JW
Run ID:	U2-MS-3
Methods:	5

Stack Diameter (in.):	149.6	
P Static (in. H <sub>2</sub> O):	~ 0.8	
P P Barometer (in. Hg):	29.57	
Meterbox Number:	031	
Meter ΔH @:	1.822	
Meter Y Gamma:	1.008	
Traverse Sheet:	1	of 1

Nipple Length:	6.0
Nozzle ID/Diameter:	06N 20 / 0.215
Probe ID:	1611402
Pilot ID:	1611402
Liner Material:	Glass
Filter ID:	19GFENV-37
Filter Tare:	0.4383563

Initial Leak Check	1.001 @ 15 "
Final Leak Check	1.001 @ 5 "
Pitot Leak Check (pre):	Pass/Fail
Pitot Leak Check (post):	Pass/Fail
O <sub>2</sub> %:	
CO <sub>2</sub> %:	
K-Factor	1.84

[illegible]

Comments/notes:

Traverse Point %'s

6 Point- (4 4) (14 6) (29 6) (70 4) (85 4) (95 6)

[illegible]



# MCHALE METHOD 4 SHEET - MOISTURE DATA

Job Number:	18018.0	Source:	Unit 1
Plant:	Cobre U-1	Analyst:	S/HW
Facility:	FOML	Date:	3/24/19
Scale ID:	Plant Toledo	Cal Weight ID:	
Weight Initial:		Weight Final:	

Run No.: 3		md 12-7-9		Method: 4	
Impinger No.	Impinger Type	Contents	Final V. (g)(ml)	Initial V. (g)(ml)	Total V. (g)(ml)
1	MGS	H <sub>2</sub> O	725.0	706.8	18.2
2	GS	"	741.1	738.7	2.4
3	MGS	MT	619.3	618.5	0.8
4	MGS	Gel	933.4	926.0	7.4
Total V.(g)(ml)					27.8

Run No.: 4		md 10-12		Method: 4	
Impinger No.	Impinger Type	Contents	Final V. (g)(ml)	Initial V. (g)(ml)	Total V. (g)(ml)
1	MGS	H <sub>2</sub> O	706.2	690.7	15.9
2	GS	"	783.3	781.2	2.1
3	MGS	MT	613.3	612.4	0.9
4	MGS	Gel	954.2	947.6	6.6
Total V.(g)(ml)					25.5

Run No.: 1		Base Load		Method: 5	
Impinger No.	Impinger Type	Contents	Final V. (g)(ml)	Initial V. (g)(ml)	Total V <sub>2</sub> (g)(ml)
1	MGS	H <sub>2</sub> O	725.0	725.0	41.9
2	GS	"	746.4	741.1	5.3
3	MGS	MT	620.5	619.3	1.2
4	MGS	Gel	933.9	933.4	11.8
Total V.(g)(ml)					53.2

Comments:







APPENDIX B.1  
**Datos de Nueva Prueba**



## Reference Method Results Summary

Project Number:	18018.0	Start Date:	6/29/19
Customer:	First Quantum	End Date:	6/29/19
Unit Identification:	Unit 1	Facility:	PACO Generating Station
Sample Location:	Outlet	Recorded by:	Kyle Vaughan
RM Probe Type	Extractive (Dry)	Fc Factor:	1800
Load Level/Condition:	High Load-Guarantee Retesting	Fd Factor:	9780

Reference Method Concentrations - Bias Adjusted Values								
Run #	Date	Start Time	End Time	NO <sub>x</sub> ppmvd	SO <sub>2</sub> ppmvd	CO ppmvd	CO <sub>2</sub> % v/v dry	O <sub>2</sub> % v/v dry
1	6/29/19	8:01	9:01	135.59	-	0.01	-	8.83
2	6/29/19	9:14	10:14	119.98	-	0.32	-	8.65
3	6/29/19	10:27	11:27	104.15	-	0.86	-	8.48
Average				119.91	-	0.40	-	8.65

Reference Method Concentrations - CEMS Moisture Basis					
Run #	NO <sub>x</sub> ppmvw	SO <sub>2</sub> ppmvw	CO ppmvw	CO <sub>2</sub> % v/v wet	O <sub>2</sub> % v/v wet
1	127.45	-	0.01	-	8.30
2	112.78	-	0.30	-	8.13
3	97.90	-	0.81	-	7.97
Average	112.71	-	0.37	-	8.13

Reference Method Results	
Moisture Bws	Flow DSCFM
0.060	374280
0.060	367673
0.060	366017
0.060	369323

Moisture correction applied to "As Measured" data:

Dry to wet

Reference Method Pollutant Emission Rates*								
Run #	NO <sub>x</sub> lb/MMBtu	SO <sub>2</sub> lb/MMBtu	CO lb/MMBtu	NO <sub>x</sub> lb/hr	SO <sub>2</sub> lb/hr	CO lb/hr	Fc Factor	Fd Factor
1	0.274	-	0.000	363.56	-	0.02	1800	9780
2	0.239	-	0.000	316.03	-	0.51	1800	9780
3	0.205	-	0.001	273.09	-	1.37	1800	9780
Average	0.239	-	0.000	317.56	-	0.63	1800	9780

\* - lb/MMBtu based on measured concentrations and EPA F-Factor; lb/hr based on measured concentrations and volume flow.

Reference Method Pollutant Emission Rates-Metric Units						
Run #	NO <sub>x</sub> kg/GJ	SO <sub>2</sub> kg/GJ	CO kg/GJ	NO <sub>x</sub> kg/hr	SO <sub>2</sub> kg/hr	CO kg/hr
1	0.118	-	0.000	164.91	-	0.01
2	0.103	-	0.000	143.35	-	0.23
3	0.088	-	0.000	123.87	-	0.62
Average	0.103	-	0.000	144.04	-	0.29

Reference Method Results Corrected to O <sub>2</sub> Concentration			
Run #	NO <sub>x</sub> mg/Nm <sup>3</sup> corrected to 6% Oxygen	SO <sub>2</sub> mg/Nm <sup>3</sup> corrected to 6% Oxygen	CO mg/Nm <sup>3</sup> corrected to 6% Oxygen
1	196.3	-	0.01
2	171.1	-	0.42
3	146.5	-	1.13
Average	171.3	-	0.52
Limit	200.0	-	100



## Bias and Drift Summary

Project Number: 18018.0  
 Customer: First Quantum  
 Unit Identification: Unit 1  
 Sample Location: Outlet  
 Load Level/Condi: High Load-Guarantee Retesting

Start Date: 6/29/2019  
 Facility: PACO Generating Station  
 Recorded by: Kyle Vaughan  
 Fc Factor: 1800  
 Fd Factor: 9780

Run #		1	2	3
Date		6/29/19	6/29/19	6/29/19
Start Time		8:01	9:14	10:27
End Time		9:01	10:14	11:27
<b>Raw Averages PRELIM</b>				
O2 (%V,dry)	-	8.77	8.58	8.41
NOX _A (ppmV,dry)	-	130.85	115.59	100.39
CO (ppmV,dry)	-	0.01	0.32	0.86
<b>Zero Bias PRELIM</b>				
O2 (%V,dry)	0.01	0.01	0.01	0.01
NOX _A (ppmV,dry)	0.40	0.25	0.20	0.17
CO (ppmV,dry)	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Bias Checks Prelim</b>				
O2 (%V,dry)	20.75	20.73	20.72	20.72
NOX _A (ppmV,dry)	98.80	98.23	98.37	98.28
CO (ppmV,dry)	56.44	56.52	56.29	56.43
<b>Bias Gas Values Prelim</b>				
O2 (%V,dry)	20.90	20.90	20.90	20.90
NOX _A (ppmV,dry)	102	102	102	102
CO (ppmV,dry)	56.2	56.2	56.2	56.2
<b>Zero Drift (% of span) 3% PRELIM</b>				
O2 (%V,dry)	0.01	0.00%	0.00%	0.00%
NOX _A (ppmV,dry)	0.40	-0.09%	-0.03%	-0.02%
CO (ppmV,dry)	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Upscale Drift (% of span) 3% Prelim</b>				
O2 (%V,dry)	20.75	-0.10%	-0.05%	0.00%
NOX _A (ppmV,dry)	98.80	-0.34%	0.08%	-0.05%
CO (ppmV,dry)	56.44	0.08%	-0.24%	0.15%
<b>Zero System Bias (% of span) 5% PRELIM</b>				
O2 (%V,dry)	0.01	0.00%	0.00%	0.00%
NOX _A (ppmV,dry)	0.40	-0.83%	-1.11%	-1.28%
CO (ppmV,dry)	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Upscale System Bias (% of span) 5% Prelim</b>				
O2 (%V,dry)	20.75	0.00%	0.00%	0.00%
NOX _A (ppmV,dry)	98.80	0.00%	0.00%	0.00%
CO (ppmV,dry)	56.44	0.00%	0.00%	0.00%



## McHale Performance

FQML

Instrumental Reference Method On-Line Data

Unit 1 Retest

Parameter		<b>O2</b>	<b>NOX</b>	<b>CO</b>	Comments	Comment2
Units		<b>%</b>	<b>PPM</b>	<b>PPM</b>		
29-Jun-19	7:11:52	0.00	0.07	0.00	Cal:0 N2 Direct	
29-Jun-19	7:12:03	0.00	0.07	0.00	Cal:0 N2 Direct	
29-Jun-19	7:12:12	0.00	0.06	0.00	Cal:0 N2 Direct	
<b>Average:</b>	<b>7:12:12</b>	<b>0.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.00</b>	<b>Cal:0 N2 Direct</b>	
Gas Value:	7:12:12	0	0	0	0 N2	
Diff%ofSpan	7:12:12	0.00%	0.03%	0.00%		
29-Jun-19	7:13:48	20.88	0.05	0.00	Cal:20.9 O2 Direct	
29-Jun-19	7:13:58	20.89	0.05	0.00	Cal:20.9 O2 Direct	
29-Jun-19	7:14:09	20.89	0.05	0.00	Cal:20.9 O2 Direct	
<b>Average:</b>	<b>7:14:09</b>	<b>20.88</b>	<b>0.05</b>	<b>0.00</b>	<b>Cal:20.9 O2 Direct</b>	
Gas Value:	7:14:09	20.9	#N/A	#N/A	20.9 O2	
Diff%ofSpan	7:14:09	-0.06%	#N/A	#N/A		
29-Jun-19	7:16:29	-0.05	168.39	94.63	Cal:Nox 169, CO 94.7, SO2 82.1 Direct	
29-Jun-19	7:16:39	-0.05	168.58	94.63	Cal:Nox 169, CO 94.7, SO2 82.1 Direct	
29-Jun-19	7:16:50	-0.05	168.58	94.60	Cal:Nox 169, CO 94.7, SO2 82.1 Direct	
<b>Average:</b>	<b>7:16:51</b>	<b>-0.05</b>	<b>168.52</b>	<b>94.62</b>	<b>Cal:Nox 169, CO 94.7, SO2 82.1 Direct</b>	
Gas Value:	7:16:51	#N/A	169	94.7	Nox 169, CO 94.7, SO2 82.1	
Diff%ofSpan	7:16:51	#N/A	-0.24%	-0.08%		
29-Jun-19	7:18:57	-0.05	98.89	55.61	Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Direct	
29-Jun-19	7:19:07	-0.05	99.13	55.51	Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Direct	
29-Jun-19	7:19:17	-0.05	99.13	55.43	Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Direct	
29-Jun-19	7:19:27	-0.05	99.08	55.42	Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Direct	
<b>Average:</b>	<b>7:19:28</b>	<b>-0.05</b>	<b>99.06</b>	<b>55.49</b>	<b>Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Direct</b>	
Gas Value:	7:19:28	#N/A	102	56.2	Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9	
Diff%ofSpan	7:19:28	#N/A	-1.47%	-0.71%		
29-Jun-19	7:26:47	0.01	0.41	0.00	Cal:0 N2 Initial Bias	
29-Jun-19	7:26:57	0.01	0.40	0.00	Cal:0 N2 Initial Bias	
29-Jun-19	7:27:07	0.01	0.38	0.00	Cal:0 N2 Initial Bias	
<b>Average:</b>	<b>7:27:08</b>	<b>0.01</b>	<b>0.40</b>	<b>0.00</b>	<b>Cal:0 N2 Initial Bias</b>	
Gas Value:	7:27:08	0	0	0	0 N2	
Diff%ofSpan	7:27:08	0.06%	0.20%	0.00%		
29-Jun-19	7:31:27	20.75	0.78	0.00	Cal:20.9 O2 Initial Bias	
29-Jun-19	7:31:37	20.75	0.59	0.00	Cal:20.9 O2 Initial Bias	
29-Jun-19	7:31:47	20.75	0.13	0.00	Cal:20.9 O2 Initial Bias	
<b>Average:</b>	<b>7:31:48</b>	<b>20.75</b>	<b>0.50</b>	<b>0.00</b>	<b>Cal:20.9 O2 Initial Bias</b>	
Gas Value:	7:31:48	20.9	#N/A	#N/A	20.9 O2	
Diff%ofSpan	7:31:48	-0.58%	#N/A	#N/A		
29-Jun-19	7:35:20	-0.02	98.80	56.44	Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Initial Bias	
29-Jun-19	7:35:30	-0.03	98.80	56.43	Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Initial Bias	
29-Jun-19	7:35:40	-0.03	98.80	56.44	Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Initial Bias	
<b>Average:</b>	<b>7:35:41</b>	<b>-0.03</b>	<b>98.80</b>	<b>56.44</b>	<b>Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Initial Bias</b>	
Gas Value:	7:35:41	#N/A	102	56.2	Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9	
Diff%ofSpan	7:35:41	#N/A	-1.60%	0.24%		
29-Jun-19	8:02:00	8.70	127.73	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:03:01	8.84	136.27	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:04:00	8.86	137.69	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:05:00	8.93	140.07	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:06:00	8.79	136.19	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:07:00	8.83	136.30	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:08:00	8.89	134.90	0.00	Run 1 Retest	



**McHale Performance**

FQML

Instrumental Reference Method On-Line Data

Unit 1 Retest

Parameter		<b>O2</b>	<b>NOX</b>	<b>CO</b>	Comments	Comment2
Units		<b>%</b>	<b>PPM</b>	<b>PPM</b>		
29-Jun-19	8:09:00	8.91	136.71	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:10:00	8.94	139.56	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:11:00	8.95	139.26	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:12:00	8.83	136.02	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:13:00	8.60	128.48	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:14:00	8.65	124.97	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:15:00	8.65	127.42	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:16:01	8.65	126.36	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:17:00	8.50	123.08	0.61	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:18:01	8.59	119.68	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:19:00	8.78	128.02	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:20:01	8.71	130.26	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:21:00	8.61	127.82	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:22:01	8.60	123.48	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:23:00	8.75	127.05	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:24:00	8.89	138.87	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:25:00	8.74	133.51	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:26:01	8.80	133.46	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:27:00	8.98	137.73	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:28:00	8.87	137.70	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:29:00	8.58	124.78	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:30:00	8.64	123.28	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:31:00	8.70	127.57	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:32:00	8.70	128.80	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:33:00	8.72	129.50	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:34:00	8.74	126.59	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:35:00	8.78	129.81	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:36:00	8.70	129.11	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:37:00	8.76	127.62	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:38:00	8.78	127.55	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:39:00	8.74	130.05	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:40:00	8.69	123.76	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:41:00	8.82	126.05	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:42:00	8.80	128.23	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:43:00	8.87	129.90	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:44:00	8.91	133.78	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:45:00	8.85	135.28	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:46:01	8.72	134.21	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:47:00	8.77	132.65	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:48:01	8.80	134.96	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:49:00	8.71	133.65	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:50:00	8.67	130.52	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:51:00	8.58	122.99	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:52:00	8.80	128.08	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:53:00	8.78	132.90	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:54:00	8.70	131.87	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:55:00	8.63	125.74	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:56:00	8.84	130.00	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:57:00	8.88	133.55	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:58:00	8.93	136.31	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	8:59:00	8.69	129.42	0.00	Run 1 Retest	



## McHale Performance

FQML

Instrumental Reference Method On-Line Data

Unit 1 Retest

Parameter		<b>O2</b>	<b>NOX</b>	<b>CO</b>	Comments	Comment2
Units		<b>%</b>	<b>PPM</b>	<b>PPM</b>		
29-Jun-19	9:00:00	8.86	130.20	0.00	Run 1 Retest	
29-Jun-19	9:01:01	8.92	133.51	0.00	Run 1 Retest	
<b>Average:</b>	<b>9:01:01</b>	<b>8.77</b>	<b>130.85</b>	<b>0.01</b>	<b>Run 1 Retest</b>	
29-Jun-19	9:04:08	0.91	13.70	0.00	Cal:0 N2 Post R1	
29-Jun-19	9:04:18	0.01	0.25	0.00	Cal:0 N2 Post R1	
29-Jun-19	9:04:28	0.01	0.25	0.00	Cal:0 N2 Post R1	
29-Jun-19	9:04:38	0.02	0.25	0.00	Cal:0 N2 Post R1	
<b>Average:</b>	<b>9:04:39</b>	<b>0.01</b>	<b>0.25</b>	<b>0.00</b>	<b>Cal:0 N2 Post R1</b>	
Gas Value:	9:04:39	0	0	0	0 N2	
Diff%ofSpan	9:04:39	0.06%	0.13%	0.00%		
29-Jun-19	9:07:09	20.72	16.50	0.00	Cal:20.9 O2 Post R1	
29-Jun-19	9:07:20	20.73	0.16	0.00	Cal:20.9 O2 Post R1	
29-Jun-19	9:07:29	20.73	0.13	0.00	Cal:20.9 O2 Post R1	
<b>Average:</b>	<b>9:07:30</b>	<b>20.73</b>	<b>5.60</b>	<b>0.00</b>	<b>Cal:20.9 O2 Post R1</b>	
Gas Value:	9:07:30	20.9	#N/A	#N/A	20.9 O2	
Diff%ofSpan	9:07:30	-0.69%	#N/A	#N/A		
29-Jun-19	9:10:23	-0.01	98.17	56.49	Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Post R1	
29-Jun-19	9:10:32	-0.01	98.18	56.55	Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Post R1	
29-Jun-19	9:10:42	-0.01	98.35	56.52	Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Post R1	
<b>Average:</b>	<b>9:10:42</b>	<b>-0.01</b>	<b>98.23</b>	<b>56.52</b>	<b>Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Post R1</b>	
Gas Value:	9:10:42	#N/A	102	56.2	Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9	
Diff%ofSpan	9:10:42	#N/A	-1.88%	0.32%		
29-Jun-19	9:15:00	8.81	138.44	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:16:00	8.83	137.38	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:17:00	8.77	135.15	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:18:00	8.74	132.41	0.16	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:19:00	8.84	130.48	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:20:00	8.46	123.66	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:21:00	8.43	113.73	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:22:00	8.48	114.16	0.42	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:23:00	8.63	123.16	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:24:00	8.77	126.92	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:25:00	8.66	122.54	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:26:00	8.66	118.93	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:27:00	8.65	120.86	0.80	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:28:00	8.85	122.49	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:29:00	8.85	129.11	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:30:00	8.71	122.09	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:31:01	8.55	115.58	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:32:00	8.71	115.77	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:33:01	8.82	125.40	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:34:00	8.78	122.53	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:35:00	8.72	122.67	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:36:00	8.66	119.57	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:37:00	8.48	114.72	0.21	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:38:00	8.57	111.89	0.76	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:39:00	8.51	111.75	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:40:00	8.39	110.47	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:41:00	8.40	108.31	0.47	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:42:00	8.33	110.11	0.69	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:43:00	8.36	109.27	0.66	Run 2 Retest	



**McHale Performance**

FQML

Instrumental Reference Method On-Line Data

Unit 1 Retest

Parameter		<b>O2</b>	<b>NOX</b>	<b>CO</b>	Comments	Comment2
Units		<b>%</b>	<b>PPM</b>	<b>PPM</b>		
29-Jun-19	9:44:00	8.63	116.50	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:45:00	8.65	123.19	0.50	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:46:01	8.51	118.31	1.37	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:47:00	8.50	113.51	0.22	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:48:01	8.63	117.50	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:49:00	8.79	126.35	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:50:01	8.62	120.80	0.18	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:51:00	8.65	115.05	0.18	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:52:01	8.73	116.22	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:53:00	8.75	119.02	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:54:00	8.70	120.47	0.16	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:55:00	8.68	118.43	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:56:01	8.56	112.40	0.10	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:57:00	8.37	110.12	1.46	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:58:00	8.29	100.52	1.87	Run 2 Retest	
29-Jun-19	9:59:00	8.40	103.02	3.35	Run 2 Retest	
29-Jun-19	10:00:00	8.58	107.56	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	10:01:00	8.60	112.61	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	10:02:00	8.51	109.56	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	10:03:00	8.43	105.53	1.63	Run 2 Retest	
29-Jun-19	10:04:00	8.39	102.18	0.64	Run 2 Retest	
29-Jun-19	10:05:00	8.46	101.52	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	10:06:00	8.45	102.89	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	10:07:00	8.51	104.85	0.00	Run 2 Retest	
29-Jun-19	10:08:00	8.41	104.60	0.53	Run 2 Retest	
29-Jun-19	10:09:00	8.44	104.57	0.65	Run 2 Retest	
29-Jun-19	10:10:00	8.48	104.12	0.55	Run 2 Retest	
29-Jun-19	10:11:00	8.36	102.91	1.37	Run 2 Retest	
29-Jun-19	10:12:00	8.48	103.38	0.43	Run 2 Retest	
29-Jun-19	10:13:00	8.42	104.76	0.03	Run 2 Retest	
29-Jun-19	10:14:00	8.47	103.51	0.00	Run 2 Retest	
<b>Average:</b>	<b>10:14:00</b>	<b>8.58</b>	<b>115.59</b>	<b>0.32</b>	<b>Run 2</b>	
29-Jun-19	10:16:31	0.87	11.03	0.00	Cal:0 N2 Post R2	
29-Jun-19	10:16:41	0.01	0.22	0.00	Cal:0 N2 Post R2	
29-Jun-19	10:16:51	0.01	0.20	0.00	Cal:0 N2 Post R2	
29-Jun-19	10:17:02	0.01	0.18	0.00	Cal:0 N2 Post R2	
<b>Average:</b>	<b>10:17:02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.20</b>	<b>0.00</b>	<b>Cal:0 N2 Post R2</b>	
Gas Value:	10:17:02	0	0	0	0 N2	
Diff%ofSpan	10:17:02	0.06%	0.10%	0.00%		
29-Jun-19	10:19:29	20.71	3.36	0.00	Cal:20.9 O2 Post R2	
29-Jun-19	10:19:39	20.72	0.11	0.00	Cal:20.9 O2 Post R2	
29-Jun-19	10:19:49	20.73	0.10	0.00	Cal:20.9 O2 Post R2	
<b>Average:</b>	<b>10:19:50</b>	<b>20.72</b>	<b>1.19</b>	<b>0.00</b>	<b>Cal:20.9 O2 Post R2</b>	
Gas Value:	10:19:50	20.9	#N/A	#N/A	20.9 O2	
Diff%ofSpan	10:19:50	-0.72%	#N/A	#N/A		
29-Jun-19	10:22:53	-0.01	98.34	56.34	Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Post R2	
29-Jun-19	10:23:03	-0.02	98.40	56.10	Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Post R2	
29-Jun-19	10:23:13	-0.03	98.39	56.43	Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Post R2	
<b>Average:</b>	<b>10:23:14</b>	<b>-0.02</b>	<b>98.37</b>	<b>56.29</b>	<b>Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Post R2</b>	
Gas Value:	10:23:14	#N/A	102	56.2	Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9	
Diff%ofSpan	10:23:14	#N/A	-1.81%	0.09%		



**McHale Performance**

FQML

Instrumental Reference Method On-Line Data

Unit 1 Retest

Parameter		<b>O2</b>	<b>NOX</b>	<b>CO</b>	Comments	Comment2
Units		<b>%</b>	<b>PPM</b>	<b>PPM</b>		
29-Jun-19	10:28:00	8.61	114.04	0.00	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:29:00	8.62	116.26	0.00	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:30:00	8.73	118.32	0.00	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:31:01	8.74	120.45	0.57	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:32:00	8.60	92.08	0.02	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:33:01	8.46	80.05	0.85	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:34:00	8.45	74.94	0.56	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:35:01	8.71	80.56	0.07	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:36:00	8.67	84.33	0.00	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:37:01	8.53	79.46	0.00	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:38:00	8.32	75.46	0.42	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:39:00	8.25	69.71	0.33	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:40:00	8.43	73.92	0.00	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:41:01	8.62	114.64	0.00	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:42:00	8.58	114.86	0.26	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:43:00	8.44	111.62	1.94	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:44:00	8.46	107.86	1.53	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:45:00	8.42	109.32	0.65	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:46:00	8.52	107.97	0.21	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:47:00	8.51	110.42	0.29	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:48:00	8.54	111.86	0.00	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:49:00	8.47	112.46	0.00	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:50:00	8.48	107.42	0.43	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:51:00	8.48	112.21	0.81	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:52:00	8.39	105.56	1.21	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:53:00	8.51	108.47	0.00	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:54:00	8.32	106.01	0.81	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:55:00	8.30	99.60	1.87	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:56:00	8.46	106.61	0.05	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:57:00	8.46	109.52	0.72	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:58:00	8.37	108.38	1.99	Run 3 Retest	
29-Jun-19	10:59:00	8.29	101.27	1.30	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:00:00	8.35	100.39	0.31	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:01:01	8.34	101.01	0.29	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:02:00	8.30	100.03	2.16	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:03:01	8.18	97.61	0.53	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:04:00	8.22	94.97	4.60	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:05:00	8.36	100.70	0.00	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:06:00	8.31	100.59	0.19	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:07:00	8.23	98.85	0.29	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:08:00	8.32	99.15	0.75	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:09:00	8.44	104.12	0.30	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:10:00	8.55	110.55	1.90	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:11:00	8.58	110.76	0.00	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:12:00	8.56	112.53	0.00	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:13:00	8.54	110.17	0.00	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:14:00	8.51	108.33	0.00	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:15:00	8.47	108.78	1.01	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:16:01	8.33	100.84	0.92	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:17:00	8.13	92.04	3.03	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:18:01	8.24	90.93	0.98	Run 3 Retest	



## McHale Performance

FQML

Instrumental Reference Method On-Line Data

Unit 1 Retest

Parameter		<b>O2</b>	<b>NOX</b>	<b>CO</b>	Comments	Comment2
Units		<b>%</b>	<b>PPM</b>	<b>PPM</b>		
29-Jun-19	11:19:00	8.28	92.42	0.05	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:20:01	8.25	92.49	2.98	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:21:00	8.19	90.37	4.97	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:22:01	8.27	93.25	1.11	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:23:00	8.19	93.04	1.49	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:24:01	8.12	89.27	0.62	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:25:00	8.31	95.75	0.07	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:26:01	8.17	95.35	3.93	Run 3 Retest	
29-Jun-19	11:27:00	8.26	93.44	2.48	Run 3 Retest	
<b>Average:</b>	<b>11:27:00</b>	<b>8.41</b>	<b>100.39</b>	<b>0.86</b>	<b>Run 3</b>	
29-Jun-19	11:30:23	0.85	9.83	0.00	Cal:0 N2 Post R3	
29-Jun-19	11:30:33	0.01	0.19	0.00	Cal:0 N2 Post R3	
29-Jun-19	11:30:43	0.01	0.17	0.00	Cal:0 N2 Post R3	
29-Jun-19	11:30:53	0.01	0.16	0.00	Cal:0 N2 Post R3	
29-Jun-19	11:31:03	0.01	0.16	0.00	Cal:0 N2 Post R3	
29-Jun-19	11:31:13	0.01	0.16	0.00	Cal:0 N2 Post R3	
<b>Average:</b>	<b>11:31:15</b>	<b>0.01</b>	<b>0.17</b>	<b>0.00</b>	<b>Cal:0 N2 Post R3</b>	
Gas Value:	11:31:15	0	0	0	0 N2	
Diff%ofSpan	11:31:15	0.06%	0.09%	0.00%		
29-Jun-19	11:33:43	20.70	25.97	0.00	Cal:20.9 O2 Post R3	
29-Jun-19	11:33:54	20.72	0.16	0.00	Cal:20.9 O2 Post R3	
29-Jun-19	11:34:03	20.73	0.16	0.00	Cal:20.9 O2 Post R3	
<b>Average:</b>	<b>11:34:04</b>	<b>20.72</b>	<b>8.77</b>	<b>0.00</b>	<b>Cal:20.9 O2 Post R3</b>	
Gas Value:	11:34:04	20.9	#N/A	#N/A	20.9 O2	
Diff%ofSpan	11:34:04	-0.73%	#N/A	#N/A		
29-Jun-19	11:37:42	-0.03	98.37	56.40	Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Post R3	
29-Jun-19	11:37:52	-0.03	98.30	56.44	Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Post R3	
29-Jun-19	11:38:02	-0.03	98.17	56.46	Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Post R3	
<b>Average:</b>	<b>11:38:03</b>	<b>-0.03</b>	<b>98.28</b>	<b>56.43</b>	<b>Cal:Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9 Post R3</b>	
Gas Value:	11:38:03	#N/A	102	56.2	Nox 102, CO 56.2, SO2 48.9	
Diff%ofSpan	11:38:03	#N/A	-1.86%	0.23%		



Reporting Period From: 06/29/2019 07:00:00  
To: 06/29/2019 12:00:00

- 01. STACK NOx NON
- 02. STACK SO2 NON
- 03. STACK CO NON
- 04. STACK CO2
- 05. STACK FG FLO
- 06. ACTIVE POWER

	1	2	3	4	5	6
	02A-NC	1AT1	FG002D-NC	1FTFG003		
	1AT1F	G002B-NC		1ATFG002C		1JITTG400
	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual
Date-Time	ppm	ppm	ppm	%	Nm3/mn	MW
<b>Run 1</b>						
06/29/2019 07:00:00	110.8	16.4	-0.2	9.43	10,052.70	149.289
06/29/2019 07:01:00	112.6	16	-0.2	9.38	9,974.90	149.757
06/29/2019 07:02:00	113	16.3	-0.2	9.48	9,972.60	149.743
06/29/2019 07:03:00	112.6	16.4	-0.2	9.35	9,934.80	150.268
06/29/2019 07:04:00	114.3	16.3	-0.2	9.5	10,027.50	149.331
06/29/2019 07:05:00	112.5	16.2	-0.2	9.47	10,005.80	148.608
06/29/2019 07:06:00	112.5	16.2	-0.1	9.39	10,005.80	148.806
06/29/2019 07:07:00	118.7	16.3	-0.2	9.37	10,023.00	149.544
06/29/2019 07:08:00	116.8	16.2	-0.2	9.33	10,040.10	149.473
06/29/2019 07:09:00	119.6	16.1	-0.2	9.42	9,963.50	149.445
06/29/2019 07:10:00	112.8	16.2	-0.2	9.41	10,019.50	149.431
06/29/2019 07:11:00	116.8	16.4	-0.1	9.35	9,937.10	149.218
06/29/2019 07:12:00	118.1	16.2	-0.2	9.4	9,893.60	148.537
06/29/2019 07:13:00	115.4	16.3	-0.1	9.37	9,963.50	149.033
06/29/2019 07:14:00	118.7	16	-0.1	9.37	10,099.60	149.53
06/29/2019 07:15:00	119.9	16	-0.2	9.39	10,079.00	149.317
06/29/2019 07:16:00	116.3	16.3	-0.2	9.42	10,132.80	148.707
06/29/2019 07:17:00	118.9	16.6	-0.2	9.34	10,198.10	147.799
06/29/2019 07:18:00	122.2	16.4	-0.2	9.28	10,187.80	147.941
06/29/2019 07:19:00	123.8	16.4	-0.2	9.31	10,093.90	148.139
06/29/2019 07:20:00	122.7	16.2	-0.2	9.25	10,116.80	147.926
06/29/2019 07:21:00	126	16.3	-0.2	9.25	10,076.80	147.884
06/29/2019 07:22:00	125.4	16.1	-0.2	9.24	10,012.70	148.125
06/29/2019 07:23:00	123.6	16	-0.2	9.29	10,075.60	148.537
06/29/2019 07:24:00	120.1	16.2	-0.2	9.36	9,973.80	148.366
06/29/2019 07:25:00	121.8	16.1	-0.2	9.33	10,081.30	149.019
06/29/2019 07:26:00	123.2	16	-0.2	9.35	10,081.30	148.962
06/29/2019 07:27:00	122.3	16.3	-0.2	9.39	9,932.60	148.494
06/29/2019 07:28:00	125.5	16.2	-0.2	9.21	9,894.80	147.728
06/29/2019 07:29:00	128.8	16.3	-0.2	9.29	10,089.30	148.026
06/29/2019 07:30:00	124.6	16.1	-0.2	9.33	10,069.90	147.685



06/29/2019 07:31:00	121.9	16.2	-0.2	9.26	10,090.50	147.487
06/29/2019 07:32:00	125.4	16.1	-0.2	9.29	10,171.70	148.054
06/29/2019 07:33:00	121.7	16.4	-0.2	9.28	10,068.70	147.813
06/29/2019 07:34:00	125.2	16.3	-0.2	9.33	10,080.20	148.097
06/29/2019 07:35:00	126	16.2	-0.2	9.25	10,135.10	148.693
06/29/2019 07:36:00	130.2	16.2	-0.2	9.2	10,040.10	148.267
06/29/2019 07:37:00	127.4	16	-0.2	9.3	9,858.20	148.494
06/29/2019 07:38:00	123.9	16	-0.2	9.26	10,095.10	149.175
06/29/2019 07:39:00	120.7	16.1	-0.2	9.32	9,974.90	149.757
06/29/2019 07:40:00	115.7	16	-0.2	9.34	10,144.30	150.58
06/29/2019 07:41:00	110.8	16.3	-0.2	9.53	10,198.10	151.275
06/29/2019 07:42:00	113.6	16.6	-0.2	9.4	10,000.10	152.028
06/29/2019 07:43:00	122.2	16.4	-0.2	9.36	9,868.50	151.616
06/29/2019 07:44:00	121.9	16.3	-0.2	9.32	10,035.60	151.985
06/29/2019 07:45:00	127.3	16.2	-0.2	9.29	10,026.40	152.098
06/29/2019 07:46:00	119.2	16.3	-0.2	9.5	9,915.40	152.737
06/29/2019 07:47:00	112.9	16.5	-0.2	9.46	9,964.60	151.786
06/29/2019 07:48:00	112.9	16.6	-0.2	9.43	9,958.90	152.028
06/29/2019 07:49:00	104.8	16.7	-0.2	9.42	9,971.50	152.879
06/29/2019 07:50:00	112.4	16.5	-0.2	9.37	9,944.00	153.063
06/29/2019 07:51:00	112.9	16.3	-0.2	9.5	9,968.00	153.035
06/29/2019 07:52:00	107.8	16.6	-0.2	9.55	9,986.30	153.305
06/29/2019 07:53:00	107.1	16.6	-0.2	9.47	9,847.90	153.063
06/29/2019 07:54:00	105.1	16.7	-0.2	9.49	9,992.10	152.24
06/29/2019 07:55:00	107.5	16.3	-0.2	9.54	9,998.90	152.155
06/29/2019 07:56:00	109.5	16.5	-0.2	9.42	9,860.50	151.928
06/29/2019 07:57:00	115.9	16.2	-0.2	9.38	10,066.50	150.779
06/29/2019 07:58:00	112	16.2	-0.2	9.47	9,994.40	149.941
06/29/2019 07:59:00	111	16.3	-0.2	9.41	9,964.60	150.012
06/29/2019 08:00:00	116.2	16.1	-0.2	9.33	10,153.40	150.594
06/29/2019 08:01:00	118.2	16.1	-0.2	9.38	10,130.50	150.211
06/29/2019 08:02:00	111.4	16.6	-0.2	9.54	10,145.40	149.445
06/29/2019 08:03:00	113.1	16.6	-0.2	9.4	10,120.20	149.062
06/29/2019 08:04:00	119	16.3	-0.2	9.33	10,183.20	148.551
06/29/2019 08:05:00	119.4	16.3	-0.2	9.23	10,108.80	148.707
06/29/2019 08:06:00	121.4	16.4	-0.2	9.31	10,074.50	149.246
06/29/2019 08:07:00	115	16.6	-0.2	9.33	10,156.90	148.593
06/29/2019 08:08:00	116.2	16.4	-0.2	9.35	10,051.60	148.267
06/29/2019 08:09:00	118.2	16.2	-0.2	9.31	9,963.50	147.614
06/29/2019 08:10:00	120.7	16.2	-0.2	9.28	9,966.90	147.955
06/29/2019 08:11:00	120.6	16.2	-0.2	9.26	9,874.20	148.877
06/29/2019 08:12:00	118.9	16.1	-0.2	9.29	9,929.10	149.516
06/29/2019 08:13:00	114.5	16.1	-0.2	9.38	9,905.10	150.027
06/29/2019 08:14:00	106.2	16.5	-0.2	9.56	9,933.70	150.325
06/29/2019 08:15:00	110.7	16.4	-0.2	9.49	9,923.40	151.247
06/29/2019 08:16:00	110.2	16.3	-0.2	9.49	10,060.70	152.013
06/29/2019 08:17:00	107.5	16.3	-0.2	9.54	9,960.00	151.786



06/29/2019 08:18:00	103	16.5	-0.2	9.63	10,000.10	151.886
06/29/2019 08:19:00	105.5	16.5	-0.2	9.45	9,930.30	151.73
06/29/2019 08:20:00	113	16.2	-0.2	9.41	10,103.10	152.51
06/29/2019 08:21:00	111.8	16.2	-0.2	9.47	10,012.70	152.709
06/29/2019 08:22:00	107.9	16.3	-0.2	9.52	10,066.50	151.957
06/29/2019 08:23:00	107	16.4	-0.2	9.52	10,115.70	152.113
06/29/2019 08:24:00	114.6	16.3	-0.2	9.28	10,129.40	151.588
06/29/2019 08:25:00	119.3	16.3	-0.2	9.34	10,126.00	151.332
06/29/2019 08:26:00	113.9	16.2	-0.2	9.34	9,893.60	151.63
06/29/2019 08:27:00	114.6	16.3	-0.2	9.31	9,907.40	151.346
06/29/2019 08:28:00	121.7	15.8	-0.2	9.24	9,976.00	150.509
06/29/2019 08:29:00	114.6	15.8	-0.2	9.41	10,116.80	150.197
06/29/2019 08:30:00	104.7	16.3	-0.2	9.52	9,978.30	150.736
06/29/2019 08:31:00	108	16.1	-0.2	9.51	9,957.70	151.006
06/29/2019 08:32:00	111.6	16.3	-0.2	9.43	9,946.30	151.034
06/29/2019 08:33:00	110	16.3	-0.2	9.44	9,979.50	150.509
06/29/2019 08:34:00	111.3	16.2	-0.2	9.5	10,008.10	150.438
06/29/2019 08:35:00	110.8	16.2	1	9.34	9,903.90	150.594
06/29/2019 08:36:00	112.4	16.1	-0.2	9.45	9,902.80	150.495
06/29/2019 08:37:00	109.9	16.2	-0.2	9.37	9,928.00	149.97
06/29/2019 08:38:00	109.7	16.1	-0.2	9.39	9,995.50	150.012
06/29/2019 08:39:00	112	16.2	-0.2	9.32	9,981.80	149.743
06/29/2019 08:40:00	108.8	16	-0.2	9.43	9,982.90	149.189
06/29/2019 08:41:00	107.8	16.2	-0.2	9.41	9,985.20	148.906
06/29/2019 08:42:00	111	16.1	-0.2	9.34	9,899.40	148.423
06/29/2019 08:43:00	111	16	-0.2	9.3	9,924.50	148.437
06/29/2019 08:44:00	114.5	15.8	-0.2	9.27	9,952.00	148.707
06/29/2019 08:45:00	116.1	15.9	-0.2	9.28	10,005.80	148.466
06/29/2019 08:46:00	116.5	15.9	-0.2	9.38	9,972.60	148.934
06/29/2019 08:47:00	113.4	16.3	-0.2	9.42	9,922.30	149.189
06/29/2019 08:48:00	116.6	16	-0.2	9.38	9,901.70	149.388
06/29/2019 08:49:00	116.5	16	-0.2	9.4	9,890.20	149.686
06/29/2019 08:50:00	113.3	16	-0.2	9.47	9,926.80	149.204
06/29/2019 08:51:00	110	16	-0.2	9.49	10,049.30	149.729
06/29/2019 08:52:00	105	16.3	-0.2	9.48	10,008.10	149.927
06/29/2019 08:53:00	114.5	16	-0.2	9.38	10,135.10	150.623
06/29/2019 08:54:00	114.6	16.1	-0.2	9.43	10,150.00	150.935
06/29/2019 08:55:00	112.1	16.3	-0.2	9.49	10,057.30	150.637
06/29/2019 08:56:00	108.4	16.2	-0.2	9.42	10,003.50	150.722
06/29/2019 08:57:00	115.2	16.1	-0.2	9.35	10,044.70	150.523
06/29/2019 08:58:00	116.9	16	-0.2	9.28	10,002.40	150.452
06/29/2019 08:59:00	118.1	15.8	-0.2	9.43	10,113.40	150.211
06/29/2019 09:00:00	110.2	15.9	-0.2	9.41	10,180.90	149.743
06/29/2019 09:01:00	115.7	15.9	-0.2	9.34	10,180.90	149.345
<b>AVERAGES:</b>	<b>115.46</b>	<b>16.23</b>	<b>-0.19</b>	<b>9.38</b>	<b>10017.39</b>	<b>149.95</b>



**Run 2**

06/29/2019 09:14:00	113.9	16.3	-0.2	9.3	10,101.90	151.985
06/29/2019 09:15:00	118.2	16.1	-0.2	9.27	10,124.80	151.786
06/29/2019 09:16:00	117.2	16.4	-0.2	9.3	10,112.20	151.502
06/29/2019 09:17:00	116.8	16.1	-0.2	9.35	10,023.00	151.559
06/29/2019 09:18:00	114.3	16.1	-0.2	9.35	10,035.60	151.999
06/29/2019 09:19:00	111.6	16.2	-0.2	9.35	10,066.50	152.978
06/29/2019 09:20:00	112.8	16.1	-0.2	9.39	10,057.30	153.688
06/29/2019 09:21:00	100.5	16.5	-0.2	9.61	10,090.50	154.057
06/29/2019 09:22:00	97.6	16.8	-0.2	9.62	10,080.20	152.836
06/29/2019 09:23:00	101.5	16.7	-0.2	9.48	9,974.90	152.723
06/29/2019 09:24:00	105.6	16.5	-0.2	9.37	10,025.30	152.326
06/29/2019 09:25:00	108.3	16.1	-0.2	9.41	10,066.50	152.084
06/29/2019 09:26:00	102.9	16.4	-0.2	9.44	10,020.70	151.616
06/29/2019 09:27:00	104.1	16.1	-0.2	9.41	9,973.80	151.134
06/29/2019 09:28:00	104.3	16.4	-0.2	9.46	9,931.40	150.438
06/29/2019 09:29:00	109	16.1	-0.2	9.25	9,820.40	150.836
06/29/2019 09:30:00	109.6	16	-0.2	9.37	9,903.90	150.197
06/29/2019 09:31:00	102.9	16	-0.2	9.46	9,903.90	149.218
06/29/2019 09:32:00	96.9	16.1	-0.2	9.53	10,076.80	148.721
06/29/2019 09:33:00	103.4	16.1	-0.2	9.32	9,925.70	148.636
06/29/2019 09:34:00	107.7	15.8	-0.2	9.38	10,045.90	148.778
06/29/2019 09:35:00	106	15.9	-0.2	9.36	9,970.30	149.331
06/29/2019 09:36:00	104.4	16.1	-0.2	9.47	9,839.90	149.076
06/29/2019 09:37:00	102.5	16.3	-0.2	9.53	9,734.60	149.814
06/29/2019 09:38:00	96.9	16.3	-0.2	9.62	9,710.50	149.899
06/29/2019 09:39:00	98.7	16.2	-0.2	9.54	9,645.30	150.31
06/29/2019 09:40:00	95.9	16.2	-0.2	9.59	9,710.50	150.977
06/29/2019 09:41:00	93	16.1	-0.2	9.71	9,774.60	151.502
06/29/2019 09:42:00	95.1	16.2	-0.2	9.69	9,897.10	151.176
06/29/2019 09:43:00	94.7	16.3	-0.2	9.71	9,905.10	150.495
06/29/2019 09:44:00	95.9	16.4	-0.2	9.56	9,918.80	150.85
06/29/2019 09:45:00	103.5	16.1	-0.2	9.44	9,865.00	151.091
06/29/2019 09:46:00	106.1	16.2	-0.2	9.52	10,002.40	151.204
06/29/2019 09:47:00	99.6	16.2	-0.2	9.56	10,004.70	150.396
06/29/2019 09:48:00	98.1	16.5	-0.2	9.51	9,893.60	150.353
06/29/2019 09:49:00	104.3	16.2	-0.2	9.36	9,751.70	150.552
06/29/2019 09:50:00	108.4	16.1	-0.2	9.38	9,934.80	150.197
06/29/2019 09:51:00	100.1	16.2	-0.2	9.45	10,089.30	149.402
06/29/2019 09:52:00	98.9	16.1	-0.2	9.43	9,885.60	149.402
06/29/2019 09:53:00	102.5	16	-0.2	9.37	9,920.00	149.658
06/29/2019 09:54:00	104.2	16.1	-0.2	9.36	9,923.40	149.913
06/29/2019 09:55:00	103.1	16.2	-0.2	9.4	9,940.60	150.481
06/29/2019 09:56:00	101	16.3	-0.2	9.47	9,873.00	151.744
06/29/2019 09:57:00	96.7	16.4	-0.2	9.5	9,929.10	152.581
06/29/2019 09:58:00	91.2	16.6	-0.2	9.71	9,869.60	152.496
06/29/2019 09:59:00	87	16.8	-0.2	9.62	9,922.30	152.581



06/29/2019 10:00:00	88.5	16.5	-0.2	9.58	9,885.60	152.794
06/29/2019 10:01:00	96.5	16.1	-0.2	9.41	9,771.20	153.035
06/29/2019 10:02:00	94.8	16.2	-0.2	9.48	9,684.20	152.836
06/29/2019 10:03:00	92.7	16.2	-0.2	9.55	9,756.30	153.191
06/29/2019 10:04:00	89.4	16.2	-0.2	9.58	9,771.20	152.978
06/29/2019 10:05:00	88	16.4	-0.2	9.61	9,823.80	152.652
06/29/2019 10:06:00	89.4	16.3	4.9	9.54	9,724.30	151.928
06/29/2019 10:07:00	87.9	16.2	-0.2	9.53	9,762.00	152.226
06/29/2019 10:08:00	91.5	16.3	-0.2	9.61	9,839.90	151.517
06/29/2019 10:09:00	91.2	16.3	-0.2	9.57	9,756.30	151.758
06/29/2019 10:10:00	89.6	16.3	-0.2	9.62	9,770.00	150.864
06/29/2019 10:11:00	91	16.3	-0.2	9.6	9,718.60	151.304
06/29/2019 10:12:00	87.2	16.5	-0.2	9.64	9,800.90	151.006
06/29/2019 10:13:00	91.5	16.4	-0.2	9.58	9,826.10	150.679
06/29/2019 10:14:00	89.7	16.3	-0.2	9.63	9,715.10	150.537
<b>AVERAGES:</b>	<b>100.10</b>	<b>16.25</b>	<b>-0.12</b>	<b>9.49</b>	<b>9899.65</b>	<b>151.21</b>

### Run 3

06/29/2019 10:27:00	96.3	16.1	-0.2	9.65	9,960.00	150.977
06/29/2019 10:28:00	93.4	16.2	-0.2	9.54	9,931.40	150.679
06/29/2019 10:29:00	99.8	16.1	-0.2	9.45	9,912.00	150.254
06/29/2019 10:30:00	101	16.1	-0.2	9.42	9,950.90	149.984
06/29/2019 10:31:00	104.5	16.1	-0.2	9.4	9,750.60	150.765
06/29/2019 10:32:00	104.7	15.8	-0.2	9.4	9,810.10	150.594
06/29/2019 10:33:00	100.9	16.1	-0.2	9.52	9,797.50	150.58
06/29/2019 10:34:00	94.4	16.2	-0.2	9.6	9,821.50	150.14
06/29/2019 10:35:00	90.5	16.2	-0.2	9.51	9,760.90	149.53
06/29/2019 10:36:00	99.4	16	-0.2	9.37	9,749.50	150.083
06/29/2019 10:37:00	100.6	15.8	-0.2	9.47	9,747.20	151.063
06/29/2019 10:38:00	95.3	15.9	-0.2	9.53	9,823.80	150.807
06/29/2019 10:39:00	88.4	16.1	-0.2	9.7	9,937.10	151.02
06/29/2019 10:40:00	83.8	16.5	-0.2	9.67	9,860.50	151.247
06/29/2019 10:41:00	90.8	16.6	-0.2	9.51	9,881.10	151.602
06/29/2019 10:42:00	100.3	16.3	-0.2	9.43	9,803.20	151.176
06/29/2019 10:43:00	97.1	16.2	-0.2	9.52	9,833.00	151.389
06/29/2019 10:44:00	95.3	16.4	-0.2	9.61	9,826.10	151.318
06/29/2019 10:45:00	94.1	16.3	-0.2	9.54	9,933.70	152.127
06/29/2019 10:46:00	92.7	16.3	-0.2	9.6	9,784.90	151.928
06/29/2019 10:47:00	96.4	16.2	-0.2	9.54	9,836.40	151.942
06/29/2019 10:48:00	95.8	16.3	-0.2	9.51	9,852.40	152.141
06/29/2019 10:49:00	98.3	16.1	-0.2	9.51	9,748.30	151.914
06/29/2019 10:50:00	94.5	16.3	-0.2	9.57	9,846.70	152.226
06/29/2019 10:51:00	92.9	16.3	-0.2	9.49	9,813.50	152.34
06/29/2019 10:52:00	94.9	16.1	-0.2	9.61	9,858.20	152.78
06/29/2019 10:53:00	91.8	16.2	-0.2	9.55	9,895.90	153.489
06/29/2019 10:54:00	96.6	16.1	-0.2	9.55	9,862.70	153.177
06/29/2019 10:55:00	88.9	16.4	-0.2	9.69	9,752.90	153.092



06/29/2019 10:56:00	86.2	16.5	-0.2	9.64	9,687.70	152.893
06/29/2019 10:57:00	94.3	16.3	-0.2	9.58	9,667.10	152.879
06/29/2019 10:58:00	94.8	16.3	-0.2	9.58	9,597.20	152.34
06/29/2019 10:59:00	90.5	16	-0.2	9.66	9,583.50	152.34
06/29/2019 11:00:00	86.1	16.3	-0.2	9.67	9,649.90	151.446
06/29/2019 11:01:00	86.7	16.2	-0.2	9.62	9,670.50	152.042
06/29/2019 11:02:00	86.5	16.1	-0.2	9.7	9,700.20	152.624
06/29/2019 11:03:00	87	16.3	-0.2	9.7	9,707.10	152.24
06/29/2019 11:04:00	82.8	16.6	-0.2	9.79	9,715.10	152.084
06/29/2019 11:05:00	82.8	16.5	-0.2	9.71	9,698.00	151.772
06/29/2019 11:06:00	87.7	16.4	-0.2	9.65	9,760.90	151.474
06/29/2019 11:07:00	86	16.3	-0.2	9.7	9,931.40	151.162
06/29/2019 11:08:00	83.6	16.6	-0.2	9.79	9,905.10	150.58
06/29/2019 11:09:00	87.1	16.4	-0.2	9.65	9,857.00	149.729
06/29/2019 11:10:00	91.1	16.3	-0.2	9.57	9,958.90	149.558
06/29/2019 11:11:00	95.4	16.1	-0.2	9.52	9,820.40	149.502
06/29/2019 11:12:00	97.5	16.1	-0.2	9.49	9,849.00	149.232
06/29/2019 11:13:00	96.6	16.1	-0.2	9.55	9,843.30	149.047
06/29/2019 11:14:00	94.5	16.1	-0.2	9.53	9,630.40	149.856
06/29/2019 11:15:00	93.9	16	-0.2	9.57	9,599.50	150.495
06/29/2019 11:16:00	93.7	16.3	-0.2	9.68	9,711.70	151.247
06/29/2019 11:17:00	85.5	16.2	-0.2	9.75	9,649.90	151.034
06/29/2019 11:18:00	79	16.7	-0.2	9.85	9,655.60	151.275
06/29/2019 11:19:00	80.6	16.4	-0.2	9.76	9,670.50	151.829
06/29/2019 11:20:00	81.4	16.4	-0.2	9.71	9,677.40	153.007
06/29/2019 11:21:00	79.4	16.4	-0.2	9.83	9,749.50	153.149
06/29/2019 11:22:00	79.3	16.5	-0.2	9.8	9,654.50	154.014
06/29/2019 11:23:00	82.5	16.4	-0.2	9.74	9,542.30	153.73
06/29/2019 11:24:00	78.6	16.3	-0.2	9.81	9,562.90	153.943
06/29/2019 11:25:00	77.7	16.5	-0.2	9.81	9,711.70	153.745
06/29/2019 11:26:00	84.4	16.3	-0.2	9.74	9,641.90	153.234
06/29/2019 11:27:00	80.7	16.5	-0.2	9.75	9,672.80	153.319
<b>AVERAGES:</b>	<b>90.94</b>	<b>16.26</b>	<b>-0.20</b>	<b>9.61</b>	<b>9771.72</b>	<b>151.59</b>



## APPENDIX C

### **Datos de Garantía de Calidad**



## Instrumental Reference Method Field Data

Project Number:	18018.0	Start Date:	3/25/2019
Customer:	First Quantum	Facility:	PACO Generating Station
Unit Identification:	Unit 1	Recorded by:	Kyle Vaughan
Sample Location:	Outlet	Fc Factor:	1800
Load Level/Condition:	High Load	Fd Factor:	9780

RM Analyzer Information			
Reference Method Probe Type (Moisture Basis):			Extractive (Dry)
Pollutant	Manufacturer	Model #	Serial Number
NO <sub>x</sub>	Teledyne/API	200AH	383
SO <sub>2</sub>	Ametek	9000	ZA-9000-5646
CO	California Analytical	700 Series	1802015
CO <sub>2</sub>	California Analytical	700 Series	1802015
O <sub>2</sub>	California Analytical	700 Series	1802015

CEM System Information			
CEM System Probe Type (Moisture Basis):			Dilution (Wet)
Pollutant	Manufacturer/Model	Serial Number	
		Primary	Backup
NO <sub>x</sub>	Thermo 43i	1330559481	-
SO <sub>2</sub>	Thermo 42i	1772350003	-
CO	ABB AO2000	024434060911030	-
CO <sub>2</sub>	ABB AO2000	024434060911030	-

Reference Method Initial Calibration Error Test								
Pollutant	Cal Gas Level	Cal Gas Cylinder Information			Response	Absolute Difference	% Cal Error	Error Status
		Concentration	Exp Date	ID #				
NO <sub>x</sub>	Zero	0.00	9/10/2021	109233181441	0.09	0.09	0.05	Pass
	Mid	102.00	9/10/2021	LL126831	101.77	0.23	0.12	Pass
	Span	186.00	9/12/2021	LL126751	187.36	1.36	0.73	Pass
SO <sub>2</sub>	Zero	0.00	9/10/2021	109233181441	0.11	0.11	0.12	Pass
	Mid	50.70	9/10/2021	LL126831	50.07	0.63	0.69	Pass
	Span	91.00	9/12/2021	LL126751	91.73	0.73	0.80	Pass
CO	Zero	0.00	9/10/2021	109233181441	0.10	0.10	0.05	Pass
	Mid	101.00	9/10/2021	LL126831	101.82	0.82	0.44	Pass
	Span	185.00	9/12/2021	LL126751	185.22	0.22	0.12	Pass
O <sub>2</sub>	Zero	0.00	3/24/2021	109233181441	0.00	0.00	0.00	Pass
	Mid	-	-	-	-	-	-	-
	Span	20.90	3/24/2021	3914518961	20.51	0.39	1.87	Pass
CO <sub>2</sub>	Zero	0.00	3/24/2021	109233181441	0.02	0.02	0.11	Pass
	Mid	10.00	8/30/2021	Q103098	10.05	0.05	0.28	Pass
	Span	18.00	8/30/2021	LK-392302	18.02	0.02	0.11	Pass



## Response Time Verification

Project Number: 18018.0  
 Customer: First Quantum  
 Unit Identification: Unit 1  
 Sample Location: Outlet

Test Date: 03/25/19  
 Facility: PACO Generating Station  
 Recorded By: Kyle Vaughan

Upscale Response Check							
Pollutant	Cal Gas Level	Cal Gas Conc.	Start Time	Stable Response	Upscale Target Response	Time at Target	Response Time
NO <sub>x</sub>	Mid	102.0	0:00:00	102.35	97.2	0:02:10	0:02:10
SO <sub>2</sub>	Mid	50.7	0:00:00	50.83	48.3	0:02:22	0:02:22
CO	Mid	101.0	0:00:00	100.85	95.8	0:01:39	0:01:39
CO <sub>2</sub>	High	18.00	0:00:00	18.02	17.1	0:01:33	0:01:33
O <sub>2</sub>	High	20.9	0:00:00	21.00	20.0	0:01:42	0:01:42

Target Response is 95% of the Pre 1 System Response from the Upscale Bias Test

Start time is the time at which gas is introduced upstream of the probe.

Time at target is the time at which the required target response is achieved.

Response time is the difference between the two.

Downscale Response Check						
Pollutant	Cal Gas Level	Cal Gas Conc.	Start Time	Downscale Target Response	Time at Target	Response Time
NO <sub>x</sub>	Mid	102.0	0:00:00	5.1	0:02:02	0:02:02
SO <sub>2</sub>	Mid	50.7	0:00:00	2.5	0:02:16	0:02:16
CO	Mid	101.0	0:00:00	5.1	0:01:34	0:01:34
CO <sub>2</sub>	High	18.0	0:00:00	0.9	0:01:20	0:01:20
O <sub>2</sub>	High	20.9	0:00:00	1.0	0:01:40	0:01:40

Target Response is 0.5 ppm or 5.0 percent of the upscale gas concentration (whichever is less restrictive)

System Response Times	
Pollutant	Response Time
NO <sub>x</sub>	0:02:10
SO <sub>2</sub>	0:02:22
CO	0:01:39
CO <sub>2</sub>	0:01:33
O <sub>2</sub>	0:01:42

System response is the longer of the responses to zero and upscale gas.



## Part 60 Initial Stratification Check and Test Point Selection

Project Number:	18018.0	Test Date:	3/25/2019
Customer:	First Quantum	Duct Shape:	Round
Unit Identification:	Unit 1	Diameter:	12.66 feet
Sample Location:	Outlet	Port Length:	6 inches

Is the sample location downstream of a wet scrubber, or downstream of a point where two ducts converge?                      N

No stratification test is required. Can use short line points below, if D > 7.8'

Port/Point	SO <sub>2</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (% vol)	O <sub>2</sub> (% vol)
A/1	30.38	10.58	11.62
A/2	30.73	10.72	11.36
A/3	30.1	10.7	11.5
B/1	32.19	11.02	11
B/2	31.41	10.89	11.18
B/3	31.09	10.73	11.42
C/1	31.54	10.58	11.65
C/2	31.54	10.65	11.56
C/3	31.81	10.77	11.4
D/1	32.31	10.31	11.92
D/2	31.75	10.44	11.78
D/3	31.93	10.65	11.55
Mean:	31.4	10.7	11.5
Max %D from Mean:	4.1	3.4	4.3
Status:	Pass	Pass	Pass

"Pass" = the short line points can be used for ducts less than 7.8' in diameter

"Fail" = sample must be collected at 16.7, 50.0 and 83.3% of duct diameter

**Note: Source qualifies for single point sampling as per 40 CFR 60 Method 7E, Section 8.1.2.**

Sampling line/strategy selected:    Single Point



## Bias and Drift Summary

Project Number: 18018.0  
 Customer: First Quantum  
 Unit Identification: Unit 1  
 Sample Location: Outlet  
 Load Level/Condi: High Load

Start Date: 3/25/2019  
 Facility: PACO Generating Station  
 Recorded by: Kyle Vaughan  
 Fc Factor: 1800  
 Fd Factor: 9780

Run #		1	2	3
Date		3/25/19	3/25/19	3/25/19
Start Time		10:21	11:53	13:27
End Time		11:21	12:53	13:47
<b>Raw Averages</b>				
	<b>PRELIM</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
O2 (% V,dry)	-	12.07	12.27	11.98
CO2 (% V,dry)	-	9.71	9.70	10.06
NOX _A (ppmV,dry)	-	120.29	144.93	129.09
CO (ppmV,dry)	-	5.20	9.00	9.05
SO2 (ppmV,dry)	-	30.34	33.38	34.03
<b>Zero Bias</b>				
	<b>PRELIM</b>			
O2 (% V,dry)	0.00	0.00	0.00	-0.01
CO2 (% V,dry)	0.02	0.15	0.19	0.29
NOX _A (ppmV,dry)	0.09	0.42	0.52	0.29
CO (ppmV,dry)	0.10	-0.13	-0.05	-0.31
SO2 (ppmV,dry)	0.11	0.11	0.11	0.10
<b>Bias Checks</b>				
	<b>Prelim</b>			
O2 (% V,dry)	20.51	20.90	20.96	20.95
CO2 (% V,dry)	18.02	18.15	18.18	18.35
NOX _A (ppmV,dry)	101.77	105.45	102.34	101.63
CO (ppmV,dry)	101.82	104.94	101.19	101.24
SO2 (ppmV,dry)	50.07	51.29	50.37	50.39
<b>Bias Gas Values</b>				
	<b>Prelim</b>			
O2 (% V,dry)	20.90	20.90	20.90	20.90
CO2 (% V,dry)	18	18	18	18
NOX _A (ppmV,dry)	101	101	101	101
CO (ppmV,dry)	102	102	102	102
SO2 (ppmV,dry)	50.7	50.7	50.7	50.7
<b>Zero Drift (% of span) 3%</b>				
	<b>PRELIM</b>			
O2 (% V,dry)	0.00	0.00%	0.00%	-0.05%
CO2 (% V,dry)	0.02	0.72%	0.22%	0.56%
NOX _A (ppmV,dry)	0.09	0.18%	0.05%	-0.12%
CO (ppmV,dry)	0.10	-0.12%	0.04%	-0.14%
SO2 (ppmV,dry)	0.11	0.00%	0.00%	-0.01%
<b>Upscale Drift (% of span) 3%</b>				
	<b>Prelim</b>			
O2 (% V,dry)	20.51	1.87%	0.29%	-0.05%
CO2 (% V,dry)	18.02	0.72%	0.14%	0.81%
NOX _A (ppmV,dry)	101.77	1.98%	-1.67%	-0.38%
CO (ppmV,dry)	101.82	1.69%	-2.03%	0.03%
SO2 (ppmV,dry)	50.07	1.34%	-0.49%	0.01%
<b>Zero System Bias (% of span) 5%</b>				
	<b>PRELIM</b>			
O2 (% V,dry)	0.00	0.00%	0.00%	-0.05%
CO2 (% V,dry)	0.02	0.62%	0.81%	1.29%
NOX _A (ppmV,dry)	0.09	1.83%	2.39%	1.11%
CO (ppmV,dry)	0.10	-1.28%	-0.83%	-2.28%
SO2 (ppmV,dry)	0.11	0.00%	0.00%	-0.01%
<b>Upscale System Bias (% of span) 5%</b>				
	<b>Prelim</b>			
O2 (% V,dry)	20.51	0.02%	0.02%	0.02%
CO2 (% V,dry)	18.02	0.01%	0.01%	0.02%
NOX _A (ppmV,dry)	101.77	0.02%	0.00%	0.00%
CO (ppmV,dry)	101.82	0.02%	0.00%	0.00%
SO2 (ppmV,dry)	50.07	0.01%	0.00%	0.00%



# METHOD 5 DRY GAS METER CALIBRATION USING CRITICAL ORIFICES



- 1) Select three critical orifices to calibrate the dry gas meter which bracket the expected operating range.
- 2) Record barometric pressure before and after calibration procedure.
- 3) Run at tested vacuum (from Orifice Calibration Report), for a period of time necessary to achieve a minimum total volume of 5 cubic feet.
- 4) Record data and information in the **GREEN** cells, **YELLOW** cells are calculated.

DATE: 3/19/2019

METER PART #:

METER SERIAL #: 31

CRITICAL ORIFICE SET SERIAL #: 1861

BAROMETRIC PRESSURE (in Hg):

INITIAL 29.9

FINAL 29.9

AVG (P<sub>bar</sub>) 29.9

ORIFICE #

RUN #

K' FACTOR (AVG)

TESTED VACUUM (in Hg)

DGM READINGS (FT<sup>3</sup>)

INITIAL

FINAL

NET (V<sub>m</sub>)

TEMPERATURES °F

AMBIENT

DGM INLET

DGM OUTLET

INITIAL

FINAL

INITIAL

FINAL

ELAPSED TIME (MIN) θ

DGM ΔH (in H<sub>2</sub>O)

(1) V<sub>m</sub> (STD)

(2) V<sub>cr</sub> (STD)

(3) Y

Y % Diff to Average Y

Y % Diff with other orifices

ΔH<sub>@</sub>

12

1

0.3357

24

117.40

125.445

8.045

68

68

68

68

68

18.50

0.63

8.0536

1.004

1.86

2

0.3357

24

125.445

132.622

7.177

68

68

69

68

69

16.50

0.63

7.2097

1.004

1.86

3

0.3357

24

132.622

139.588

6.966

68

69

69

69

69

16.00

0.63

6.9912

1.004

1.85

17

1

0.4629

22

143.50

150.079

6.579

68

70

71

70

71

11.00

1.2

6.6277

1.010

1.86

2

0.4629

22

150.079

155.484

5.405

68

71

71

71

71

9.00

1.2

5.4226

1.006

1.85

3

0.4629

22

155.484

162.077

6.593

68

71

71

71

71

11.00

1.2

6.6277

1.008

1.85

20

1

0.5496

21

164.40

169.732

5.332

68

72

72

72

72

7.50

1.6

5.3102

1.010

1.75

2

0.5496

21

169.732

175.063

5.331

68

72

72

72

72

7.50

1.6

5.3092

1.011

1.75

3

0.5496

21

175.063

180.40

5.337

68

72

73

72

73

7.50

1.6

5.3101

1.010

1.75

AVG = 1.004

AVG = 1.004

AVG = 1.008

Y % Diff to Average Y

Y % Diff with other orifices

1.86

1.86

1.85

-0.34

-0.40

0.40

0.28

0.62

AVERAGE DRY GAS METER CALIBRATION FACTOR, Y = 1.008

AVERAGE ΔH<sub>@</sub> = 1.82

$$\Delta H_{@} = \left( \frac{0.75 \theta}{V_{cr}(\text{std})} \right)^2 \Delta H \left( \frac{V_m(\text{std})}{V_m} \right)$$

USING THE CRITICAL ORIFICES AS CALIBRATION STANDARDS:  
The following equations are used to calculate the standard volumes of air passed through the DGM, V<sub>m</sub> (std), and the critical orifice, V<sub>cr</sub> (std), and the DGM calibration factor, Y. These equations are automatically calculated in the spreadsheet above.

$$(1) \quad V_{m(\text{std})} = K_1 * V_m * \frac{P_{bar} + (\Delta H / 13.6)}{T_m} = \text{Net volume of gas sample passed through DGM, corrected to standard conditions}$$

$$K_1 = 17.64 \text{ }^{\circ}\text{R/in. Hg (English)}, 0.3858 \text{ }^{\circ}\text{K/mm Hg (Metric)}$$

$$T_m = \text{Absolute DGM avg. temperature (}^{\circ}\text{R - English, }^{\circ}\text{K - Metric)}$$

$$(2) \quad V_{cr(\text{std})} = K' * \frac{P_{bar} * \Theta}{\sqrt{T_{amb}}} = \text{Volume of gas sample passed through the critical orifice, corrected to standard conditions}$$

$$T_{amb} = \text{Absolute ambient temperature (}^{\circ}\text{R - English, }^{\circ}\text{K - Metric)}$$

$$K' = \text{Average K' factor from Critical Orifice Calibration}$$

$$(3) \quad Y = \frac{V_{cr(\text{std})}}{V_{m(\text{std})}} = \text{DGM calibration factor}$$



McHale Emissions Measurement Division  
Meter Box Calibration

Calibration Date: 3/19/2019

Meter Box: 031

Technician: SHW

PART 2: Thermocouple Calibration

T/C Calibrator Make: Altek Transcat S/N: 10187006

S/N: 10187006

	Calibrator Output ( F )	Meter Reading ( F )	Error ( F )	Allowable Error ( F )	Result
Channel 1	0.0	0	0	9.24	pass
	50.0	48	-2	11.24	pass
	100.0	98	-2	13.24	pass
	200.0	201	1	19.24	pass
	300.0	302	2	33.24	pass
	400.0	402	2	49.24	pass
Channel 2	0.0	0	0	9.24	pass
	50.0	48	-2	11.24	pass
	100.0	98	-2	13.24	pass
	200.0	201	1	19.24	pass
	300.0	302	2	33.24	pass
	400.0	402	2	49.24	pass
Channel 3	0.0	0	0	9.24	pass
	50.0	47	-3	11.24	pass
	100.0	98	-2	13.24	pass
	200.0	201	1	19.24	pass
	300.0	303	3	33.24	pass
	400.0	402	2	49.24	pass
Channel 4	0.0	0	0	9.24	pass
	50.0	48	-2	11.24	pass
	100.0	98	-2	13.24	pass
	200.0	201	1	19.24	pass
	300.0	302	2	33.24	pass
	400.0	402	2	49.24	pass
Channel 5	0.0	0	0	9.24	pass
	50.0	48	-2	11.24	pass
	100.0	98	-2	13.24	pass
	200.0	201	1	19.24	pass
	300.0	302	2	33.24	pass
	400.0	402	2	49.24	pass
Channel 6	0.0	0	0	9.24	pass
	50.0	48	-2	11.24	pass
	100.0	98	-2	13.24	pass
	200.0	201	1	19.24	pass
	300.0	303	3	33.24	pass
	400.0	402	2	49.24	pass



**Post Meter Calibration Verification**

Project Number: 18018.0  
 Last Test Run: 3/25/2019  
 Operator(s): Eric Swope

	Run 1	Run 2	Run 3	Average
Console/Meter ID:	31	31	31	N/A
Run Time (min):	60	60	60	
V <sub>m</sub> (cf):	50.817	50.215	48.483	
T <sub>m</sub> (°R):	544.17	549.42	549.17	
P <sub>bar</sub> ("Hg):	29.57	29.61	29.57	
DH <sub>avg</sub> ("H <sub>2</sub> O):	2.26	2.19	2.03	
Md:	30.03	30.01	30.05	
Orifice DH@I:	1.822	1.822	1.822	1.008
Meter Yi:	1.008	1.008	1.008	
Yqa:	0.988	0.989	0.984	0.987

Calibration Status: **Pass**

Specifications: USEPA Emissions Measurement Center Approved Alternative Method (ALT-009)  
 Alternative Method 5 Post-Test Calibration (SOP GFM-11)

**Post Test Leak Checks**

Train Leak Check:	Pass	Pass	Pass
Pump/Orifice Leak Check:	Pass	Pass	Pass





# Airflow Sciences Corporation

## Probe Calibration for Method 2

Data Collection and Analysis

Date: 1/17/2019

Temperature (°F): 73.9

Pressure ("Hg): 29.31

Personnel: wgj

Probe: KPT-033-A

Wind Tunnel Target DP [I.W.C]	Wind Tunnel Actual DP [I.W.C]	S-Probe DP [I.W.C.]	C <sub>p</sub>	C <sub>p(avg)</sub>	C <sub>p</sub> -C <sub>p(avg)</sub>	σ <sub>max</sub>
0.81	0.82	1.17	0.827	0.827	0.000	Pass
0.81	0.82	1.17	0.827		0.000	
0.81	0.82	1.17	0.827		0.000	
1.81	1.81	2.56	0.833	0.833	0.000	Pass
1.81	1.81	2.56	0.834		0.001	
1.81	1.81	2.56	0.833		-0.001	





# Airflow Sciences Corporation

## Probe Calibration for Method 2

Data Collection and Analysis

Date: 1/17/2019

Temperature (°F): 74.0

Pressure ("Hg): 29.31

Personnel: wgj

Probe: KPT-033-B

Wind Tunnel Target DP [I.W.C]	Wind Tunnel Actual DP [I.W.C]	S-Probe DP [I.W.C.]	C <sub>p</sub>	C <sub>p(avg)</sub>	C <sub>p</sub> -C <sub>p(avg)</sub>	σ <sub>max</sub>
0.81	0.81	1.18	0.821	0.821	0.000	Pass
0.81	0.81	1.18	0.822		0.001	
0.81	0.81	1.18	0.820		-0.001	
1.81	1.82	2.62	0.825	0.825	0.000	Pass
1.81	1.82	2.62	0.825		0.000	
1.81	1.82	2.62	0.824		0.000	





# Airflow Sciences Corporation

## Probe Calibration for Method 2

Wind Tunnel Facility: Airflow Sciences Corporation  
 Wind Tunnel Location: Livonia, MI  
 Probe Type: S-Type Pitot  
 Probe ID: KPT-033-A  
 Probe Calibration Date: 01/17/19  
 Test Point Location: center  
 Ambient Temperature (°F): 73.9  
 Barometric Pressure ("Hg): 29.31

Repetition	Nominal Low Velocity Setting (ft/s)	Calibration Pitot		Tested Probe		Calculated $C_p$
		DP <sub>std</sub> ("H <sub>2</sub> O)	Temperature (°F)	DP ("H <sub>2</sub> O)	Yaw Angle (°)	
1	60	0.82	73.9	1.17	0	0.83
2	60	0.82	73.9	1.17	0	0.83
3	60	0.82	73.9	1.17	0	0.83
Average ( $C_{p(avg-low)}$ )						0.83

Repetition	Nominal High Velocity Setting (ft/s)	Calibration Pitot		Tested Probe		Calculated $C_p$
		DP <sub>std</sub> ("H <sub>2</sub> O)	Temperature (°F)	DP ("H <sub>2</sub> O)	Yaw Angle (deg)	
1	90	1.81	73.9	2.56	0	0.83
2	90	1.81	73.9	2.56	0	0.83
3	90	1.81	73.9	2.56	0	0.83
Average ( $C_{p(avg-high)}$ )						0.83

$$\% \text{ Difference} = \frac{C_{p(avg-low)} - C_{p(avg-high)}}{C_{p(avg-low)}} \times 100\% = \underline{-0.72\%} \quad \text{Pass}$$

Note: (1) The percent difference between the low and high velocity setting  $C_p$  values shall be within +/- 3 %.  
 (2) If calibrating a 3-D probe for this method, the pitch angle setting must be 0°.

**$C_p = 0.830$**





# Airflow Sciences Corporation

## Probe Calibration for Method 2

Wind Tunnel Facility: Airflow Sciences Corporation  
 Wind Tunnel Location: Livonia, MI  
 Probe Type: S-Type Pitot  
 Probe ID: KPT-033-B  
 Probe Calibration Date: 01/17/19  
 Test Point Location: center  
 Ambient Temperature (°F): 74.0  
 Barometric Pressure ("Hg): 29.31

Repetition	Nominal Low Velocity Setting (ft/s)	Calibration Pitot		Tested Probe		Calculated $C_p$
		DP <sub>std</sub> ("H <sub>2</sub> O)	Temperature (°F)	DP ("H <sub>2</sub> O)	Yaw Angle (°)	
1	60	0.81	74.0	1.18	0	0.82
2	60	0.81	74.0	1.18	0	0.82
3	60	0.81	74.0	1.18	0	0.82
Average ( $C_{p(avg-low)}$ )						0.82

Repetition	Nominal High Velocity Setting (ft/s)	Calibration Pitot		Tested Probe		Calculated $C_p$
		DP <sub>std</sub> ("H <sub>2</sub> O)	Temperature (°F)	DP ("H <sub>2</sub> O)	Yaw Angle (deg)	
1	90	1.82	74.0	2.62	0	0.82
2	90	1.82	74.0	2.62	0	0.83
3	90	1.82	74.0	2.62	0	0.82
Average ( $C_{p(avg-high)}$ )						0.82

$$\% \text{ Difference} = \frac{C_{p(avg-low)} - C_{p(avg-high)}}{C_{p(avg-low)}} \times 100\% = \underline{-0.48\%} \quad \text{Pass}$$

Note: (1) The percent difference between the low and high velocity setting  $C_p$  values shall be within +/- 3 %.  
 (2) If calibrating a 3-D probe for this method, the pitch angle setting must be 0°.

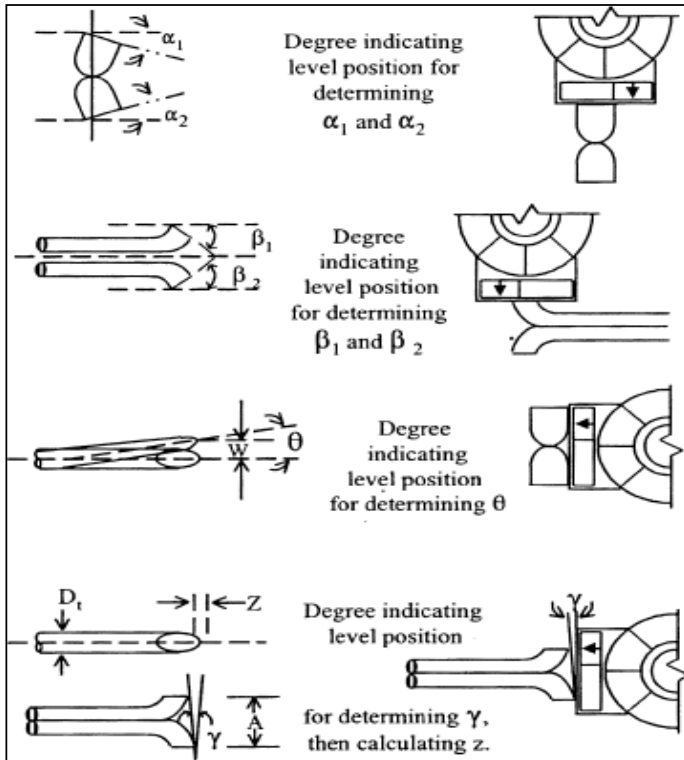
**$C_p = 0.823$**



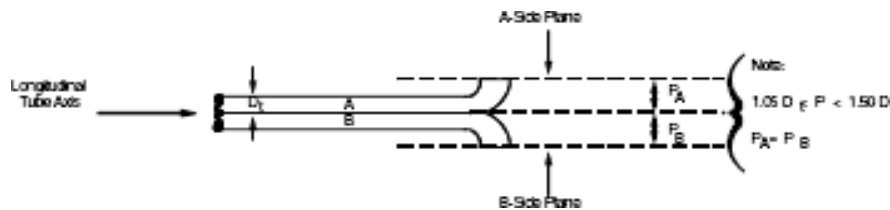


## Airflow Sciences Corporation

### Probe Inspection for Method 2G



$\alpha_1$	0.8 (°)	Pass
$\alpha_2$	0.2 (°)	Pass
$\beta_1$	0.5 (°)	Pass
$\beta_2$	0.7 (°)	Pass
$D_t$	0.375 (")	Pass
$P_a$	0.437 (")	Pass
$P_b$	0.437 (")	Pass
$z$	<0.02 (")	Pass
$w$	0.005 (")	Pass



#### Certification

I certify that Type S probe ID **KPT-033** meets or exceeds all specifications, criteria, and applicable design features.

Certified by: Craig Rood

Date: 1/17/2019



# **Type S Pitot Tube Inspection Data Form** McHale EMS

Pitot Tube I.D. # KPT-033  
Location Punta Rincon, Panama

Date 3/29/2019  
Tech. KMV

Quick Connects Attached & Leak Free? y  
Pitot Tube Assembly Level? y

Parameter	Value	Acceptance Criteria	Results	Meets Criteria?
$\alpha_1 =$	<u>1 °</u>	$\alpha_1 < 10 °$	<u>1 °</u>	TRUE
$\alpha_2 =$	<u>0.5 °</u>	$\alpha_2 < 10 °$	<u>0.5 °</u>	TRUE
$\beta_1 =$	<u>0.5 °</u>	$\beta_1 < 5 °$	<u>0.5 °</u>	TRUE
$\beta_2 =$	<u>1 °</u>	$\beta_2 < 5 °$	<u>1 °</u>	TRUE
$\gamma =$	<u>0 °</u>			
$\theta =$	<u>0 °</u>			
A =	<u>0.956 "</u>			
$z = A \sin \gamma =$	<u>0.000 "</u>	$z < .125 \text{ in.}$	<u>0.000 "</u>	TRUE
$w = A \sin \theta =$	<u>0.000 "</u>	$w < 0.03125 \text{ in.}$	<u>0.000 "</u>	TRUE
$P_A =$	<u>0.478 "</u>	$1.05 \text{ Dt} < P_A < 1.5 \text{ Dt}$	<u>0.478 "</u>	TRUE
$P_b =$	<u>0.478 "</u>	$1.05 \text{ Dt} < P_b < 1.5 \text{ Dt}$	<u>0.478 "</u>	TRUE
$D_t =$	<u>0.375 "</u>	$0.18750" \leq \text{Dt} \leq 0.3750"$	<u>0.375 "</u>	TRUE
		$P_A = P_b \pm 0.0630"$	<u>0.000 "</u>	TRUE

Pitot Tube Acceptable ?..... **TRUE**

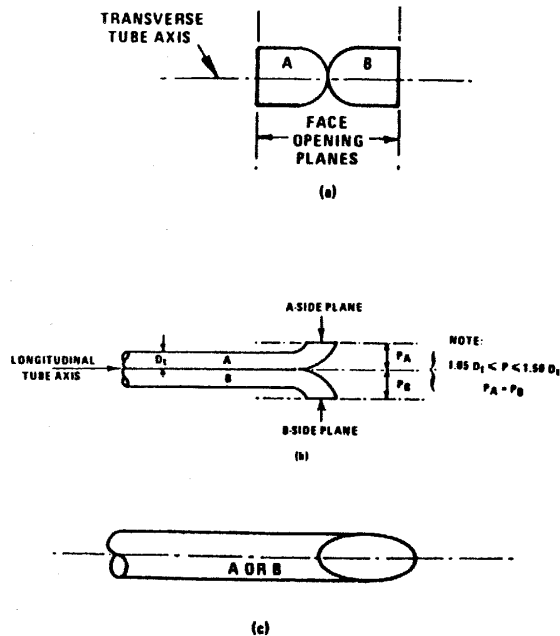


Figure 2-2. Properly constructed Type S pitot tube, shown in: (a) end view; face opening planes perpendicular to transverse axis; (b) top view; face opening planes parallel to longitudinal axis; (c) side view, both legs of equal length and centerlines coincident, when viewed from both sides. Baseline coefficient values of 0.84 may be assigned to pitot tubes constructed this way.

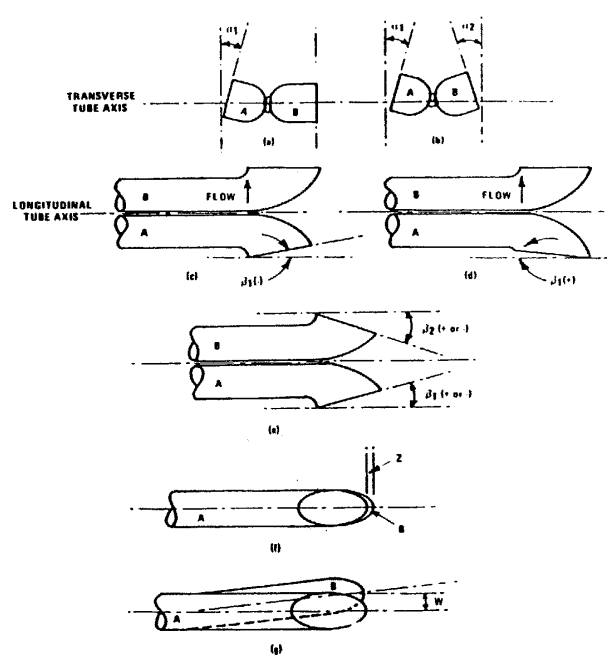


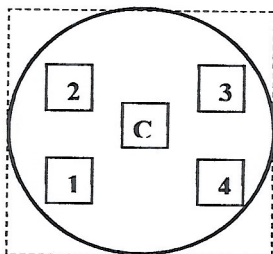
Figure 2-3. Types of face-opening misalignment that can result from field use or improper construction of Type S pitot tubes. These will not affect the baseline value of  $C_p(s)$  so long as  $\alpha_1$  and  $\alpha_2 \leq 10^\circ$ ,  $\beta_1$  and  $\beta_2 \leq 5^\circ$ ,  $z \leq 0.32 \text{ cm}$  (1/8 in.) and  $w \leq 0.08 \text{ cm}$  (1/32 in.) (citation 11 in Section 6).



Test #:

Customer: McHale & Associates Address: 4700 Coster Rd. City/State: Knoxville/TN.  
 Indicator MFG: Sartorius Model #: BP210D Serial #: 61105188  
 Capacity: 210/80g Divisions: 0.0001 Class: I Location: Filters ID #: 92315  
 Qualification Interval: Annual Next Qualification Due: 02/28/2019 Procedure: Manf. Spec.

### Eccentricity Test



Position	Load	Reading As Found	Error As Found	Reading As Left	Error As Left
C	100 g	100.0031		100.0001	
1	100 g	100.0030	-0.0001	100.0000	-0.0001
2	100 g	100.0032	+0.0001	100.0001	0
3	100 g	100.0033	+0.0002	100.0001	0
4	100 g	100.0031	0	99.9999	-0.0002

AF Shift Test - Within Tolerance (x) YES () NO

AL Shift Test - Within Tolerance (x) YES () NO

Linearity Test - Differential Method, Reference WT =

49.999983 g

### As Found Load Test - In Tolerance () YES (x) NO

Tared Load	Weight Reading	Weight Error
Zero	50.0016	+0.0016
50 g	50.0015	+0.0015
100 g	50.0014	+0.0014
150 g	50.0014	+0.0014
Zero	50.0016	

Was Scale Adjusted (x) YES () NO

### As Left Load Test - In Tolerance (x) YES () NO

Tared Load	Weight Reading	Weight Error
Zero	50.0000	0
50 g	50.0000	0
100 g	50.0000	0
150 g	50.0000	0
Zero	50.0000	0

### Span Test

### As Found Load Test - In Tolerance () YES (x) NO

C. Mass Value	Displayed WT.	Error
200.00014 g	200.0061	+0.0061

### As Left Load Test - In Tolerance (x) YES () NO

C. Mass Value	Displayed WT.	Error
200.00014 g	200.0003	+0.0002

WEIGHTS USED ARE TRACEABLE TO THE NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS & TECHNOLOGY

Field Weight Standards Used: (List All By Serial Number)

ASTM Class 1 (1g - 200g) Weight Kit, S/n: 60D4  
 OIML Class F1 (50g/100g) Tare Weights, S/n: 61HF

### Comments:

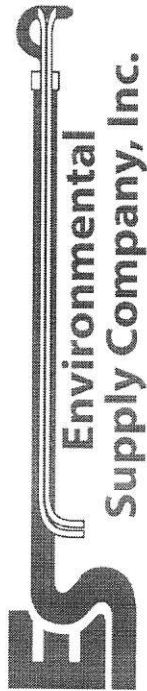
Balance has hysteresis error but is within manufacturer specification.

Technician: 

Date: 02/22/18



# METHOD 5 CRITICAL ORIFICE CALIBRATION



CRITICAL ORIFICE SET S/N: 1861

DATE: December 27, 2017  
 REFERENCE DRY GAS METER  
 SERIAL NUMBER: 554840  
 CALIBRATION FACTOR, Yc: 1.002

LEAK CHECK: Passed

ORIFICE #	RUN #	CRITICAL VACUUM (in Hg)	TESTED VACUUM (in Hg)	Barometric Pressure per Orifice (P <sub>atm</sub> )	DSM READINGS (FT <sup>3</sup> )			TEMPERATURES °F								DGM AH (in H <sub>2</sub> O)	ELAPSED TIME (MIN)	K' FACTOR (english)	K' FACTOR (metric-liters)	K' FACTOR (metric-cm <sup>3</sup> )	K' FACTOR VARIATION (%)
					INITIAL	FINAL	NET (V <sub>net</sub> )	AMBIENT	DGM INLET		DGM OUTLET		DGM	AVG	θ						
30	1	15	18	30.02	840.835	847.240	6.405	69.4	72.2	72.2	72.9	72.9	72.9	72.55	6.00	0.8230	0.6839	6.8386E-04	-0.08		
	2	15	18		847.240	853.656	6.416	69.4	72.3	72.4	72.9	73.0	72.65	6.00	0.8242	0.6849	6.8491E-04	0.08			
AVG K' FACTOR =																					
26	1	15	18	30.02	853.656	859.980	6.324	69.5	72.5	72.6	73.0	73.0	72.78	7.00	0.6944	0.5770	5.7699E-04	0.15			
	2	15	18		859.980	866.286	6.306	69.5	72.6	72.6	73.0	73.2	72.85	7.00	0.6923	0.5753	5.7527E-04	-0.15			
AVG K' FACTOR =																					
17	1	15	18	30.01	866.286	872.021	5.735	69.4	72.8	72.8	73.2	73.4	73.05	8.00	0.5494	0.4565	4.5652E-04	-0.03			
	2	15	18		872.021	877.759	5.738	69.6	72.8	72.9	73.3	73.4	73.10	8.00	0.5497	0.4568	4.5680E-04	0.03			
AVG K' FACTOR =																					
12	1	15	18	30.01	877.759	883.815	6.056	69.6	73.0	73.1	73.5	73.7	73.33	10.00	0.4634	0.3851	3.8508E-04	0.11			
	2	15	18		883.815	889.858	6.043	69.8	73.1	73.1	73.7	73.7	73.40	10.00	0.4624	0.3843	3.8427E-04	-0.11			
AVG K' FACTOR =																					
12	1	15	18	30.01	889.858	895.125	5.267	69.8	73.1	73.3	73.8	73.9	73.53	12.00	0.3353	0.2786	2.7862E-04	-0.13			
	2	15	18		895.125	900.405	5.280	70.0	73.3	73.3	73.9	73.9	73.60	12.00	0.3362	0.2793	2.7933E-04	0.13			
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					
AVG K' FACTOR =																					



**15 POINT SECONDARY REFERENCE METER CALIBRATION**

Date: September 13, 2017  
Customer: ESC

DGM Model: RW S-275  
DGM S/N: 554840  
Reference Prover: Cert.# A-610 Tape # 26727

Pb: 29.89 in Hg

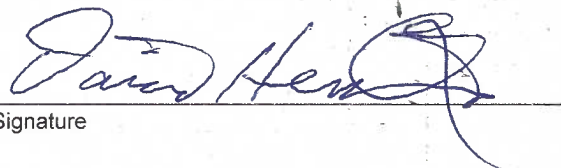
Approx. Flow Rate (cfm) Q	Prover Volume (ft <sup>3</sup> ) V <sub>w</sub>	DGM Volume (ft <sup>3</sup> ) V <sub>ds</sub>	Temperature		Time (min) Φ	Flow Rate (cfm) Q	Meter Coefficient Y <sub>ds</sub>	Average Meter Coefficient Y <sub>ds</sub>
			Prover (°F) t <sub>w</sub>	DGM (°F) t <sub>ds</sub>				
0.40	2.000	1.980	73.3	73.3	4.945	0.400	1.010	1.005
0.40	2.000	1.996	73.3	73.3	4.940	0.400	1.002	
0.40	2.000	1.992	73.4	73.4	4.942	0.400	1.004	
0.60	2.000	1.990	73.5	73.5	3.120	0.634	1.005	1.004
0.60	2.000	1.993	73.5	73.5	3.125	0.633	1.004	
0.60	2.000	1.994	73.4	73.4	3.118	0.634	1.003	
0.80	2.000	2.000	73.4	73.4	2.320	0.852	1.000	1.001
0.80	2.000	2.000	73.5	73.5	2.318	0.853	1.000	
0.80	2.000	1.996	73.5	73.5	2.313	0.854	1.002	
1.00	2.000	1.995	73.4	73.4	1.830	1.080	1.003	1.002
1.00	2.000	1.994	73.3	73.3	1.828	1.082	1.003	
1.00	2.000	2.001	73.3	73.3	1.830	1.081	1.000	
1.20	2.000	1.999	73.4	73.4	1.503	1.315	1.001	1.000
1.20	2.000	2.000	73.4	73.4	1.505	1.314	1.000	
1.20	2.000	2.001	73.4	73.4	1.500	1.318	1.000	

AVERAGE Y<sub>ds</sub> **1.002**

$$Y_{ds} = \frac{V_w(t_{ds} + t_{std})}{V_{ds}(t_w + t_{std})} * \left( \frac{P_{bar}}{P_{bar} + P_m / 13.6} \right)$$

$$Q = 17.64 \frac{P_{bar}}{(t_w + t_{std})} \frac{V_w}{\Phi}$$

Dry gas meter Serial Number 554840 was calibrated in accordance with the Code of Federal Regulations, Title 40, Part 60, Appendix A, Method 5 Section 16.1.1

  
Signature



# Traceable Certificate

201 Wolf Drive • P.O. Box 87 • Thorofare, NJ 08086-0087 • Phone: 856-686-1600 • Fax: 856-686-1601 • www.troemner.com • e-mail: troemner@troemner.com

Page 1 of 1 Pages  
Weight

Jessica Drinnon  
4700 Coster Road  
Knoxville, TN 37912

Order Number DR6449447  
Certificate Number 01000005  
Date of Calibration 14-MAR-2018  
Calibration Due Date 14-MAR-2019

Description of Weights: Analytical Weight

<u>Material</u>	<u>Assumed Density at 20 °C</u>	<u>Range</u>
Stainless Steel	8.03 g/cm <sup>3</sup>	200g

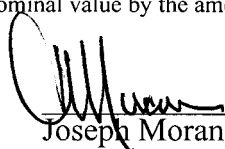
Tested with Reference Standards Traceable to the National Institute of Standards & Technology through NIST Test Number 684/289871-17.

We certify that the weights listed are calibrated to ASTM E617-13 Class 1 tolerances.

The calibration of these weights is based on apparent mass vs material of density 8.0 g/cm<sup>3</sup>.

Nominal Mass Value	Serial Number	Correction *	Tolerance ( + or - )	Uncertainty ( + or - )
200 g	1000152867	0.09 mg	0.500 mg	0.16 mg

\* Correction is defined as the difference between the mass value of a weight and its nominal value. A positive correction indicates that the mass value is greater than the nominal value by the amount of the correction.



Joseph Moran, Metrology Manager, Approved Signatory



# Traceable Certificate

201 Wolf Drive • P.O. Box 87 • Thorofare, NJ 08086-0087 • Phone: 856-686-1600 • Fax: 856-686-1601 • www.troemner.com • e-mail: troemner@troemner.com

Page 1 of 1 Pages

Weight

Jessica Drinnon  
4700 Coster Road  
Knoxville, TN 37912

Order Number DR6449447  
Certificate Number 01000005A  
Date of Calibration 14-MAR-2018  
Calibration Due Date 14-MAR-2019

Description of Weights: Analytical Weight

<u>Material</u>	<u>Assumed Density at 20 °C</u>	<u>Range</u>
Stainless Steel	8.03 g/cm <sup>3</sup>	100g

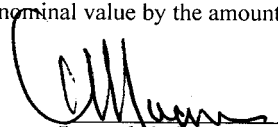
Tested with Reference Standards Traceable to the National Institute of Standards & Technology through NIST Test Number 684/289871-17.

We certify that the weights listed are calibrated to ASTM E617-13 Class 1 tolerances.

The calibration of these weights is based on apparent mass vs material of density 8.0 g/cm<sup>3</sup>.

Nominal Mass Value	Serial Number	Correction *	Tolerance ( + or - )	Uncertainty ( + or - )
100 g	1000152868	0.065 mg	0.250 mg	0.080 mg

\* Correction is defined as the difference between the mass value of a weight and its nominal value. A positive correction indicates that the mass value is greater than the nominal value by the amount of the correction.

  
Joseph Moran, Metrology Manager, Approved Signatory



# Traceable Certificate

201 Wolf Drive • P.O. Box 87 • Thorofare, NJ 08086-0087 • Phone: 856-686-1600 • Fax: 856-686-1601 • www.troemner.com • e-mail: troemner@troemner.com

Page 1 of 1 Pages  
Weight

Jessica Drinnon  
4700 Coster Road  
Knoxville, TN 37912

Order Number DR6449447  
Certificate Number 01000005B  
Date of Calibration 14-MAR-2018  
Calibration Due Date 14-MAR-2019

Description of Weights: Analytical Weight

<u>Material</u>	<u>Assumed Density at 20 °C</u>	<u>Range</u>
Stainless Steel	7.95 g/cm <sup>3</sup>	500mg

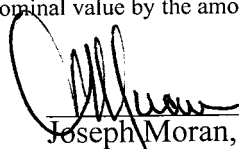
Tested with Reference Standards Traceable to the National Institute of Standards & Technology through NIST Test Number 684/289871-17.

We certify that the weights listed are calibrated to ASTM E617-13 Class 1 tolerances.

The calibration of these weights is based on apparent mass vs material of density 8.0 g/cm<sup>3</sup>.

Nominal Mass Value	Serial Number	Correction *	Tolerance ( + or - )	Uncertainty ( + or - )
500 mg	1000152869	0.0036 mg	0.010 mg	0.0032 mg

\* Correction is defined as the difference between the mass value of a weight and its nominal value. A positive correction indicates that the mass value is greater than the nominal value by the amount of the correction.



Joseph Moran, Metrology Manager, Approved Signatory



# MCHALE GLASS NOZZLE INVENTORY SHEET

Pg. 1 of 2

Analyst:	K. Vaughan
Signature:	4-17-18
Date:	4-17-18
Nozzle Set:	All (1+2-Durham)

Caliper ID:	Fowler-D990340
Manufacturer:	Fowler
Cal. Date:	4-17-18
Cal. Exp:	4-17-19

	Nozzle ID	Measurement 1	Measurement 2	Measurement 3	Average (in.)
1	DGN-1	0.110	0.110	0.111	0.110
2	DGN-2	0.125	0.125	0.125	0.125
3	DGN-3	0.105	0.108	0.106	0.106
4	DGN-4	0.110	0.113	0.112	0.112
5	DGN-5	0.152	0.151	0.152	0.152
6	DGN-6	0.190	0.190	0.190	0.190
7	DGN-7	0.112	0.113	0.112	0.112
8	DGN-8	0.192	0.192	0.192	0.192
9	DGN-9	0.195	0.195	0.195	0.195
10	DGN-10	0.193	0.193	0.193	0.193
11	DGN-11	0.185	0.184	0.185	0.185
12	DGN-12	0.191	0.190	0.191	0.191
13	DGN-13	0.185	0.184	0.183	0.184
14	DGN-14	0.253	0.252	0.252	0.252
15	DGN-15	0.275	0.275	0.275	0.275
16	DGN-16	0.214	0.212	0.213	0.213
17	DGN-17	0.250	0.250	0.250	0.250
18	DGN-18	0.308	0.308	0.310	0.309
19	DGN-19	0.258	0.258	0.258	0.258
20	DGN-20	0.215	0.215	0.213	0.215
21	DGN-21	0.256	0.258	0.257	0.257
22	DGN-22	0.309	0.310	0.308	0.309
23	DGN-23	0.309	0.310	0.310	0.310
24	DGN-24	0.308	0.310	0.309	0.309
25	DGN-25	0.311	0.311	0.312	0.311
27	DGN-26	0.308	0.309	0.308	0.308
28	DGN-27	0.307	0.308	0.308	0.308
29	DGN-28	0.308	0.308	0.308	0.308
30	DGN-29	0.311	0.310	0.310	0.310
31	DGN-30	0.309	0.309	0.310	0.309
32	DGN-31	0.305	0.305	0.304	0.305
33	DGN-32	0.310	0.309	0.308	0.309
34	DGN-33	0.399	0.399	0.399	0.399
35	DGN-34	0.397	0.398	0.399	0.398
36	DGN-35	0.400	0.400	0.400	0.400
37	DGN-36	0.429	0.430	0.430	0.430
38	DGN-37	0.437	0.436	0.437	0.437
39	DGN-38	0.408	0.406	0.407	0.407
40	DGN-39	0.403	0.402	0.402	0.402



# MCHALE GLASS NOZZLE INVENTORY SHEET

Pg. 2 of 2

Analyst:	See Page 1
Signature:	
Date:	
Nozzle Set:	

Caliper ID:	See Page 1
Manufacturer:	
Cal. Date:	
Cal. Exp:	

	Nozzle ID	Measurement 1	Measurement 2	Measurement 3	Average (in.)
1	DGN-40	0.406	0.407	0.408	0.407
2	DGN-41	0.409	0.409	0.409	0.409
3	DGN-42	0.428	0.427	0.429	0.428
4	DGN-43	0.420	0.420	0.420	0.420
5	DGN-44	0.399	0.397	0.398	0.398
6	DGN-45	0.500	0.499	0.500	0.500
7	DGN-46	0.425	0.426	0.425	0.425
8	DGN-47	0.437	0.437	0.437	0.437
9	DGN-48	0.425	0.425	0.426	0.425
10	DGN-49	0.438	0.437	0.437	0.437
11	DGN-50	0.431	0.429	0.430	0.430
12	DGN-51	0.410	0.410	0.410	0.410
13	DGN-52	0.430	0.429	0.430	0.430
14	DGN-53	0.410	0.410	0.410	0.410
15	DGN-54	0.499	0.498	0.495	0.497
16	DGN-55	0.497	0.499	0.498	0.498
17	DGN-56	0.640	0.640	0.639	0.640
18	DGN-57	0.745	0.745	0.744	0.745
19	DGN-58	0.644	0.643	0.645	0.644
20	DGN-59	0.629	0.629	0.629	0.629
21	DGN-60	0.627	0.628	0.627	0.627
22	DGN-61	0.484	0.485	0.485	0.485
23	DGN-62	0.630	0.630	0.631	0.630
24	DGN-63	0.719	0.719	0.720	0.719
25	DGN-64	0.745	0.743	0.744	0.744
27	DGN-65	0.742	0.742	0.743	0.742
28	DGN-66	0.723	0.722	0.724	0.723
29	DGN-67	0.745	0.747	0.745	0.745
30	DGN-68	0.745	0.745	0.745	0.745
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					



<b>UNIT UNDER TEST:</b>	Thermocouple Calibrator	<b>TEST RESULT:</b>	PASS
<b>SERIAL NUMBER:</b>	10187006	<b>CAL DATE:</b>	15 March 2019
<b>ASSET NUMBER:</b>	22668	<b>CAL DUE:</b>	15 March 2020
<b>MFR. / MODEL:</b>	Transcat 5086T	<b>DATA TYPE:</b>	FOUND-LEFT
<b>PROCEDURE NAME:</b>	Transcat 4669T/5086T: (1 year) CAL VER /5520 Rev3	<b>TEMPERATURE:</b>	23.00 C +/- 1.1 C
<b>PROCEDURE REV.:</b>	3 - 02/21/2018	<b>HUMIDITY:</b>	39 % +/- 5%
<b>CALIBRATED BY:</b>	Grant Shropshire		
<b>CUSTOMER:</b>	McHale & Associates 4700 Coster Rd. Knoxville, TN 37912	<b>CAL RANGE:</b>	N/A
		<b>CAL UNITS:</b>	N/A

McHale Performance certifies that the above listed instrument meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure unless otherwise noted. It has been calibrated using measurement standards traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST), or to NIST accepted intrinsic standards of measurement, or derived by the ratio type of self-calibration techniques. This calibration complies with ANSI/NC SL Z540.3-2006 and ISO/IEC 17025:2017.

Measurement uncertainties are calculated in accordance with the ISO "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement."


Reported uncertainties represent expanded uncertainties expressed at approximately the 95% confidence level using a coverage factor of  $k = 2$ . Any Test Uncertainty Ratio (TUR) that is less than four to one will appear under the "TUR" heading on the data record. If the TUR meets or exceeds four to one, the field is left blank.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from McHale Performance.

**REMARKS:** Limited Calibration: Type K Read/Source only.



Calibrated By:



Approved By:

#### Standards Used

Asset #	Description	Serial #	Cal Date	Due Date
14001	Fluke 5520A Multi-Function Calibrator	8635015	10/23/2018	10/23/2019



## Test Results

<u>Standard Reading</u>	<u>UUT Reading</u>	<u>Test Tol</u>	<u>% Tol Error</u>	<u>PASS/FAIL</u>	<u>Expanded Unc.</u>	<u>TUR</u>
LIMITED TOLERANCE APPLIED SEE DATA BELOW						
K-Type READ - DEGREES C						
-200.0 °C	-199.8 C	0.60 C	33.3	Pass	2.6e-001 C	1.82
0.0 °C	0.1 C	0.20 C	50	Pass	1.4e-001 C	1.25
100.0 °C	100.1 C	0.20 C	50	Pass	1.4e-001 C	1.25
500.0 °C	500.1 C	0.20 C	50	Pass	2.1e-001 C	0.77
1000.0 °C	1000.2 C	0.20 C	100	Pass	2.1e-001 C	0.77
1370.0 °C	1370.2 C	0.30 C	66.7	Pass	3.2e-001 C	0.75
K-Type Source - DEGREES C						
-200 °C	-200 C	0.6 C	78.3	Pass	6.3e-001 C	1.82
0 °C	0 C	0.2 C	70	Pass	5.9e-001 C	1.25
100 °C	100 C	0.2 C	60	Pass	5.9e-001 C	1.25
500 °C	500 C	0.2 C	35	Pass	6.1e-001 C	0.77
1000 °C	1000 C	0.2 C	85	Pass	6.1e-001 C	0.77
1370 °C	1370 C	0.3 C	80	Pass	6.6e-001 C	0.75

\*\*\*\*\* End of Report \*\*\*\*\*



**UNIT UNDER TEST:** Pocket Wind/Baro/Humidity Meter  
**SERIAL NUMBER:**  
**ASSET NUMBER:** 10416  
**MFR. / MODEL:** Kestrel 3500  
**PROCEDURE NAME:** Kestrel 1000-3500: Cal Ver  
**PROCEDURE REV.:** 1 - 3/14/2019  
**CALIBRATED BY:** Grant Shropshire  
**CUSTOMER:** McHale & Associates  
4700 Coster Rd.  
Knoxville, TN 37912

**TEST RESULT:** **PASS**  
**CAL DATE:** 14 March 2019  
**CAL DUE:**  
**DATA TYPE:** FOUND-LEFT  
**TEMPERATURE:** 22.00 °C +/- 1.1°C  
**HUMIDITY:** 32 % +/- 5%  
  
**CAL RANGE:** N/A  
**CAL UNITS:** N/A

McHale Performance certifies that the above listed instrument meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure unless otherwise noted. It has been calibrated using measurement standards traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST), or to NIST accepted intrinsic standards of measurement, or derived by the ratio type of self-calibration techniques. This calibration complies with ANSI/NCSL Z540.3-2006 and ISO/IEC 17025:2017.

Measurement uncertainties are calculated in accordance with the ISO "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement."

Reported uncertainties represent expanded uncertainties expressed at approximately the 95% confidence level using a coverage factor of  $k = 2$ . Any Test Uncertainty Ratio (TUR) that is less than four to one will appear under the "TUR" heading on the data record. If the TUR meets or exceeds four to one, the field is left blank.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from McHale Performance.

**REMARKS:** Instrument operating within tolerance.



Calibrated By:



Approved By:

#### Standards Used

Asset #	Description	Serial #	Cal Date	Due Date
10261	Hart Scientific 1529 Thermometer Chub-E4	23202	2/5/2019	2/5/2020
14025	DH Instruments PPC4 Pressure Controller/Calibrator	217	7/14/2018	7/14/2019
14052	DH Instruments RPM4 Pressure Controller/Calibrator	1067	7/17/2018	7/17/2019
14062	Hart Scientific 5699 Standard Platinum Resistance Thermometer	1152	11/6/2018	11/6/2019
23433	Vaisala HMP233 Humidity/Temp Transmitter	x4220114	10/2/2018	10/31/2019



## Test Results

<u>Standard Reading</u>	<u>UUT Reading</u>	<u>Test Tol</u>	<u>% Tol Error</u>	<u>PASS/FAIL</u>	<u>Expanded Unc.</u>	<u>TUR</u>
PRESSURE VERIFICATION						
25.000 inHg	25.02inHg	0.044inHg	45.5	Pass	6.3e-003inHg	
28.000 inHg	28.02inHg	0.044inHg	45.5	Pass	6.3e-003inHg	
30.500 inHg	30.52inHg	0.044inHg	45.5	Pass	6.3e-003inHg	
Temperature VERIFICATION						
72.60 °F	73.3°F	0.90°F	77.8	Pass	6.3e-002°F	
Humidity VERIFICATION						
38.8 percent	42percent	3.00percent	96.7	Pass	5.8e-002percent	3.00

\*\*\*\*\* End of Report \*\*\*\*\*





Gas Technologies  
Medical Technologies  
Safety Technologies  
Welding Technologies

August 23, 2018

**Dear Customer:**

**This is your Certificate of Analysis:**

Product: Nitrogen UHP

Serial Number: 2910008

Lot Number: 109233181441

Component	Min Purity	Analytical Results	Analytical Method
Oxygen	$\leq 2.0$ ppm	< 2.0 ppm	Electrochemical Cell (Delta F)
Moisture	$\leq 2.0$ ppm	< 2.0 ppm	Panametrics 2
Total Hydrocarbons (as methane)	$\leq 0.5$ ppm	< 0.5 ppm	Gow-Mac 23-500
Assay	99.999%	>99.999%	

Lab Chemist





nexAir, LLC  
2534 N.W. 16th Blvd.  
Okeechobee, FL 34972  
(863) 763-0007  
www.nexAir.com

Issue Date: 8/30/2018

Nexair Order Number: N/A  
Customer Order Number: N/A


Product Lot Number: 109242181433  
Product Part Number: SG NICD10-80

## CERTIFICATE OF ANALYSIS (Certified)

Cylinder Serial Number	Components	Requested Concentration	Certified Concentration
Q103098	Carbon Dioxide Nitrogen	10 % Balance	10.0 % Balance

Cylinder Style: 80  
Cylinder Pressure @70°F (21°C): 2000 psig.  
Cylinder Volume: 73 ft<sup>3</sup>

Valve Outlet Connection: 580  
Filling Method: Gravimetric  
Date of Fill: 8/30/2018

Approved Signer: 

This gas calibration cylinder standard prepared by nexAir, LLC is considered a certified standard. It is prepared by gravimetric, volumetric, or partial pressure techniques. The calibration standard provided is certified against Nexair Reference Materials which are either prepared by weights traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST) or by using NIST Standard Reference Materials where available.

Note: All expressions for concentration (e.g., % or ppm) are for gas phase, by volume (e.g., ppmv) unless otherwise noted.

### IMPORTANT

The information contained herein has been prepared at your request by personnel within nexAir, LLC. While we believe the information is accurate within the limits of the analytical methods employed and is complete to the extent of the specific analyses performed, we make no warranty or representation as to the suitability of the use of the information for any particular purpose. The information is offered with the understanding that any use of the information is at the sole discretion and risk of the user. In no event shall liability of nexAir, LLC arising out of the use of the information contained herein exceed the fee established for providing such information.

Page 1 of 1





nexAir, LLC  
2534 N.W. 16th Blvd.  
Okeechobee, FL 34972  
(863) 763-0007  
www.nexAir.com

Issue Date: 8/30/2018

Nexair Order Number: N/A  
Customer Order Number: N/A

Product Lot Number: 109242181431  
Product Part Number: SG NICD18-2

## CERTIFICATE OF ANALYSIS (Certified)

Cylinder Serial Number	Components	Requested Concentration	Certified Concentration
LK-392302	Carbon Dioxide Nitrogen	18 % Balance	18.0 % Balance

Cylinder Style: 2  
Cylinder Pressure @70°F (21°C): 2000 psig.  
Cylinder Volume: 225 ft<sup>3</sup>

Valve Outlet Connection: 580  
Filling Method: Gravimetric  
Date of Fill: 8/30/2018

Approved Signer: 

This gas calibration cylinder standard prepared by nexAir, LLC is considered a certified standard. It is prepared by gravimetric, volumetric, or partial pressure techniques. The calibration standard provided is certified against Nexair Reference Materials which are either prepared by weights traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST) or by using NIST Standard Reference Materials where available.

Note: All expressions for concentration (e.g., % or ppm) are for gas phase, by volume (e.g., ppmv) unless otherwise noted.

### IMPORTANT

The information contained herein has been prepared at your request by personnel within nexAir, LLC. While we believe the information is accurate within the limits of the analytical methods employed and is complete to the extent of the specific analyses performed, we make no warranty or representation as to the suitability of the use of the information for any particular purpose. The information is offered with the understanding that any use of the information is at the sole discretion and risk of the user. In no event shall liability of nexAir, LLC arising out of the use of the information contained herein exceed the fee established for providing such information.

Page 1 of 1









Praxair Distribution, Inc.  
6055 Brent Drive  
Toledo, OH 43611  
Tel: +1 (419) 729-7732  
Fax: +1 (419) 729-2411

**Customer & Order Information:**

NEXAIR  
1385 CORPORATE AVE, PO BOX 161182  
MEMPHIS, TN 38186-1182  
Praxair Order Number: 63361868  
Customer PO Number: 1048800

Certificate Modification Date: 9/10/2018

Certification Date: 9/10/2018  
Lot Number: 700018250GG  
Part Number: NI CO100NS13CAQ  
DocNumber: 8437  
Expiration Date: 9/10/2021

**CERTIFICATE OF ANALYSIS**  
Certified Standard

Component	Requested Concentration (Molar)	Certified Concentration (Molar)	Analytical Reference	Analytical Uncertainty
Nitric oxide	100 ppm	102 ppm	3	± 2%
Carbon monoxide	100 ppm	101 ppm	2	± 2%
Sulfur dioxide	50.0 ppm	50.7 ppm	1	± 5%
Nitrogen	Balance	Balance		

Cylinder Style: AQ  
Cylinder Pressure @ 70F: 2200 psig  
Cylinder Volume: 80.9 ft<sup>3</sup>  
Valve Outlet Connection: CGA 660  
Cylinder Number(s): LL126831

Fill Date: 9/7/2018  
Analysis Date: 9/10/2018

Filling Method: Gravimetric

For Reference Only: NCx 102 ppm

QA Reviewer: Edward E Zucal

Approved Signer: Marcus Huguley

**Key to Analytical Techniques:**

Reference	Analytical Instrument - Analytical Principle
1	AMTEK 921 - UV Spectrometry
2	HORIBA VA-510 - NDIR
3	THERMO SCIENTIFIC 42i LS - Chemiluminescence

The gas calibration cylinder standard prepared by Praxair Distribution, Inc. is considered a certified standard. It is prepared by gravimetric, volumetric, or partial pressure techniques. The calibration standard provided is certified against Praxair Distribution, Inc. Reference Materials which are either prepared by weights traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST), Measurement Canada, or by using NIST Standard Reference Materials where available.

Note: All expressions for concentration (e.g., % or ppm) are for gas phase, by volume (e.g., ppmv) unless otherwise noted. Analytical uncertainty is expressed as a Relative % unless otherwise noted.

**IMPORTANT**  
The information contained herein has been prepared at your request by personnel within Praxair Distribution, Inc.. While we believe the information is accurate within the limits of the analytical methods employed and is complete to the extent of the specific analyses performed, we make no warranty or representation as to the suitability of the use of the information for any particular purpose. The information is offered with the understanding that any use of the information is at the sole discretion and risk of the user. In no event shall liability of Praxair Distribution, Inc. arising out of the use of the information contained herein exceed the fee established for providing such information.





Praxair Distribution, Inc.  
6055 Brent Drive  
Toledo, OH 43611  
Tel: +1 (419) 729-7732  
Fax: +1 (419) 729-2411

#### Customer & Order Information:

NEXAIR  
1385 CORPORATE AVE, PO BOX 161182  
MEMPHIS, TN 38186-1182  
Praxair Order Number: **63361868**  
Customer PO Number: **1048800**

Certificate Modification Date: **9/13/2018**  
Certification Date: **9/13/2018**  
Lot Number: **700018250GI**  
Part Number: **NI CO180NS12CAQ**  
DocNumber: **9349**  
Expiration Date: **9/12/2021**

### CERTIFICATE OF ANALYSIS

*Certified Standard*

Component	Requested Concentration (Molar)	Certified Concentration (Molar)	Analytical Reference	Analytical Uncertainty
Nitric oxide	180 ppm	186 ppm	3	± 2%
Carbon monoxide	180 ppm	185 ppm	2	± 2%
Sulfur dioxide	90.0 ppm	91.0 ppm	1	± 2%
Nitrogen	Balance	Balance		

Cylinder Style: **AQ**  
Cylinder Pressure @ 70F: **2200 psig**  
Cylinder Volume: **80.9 ft<sup>3</sup>**  
Valve Outlet Connection: **CGA 660**  
Cylinder Number(s): **LL126751**

Fill Date: **9/7/2018**  
Analysis Date: **9/12/2018**

Filling Method: **Gravimetric**

For Reference Only: **NOx 187 ppm**

QA Reviewer: **Edward E Zucal**

Approved Signer: **Jesse L Glass**

#### Key to Analytical Techniques:

Reference	Analytical Instrument - Analytical Principle
1	AMTEK 921 - UV Spectrometry
2	HORIBA VA-510 - NDIR
3	THERMO SCIENTIFIC 42i LS - Chemiluminescence

The gas calibration cylinder standard prepared by Praxair Distribution, Inc. is considered a certified standard. It is prepared by gravimetric, volumetric, or partial pressure techniques. The calibration standard provided is certified against Praxair Distribution, Inc. Reference Materials which are either prepared by weights traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST), Measurement Canada, or by using NIST Standard Reference Materials where available.

Note: All expressions for concentration (e.g., % or ppm) are for gas phase, by volume (e.g., ppmv) unless otherwise noted. Analytical uncertainty is expressed as a Relative % unless otherwise noted.

#### IMPORTANT

The information contained herein has been prepared at your request by personnel within Praxair Distribution, Inc.. While we believe the information is accurate within the limits of the analytical methods employed and is complete to the extent of the specific analyses performed, we make no warranty or representation as to the suitability of the use of the information for any particular purpose. The information is offered with the understanding that any use of the information is at the sole discretion and risk of the user. In no event shall liability of Praxair Distribution, Inc. arising out of the use of the information contained herein exceed the fee established for providing such information.



## APPENDIX D

### **Datos del Proceso**



G	Point Name	Description	Units
1 On	(A) 1AT1FG002A-NC.UNIT0@NET1	STACK NOx NON CORR	ppm
2 On	(A) 1AT1FG002B-NC.UNIT0@NET1	STACK SO2 NON CORR	ppm
3 On	(A) 1AT1FG002D-NC.UNIT0@NET1	STACK CO NON CORR	ppm
4 On	(A) 1ATFG002C.UNIT0@NET0	STACK CO2	%
5 On	(A) 1FTFG003.UNIT0@NET0	STACK FG FLO	Nm3/mn
6 On	(A) 1JITG400.UNIT0@NET0	ACTIVE POWER 1	MW

Date Time	1AT1FG002A-NC.UNIT0@NET1	1AT1FG002B-NC.UNIT0@NET1	1AT1FG002D-NC.UNIT0@NET1	1ATFG002C.UNIT0@NET1	1FTFG003.UNIT0@NET1	(A) 1JITG400.UNIT0@NET0
Run 1						
	03/25/19 10:21 AM	158.30	77.70	-0.30	8.85	9670.50 146.0
	03/25/19 10:22 AM	173.50	77.80	-0.30	8.82	9614.40 146.4
	03/25/19 10:23 AM	159.20	78.90	-0.30	8.71	9742.60 145.0
	03/25/19 10:24 AM	148.40	79.30	-0.30	8.85	9583.50 144.7
	03/25/19 10:25 AM	141.50	79.10	-0.30	8.80	9652.20 144.5
	03/25/19 10:26 AM	157.00	79.30	-0.30	8.88	9720.80 143.9
	03/25/19 10:27 AM	162.10	77.50	-0.30	8.78	9687.70 143.8
	03/25/19 10:28 AM	162.00	78.60	-0.30	8.73	9866.20 143.2
	03/25/19 10:29 AM	152.70	78.30	-0.30	8.78	9787.20 143.5
	03/25/19 10:30 AM	158.80	79.80	-0.30	8.80	9756.30 143.2
	03/25/19 10:31 AM	168.90	79.60	-0.30	8.70	9740.30 143.8
	03/25/19 10:32 AM	196.80	78.90	-0.30	8.68	9750.60 144.1
	03/25/19 10:33 AM	171.80	78.70	-0.30	8.77	9867.30 144.8
	03/25/19 10:34 AM	143.30	79.90	-0.30	8.81	9786.10 145.8
	03/25/19 10:35 AM	155.40	80.00	-0.30	8.78	9738.00 145.6
	03/25/19 10:36 AM	170.50	78.90	-0.30	8.78	9803.20 145.8
	03/25/19 10:37 AM	178.20	78.50	-0.30	8.73	9836.40 146.0
	03/25/19 10:38 AM	166.40	77.90	-0.30	8.73	9699.10 146.2
	03/25/19 10:39 AM	177.70	77.80	-0.30	8.76	9758.60 147.0
	03/25/19 10:40 AM	169.50	79.90	-0.30	8.81	9799.80 146.9
	03/25/19 10:41 AM	171.20	80.20	-0.30	8.87	9669.30 148.1
	03/25/19 10:42 AM	142.40	81.40	-0.30	8.86	9585.80 148.6
	03/25/19 10:43 AM	144.50	80.40	-0.30	8.89	9635.00 148.7
	03/25/19 10:44 AM	165.60	80.20	-0.30	8.90	9707.10 148.3
	03/25/19 10:45 AM	146.10	78.60	-0.30	8.91	9684.20 147.9
	03/25/19 10:46 AM	153.60	78.40	-0.30	8.81	9605.30 148.1
	03/25/19 10:47 AM	191.60	77.30	-0.30	8.92	9529.70 148.7
	03/25/19 10:48 AM	169.80	79.80	-0.30	8.88	9631.60 148.8
	03/25/19 10:49 AM	144.60	78.20	-0.30	8.82	9709.40 148.8
	03/25/19 10:50 AM	154.00	78.10	-0.30	8.99	9715.10 148.5
	03/25/19 10:51 AM	163.20	81.00	-0.30	9.02	9696.80 148.3
	03/25/19 10:52 AM	170.40	82.20	-0.30	8.90	9681.90 147.6
	03/25/19 10:53 AM	144.10	80.30	-0.30	8.83	9733.40 146.2
	03/25/19 10:54 AM	146.10	80.30	-0.30	8.92	9601.80 144.9
	03/25/19 10:55 AM	173.80	79.30	-0.30	8.46	9596.10 145.0
	03/25/19 10:56 AM	227.00	74.00	-0.30	8.32	9548.00 144.6
	03/25/19 10:57 AM	202.10	75.50	-0.30	8.68	9567.50 145.3
	03/25/19 10:58 AM	159.20	79.80	-0.30	9.03	9490.80 145.7
	03/25/19 10:59 AM	134.60	81.40	-0.30	9.08	9506.80 145.7
	03/25/19 11:00 AM	135.00	80.30	-0.30	8.96	9635.00 145.8
	03/25/19 11:01 AM	159.00	79.40	-0.30	8.91	9680.80 145.7
	03/25/19 11:02 AM	167.20	80.40	-0.30	8.85	9700.20 145.5
	03/25/19 11:03 AM	148.60	82.00	-0.30	8.92	9731.10 146.0
	03/25/19 11:04 AM	145.30	81.00	-0.30	8.89	9660.20 145.9
	03/25/19 11:05 AM	174.80	83.60	-0.30	8.88	9686.50 146.0
	03/25/19 11:06 AM	186.90	82.70	-0.30	8.89	9656.80 146.6
	03/25/19 11:07 AM	183.60	80.00	-0.30	8.87	9574.40 146.0
	03/25/19 11:08 AM	167.10	81.20	-0.30	8.84	9570.90 146.0
	03/25/19 11:09 AM	161.50	80.30	-0.30	8.81	9619.00 145.5
	03/25/19 11:10 AM	172.40	80.40	-0.30	8.85	9532.00 145.4
	03/25/19 11:11 AM	201.40	80.90	-0.30	8.79	9655.60 145.6
	03/25/19 11:12 AM	199.70	80.50	-0.30	8.78	9590.40 145.8
	03/25/19 11:13 AM	146.90	80.80	-0.30	8.88	9734.60 145.7
	03/25/19 11:14 AM	156.60	83.20	-0.30	8.85	9659.00 146.4
	03/25/19 11:15 AM	192.10	82.80	-0.30	8.81	9635.00 146.3
	03/25/19 11:16 AM	196.90	83.50	-0.30	8.88	9643.00 146.6
	03/25/19 11:17 AM	151.50	83.60	-0.30	8.88	9653.30 146.6
	03/25/19 11:18 AM	176.10	80.20	-0.30	8.87	9676.20 147.2
	03/25/19 11:19 AM	170.00	82.30	-0.30	8.93	9681.90 147.5
	03/25/19 11:20 AM	186.30	81.80	-0.30	8.91	9747.20 147.9
	03/25/19 11:21 AM	143.90	84.40	-0.30	9.02	9743.70 147.8
	<b>AVERAGES:</b>	<b>165.55</b>	<b>79.97</b>	<b>-0.30</b>	<b>8.83</b>	<b>9675.79 146.15</b>



## Run 2

03/25/19 11:55 AM	198.30	82.70	-0.30	8.80	9612.10	145.1
03/25/19 11:56 AM	147.20	85.80	-0.30	8.77	9584.70	145.2
03/25/19 11:57 AM	162.60	85.20	-0.30	8.82	9653.30	145.0
03/25/19 11:58 AM	164.40	86.70	-0.30	8.84	9692.20	145.2
03/25/19 11:59 AM	184.20	86.40	-0.30	8.89	9670.50	145.0
03/25/19 12:00 PM	162.60	86.80	-0.30	8.94	9694.50	144.7
03/25/19 12:01 PM	172.40	88.10	-0.30	8.74	9578.90	144.9
03/25/19 12:02 PM	224.40	86.70	-0.30	8.74	9590.40	144.9
03/25/19 12:03 PM	157.60	87.40	-0.30	8.78	9592.70	144.5
03/25/19 12:04 PM	125.00	86.80	-0.30	8.84	9673.90	144.6
03/25/19 12:05 PM	180.30	87.10	-0.30	8.77	9629.30	144.0
03/25/19 12:06 PM	209.70	88.10	-0.30	8.70	9597.20	144.3
03/25/19 12:07 PM	173.10	87.00	-0.30	8.74	9596.10	143.5
03/25/19 12:08 PM	140.90	88.60	-0.30	8.77	9528.60	143.4
03/25/19 12:09 PM	124.90	89.50	-0.30	8.75	9570.90	142.9
03/25/19 12:10 PM	149.20	87.40	-0.30	8.63	9574.40	142.7
03/25/19 12:11 PM	158.20	84.20	-0.30	8.72	9647.60	142.5
03/25/19 12:12 PM	150.20	85.20	-0.30	8.69	9501.10	142.9
03/25/19 12:13 PM	165.30	83.10	-0.30	8.68	9466.80	143.1
03/25/19 12:14 PM	131.20	30.10	-0.30	8.73	9544.60	143.3
03/25/19 12:15 PM	149.40	81.10	-0.30	8.78	9509.10	143.7
03/25/19 12:16 PM	136.00	28.90	-0.30	8.82	9488.50	143.8
03/25/19 12:17 PM	128.60	27.80	-0.30	8.79	9418.70	143.3
03/25/19 12:18 PM	136.40	27.90	-0.30	8.80	9501.10	143.4
03/25/19 12:19 PM	135.90	27.90	-0.30	8.79	9702.50	142.9
03/25/19 12:20 PM	147.10	27.30	-0.30	8.71	9583.50	142.4
03/25/19 12:21 PM	154.80	27.90	-0.30	8.74	9455.30	142.2
03/25/19 12:22 PM	150.00	27.90	-0.30	8.72	9606.40	142.3
03/25/19 12:23 PM	154.30	27.70	-0.30	8.55	9667.10	142.5
03/25/19 12:24 PM	160.30	26.80	-0.30	8.71	9584.70	142.1
03/25/19 12:25 PM	166.10	28.10	-0.30	8.67	9662.50	142.0
03/25/19 12:26 PM	156.00	28.20	-0.30	8.67	9580.10	141.7
03/25/19 12:27 PM	147.00	28.90	-0.30	8.69	9564.10	141.9
03/25/19 12:28 PM	178.40	28.40	-0.30	8.65	9633.90	141.0
03/25/19 12:29 PM	195.70	28.30	-0.30	8.67	9559.50	140.9
03/25/19 12:30 PM	182.90	28.60	-0.30	8.59	9620.10	140.9
03/25/19 12:31 PM	159.00	29.10	-0.30	8.63	9615.60	140.5
03/25/19 12:32 PM	174.40	28.90	-0.30	8.56	9581.20	140.8
03/25/19 12:33 PM	183.30	28.30	-0.30	8.61	9591.50	141.4
03/25/19 12:34 PM	157.60	27.90	-0.30	8.60	9621.30	141.8
03/25/19 12:35 PM	158.30	28.90	-0.30	8.73	9535.40	142.5
03/25/19 12:36 PM	170.10	30.00	-0.30	8.75	9654.50	142.5
03/25/19 12:37 PM	154.00	29.10	-0.30	8.69	9583.50	142.1
03/25/19 12:38 PM	115.90	28.90	-0.30	8.74	9575.50	142.8
03/25/19 12:39 PM	149.30	28.80	-0.30	8.59	9617.80	142.0
03/25/19 12:40 PM	141.10	28.80	-0.30	8.70	9542.30	142.8
03/25/19 12:41 PM	172.40	28.80	-0.30	8.54	9710.50	143.0
03/25/19 12:42 PM	171.40	28.20	-0.30	8.67	9580.10	143.2
03/25/19 12:43 PM	135.60	28.30	-0.30	8.64	9509.10	143.3
03/25/19 12:44 PM	138.50	28.90	-0.30	8.63	9619.00	143.3
03/25/19 12:45 PM	143.80	28.50	-0.30	8.69	9557.20	143.1
03/25/19 12:46 PM	146.60	28.50	-0.30	8.69	9455.30	143.0
03/25/19 12:47 PM	135.30	28.40	-0.30	8.70	9518.30	143.1
03/25/19 12:48 PM	158.40	27.40	-0.30	8.69	9519.40	143.0
03/25/19 12:49 PM	134.30	28.00	-0.30	8.68	9646.50	143.0
03/25/19 12:50 PM	123.80	27.90	-0.30	8.73	9619.00	143.3
03/25/19 12:51 PM	144.30	28.30	-0.30	8.80	9540.00	143.7
03/25/19 12:52 PM	161.50	28.40	-0.30	8.70	9631.60	143.8
03/25/19 12:53 PM	150.50	28.00	-0.30	8.81	9660.20	143.6
03/25/19 12:54 PM	123.40	28.30	-0.30	8.87	9636.20	143.7
03/25/19 12:55 PM	138.60	29.50	-0.30	8.81	9698.00	143.4
<b>AVERAGES:</b>	<b>155.77</b>	<b>47.36</b>	<b>-0.30</b>	<b>8.72</b>	<b>9589.44</b>	<b>143.07</b>



## Run 3

03/25/19 01:28 PM	137.00	28.60	-0.30	8.77	9707.10	144.4
03/25/19 01:29 PM	142.90	28.20	-0.30	8.71	9680.80	144.6
03/25/19 01:30 PM	154.40	28.40	-0.30	8.78	9620.10	144.2
03/25/19 01:31 PM	142.10	28.60	-0.30	8.78	9544.60	144.4
03/25/19 01:32 PM	139.50	29.10	-0.30	8.86	9715.10	144.1
03/25/19 01:33 PM	115.70	29.40	-0.30	8.75	9662.50	143.5
03/25/19 01:34 PM	138.20	28.70	-0.30	8.69	9583.50	144.0
03/25/19 01:35 PM	126.50	28.00	-0.30	8.67	9603.00	144.4
03/25/19 01:36 PM	124.10	28.10	-0.30	8.74	9562.90	143.8
03/25/19 01:37 PM	104.20	28.10	-0.30	8.78	9622.40	143.6
03/25/19 01:38 PM	101.00	28.70	-0.30	8.82	9522.90	144.1
03/25/19 01:39 PM	101.10	28.20	-0.30	8.81	9493.10	144.0
03/25/19 01:40 PM	98.00	27.70	-0.30	8.80	9560.60	144.6
03/25/19 01:41 PM	98.70	27.80	-0.30	8.84	9528.60	144.3
03/25/19 01:42 PM	116.90	27.20	-0.30	8.79	9467.90	144.8
03/25/19 01:43 PM	134.80	27.70	-0.30	8.91	9554.90	144.8
03/25/19 01:44 PM	122.80	27.70	-0.30	8.91	9624.70	145.3
03/25/19 01:45 PM	116.50	28.10	-0.30	8.95	9635.00	145.9
03/25/19 01:46 PM	158.70	28.40	-0.30	8.89	9645.30	146.1
03/25/19 01:47 PM	134.70	27.80	-0.30	8.99	9662.50	146.9
03/25/19 01:48 PM	145.10	28.30	-0.30	9.06	9685.40	147.4
03/25/19 01:49 PM	134.40	28.40	-0.30	8.93	9591.50	147.6
03/25/19 01:50 PM	123.50	28.50	-0.30	8.99	9724.30	147.6
03/25/19 01:51 PM	136.50	28.60	-0.30	8.91	9451.90	147.5
03/25/19 01:52 PM	139.60	28.30	-0.30	8.93	9551.50	146.9
03/25/19 01:53 PM	143.80	28.50	-0.30	8.92	9496.50	146.3
03/25/19 01:54 PM	132.50	27.50	-0.30	8.81	9550.30	146.8
03/25/19 01:55 PM	112.70	27.80	-0.30	8.97	9605.30	146.7
03/25/19 01:56 PM	117.00	27.10	-0.30	8.91	9595.00	146.6
03/25/19 01:57 PM	116.90	27.40	-0.30	8.95	9505.70	146.9
03/25/19 01:58 PM	130.60	27.70	-0.30	8.96	9496.50	147.3
03/25/19 01:59 PM	112.20	28.00	-0.30	8.99	9513.70	146.4
03/25/19 02:00 PM	101.10	27.10	-0.30	8.90	9551.50	146.1
03/25/19 02:01 PM	103.50	26.80	-0.30	8.90	9517.10	146.2
03/25/19 02:02 PM	111.10	27.10	-0.30	8.87	9623.60	146.4
03/25/19 02:03 PM	121.80	27.60	-0.30	8.91	9661.30	145.9
03/25/19 02:04 PM	118.40	27.50	-0.30	8.94	9722.00	145.7
03/25/19 02:05 PM	103.20	28.40	-0.30	8.88	9641.90	146.3
03/25/19 02:06 PM	120.50	28.10	-0.30	8.82	9453.00	145.9
03/25/19 02:07 PM	137.30	27.80	-0.30	8.84	9551.50	145.4
03/25/19 02:08 PM	123.80	27.70	-0.30	8.84	9578.90	144.7
03/25/19 02:09 PM	122.70	27.00	-0.30	8.76	9490.80	144.9
03/25/19 02:10 PM	105.70	27.10	-0.30	8.81	9511.40	144.7
03/25/19 02:11 PM	92.60	26.50	-0.30	8.81	9541.20	144.9
03/25/19 02:12 PM	87.40	26.60	-0.30	8.89	9535.40	144.7
03/25/19 02:13 PM	62.80	27.60	-0.30	8.93	9537.70	144.1
03/25/19 02:14 PM	65.50	27.50	-0.30	8.86	9530.90	144.0
03/25/19 02:15 PM	94.10	27.10	-0.30	8.75	9613.30	143.9
03/25/19 02:16 PM	132.60	26.70	-0.30	8.83	9582.40	144.3
03/25/19 02:17 PM	136.40	27.60	-0.30	8.87	9700.20	143.6
03/25/19 02:18 PM	126.80	27.60	-0.30	8.85	9604.10	144.7
03/25/19 02:19 PM	133.50	27.30	-0.30	8.87	9554.90	145.0
03/25/19 02:20 PM	139.40	27.40	-0.30	8.90	9558.30	144.8
03/25/19 02:21 PM	127.20	28.10	-0.30	8.81	9722.00	145.8
03/25/19 02:22 PM	133.90	27.20	-0.30	8.77	9702.50	145.5
03/25/19 02:23 PM	112.20	26.60	-0.30	8.88	9689.90	145.3
03/25/19 02:24 PM	101.70	28.00	-0.30	8.78	9775.80	145.4
03/25/19 02:25 PM	105.10	27.80	-0.30	8.75	9710.50	145.5
03/25/19 02:26 PM	106.80	27.00	-0.30	8.78	9431.30	145.7
03/25/19 02:27 PM	109.30	27.50	-0.30	8.80	9651.00	145.9
03/25/19 02:28 PM	126.90	27.70	-0.30	8.77	9754.00	145.7
<b>AVERAGES:</b>	<b>116.45</b>	<b>27.63</b>	<b>-0.30</b>	<b>8.87</b>	<b>9601.15</b>	<b>146.02</b>



## APPENDIX E

### **Cálculos de Muestra**



### Example Calculations - Effluent Gas Concentration Determination

Project Number:	<u>18018.0</u>	Test Date:	<u>March 25, 2019</u>
Customer:	<u>First Quantum</u>	Facility:	<u>PACO Generating Station</u>
Unit Identification:	<u>Unit 1</u>	Run #:	<u>1</u>
Sample Location:	<u>Outlet</u>		

$$C_{\text{gas}} = (C - C_0) \times \frac{C_{\text{ma}}}{C_{\text{m}} - C_0}$$

Where:

$C_{\text{gas}}$  = Effluent gas concentration (ppm or % vol)

$C$  = Average gas concentration indicated by analyzer (ppm or % vol)

$C_0$  = Average of pre- and post-test system bias checks using low range gas (ppm or % vol)

$C_{\text{m}}$  = Average of pre- and post-test system bias checks using upscale gas (ppm or % vol)

$C_{\text{ma}}$  = Actual concentration of upscale gas (ppm or % vol)

<b>NO<sub>x</sub></b>	$C = \frac{120.290}{103.610} \text{ ppm}$	$C_0 = \frac{0.255}{101.000} \text{ ppm}$
	$C_{\text{m}} = \frac{120.290}{103.610} \text{ ppm}$	$C_{\text{ma}} = \frac{0.255}{101.000} \text{ ppm}$

**$C_{\text{NOx}} = 117.30 \text{ ppm}$**

<b>SO<sub>2</sub></b>	$C = \frac{30.340}{50.680} \text{ ppm}$	$C_0 = \frac{0.110}{50.700} \text{ ppm}$
	$C_{\text{m}} = \frac{30.340}{50.680} \text{ ppm}$	$C_{\text{ma}} = \frac{0.110}{50.700} \text{ ppm}$

**$C_{\text{SO2}} = 30.308 \text{ ppm}$**

<b>CO</b>	$C = \frac{5.200}{103.380} \text{ ppm}$	$C_0 = \frac{-0.015}{102.000} \text{ ppm}$
	$C_{\text{m}} = \frac{5.200}{103.380} \text{ ppm}$	$C_{\text{ma}} = \frac{-0.015}{102.000} \text{ ppm}$

**$C_{\text{CO}} = 5.145 \text{ ppm}$**

<b>CO<sub>2</sub></b>	$C = \frac{9.710}{18.085} \text{ %vol}$	$C_0 = \frac{0.085}{18.000} \text{ %vol}$
	$C_{\text{m}} = \frac{9.710}{18.085} \text{ %vol}$	$C_{\text{ma}} = \frac{0.085}{18.000} \text{ %vol}$

**$C_{\text{CO2}} = 9.625 \text{ %vol}$**

<b>O<sub>2</sub></b>	$C = \frac{12.070}{20.705} \text{ %vol}$	$C_0 = \frac{0.000}{20.900} \text{ %vol}$
	$C_{\text{m}} = \frac{12.070}{20.705} \text{ %vol}$	$C_{\text{ma}} = \frac{0.000}{20.900} \text{ %vol}$

**$C_{\text{O2}} = 12.184 \text{ %vol}$**

Note: Interim results are not rounded.



<b>Example Calculations - Conversion From Dry to Wet Basis Concentration</b>
--

Project Number:	<u>18018.0</u>	Test Date:	<u>March 25, 2019</u>
Customer:	<u>First Quantum</u>	Facility:	<u>PACO Generating Statio</u>
Unit Identification:	<u>Unit 1</u>	Run #:	<u>1</u>

$$C_{\text{gas wet}} = C_{\text{gas dry}} \times (1 - B_{\text{ws}})$$

C NO <sub>x</sub> dry =	117.300 ppm	B <sub>ws</sub> =	0.060
-------------------------	-------------	-------------------	-------

<b>C NO<sub>x</sub> wet =</b>	110.262
-------------------------------	---------

C SO <sub>2</sub> dry =	30.308 ppm	B <sub>ws</sub> =	0.060
-------------------------	------------	-------------------	-------

<b>C SO<sub>2</sub> wet =</b>	28.489
-------------------------------	--------

C CO dry =	5.145 ppm	B <sub>ws</sub> =	0.060
------------	-----------	-------------------	-------

<b>C CO wet =</b>	4.836
-------------------	-------

C CO <sub>2</sub> dry =	9.625 % vol	B <sub>ws</sub> =	0.060
-------------------------	-------------	-------------------	-------

<b>C CO<sub>2</sub> wet =</b>	9.048
-------------------------------	-------

C O <sub>2</sub> dry =	12.184 % vol	B <sub>ws</sub> =	0.060
------------------------	--------------	-------------------	-------

<b>C O<sub>2</sub> wet =</b>	11.453
------------------------------	--------

Note: Interim results are not rounded.



### Example Calculations - Pollutant Concentration Corrected to a Reference % Oxygen

Project Number:	<u>18018.0</u>	Test Date:	<u>March 25, 2019</u>
Customer:	<u>First Quantum</u>	Facility:	<u>PACO Generating Station</u>
Unit Identification:	<u>Unit 1</u>	Run #:	<u>1</u>

$$C_{\text{gas}} @ \text{Reference \%O}_2 = C_{\text{gas}} \times \frac{(20.9 - \text{Ref \%O}_2)}{(20.9 - \%O_2)}$$

Where:

$C_{\text{gas}}$  = Effluent gas pollutant concentration (ppm)

%O<sub>2</sub> = Effluent gas Oxygen concentration (ppm or %vol)

20.9 = Concentration of Oxygen in ambient air (%vol)

Ref %O<sub>2</sub> = Reference Oxygen concentration

<b>NO<sub>x</sub></b>	$C_{\text{gas}}$ =	117.300	ppmvw	% O <sub>2</sub> =	12.184	% v/v wet
	Ref %O <sub>2</sub> =	6				

**$C_{\text{NOx}} @ \text{Ref \%O}_2 = 200.52 \text{ ppmvw}$**

<b>SO<sub>2</sub></b>	$C_{\text{gas}}$ =	30.308	ppmvw	% O <sub>2</sub> =	12.184	% v/v wet
	Ref %O <sub>2</sub> =	6				

**$C_{\text{SO}_2} @ \text{Ref \%O}_2 = 51.80 \text{ ppmvw}$**

<b>CO</b>	$C_{\text{gas}}$ =	5.145	ppmvw	% O <sub>2</sub> =	12.184	% v/v wet
	Ref %O <sub>2</sub> =	6				

**$C_{\text{CO}} @ \text{Ref \%O}_2 = 8.80 \text{ ppmvw}$**

Note: Interim results are not rounded.



### Example Calculations - Pollutant Emission Rate, Oxygen-Based Fuel Factor

Project Number:	18018.0	Test Date:	March 25, 2019
Customer:	First Quantum	Facility:	PACO Generating Station
Unit Identification:	Unit 1	Run #:	1

ER = Pollutant emission rate (lb/MMBtu)

$C_{gas}$  = Pollutant concentration (ppm dry basis)

MW = Pollutant molecular weight (gr/gr-mole)

$F_d$  = Oxygen-based fuel factor (dscf/MMBtu)

%O<sub>2</sub> = Concentration of oxygen in effluent gas (%vol dry basis)

1.194E-07 = Conversion constant for NOx. From Table 19-1 of Method 19, 40CFR, Appendix A

1.660E-07 = Conversion constant for SO<sub>2</sub>. From Table 19-1 of Method 19, 40CFR, Appendix A

7.269E-08 = Conversion constant for CO. Derived based on Table 19-1 of Method 19, 40CFR60, App. A

For NOx  $ER = C_{gas} \times 1.194E-07 \times F_d \times (20.9/(20.9 - \%O_2))$

**NOx**

$C_{gas} =$	117.300 ppm	%O <sub>2</sub> =	12.184 %vol
$F_d =$	9780 dscf/MMBtu		

**ER<sub>NOx</sub> = 0.3284 lb/MMBtu**

For SO<sub>2</sub>  $ER = C_{gas} \times 1.660E-07 \times F_d \times (20.9/(20.9 - \%O_2))$

**SO<sub>2</sub>**

$C_{gas} =$	30.308 ppm	%O <sub>2</sub> =	12.184 %vol
$F_d =$	9780 dscf/MMBtu		

**ER<sub>SO2</sub> = 0.1180 lb/MMBtu**

For CO  $ER = C_{gas} \times 7.269E-08 \times F_d \times (20.9/(20.9 - \%O_2))$

**CO**

$C_{gas} =$	5.1446 ppm	%O <sub>2</sub> =	12.184 %vol
$F_d =$	9780 dscf/MMBtu		

**ER<sub>CO</sub> = 0.0088 lb/MMBtu**

Note: Interim results are not rounded.



### Example Calculations - Pollutant Emission Rate, Carbon-Based Fuel Factor

Project Number:	18018.0	Test Date:	March 25, 2019
Customer:	First Quantum	Facility:	PACO Generating Station
Unit Identification:	Unit 1	Run #:	1

ER = Pollutant emission rate (lb/MMBtu)

$C_{\text{gas}}$  = Pollutant concentration (ppm, wet or dry basis, but the same as %CO<sub>2</sub>)

MW = Pollutant molecular weight (gr/gr-mole)

$F_c$  = Carbon-based fuel factor (dscf/MMBtu)

%CO<sub>2</sub> = Concentration of carbon dioxide in effluent gas (% vol wet or dry, but the same as  $C_{\text{gas}}$ )

1.194E-07 = Conversion constant for NOx. From Table 19-1 of Method 19, 40CFR, Appendix A

1.660E-07 = Conversion constant for SO<sub>2</sub>. From Table 19-1 of Method 19, 40CFR, Appendix A

7.269E-08 = Conversion constant for CO. Derived based on Table 19-1 of Method 19, 40CFR60, App. A

For NOx  $ER = C_{\text{gas}} \times 1.194\text{E-}07 \times F_c \times (100/\%CO_2)$

**NOx**  $C_{\text{gas}} = 110.262 \text{ ppm}$   $\%CO_2 = 9.048 \text{ \%vol}$   
 $F_c = 1800 \text{ scf/MMBtu}$

**ER<sub>NOx</sub> = 0.2619 lb/MMBtu**

For SO<sub>2</sub>  $ER = C_{\text{gas}} \times 1.660\text{E-}07 \times F_c \times (100/\%CO_2)$

**SO<sub>2</sub>**  $C_{\text{gas}} = 28.489 \text{ ppm}$   $\%CO_2 = 9.048 \text{ \%vol}$   
 $F_c = 1800 \text{ scf/MMBtu}$

**ER<sub>SO2</sub> = 0.0941 lb/MMBtu**

For CO  $ER = C_{\text{gas}} \times 7.269\text{E-}08 \times F_c \times (100/\%CO_2)$

**CO**  $C_{\text{gas}} = 4.836 \text{ ppm}$   $\%CO_2 = 9.048 \text{ \%vol}$   
 $F_c = 1800 \text{ scf/MMBtu}$

**ER<sub>CO</sub> = 0.0070 lb/MMBtu**

Note: Interim results are not rounded.



### Example Calculations - Pollutant Emission Rate, Volumetric Flow Rate-Based

Project Number:	18018.0	Test Date:	March 25, 2019
Customer:	First Quantum	Facility:	PACO Generating Station
Unit Identification:	Unit 1	Run #:	1

$$ER = C_{gas} \times C_f \times Flow \times 60$$

Where:

ER = Pollutant emission rate (lb/hr)

$C_{gas}$  = Pollutant concentration (ppm, wet or dry basis, but the same as flow)

MW = Pollutant molecular weight (gr/gr-mole)

Flow = Volumetric flow rate (cubic feet per minute wet or dry, but the same as  $C_{gas}$ )

$C_f$  = Conversion factor (ppm to lb/scf)

1.194E-07 = Conversion constant for NOx. From Table 19-1 of Method 19, 40CFR, Appendix A

1.660E-07 = Conversion constant for SO<sub>2</sub>. From Table 19-1 of Method 19, 40CFR, Appendix A

7.269E-08 = Conversion constant for CO. Derived based on Table 19-1 of Method 19, 40CFR60, App. A

For NOx

$$ER = C_{gas} \times 1.194E-07 \times Flow \times 60$$

$$C_{gas} = 110.262 \text{ ppmvw}$$

$$Flow = 374280 \text{ DSCFM}$$

$$ER_{NOx} = 295.650 \text{ lb/hr}$$

For SO<sub>2</sub>

$$ER = C_{gas} \times 1.660E-07 \times Flow \times 60$$

$$C_{gas} = 28.489 \text{ ppmvw}$$

$$Flow = 374280 \text{ DSCFM}$$

$$ER_{SO2} = 106.203 \text{ lb/hr}$$

For CO

$$ER = C_{gas} \times 7.269E-08 \times Flow \times 60$$

$$C_{gas} = 4.836 \text{ ppmvw}$$

$$Flow = 374280 \text{ DSCFM}$$

$$ER_{CO} = 7.894 \text{ lb/hr}$$

Note: Interim results are not rounded.



**Company:** First Quantum Minerals  
**Plant:** PACO Generating Station  
**Unit:** Unit 1  
**Test Location:** Colon Province, Panama

**Run:** 1  
**Test Date:** 3/25/2019

#### K-Factor Isokinetic Sampling Coefficient (based on pre-test data)

$$K\text{-Factor} = 846.72 \times (D_n)^4 \times \Delta H_{@I} \times C_p^2 \times (1-B_{ws})^2 \times \frac{(M_d \times T_m \times P_s)}{(M_s \times T_s \times (P_{bar} + (\Delta H_{@I}/13.6)))}$$

Where:

$T_s$  = Temperature of effluent gas ( $^{\circ}$ R)  
 $T_m$  = Average dry test meter temperature ( $^{\circ}$ R)  
 $D_n$  = Nozzle Diameter (in.)  
 $\Delta H_{@I}$  = Orifice pressure drop corresponding to 0.75 cfm meter flow rate (in.  $H_2O$ )  
 $C_p$  = Pitot Tube Coefficient (dimensionless)  
 $B_{ws}$  = Effluent gas fractional moisture content (dimensionless)  
 $M_d$  = Dry molecular weight of exhaust (lb/lb-mole)  
 $M_s$  = Molecular weight of exhaust, wet basis (lb/lb-mole)  
 $P_s$  = Absolute flue gas pressure ("Hg)  
 $P_{bar}$  = Ambient barometric pressure at sample elevation ("Hg)

$D_n = \frac{0.215}{1.82} \text{ in.}$	$P_s = \frac{29.51}{29.71} \text{ in. Hg abs.}$
$\Delta H_{@I} = \frac{1.82}{0.83} \text{ in. } H_2O$	$M_s = \frac{29.71}{620} \text{ lb/lb-mole}$
$C_p = \frac{0.83}{29.78} \text{ (dimensionless)}$	$T_s = \frac{620}{29.57} \text{ }^{\circ}\text{R}$
$M_d = \frac{29.78}{550} \text{ lb/lb-mole}$	$P_{bar} = \frac{29.57}{0.006} \text{ in. Hg}$
$T_m = \frac{550}{1.982} \text{ }^{\circ}\text{R}$	$B_{ws} = \frac{0.006}{1.982} \text{ (dimensionless)}$

$$K\text{-Factor} = 1.982$$

#### Dry Molecular Weight

$$M_d = 0.44 \times (\%CO_2) + 0.32 \times (\%O_2) + 0.28 \times \%N_2$$

Where:

$M_d$  = Effluent gas molecular weight (lb/lb-mole, dry basis)  
 $\%CO_2$  = Effluent gas Carbon Dioxide Content (% volume, dry basis)  
 $\%O_2$  = Effluent gas Oxygen Content (% volume, dry basis)  
 $\%N_2$  = Effluent gas Nitrogen Dioxide Content (% volume, dry basis)

$\%CO_2 = \frac{9.6}{12.2} \text{ } \%$	$\%N_2 = \frac{78.2}{12.2} \text{ } \%$
$\%O_2 = \frac{12.2}{12.2} \text{ } \%$	

$$M_d = 30.03 \text{ lb/lb-mole}$$

#### Wet Molecular Weight

$$M_s = M_d \times (1-B_{ws}) + (18.0 \times B_{ws})$$

Where:

$M_s$  = Effluent gas molecular weight (lb/lb-mole, wet basis)  
 $B_{ws}$  = Effluent gas fractional moisture content (dimensionless)

$M_d = \frac{30.03}{0.057} \text{ lb/lb-mole}$	$B_{ws} = \frac{0.057}{0.057}$
--	--------------------------------

$$M_s = 29.34 \text{ lb/lb-mole}$$



**Company:** First Quantum Minerals  
**Plant:** PACO Generating Station  
**Unit:** Unit 1  
**Test Location:** Colon Province, Panama

**Run:** 1  
**Test Date:** 3/25/2019

#### Effluent Gas Pressure

$$P_s = P_{bar} + (P_f/13.6)$$

Where:

$P_s$  = flue gas pressure ("Hg)

$P_{bar}$  = Ambient barometric pressure at sample elevation ("Hg)

$P_g$  = Flue gas gauge pressure ("H<sub>2</sub>O)

$$P_{bar} = \underline{29.57} \text{ "Hg}$$

$$P_g = \underline{-0.80} \text{ "H}_2\text{O}$$

$$P_s = \underline{29.51} \text{ "Hg}$$

#### Average Meter Temperature

$$T_m = \frac{\sum_{i=1}^n (T_{mini} + T_{mouti})}{2n}$$

Where:

$T_m$  = Average dry test meter temperature (°R)

$T_{min}$  = Temperature of gas entering dry test meter (°R)

$T_{mout}$  = Temperature of gas leaving dry test meter (°R)

$$\text{Avg } T_{min} = \underline{544.2} \text{ °R}$$

$$\text{Avg } T_{mout} = \underline{544.2} \text{ °R}$$

$$T_m = \underline{544.2} \text{ °R}$$

#### ΔH at Sample Point - Example Point

1/2

$$\Delta H_i = K\text{-Factor} \times \Delta P_i$$

Where:

$\Delta H$  = Pressure drop across calibrated orifice ("H<sub>2</sub>O)

$\Delta P$  = Pressure drop across pitot ("H<sub>2</sub>O)

$$K\text{-Factor} = \underline{1.982194171}$$

$$\Delta P_i = \underline{1.20} \text{ "H}_2\text{O}$$

$$\Delta H_i = \underline{2.38} \text{ "H}_2\text{O}$$

#### Sample Volume at Standard Conditions

$$V_{m(std)} = (T_{std}/29.92) \times Y \times V_m \times (P_{bar} + \Delta H/13.6)/T_m$$

Where:

$V_{m(std)}$  = Sample volume collected corrected to 29.92 in. Hg and 528(°R) (ft<sup>3</sup>, dry basis)

$Y$  = Dry test meter calibration coefficient (dimensionless)

$V_m$  = Sample volume collected at actual conditions (ft<sup>3</sup>, dry basis)

$T_{std}$  = Standard Temperature 528(°R)

$$Y = \underline{1.008}$$

$$V_m = \underline{50.817} \text{ cf}$$

$$P_{bar} = \underline{29.57} \text{ "Hg}$$

$$\Delta H = \underline{2.26} \text{ "H}_2\text{O}$$

$$T_m = \underline{544.2} \text{ °R}$$

$$T_{std} = \underline{528} \text{ °R}$$

$$V_{m(std)} = \underline{49.397} \text{ dscf}$$



**Company:** First Quantum Minerals  
**Plant:** PACO Generating Station  
**Unit:** Unit 1  
**Test Location:** Colon Province, Panama

**Run:** 1  
**Test Date:** 3/25/2019

#### Volume of Water Vapor Condensed

$$V_{wc(std)} = 0.04715 \times (T_{std} / 528) \times M_{H_2O}$$

Where:

$V_{wc(std)}$  = Volume of water vapor collected at 29.92"Hg and 528°R (ft<sup>3</sup>)

$M_{H_2O}$  = Net weight gain of impingers (grams)

$$M_{H_2O} = \underline{63.7} \text{ grams}$$

$$V_{w(std)} = \underline{3.003} \text{ wscf}$$

#### Moisture Content

$$B_{ws} = \frac{V_{wc(std)}}{V_{wc(std)} + V_{m(std)}}$$

$$V_{wc(std)} = \underline{3.003} \text{ dscf}$$

$$V_{m(std)} = \underline{49.397} \text{ wscf}$$

$$B_{ws} = \underline{0.057}$$

#### Average Duct Velocity

$$V_s = 85.49 \times C_p \times \text{Sqrt } \Delta P \text{ (avg)} \times (T_s / (P_s \times M_s))^{1/2}$$

Where:

$V_s$  = Average velocity of effluent gas (ft/sec)

$C_p$  = Pitot calibration coefficient (dimensionless)

Sqrt  $\Delta P$  (avg) = Average of the square roots of DP's at all traverse points

$$C_p = \underline{0.830}$$

$$\text{Sqrt } \Delta P \text{ (avg)} = \underline{1.070}$$

$$T_s = \underline{620.0} \text{ }^\circ\text{R}$$

$$P_s = \underline{29.51} \text{ "Hg}$$

$$M_s = \underline{29.34} \text{ lb/lb-mole}$$

$$V_s = \underline{64.26} \text{ ft/sec}$$

#### Method 2 Volumetric Flow Rate (Actual Basis)

$$Q = V_s \times A \times 60$$

Where:

$Q$  = Effluent gas volumetric flow rate at actual conditions (ft<sup>3</sup>/min)

$A$  = Cross-sectional area of duct at sample location (ft<sup>2</sup>)

$$V_s = \underline{64.26} \text{ ft/sec}$$

$$A = \underline{122.106} \text{ ft}^2$$

$$Q = \underline{470,789} \text{ cfm}$$



**Company:** First Quantum Minerals  
**Plant:** PACO Generating Station  
**Unit:** Unit 1  
**Test Location:** Colon Province, Panama

**Run:** 1  
**Test Date:** 3/25/2019

#### Method 2 Volumetric Flow Rate (Standard Basis)

$$Q_{std} = \frac{T_{std} \times Q \times P_s}{T_s \times 29.92}$$

Where:

$Q_{std}$  = Effluent gas volumetric flow rate corrected to 29.92 in. Hg and 528°R (ft<sup>3</sup>/min)

$$Q = \frac{470789}{620.0} \text{ cfm} \quad P_s = 29.51 \text{ "Hg}$$

$$Q_{std} = 395,452 \text{ scfm}$$

#### Method 2 Volumetric Flow Rate (Standard Dry Basis)

$$Q_{std(dry)} = Q_{std} \times (1 - B_{ws})$$

Where:

$Q_{std(dry)}$  = Effluent gas volumetric flow rate corrected to 29.92 in. Hg and 528°R (ft<sup>3</sup>/min, dry basis)

$$Q_{std} = 395452 \text{ scfm} \quad B_{ws} = 0.057$$

$$Q_{std(dry)} = 372,786 \text{ dscfm}$$

#### Method 2 Volumetric Flow Rate (Actual Basis in Metric Units)

$$Q_m = Q \times 0.028317$$

Where:

$Q_m$  = Effluent gas volumetric flow rate at actual conditions (m<sup>3</sup>/min)

$$Q = 470,789 \text{ cfm}$$

$$Q_m = 13,331.34 \text{ m}^3/\text{min}$$

#### Method 2 Volumetric Flow Rate (Standard Basis in Metric Units)

$$Q_{stdm} = \frac{T_{std} \times Q_m \times P_s}{T_{sm} \times 29.92}$$

Where:

$Q_{stdm}$  = Effluent gas volumetric flow rate corrected to 29.92 in. Hg and 273°K (M<sup>3</sup>/min)

$T_{sm}$  = Temperature of effluent gas (°K)

$$T_{sm} = 344.1 \text{ °K}$$

$$Q_{stdm} = 10,432 \text{ std. m}^3/\text{min}$$

#### Method 2 Volumetric Flow Rate (Standard Dry Basis in Metric Units)

$$Q_{stdm(dry)} = Q_{stdm} \times (1 - B_{ws})$$

Where:

$Q_{stdm(dry)}$  = Effluent gas volumetric flow rate (dry basis) corrected to 29.92 in. Hg and 273°K (M<sup>3</sup>/min)

$$Q_{stdm} = 10,432 \text{ std. m}^3/\text{min} \quad B_{ws} = 0.057$$

$$Q_{stdm(dry)} = 9,834 \text{ dry std. m}^3/\text{min}$$



**Company:** First Quantum Minerals  
**Plant:** PACO Generating Station  
**Unit:** Unit 1  
**Test Location:** Colon Province, Panama

**Run:** 1  
**Test Date:** 3/25/2019

#### Isokinetic Variation:

$$I = \frac{0.0945 \times T_s \times V_{m(std)} \times 528}{V_s \times \theta \times A_n \times P_s \times (1 - B_{ws}) \times T_{std}}$$

Where:

I = Percent of isokinetic sampling (dimensionless)

$\theta$  = Total sample collection time (min)

$A_n$  = Cross-sectional area of nozzle (ft<sup>2</sup>)

$$\begin{aligned}
 T_s &= \frac{620.0}{64.260} \text{ } ^\circ\text{R} \\
 V_s &= \frac{64.260}{29.51} \text{ ft/sec} \\
 P_s &= \frac{29.51}{29.51} \text{ "Hg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{m(std)} &= \frac{49.397}{60.0} \text{ dscf} \\
 \theta &= \frac{60.0}{60.0} \text{ min} \\
 A_n &= \frac{0.000252}{0.000252} \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

$$B_{ws} = \frac{0.057}{0.057}$$

$$I = \frac{107.0}{107.0} \%$$

#### PM Concentration - example for filterable only:

$$C_s = \frac{m_n \times 0.01543}{V_{m(std)}}$$

Where:

$C_s$  = Particulate matter concentration (grains/dry standard ft<sup>3</sup>)

$m_n$  = Net mass of particulate matter collected (mg)

$$m_n = \frac{11.1}{11.1} \text{ mg}$$

$$V_{m(std)} = \frac{49.397}{49.397} \text{ dscf}$$

$$C_s = \frac{0.00347}{0.00347} \text{ gr/dscf}$$

#### Sample Volume at Standard Conditions (Metric)

$$V_{m(std)(metric)} = (T_{std}/29.92) \times Y \times V_m \times (P_{bar} + \Delta H/13.6)/T_m$$

Where:

$V_{m(std)(metric)}$  = Sample volume collected corrected to 29.92 in. Hg and 273°K (m<sup>3</sup>, dry basis)

Y = Dry test meter calibration coefficient (dimensionless)

$V_m$  = Sample volume collected at actual conditions (m<sup>3</sup>, dry basis)

$T_{std}$  = Standard Temperature 273°K

$$\begin{aligned}
 Y &= \frac{1.008}{1.008} \\
 P_{bar} &= \frac{29.57}{302.0} \text{ "Hg} \\
 T_m &= \frac{302.0}{302.0} \text{ } ^\circ\text{K}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_m &= \frac{1.439}{2.26} \text{ m}^3 \\
 \Delta H &= \frac{2.26}{273} \text{ "H}_2\text{O} \\
 T_{std} &= \frac{273}{273} \text{ } ^\circ\text{K}
 \end{aligned}$$

$$V_{m(std)(metric)} = \frac{1.303}{1.303} \text{ std. m}^3$$





**Company:** First Quantum Minerals  
**Plant:** PACO Generating Station  
**Unit:** Unit 1  
**Test Location:** Colon Province, Panama

**Run:** 1  
**Test Date:** 3/25/2019

**PM Concentration in Metric Units:**

$$C_{sm} = \frac{m_n}{V_{n(std)(metric)}}$$

Where:

$C_{sm}$  = Particulate matter concentration (milligrams/std. m<sup>3</sup>) corrected to 29.92 in. Hg and 273°K

$V_{n(std)(metric)}$  = Sample volume collected corrected to 29.92 in. Hg and 273°K (m<sup>3</sup>, dry basis)

$$m_n = 11.1 \text{ mg} \quad V_{n(std)(metric)} = 1.303 \text{ std. m}^3$$

$$C_{sm} = 8.52 \text{ mg/std. m}^3$$

**PM Concentration in Exhaust Gas (gr/dscf or mg/std. m<sup>3</sup>), corrected to 6% O<sub>2</sub>**

$$C_{corr.} = C_s \times \left( \frac{20.9 - \text{Reference O}_2}{20.9 - \% \text{O}_2} \right)$$

Where:

Reference O<sub>2</sub> = 6%

$C_s$  = As-measured PM concentration (gr/dscf or mg/std. m<sup>3</sup>)

% O<sub>2</sub> = As-measured flue gas O<sub>2</sub> content (% volume)

$$C_s = 0.00347 \text{ gr/dscf} \quad \% \text{O}_2 = 12.2 \% \text{ vol}$$

$$C_{corr.} = 0.00592 \text{ gr/dscf @ 6\% O}_2$$

**PM Emission Rate Based on Method 2 Volumetric Flow Rate**

$$ER_{M2} = \frac{C_s \times Q_{std(dry)} \times 60}{7000}$$

Where:

$ER_{M2}$  = Particulate matter emission rate calculated using Method 2 volumetric flow rate (lb/hr)

7000 = grains per pound

$$C_s = 0.0035 \text{ gr/dscf} \quad Q_{std(dry)} = 372786 \text{ dscf/min}$$

$$ER_{M2} = 11.08 \text{ lb/hr}$$

**PM Emission Rate, Metric, Based on Method 2 Volumetric Flow Rate**

$$ER_{metric} = \frac{C_{sm} \times Q_{stdm(dry)} \times 60}{1000000}$$

Where:

$ER_{M2metric}$  = Particulate matter emission rate (kg/hr)

$C_{sm}$  = Particulate matter concentration (milligrams/std. m<sup>3</sup>) corrected to 29.92 in. Hg and 273°K

$Q_{stdm(dry)}$  = Calculated effluent gas volumetric flow corrected to 29.92 in. Hg and 273°K (M<sup>3</sup>/min, dry basis)

$$C_{sm} = 8.52 \text{ mg/std. m}^3 \quad Q_{stdm(dry)} = 9,834 \text{ dry std. m}^3/\text{min}$$

$$ER_{metric} = 5.03 \text{ kg/hr}$$



**Company:** First Quantum Minerals  
**Plant:** PACO Generating Station  
**Unit:** Unit 1  
**Test Location:** Colon Province, Panama

**Run:** 1  
**Test Date:** 3/25/2019

**PM Emission Rate Based on Fuel Consumption-Based Volumetric Flow Rate**

$$ER_{cf} = \frac{C_s \times Q_{cf} \times 60}{7000}$$

Where:

$ER_{cf}$  = Particulate matter emission rate calculated using fuel consumption-based volumetric flow rate (lb/hr)  
 7000 = grains per pound

$$C_s = 0.0035 \text{ gr/dscf} \quad Q_{cf} = 0 \text{ dscfm}$$

$$ER_{cf} = 0.0000 \text{ lb/hr}$$

**PM Emission Rate, Metric, Based on Fuel Consumption-Based Volumetric Flow Rate**

$$ER_{metric} = \frac{C_{sm} \times Q_{cfm}}{1000000}$$

Where:

$ER_{metric}$  = Particulate matter emission rate (kg/hr)  
 $C_{sm}$  = Particulate matter concentration (milligrams/std. m<sup>3</sup>) corrected to 29.92 in. Hg and 273°K  
 $Q_{cfm}$  = Calculated effluent gas volumetric flow corrected to 29.92 in. Hg and 273°K (M<sup>3</sup>/hr, dry basis)

$$C_{sm} = 8.52 \text{ mg/std. m}^3 \quad Q_{cfm} = 0 \text{ dry std. m}^3/\text{hr}$$

$$ER_{metric} = 0.00 \text{ kg/hr}$$

**PM Emission Rate (lb/MMBtu, oxygen-based fuel factor)**

$$ER_{Fd} = \frac{C_s}{7000} \times F_d \times \left( \frac{20.9}{20.9 - \%O_2} \right) \times \frac{T_{std}}{528}$$

Where:

$ER_{Fd}$  = Emission Rate of Filterable PM, lb/MMBtu, oxygen-based fuel factor  
 $C_s$  = Particulate matter concentration (grains/dry standard ft<sup>3</sup>)  
 $F_d$  = Volume of unit combustion component per heat input unit, dscf/MMBtu  
 $\%O_2$  = Measured concentration of Oxygen, %v/v dry  
 7000 = grains per pound

$$C_s = 0.0035 \text{ gr/dscf} \quad F_d = 9780 \text{ dscf/MMBtu}$$

$$\%O_2 = 12.2 \% \text{ vol dry} \quad T_{std} = 528 ^\circ R$$

$$ER_{Fd} = 0.012 \text{ lb/mmbtu}$$

**PM Emission Rate (lb/MMBtu, carbon-based fuel factor)**

$$ER_{Fc} = \frac{C_s}{7000} \times F_c \times \frac{100}{\%CO_2} \times \frac{T_{std}}{528}$$

Where:

$ER_{Fc}$  = Emission Rate of Filterable PM, lb/MMBtu, carbon-based fuel factor  
 $C_s$  = Particulate matter concentration (grains/dry standard ft<sup>3</sup>)  
 $F_c$  = Volume of unit combustion component per heat input unit, scf/MMBtu  
 $\%CO_2$  = Measured concentration of Carbon Dioxide, %v/v dry  
 7000 = grains per pound

$$C_s = 0.0035 \text{ gr/dscf} \quad F_c = 1800 \text{ scf/MMBtu}$$

$$\%CO_2 = 9.6 \% \quad T_{std} = 528 ^\circ R$$

$$ER_{Fc} = 0.009 \text{ lb/MMBtu}$$



**APPENDIX F**  
**CERTIFICACIONES DE QSTI Y ASTM D7036**



**McHale & Associates, Inc.**  
**Servicios de Medición de**  
**Emisiones**  
**11241 Willows Rd NE, Building C, Suite 210**  
**Redmond, WA 98052**  
**PH: (865) 588-2654**  
**www.mchaleperformance.com**

22 de noviembre  
2016

Re: Carta de Certificación AETB de Mchale Emission Measurement Services (EMS) -  
ASTM D7036-04

A Quien Corresponda:

De conformidad con las disposiciones de 40CFR75, 6.1.2 (b) (2), certifico que Mchale Emission Measurement Services (EMS) es un Organismo de Pruebas de Emisiones de Aire (AETB) calificado y observa y cumple con las normas establecidas por ASTM D7036-04, "Práctica estándar para la competencia de organismos de prueba de emisiones de aire". Esta práctica establece criterios generales para un sistema de calidad que garantice una calidad de datos consistentemente aceptable de un AETB. Los elementos principales de la norma incluyen la preparación y el cumplimiento de un Plan de control de calidad (QA), así como la provisión de individuos calificados (QI) para llevar a cabo proyectos de prueba. Los Individuos Calificados deben ser evaluados periódicamente bajo el programa para asegurar que cumplan con los estándares mínimos de competencia.

McHale EMS mantiene y se adhiere a su propio Manual de Control de Calidad interno que cumple con los criterios de ASTM D7036-04. El documento de Control de Calidad se preparó sobre la base de las pautas y el esquema proporcionados en la norma ASTM D7036-04, así como las prácticas de Control de Calidad interno de Mchale EMS y las requeridas por los Procedimientos de Prueba de la EPA y las regulaciones pertinentes. El documento no reemplaza los criterios de control de calidad en los procedimientos de prueba relevantes, sino que sirve para garantizar que los procedimientos de prueba se sigan de manera consistente y que los programas de prueba se diseñen y realicen de manera que proporcionen datos reproducibles de alta calidad. Una copia del manual de Mchale EMS QA puede estar disponible electrónicamente a pedido.

Además, Mchale EMS proporciona personal altamente capacitado y adiestrado para llevar a cabo proyectos de prueba de emisiones. Mchale EMS proporciona individuos calificados certificados a través de pruebas para empleados seleccionados bajo el programa de pruebas de Individuos Calificados para Pruebas de Chimenea (QSTI) de Source Evaluation Society (SES) que es administrado y supervisado por Eastern Technical Associates (ETA). El programa QSTI incluye cuatro "Grupos de Métodos". Para cada programa de prueba según lo exijan las regulaciones o los acuerdos con los clientes, Mchale EMS tendrá al menos un evaluador de QSTI en el sitio que haya superado los criterios de los Grupos de Métodos correspondientes a las pruebas que se realizan. Mchale EMS mantiene personal que ha cumplido con los criterios de todos los Grupos de Métodos disponibles actualmente:

**GRUPO 1:**

Mediciones Manuales de Volumen y Flujo de Gas y Métodos de Muestreo de Partículas Isocinéticas: Métodos EPA de EE.UU.: 1, 1A, 2, 2A, 2C, 2D, 2F, 2G, 2H, 3, 3B, 4, 5, 5A, 5B, 5D, 5E, 5F, 5I, 17, 19, 201A y 202.



**GRUPO 2:**

Métodos de Muestreo Manuales de Fuentes de Contaminantes Gaseosos: Métodos EPA de EE.UU.: 3B, 6, 6A, 6B, 7, 7C, 7D, 8, 11, 13A, 13B, 15A, 16A, 19, 26, 26A, 202.

**GRUPO 3:**

Métodos Instrumentales de Contaminantes Gaseosos - Métodos 3A, 6C, 7E, 10, 10B, 20 y 25A (Métodos 3A, 6C, 7E, 19 y 20, revisados el 28 de abril 2006). También se incluyen las Especificaciones de Rendimiento CEMS (PS) 2, PS3, PS4, PS4A, PS5, PS6, PS7, PS8, y PS15 y los requisitos CEMS RA de 40CFR75, incluidos los apéndices A, B, y E.

**GROUP 4:**

Métodos de Medición de Metales Peligrosos: Métodos EPA 12, 19, 29, 30B, 101, 101A, 102, y ASTM D6784-02.

Además de la adhesión al programa de Control de Calidad de McHale EMS y el cumplimiento de la norma ASTM D7036-04, McHale EMS también cumple con los requisitos de Control de Calidad individuales de cada método utilizado, así como el Manual de Garantía de Calidad para Sistemas de Medición de Contaminación del Aire - Volumen III - Métodos Específicos de Fuente Estacionaria (EPA-600 / 4-77-027b) Secciones 3.0-3.4.

Si tiene alguna pregunta o comentario con respecto a esta información, no dude en comunicarse conmigo al 865-588-2654.

Sinceramente,

McHale Emission Measurement Services,



James Hollibaugh  
Gerente de Servicios de Medición de Emisiones  
McHale & Associates, Inc.



# SOURCE EVALUATION SOCIETY



## Qualified Source Testing Individual

LET IT BE KNOWN THAT

**KYLE M. VAUGHAN**

HAS SUCCESSFULLY PASSED A COMPREHENSIVE EXAMINATION AND SATISFIED  
EXPERIENCE REQUIREMENTS IN ACCORDANCE WITH THE GUIDELINES  
ISSUED BY THE SES QUALIFIED SOURCE TEST INDIVIDUAL REVIEW BOARD FOR

**MANUAL GAS VOLUME MEASUREMENTS AND ISOKINETIC PARTICULATE  
SAMPLING METHODS**

ISSUED THIS 28<sup>TH</sup> DAY OF JUNE 2016 AND EFFECTIVE UNTIL JUNE 27<sup>TH</sup>, 2021



CERTIFICATE  
NO.  
2011-558

J. Wade Bice, QSTI/QSTO Review Board

*J. Wade Bice*

Karen D. Kajiya-Mills, QSTI/QSTO Review Board

*Karen D. Kajiya-Mills*

Bruce Randall QSTI/QSTO Review Board

Peter R. Westlin, QSTI/QSTO Review Board

*Peter R. Westlin*

Peter S. Pakalnis, QSTI/QSTO Review Board

*Peter S. Pakalnis*

Theresa Lowe, QSTI/QSTO Review Board

*Theresa M. Lowe*



# SOURCE EVALUATION SOCIETY



## Qualified Source Testing Individual

LET IT BE KNOWN THAT

**KYLE M. VAUGHAN**

HAS SUCCESSFULLY PASSED A COMPREHENSIVE EXAMINATION AND SATISFIED  
EXPERIENCE REQUIREMENTS IN ACCORDANCE WITH THE GUIDELINES  
ISSUED BY THE SES QUALIFIED SOURCE TEST INDIVIDUAL REVIEW BOARD FOR

### **GASEOUS POLLUTANTS INSTRUMENTAL SAMPLING METHODS**

ISSUED THIS 5<sup>TH</sup> DAY OF JANUARY 2017 AND EFFECTIVE UNTIL JANUARY 4<sup>TH</sup>, 2022



CERTIFICATE  
NO.  
2011-558

J. Wade Bice, QSTI/QSTO Review Board

*J. Wade Bice*

Karen D. Kajiyu-Mills, QSTI/QSTO Review Board

*Karen D. Kajiyu-Mills*

Bruce Randall QSTI/QSTO Review Board

Peter R. Westlin, QSTI/QSTO Review Board

*Peter R. Westlin*

Peter S. Pakalnis, QSTI/QSTO Review Board

*Peter S. Pakalnis*

Theresa M. Lowe, QSTI/QSTO Review Board

*Theresa M. Lowe*



## APPENDIX G

### **Informes del Laboratorio**



# Filterable Particulate Sample Analysis Summary

Project#: 18018.0  
 Company: First Quantum Minerals  
 Plant: PACO Generating Station

Unit ID: Unit 1  
 Location: Colon Province, Panama  
 Test Date(s): 3/25/2019

<b>Filterable PM</b>	<u>Run 1</u>	<u>Run 2</u>	<u>Run 3</u>	<u>Blank</u>
Total filter weight gain (milligrams):	0.90	0.50	0.90	
Acetone rinse volume, $V_{aw}$ , (ml):	200.0	140.0	210.0	100.0
Acetone rinse weight gain, $m_a$ , (milligrams):	10.20	1.10	2.10	0.0
Applied acetone blank, $W_a$ , (mg)	0.00	0.00	0.00	
Net acetone rinse mass (milligrams):	10.20	1.10	2.10	
<b>Total Filterable PM, <math>m_n</math>, (milligrams):</b>	<b>11.10</b>	<b>1.60</b>	<b>3.00</b>	



**McHale Performance M5 Gravimetric Analysis Sheet**

Run No.	Filter No.	Color	Tare Weight	Final Wt. 1	Final Wt. 2	Average
1	14-GF-ENV-3	Spotty Gray	1.3545	1.3554	0.3553	0.3554
2	12-GF-ENV-3	Some Visible	1.3442	1.3447	0.3445	0.3446
3	14-GF-ENV-3	Spotty Gray	1.3563	1.3568 1.3572	0.3570	0.3571

Run No.	Beaker No.	Volume (ml)	Tare Weight	Final Wt. 1	Final Wt. 2	Average
1	4	200	64.0263	64.0365	64.0367	64.0366
2	8	140 ml	65.8616	65.8627	65.8626	65.8627
3	11	210 ml	64.3814	64.3835	64.3834	64.3835

Blank	Beaker No.	Volume	Tare Weight	Final Wt. 1	Final Wt. 2	Average
Acetone Lot # 1C34B14	12	100	65.5511	65.5511	65.5511	65.5511

Final 1

Final 2

Analyst	SAW	KMU
Date	3/28/19	3-28-19
Time		17:58
%RH	90%	92%
Ambient Temp. (°F)	82°F	72°F
Meter ID	031	031
Scale ID	BP210D	BP210D
100g ID		52868
100g Pre		99.9999
100g Post		99.9999
500mg ID		52869
500mg Pre		0.5000
500mg Post		0.5000
Signature		

Desiccation Intervals (Date/Time):

Desc. 1: \_\_\_\_\_

Desc. 2: \_\_\_\_\_

Filters all in e 1451 3/25/19  
Beakers in e 1811 3/25/19  
1st wt 3/28/19 e 0625

QA/QC Review: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

Bump Pre 15000  
100mg Pre 99.9998  
3/28/19 e 0615

Post 500mg 15001  
100g 99.9997





## Analysis Report

May 14, 2019

Page 1 of 1

Mchale & Associates, Inc.  
18378 Redmond Way  
Redmond, WA 98052  
USA

**Client Sample ID:** U1-M5-R1  
**Date Received:** 05/06/2019  
**Matrix:** Coal

**Date Sampled :** 03/25/2019  
**Location :** Paco Station  
**Sample ID :** 1st Qtr.  
**Time Sampled :** 1021-1128

**SGS Minerals Sample ID: 072-107738-001**

		<u>As Received</u>	<u>Dry</u>	<u>MAF</u>
% Moisture, Total	[ASTM D 3302]	4.55		
% Ash	[ASTM D 7582]	21.21	22.22	
% Volatile Matter	[ASTM D 7582]	31.94	33.46	43.02
% Fixed Carbon	[ASTM D 3172]	42.30	44.32	56.98
Gross Calorific Value (Btu/lb)	[ASTM D 5865]	10449	10947	14075
% Sulfur	[ASTM D 4239]	0.75	0.78	
% Carbon	[ASTM D 5373]	59.31	62.13	
% Hydrogen	[ASTM D 5373]	4.11	4.30	
% Nitrogen	[ASTM D 5373]	1.47	1.54	
% Oxygen (Calc)	[ASTM D 3176]	8.60	9.03	

### Tests

	<u>Result</u>	<u>Unit</u>	<u>Method</u>
Pounds of Ash/mm Btu	20.30	lb	
Pounds of Sulfur/mm Btu	0.71	lb	
Pounds of SO <sub>2</sub> /mm Btu	1.43	lb	
Mercury, Dry	0.06	ug/g	ASTM D 6722

SGS North America Inc.

Minerals Services Division  
4665 Paris St Suite B-200 Denver CO 80239

Anthony Grimaldi, Branch Manager

t (303) 373-4772 f (303) 373-4791 www.sgs.com/minerals

Member of SGS Group

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm) Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein.

Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.





## Analysis Report

May 14, 2019

Page 1 of 1

Mchale & Associates, Inc.  
18378 Redmond Way  
Redmond, WA 98052  
USA

**Client Sample ID:** U1-M5-R2  
**Date Received:** 05/06/2019  
**Matrix:** Coal

**Date Sampled :** 03/25/2019  
**Location :** Paco Station  
**Sample ID :** 1st Qtr.  
**Time Sampled :** 1152-1259

**SGS Minerals Sample ID: 072-107738-002**

		<u>As Received</u>	<u>Dry</u>	<u>MAF</u>
% Moisture, Total	[ASTM D 3302]	3.63		
% Ash	[ASTM D 7582]	25.00	25.94	
% Volatile Matter	[ASTM D 7582]	31.33	32.51	43.89
% Fixed Carbon	[ASTM D 3172]	40.04	41.55	56.11
Gross Calorific Value (Btu/lb)	[ASTM D 5865]	10002	10379	14014
% Sulfur	[ASTM D 4239]	0.77	0.80	
% Carbon	[ASTM D 5373]	57.25	59.40	
% Hydrogen	[ASTM D 5373]	3.98	4.13	
% Nitrogen	[ASTM D 5373]	1.38	1.43	
% Oxygen (Calc)	[ASTM D 3176]	7.99	8.30	

### Tests

Pounds of Ash/mm Btu  
Pounds of Sulfur/mm Btu  
Pounds of SO<sub>2</sub>/mm Btu  
Mercury, Dry

### Result Unit

24.99 lb  
0.77 lb  
1.54 lb  
0.07 ug/g

### Method

ASTM D 6722

SGS North America Inc.

Minerals Services Division  
4665 Paris St Suite B-200 Denver CO 80239

Anthony Grimaldi, Branch Manager

t (303) 373-4772 f (303) 373-4791 www.sgs.com/minerals

Member of SGS Group

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm) Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein.

Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.





## Analysis Report

May 14, 2019

Page 1 of 1

Mchale & Associates, Inc.  
18378 Redmond Way  
Redmond, WA 98052  
USA

**Client Sample ID:** U1-M5-R3  
**Date Received:** 05/06/2019  
**Matrix:** Coal

**Date Sampled :** 03/25/2019  
**Location :** Paco Station  
**Sample ID :** 1st Qtr.  
**Time Sampled :** 1326-1431

### SGS Minerals Sample ID: 072-107738-003

		<u>As Received</u>	<u>Dry</u>	<u>MAF</u>
% Moisture, Total	[ASTM D 3302]	3.31		
% Ash	[ASTM D 7582]	24.27	25.10	
% Volatile Matter	[ASTM D 7582]	31.54	32.62	43.55
% Fixed Carbon	[ASTM D 3172]	40.88	42.28	56.45
Gross Calorific Value (Btu/lb)	[ASTM D 5865]	10116	10462	13968
% Sulfur	[ASTM D 4239]	0.79	0.82	
% Carbon	[ASTM D 5373]	58.15	60.14	
% Hydrogen	[ASTM D 5373]	4.02	4.16	
% Nitrogen	[ASTM D 5373]	1.35	1.40	
% Oxygen (Calc)	[ASTM D 3176]	8.11	8.38	
<b>Tests</b>		<b>Result</b>	<b>Unit</b>	<b>Method</b>
Pounds of Ash/mm Btu		23.99	lb	
Pounds of Sulfur/mm Btu		0.78	lb	
Pounds of SO <sub>2</sub> /mm Btu		1.56	lb	
Mercury, Dry		0.07	ug/g	ASTM D 6722

SGS North America Inc.

Minerals Services Division  
4665 Paris St Suite B-200 Denver CO 80239

*Anthony Grimaldi* Anthony Grimaldi, Branch Manager

t (303) 373-4772 f (303) 373-4791 www.sgs.com/minerals

Member of SGS Group

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm) Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein.

Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.



**ESTA ES LA ÚLTIMA PÁGINA DEL REPORTE**



## PROYECTO MINA DE COBRE PANAMA

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) CATEGORIA III

#### INFORME DESCARGA DEL SISTEMA DE SEPARACION DE ACEITE Y AGUA DEL DIESEL FARM **SITIO PUERTO**

Compromisos de EsIA Aplicables	Informe N° 1	Periodo Reportado	Elaborado por	Fecha de Emisión del Reporte
13019	Informe de Seguimiento 31	Mayo – Julio del 2019	Minera Panamá	31/07/2019



## 1. Objetivo General

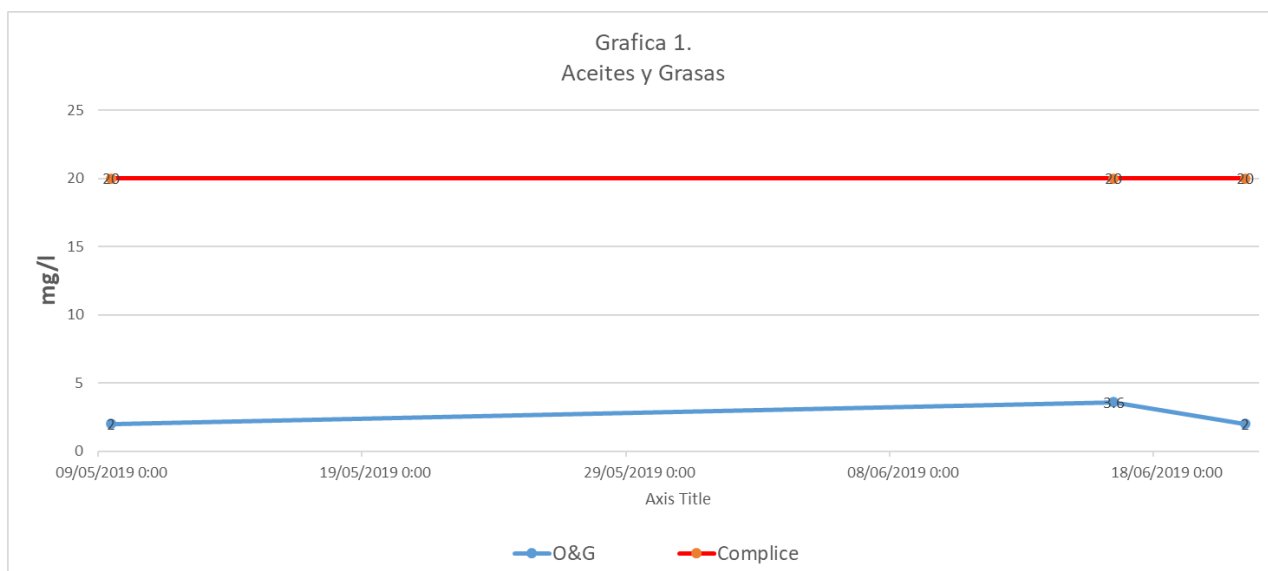
- Verificar que la descarga que realiza el sistema de separación de Aceites y Agua del Diésel Farm (sitio Puerto) cumpla con la normativa ambiental panameña COPANIT35\_2000 para la descarga de parámetros de Aceites y Grasa e Hidrocarburos Totales.

Durante el periodo de evaluación mayo - julio 2019 se tomaron un total de 3 muestras en la descarga las cuales detallamos en la Tabla 1 y 2.

Las gráficas 1 y 2 nos demuestran la tendencia del parámetro analizado en cada muestra.

**Tabla 1. Datos de Aceites y Grasas**

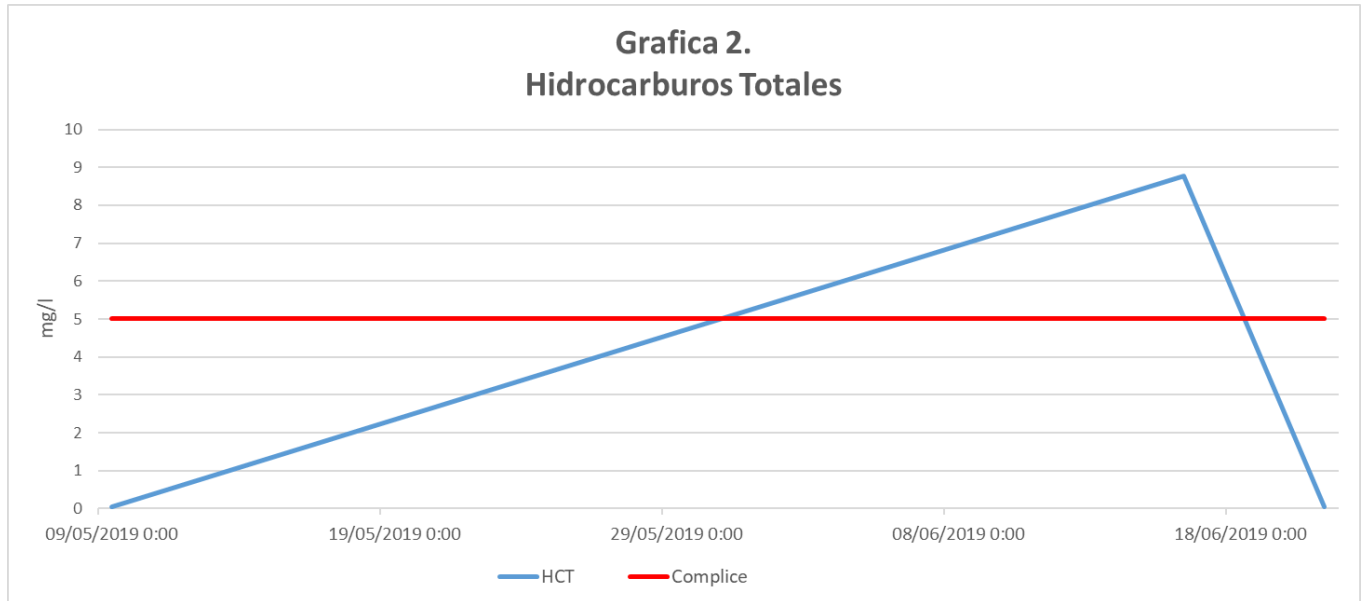
Date	Variable	Valor	Límite Permitido
09/05/2019 14:20	Aceites y Grasas	2	20
16/06/2019 11:00	Aceites y Grasas	3.6	20
21/06/2019 10:00	Aceites y Grasas	2	20





**Tabla 2. Datos de Hidrocarburos Totales**

Date	Variable	Valor	Limite Permetido
09/05/2019 14:20	HCT	0.05	5
16/06/2019 11:00	HCT	8.77	5
21/06/2019 10:00	HCT	0.05	5



## 2. Conclusiones

Para el parámetro de Aceitas y Grasas observamos que la descarga cumple y se encuentra por debajo del valor de 20 mg/l según la normativa panameña.

En tanto que el parámetro de Hidrocarburos Totales sobrepaso la normativa ambiental en la muestra colectada el 16 de junio sobrepasado el límite permitido de 5 mg/l en un 75%.

## 3. Plan de Acción

Mantendremos los monitoreo de la descarga mensualmente.

De haber trazas de hidrocarburos en la descarga se detendrá la misma y se harán los ajustes pertinentes en el sistema de separación.



#### 4. Imágenes



Foto 1. Colecta de muestra en el separador de aceites y agua - Diésel



Foto 2. Preservación de la muestra de Aceites y Grasa.



# Plan de Manejo Ambiental 2019

---

MINERA PANAMÁ S.A.

---

17 DE JUNIO 2019



Right Solutions • Right Partner  
[www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com)





## Contenido

1. Alcance .....	1
2. Objetivo .....	1
3. Responsables .....	1
4. Principio .....	1
5. Procedimiento .....	2
5.1 Instrumentos de Gestión Ambiental .....	2
5.2 Reportes de Incidentes Ambientales .....	2
5.3 Ruido .....	2
5.4 Aire .....	2
5.5 Energía .....	3
5.6 Residuos .....	3
6. Anexos .....	5





## 1. Alcance

Este documento es aplicable a todo el personal en las instalaciones asignadas por Minera Panamá S.A.

## 2. Objetivo

El objetivo de este documento es brindar los lineamientos a seguir para cumplir con la legislación local, la política ambiental y los objetivos corporativos relacionados al medio ambiente.

## 3. Responsables

- **Jefe de Laboratorio:** Brindar el apoyo necesario para el cumplimiento del presente plan y supervisar su cumplimiento.
- **Supervisores:** Cumplir y hacer cumplir el presente plan, incluyendo la verificación de la correcta segregación de residuos, así como gestionar su recojo y traslado por parte de Minera Panamá para su disposición final, contando con todos los documentos sustentatorios del recojo de residuos y desechos peligrosos y no peligrosos, con lo que finaliza la responsabilidad de ALS sobre estos. También deberá asegurarse que el personal de ALS esté capacitado en la correcta clasificación de residuos.
- **Trabajadores:** Hacer uso eficiente de los recursos de la empresa minimizando el impacto ambiental así como realizar una correcta segregación de residuos.
- **Departamento de Mantenimiento y Servicio de Operaciones de Minera Panamá S.A.:** Es el responsable de los recojos y la recepción de los residuos y desechos generados por ALS, sean estos sólidos o líquidos. También será el responsable de la disposición final de los mismos.
- **Departamento de Ambiente de Minera Panamá S.A.:** Es responsable de fiscalizar la ejecución de los compromisos ambientales y de asesorar en oportunidades de mejoras como resultado de auditorías internas y/o externas de entidades del Gobierno. También brindará apoyo con la capacitación al personal de ALS en temas relacionados a los compromisos ambientales del Estudio Ambiental del Proyecto, cuando aplique. Asimismo, verificará que los servicios de disposición de residuos cumplan con la Legislación Panameña.

## 4. Principio

ALS está comprometido con las actividades sustentables y reconoce la necesidad de planear, manejar y revisar aquellos aspectos del negocio que pueden tener un impacto en el medio ambiente en el que opera.

Es por ello que cuenta con una Política Ambiental la cual señala que además de cumplir con las legislaciones aplicables se deberá cumplir con los Estándares Mínimos Corporativos en materia de Medio Ambiente.





## 5. Procedimiento

ALS busca el Desarrollo Sustentable o Sostenible, lo cual significa satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades. Por ello siempre se debe buscar reducir los impactos ambientales que generamos y brindar entrenamiento al personal para sensibilizarlos en el correcto uso de los recursos.

Para todos los impactos, se debe seguir lo señalado en la legislación vigente, los lineamientos de Minera Panamá y los lineamientos corporativos de ALS.

### 5.1 Instrumentos de Gestión Ambiental

Los instrumentos de gestión ambiental son mecanismos orientados a la ejecución de la política ambiental, sobre la base de los principios establecidos en la Legislación. Éstos constituyen medios operativos que son diseñados, normados y aplicados con carácter funcional o complementario, para efectivizar el cumplimiento de la Política Nacional Ambiental y las normas ambientales que rigen en el país.

ALS seguirá los lineamientos establecidos en el Instrumento de Gestión Ambiental que Minera Panamá tenga aprobado, por encontrarse dentro de sus instalaciones. Esto se ejecutará según las coordinaciones realizadas entre el Área de Medio Ambiente de Minera Panamá y la Jefatura del Laboratorio de ALS.

### 5.2 Reportes de Incidentes Ambientales

Teniendo en cuenta la Matriz de Severidad de Incidentes de Minera Panamá, ALS deberá reportar de manera **inmediata** al cliente, aquellos incidentes ambientales desde el Nivel 2 en adelante.

En caso de presentarse incidentes menores, contemplados dentro del Nivel 1 (aquellos que son considerados por generar un impacto mínimo), ALS se encargará de manejarlos según sus procedimientos internos para posteriormente reportar al cliente. Estos incluyen incidentes que no generan daño al ambiente, derrames dentro de un contenedor secundario o áreas pavimentadas, derrames de hidrocarburos menores a 10 litros, derrames químicos menores a 100 litros, incidentes en la segregación de residuos o visualización de polvo excesivo.

### 5.3 Ruido

Para minimizar el ruido generado, los supervisores se asegurarán de que los equipos se manipulen de una manera que permita minimizar el ruido ambiental y que no cause ruido innecesario.

Asimismo, las máquinas y equipos cuentan con un programa de mantenimiento que se cumple para garantizar que no se produzca ruido innecesario debido a una falta de mantenimiento.

### 5.4 Aire

Dado que las operaciones generan polvo, gases o vapores, se cuenta con medidas de control para minimizar el impacto ambiental y asegurar que se cumpla con los Estándares de Calidad de Aire. Por ejemplo, en el área de Preparación de Muestras se cuenta con colector de polvo que se encarga de atrapar el polvo generado en el área de trabajo, el cuál cuenta con filtros internos que se encargan de captar el polvo proveniente de las operaciones de chancado, pulverizado u otra operación que desprenda polvo.





De igual manera, en el área de Ensayos al Fuego se generan partículas y gases del dispensador de fundente, de las operaciones de fusión, copelación, entre otros, dentro de estas partículas se incluye el Plomo (Pb). Estas partículas son extraídas mediante un motor a través de un sistema de ductos hacia el colector de partículas, donde estas precipitan e ingresan hasta llegar a un sistema de filtros que se limpian automáticamente de manera secuencial por pulsos periódicos de aire comprimido. Este sistema disminuye la cantidad de partículas que se generan al medio ambiente.

En el área del Laboratorio Analítico, se cuenta con sistemas de extracción (campanas) de última generación con agua recirculante y dispositivos para lavado de gases también llamados scrubber, lo que nos permite neutralizar los gases provenientes del proceso antes de ser eliminados al exterior. Su funcionamiento consiste en usar un líquido alcalino en el agua recirculante para lavar los contaminantes no deseados de una corriente de gas, es decir, se inyecta un reactivo en la corriente para lavar los gases ácidos y estos gases ácidos son desechados a la poza de captación para su posterior eliminación. Estos sistemas de última tecnología son primordiales para el control de la emisión de gases, es por ello que reciben mantenimiento preventivo periódico en donde se cambian las mallas y filtros del sistema para mantener su eficiencia.

## 5.5 Energía

En las operaciones se utilizan distintas clases de energía para contar con iluminación, para el funcionamiento de equipos, entre otros. La Empresa busca minimizar su consumo o utilizar energías limpias. Por ello se realizan capacitaciones para sensibilizar al personal sobre el correcto uso de energía, motivando a que apaguen las luces cuando no son necesarias o equipos cuando no estén en uso, utilizar los aires acondicionados al nivel mínimo, realizar mantenimientos periódicos a los equipos para asegurarse que no conlleven a un mayor consumo, evaluar la eficiencia energética de un equipo al momento de adquirirlo, entre otras iniciativas.

## 5.6 Residuos

Nuestras actividades generan residuos sólidos, los cuáles pueden presentar riesgos potenciales para la salud y el medio ambiente. Para realizar un manejo adecuado, se deberá seguir la legislación aplicable, segregarlos y disponerlos de acuerdo a ella y/o de acuerdo a la clasificación establecida por Minera Panamá.

Para ello es necesario tener en cuenta las siguientes definiciones:

1. **Residuo Sólido.**- Es toda sustancia, producto o sub producto en estado sólido o semisólido que el generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normativa nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente.
2. **Residuos Sólidos Peligrosos.**- Son aquellos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos representan un riesgo significativo para la seguridad, salud o el medio ambiente.  
Se considera peligroso a aquellos que por su característica presentan por lo menos una de las siguientes características: auto combustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad.
3. **Desechos Líquidos.**- Los desechos líquidos son todos los residuos en estado líquido provenientes de actividades realizadas.
4. **Desechos Líquidos Peligrosos.**- Son aquellos provenientes de las actividades realizadas en el laboratorio y que presentan alguna característica peligrosa como combustibilidad, explosividad, corrosividad, toxicidad, etc.
5. **Residuos Domésticos.**- Son aquellos generados por las actividades domésticas, constituido por restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, restos de aseo personal y otros similares.





6. **Residuos Industriales.**-Son aquellos generados en las actividades de las diversas ramas industriales, tales como: manufacturera, minera, química, energética, pesquera y otras similares.  
Estos residuos se presentan como: lodos, cenizas, escorias metálicas, vidrios, plásticos, papel, cartón, madera, fibras, que generalmente se encuentran mezclados con sustancias alcalinas o ácidas, aceites pesados, entre otros, incluyendo en general residuos considerados peligrosos.
7. **Depósito Temporal de Residuos.**- Instalación destinada a la disposición, segregación sanitaria temporal y ambientalmente segura de los residuos, antes de su disposición final en un lugar autorizado.
8. **Segregación.**- Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos para ser manejados en forma especial.
9. **Disposición Final:** Procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.
10. **Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos:** Empresa Especializada, encargada del transporte y disposición final de los residuos, que cumple los requerimientos de la legislación vigente.

Teniendo claro estas definiciones, corresponde indicar el proceso que se sigue en el manejo de residuos:

1. **Segregación**

- a. La correcta segregación de los residuos estará a cargo de los Jefes/Supervisores quien deberán instruir a los trabajadores sobre la correcta clasificación de cada uno de ellos y colocarlos en los contenedores correspondientes de acuerdo al siguiente código de colores:



**Azul: Papel**



**Verde: Vidrio**



**Amarillo: Metal**



**Blanco: Plástico**



**Naranja: Orgánico**



**Rojo: Residuos Peligrosos**





## 2. Recojo y Transporte

- b. El recojo y transporte de los residuos y desechos generados por la empresa ALS hacia el depósito temporal estará a cargo de Minera Panamá S.A. Esto será realizado a través de un transporte adecuado que cumpla con las medidas de seguridad necesarias, según los requerimientos establecidos por la Mina.
- c. El rango de horario de recojo deberá coordinarse con el Jefe de Laboratorio.

## 3. Recepción

- a. El depósito temporal de Minera Panamá S.A. recepcionará los residuos sólidos y desechos líquidos generados por ALS, contando con el Registro de Entrega de Residuos.

De manera temporal, los efluentes serán neutralizados por ALS de manera manual, sin embargo Minera Panamá tiene el compromiso de gestionar en el corto plazo la instalación de un sistema de neutralización automático en el laboratorio permanente.

Los efluentes serán recolectados por Minera Panamá con una unidad especializada, esto ocurrirá hasta que se gestionen las tuberías que permitan derivar el efluente neutralizado hacia el área de relaves.

# 6. Anexos

- Anexo 01: Guía de Segregación de Residuos y Desechos
- Anexo 02: Diagrama de Flujo del Proceso





## Anexo 01: Guía de Segregación de Residuos y Desechos

N°	Classification Clasificación	Type Tipo	Description of the waste Descripción del residuo	Estimated Quantity Cantidad estimada	Process Plant Lab Laboratorio Permanente
1	Rock, concentrate and tails Waste <i>Residuos de rocas, concentrado y colas</i>	Solid (Non Dangerous) <i>Sólidos (No Peligrosos)</i>	- Crushed and pulverized mining rock, concentrate and tails <i>- Muestras chancadas y pulverizadas, concentrados y colas</i>	1000 - 1500 kg/day	Yes (Container-1)
2	Lab Lead Waste <i>Residuos con Plomo</i>	Solid (Dangerous) <i>Sólidos (Peligrosos)</i>	- Assay Material (Crucibles, cupels and others) <i>- Material de Ensayo (Crisoles, Copelas entre otros).</i> - Process subproducts (Filters from the extraction system, slag, flux containers, others) <i>- Subproductos de Proceso (Filtros de Sistema de Extracción de Gases, Escoria, Envases de Fundente, entre otros)</i> - Uniforms and PPE's (Dust mask, gloves, earplugs, others) <i>- Uniformes y EPP's (Mascarillas, guantes, tapones auditivos, entre otros)</i>	350 - 450 kg/day 50 - 60 kg/day 30 pieces/day.	Yes (Container-2) Yes (Container-2) Yes (Container-2)
3	Laboratory Waste (Chemical Contaminated) <i>Residuos de Laboratorio (Contaminados con químicos)</i>	Solid (Dangerous) <i>Sólidos (Peligrosos)</i>	- Acid Sludge from the effluents PIT <i>- Lodos Ácidos de la Poza de Recolección</i> - Filter paper in volumetrics, paper towel for cleaning, torchs, nebulizers, lamps, others. <i>- Papel Filtro de Volumetría, Papel Toalla usado en limpieza, Antorchas, Nebulizadores y Lámparas en desuso, entre otros.</i> - Uniforms and PPE's (Dust mask, gloves, others) <i>- Uniformes y EPP's (Mascarillas, guantes, entre otros)</i> - Assay Material (Glass and plastic assay test tubes, chemical containers, others) <i>- Material de Ensayo (Tubo de Ensayo de vidrio y plástico, contenedores de productos químicos, entre otros).</i>	3 Kg/day 20 Kg/day 15 - 20 pieces/day 30 Kg/day	Yes (Container-2) Yes (Container-2) Yes (Container-2) Yes (Container-2)
4	General Waste (not chemical contaminated) <i>Residuos Generales (no contaminados con químicos)</i>	Solid (Non Dangerous) <i>Sólidos (No Peligrosos)</i>	- (METAL) Equipment parts or accessories. Food containers. <i>- (METAL) Partes de Equipos, Accesorios. Envases de Alimentos y Bebidas.</i> - (CARDBOARD & PAPER) Boxes, sheets, labels, others. <i>- (PAPEL Y CARTÓN) Cajas, hojas, etiquetas, entre otros.</i> - (PLASTIC) Bags and sacks. Food containers. <i>- (PLÁSTICO) Bolsas y sacos. Envases de Alimentos y Bebidas.</i> - (ORGANIC) Lunch room waste <i>- (ORGÁNICO) Residuos del Comedor</i> - Bathroom waste <i>- Residuos de los Servicios Higiénicos</i>	50 kg/week 10 Kg/day 10 Kg/day Variable 15 Kg/day	Yes (Container- Yellow) Yes (Container-Blue) Yes (Container-White) Yes (Container-Orange) Yes (Container-1)
5	Other Waste <i>Otros Residuos</i>	Solid (Dangerous) <i>Sólidos (Peligrosos)</i>	- Sludge from the septic well <i>- Lodos de la limpieza de la fosa séptica.</i> - Toners	Variable 4 units/month	Yes (Mine Tailings deposit on site) Yes (Container-2)
		Liquid (Non Dangerous) <i>Líquidos (No Peligrosos)</i>	- Washing trays effluents <i>- Efluentes del lavado de bandejas.</i>	1 m3/ day	Yes (Mine Tailings deposit on site)
		Liquid (Dangerous) <i>Líquidos (Peligrosos)</i>	- Washing uniforms from Fire Assay (lead) <i>- Efluentes del lavado de uniformes de Ensayos al Fuego (plomo).</i> - Acid effluents from the effluents PIT <i>- Efluentes Ácidos de la Poza de Recolección</i>	300 - 400 lt/day 3 m3/day	Yes (Mine Tailings deposit on site) Yes (Mine Tailings deposit on site)





## Locación 1 y 2 en Laboratorio Permanente







## Anexo 02: Diagrama de Flujo del Proceso

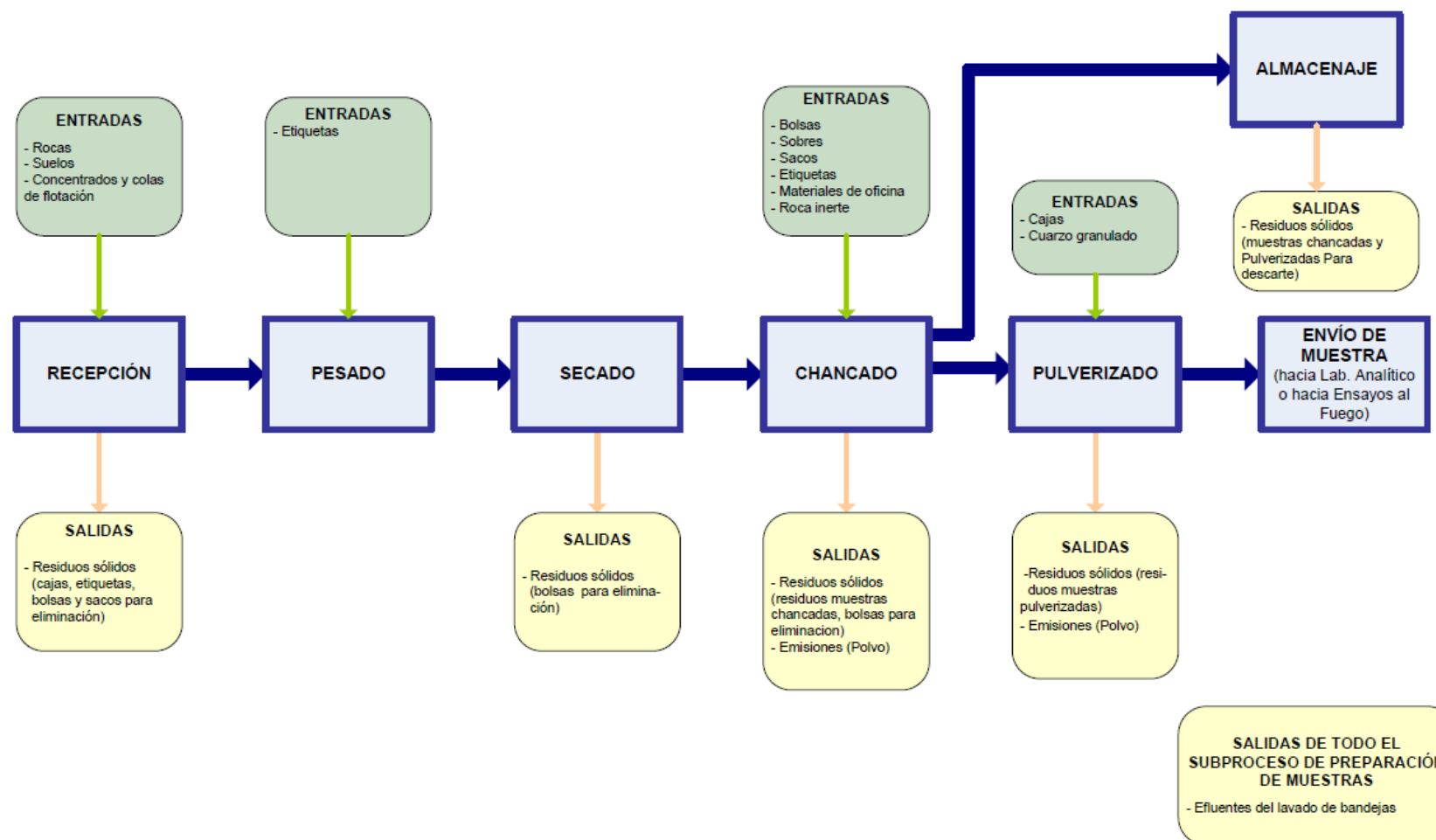






## Diagrama de Flujo del Subproceso “Preparación de Muestras”

Incluye efluentes, emisiones y residuos generados

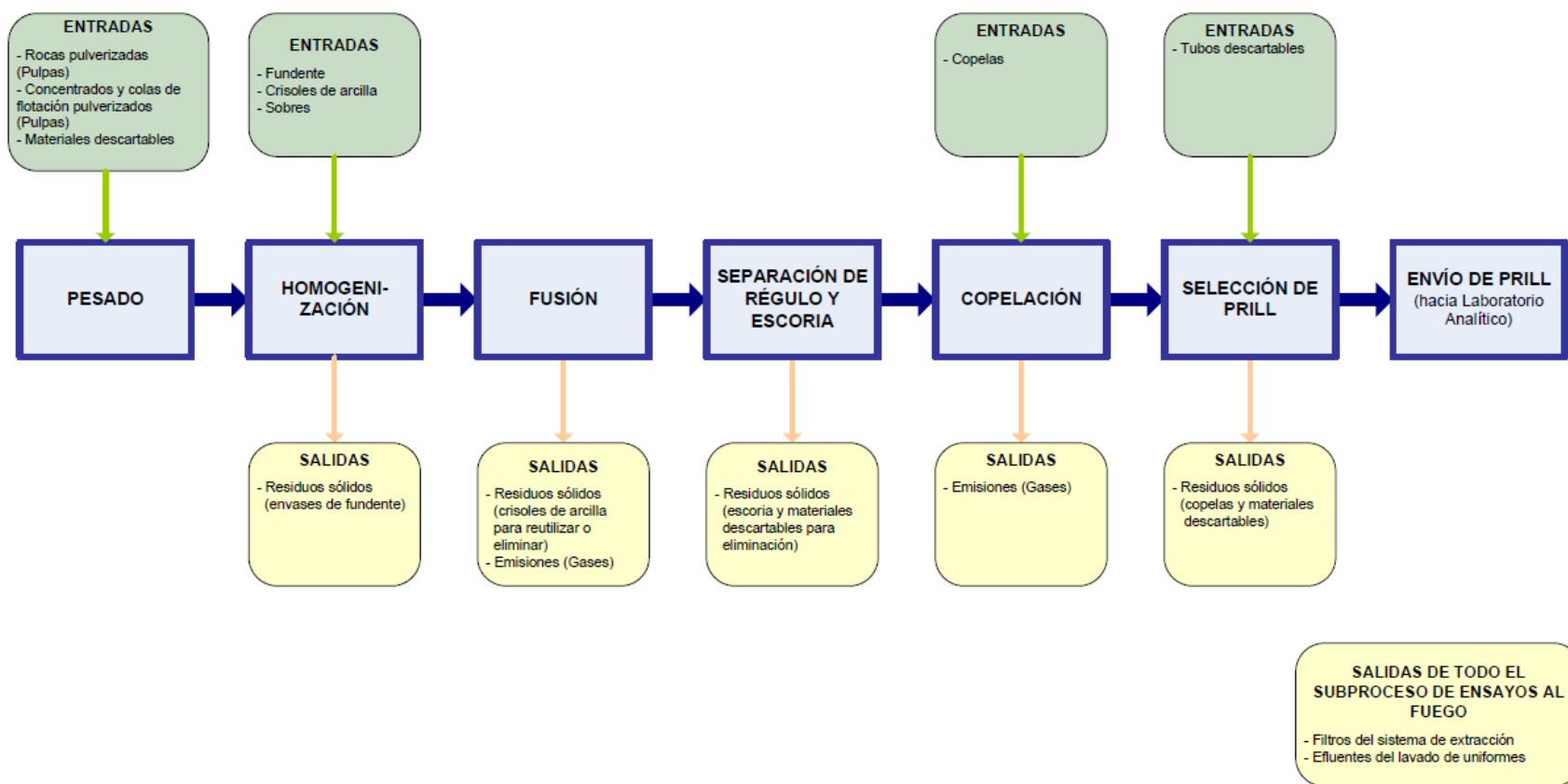






## Diagrama de Flujo del Subproceso “Ensayos al Fuego”

Incluye efluentes, emisiones y residuos generados

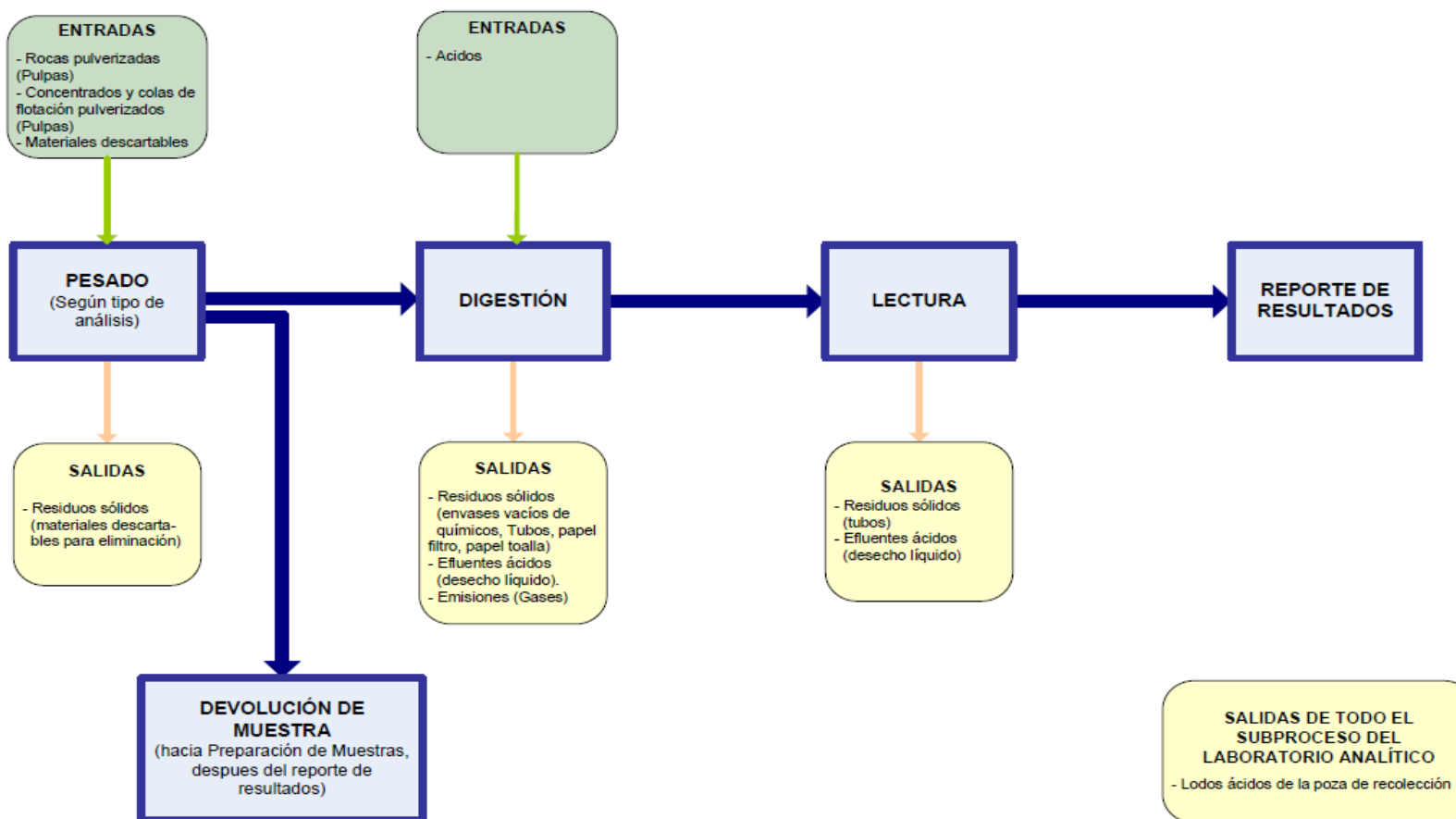




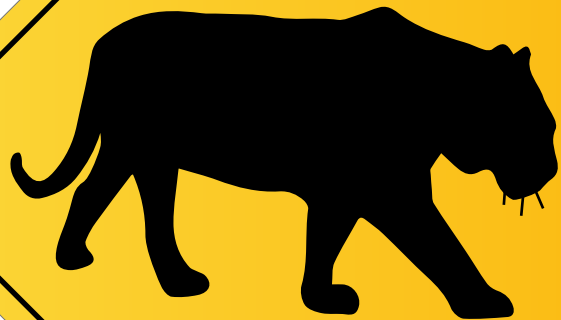


## Diagrama de Flujo del Subproceso “Laboratorio Analítico”

Incluye efluentes, emisiones y residuos generados







# PASO DE FAUNA A POCOS METROS

**¡AQUÍ CUIDAMOS A LOS ANIMALES!**

SÍGUENOS EN NUESTRAS REDES



@COBREPANAMA



FIRST QUANTUM  
MINERALS LTD.

Cobre Panamá



# PASO DE FAUNA A POCOS METROS

¡AQUÍ CUIDAMOS A LOS ANIMALES!

SÍGUENOS EN NUESTRAS REDES



@COBREPANAMA



FIRST QUANTUM  
MINERALS LTD.

Cobre Panamá







# PASO DE FAUNA A POCOS METROS

**¡AQUÍ CUIDAMOS A LOS ANIMALES!**

SÍGUENOS EN NUESTRAS REDES



@COBREPANAMA



FIRST QUANTUM  
MINERALS LTD.

Cobre Panamá



**PROYECTO MINA DE COBRE PANAMÁ**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA)**  
**CATEGORÍA III**

*INFORME DEL PROYECTO DE  
MONITORIZACIÓN DE LA EFECTIVIDAD  
DE LOS CRUCES DE FAUNA (2018 - 2019)*

Compromisos de EsIA Aplicables	Periodo reportado	Elaborado por	Fecha de Emisión del Reporte
13043 13044 13225	Estación Lluviosa (Junio-diciembre 2018)	BIODIVERSITY CONSULTANT GROUP	04/06/2019



## **Biodiversity Consultant Group (BCG)**

Calle Sauce, Hato Pintado, Casa L13, segunda planta  
Teléfono: 203-6384

### **Equipo Administrativo:**

Msc. César Jaramillo -**Gerente**  
MSc. Samuel Valdés -**Director**  
Msc. Marelys Torres -**Gerente de Proyectos**  
Lic. Juan Pablo Ríos -**Logística**  
Téc. Benjamín Walker -**Coordinador del proyecto Cruce de Fauna MPSA.**

### **Equipo de Especialistas:**

MSc. Ricardo Moreno -**Zoología (Mastozoología)**  
Lic. Marcos Ponce -**Zoología (Herpetología y Mastozoología)**  
MSc. César Jaramillo -**Zoología (Herpetología)**  
MSc. Marelys Torres -**Gestión Ambiental**  
Téc. Laurencio Martínez-**Botánica**  
Téc. Benjamín Walker -**Vida silvestre**  
Téc. Yaritza González -**Zoología (Ictiología y Macroinvertebrados Acuáticos)**

2019 BCG Panamá



## Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN .....	4
METODOLOGÍA.....	5
Monitoreo de los Sitios de Cruce de Fauna .....	5
Instalación de las Cámaras Trampas .....	5
Instalación de Trampas de Lodo .....	6
Monitoreo de la Efectividad de las Estructuras de Cruce Construidas .....	8
Indicadores.....	8
RESULTADOS.....	9
Monitoreo de los Sitios de Cruce de Fauna .....	9
<b>Indicador 1:</b> El total de cruces (todas las especies en conjunto y cada especie individualmente) ¿es significativamente mayor en las proximidades de estructuras para Cruce de Fauna, qué en ubicaciones al azar (prueba “t”)? .....	9
<b>Indicador 2:</b> Relación de capturas de la cámara trampa (ubicaciones de las estructuras para cruce/ubicaciones al azar) para especies en conjunto y para especies individualmente. ....	9
<b>Indicador 3:</b> Relación de las capturas de la trampa de lodo (ubicaciones de las estructuras para cruce/ubicaciones al azar) para especies en conjunto y para especies individualmente. ....	9
Monitoreo de la Efectividad de las Estructuras de Cruce Construidas. ....	10
<b>Indicador 1:</b> Número promedio de cruces por periodos de 45 días (especies en conjunto e individualmente).....	10
<b>Indicador 2:</b> Relación promedio del éxito de cruces por periodos de 45 días (número de cruces exitosos/número total de intentos ya sean exitosos e infructuosos), por especies en conjunto e individualmente. ....	12
Mapas .....	14
REGISTRO FOTOGRÁFICO.....	15



## INTRODUCCIÓN

El Distrito de Donoso, alberga uno de los bosques menos estudiados del país, bosques muy importantes para el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM), por su extensión no fragmentada y por encontrarse cercanos al Parque Nacional General de División Omar Torrijos Herrera, en la Provincia de Coclé y al Parque Nacional Santa Fe, en la Provincia de Veraguas; sitios que en conjunto forman lo que se denomina “El Corredor del Jaguar”.

MPSA ha realizado diversos estudios con cámaras trampa, en el área de Donoso, desde el año 2011, registrando con ellas mamíferos considerados como Especies de Interés (EdI) del Proyecto Mina de Cobre Panamá, así como otras especies de gran importancia ecológica como la oncilla (*Leopardus tigrinus*), el perrito de monte (*Speothos venaticus*) y el puerco de monte (*Tayassu pecari*), sobre el trazado de la carretera que une actualmente a las instalaciones principales del proyecto con la instalaciones del Puerto en Punta Rincón (en la Costa del Caribe).

Durante la construcción de la carretera a la costa, se instalaron estructuras de Cruce de Fauna, utilizando la información proveniente de los estudios con cámaras trampa realizados entre 2012 y 2013; y en 2015-2016 se inició el monitoreo para evaluar la efectividad de estos Cruces de Fauna (año I). Posteriormente en el año 2017-2018 (año II), se continuaron con los trabajos de monitoreo de las cámaras.

El presente informe de avance contiene la información preliminar de los trabajos de inicio del periodo de monitoreo 2018-2019 (año III, cuatro primeros ciclos de 45 días), que corresponden a la estación lluviosa (del 23 de junio al 19 de diciembre de 2018). Los datos de la estación seca (20 de diciembre de 2018 al 18 de junio de 2019) serán entregados en el siguiente informe, ya que aún falta retirar de las cámaras trampa, la última ronda de fotos correspondiente al octavo ciclo de 45 días, el cual culmina el 18 de junio de 2019.

## OBJETIVOS

- Evaluar las tasas globales del paso de animales a través de los Cruces de Fauna tanto en la estación seca como en la lluviosa.
- Determinar si los animales muestran una frecuencia de cruce más alta de lo esperado en los sitios en dónde se han instalados las estructuras para Cruce de Fauna.
- Determinar si los animales están utilizando las estructuras para cruce y si los patrones de uso están cambiando con el paso del tiempo.
- Identificar las especies que hace uso de los Cruces de Fauna, su estacionalidad y la variación diaria en su uso.



## METODOLOGÍA

### Monitoreo de los Sitios de Cruce de Fauna

Para este componente del proyecto se realizarán dos campañas de monitoreo, la primera que fue ejecutada, del 29 de octubre al 12 de diciembre del 2018 (ciclo que corresponde a la estación lluviosa) y la segunda que actualmente se está ejecutando del 27 de febrero al 12 de abril del 2019 (estación seca) para las trampas de lodo. Estas fechas coinciden con la información presentada en el Monitoreo del 2017-2018 (año II). Cada uno de estos dos ciclos de recopilación de data están previstos para 45 días.

Para recopilar la información necesaria de este componente del monitoreo, se está utilizando una combinación de cámaras trampa y trampas de lodo para comparar las tasas de cruce en las ubicaciones donde se han construido estructuras para Cruce de Fauna.

El objetivo de este componente del programa de monitoreo no es ver directamente la efectividad de las estructuras construidas para Cruce de Fauna, sino determinar si los animales demuestran una frecuencia de cruce más alta de lo esperado, en los sitios donde se han instalado estas estructuras. Esto confirmará, si la construcción de la carretera no ha producido cambios en los lugares preferidos para cruce, identificados a lo largo de la carretera, en las campañas previas de cámaras trampa.

Actualmente instaladas existen nueve estaciones de monitoreo que son las estructuras de los cruces de fauna. Por motivo de la construcción e instalación de algunas infraestructuras a lo largo de la carretera no se han colocado cámaras trampa en los puntos aleatorios (sobre la carretera), se espera que una vez terminadas estas obras se pueda continuar con el monitoreo de estos puntos.

En cada estación se instalaron 4 cámaras trampa (dos a cada lado de la estructura). Para el monitoreo a ejecutar con las trampas de lodo, estas se instalaron dentro de cada estructura, una trampa de lodo a cada extremo del paso o túnel. La intención original era colocar las trampas de lodo en las nueve estructuras de paso de fauna existentes, sin embargo, cuatro de estas estructuras, tienen una base de concreto y a través de ellos presentan corrientes de agua, por lo que sólo fueron instaladas las trampas de lodo en cinco estructuras existentes de Cruce de fauna cf01;cf02;cf03;cf04;cf09 (ver tabla N°2).

### Instalación de las Cámaras Trampa

En la Tablas N°1 se muestran las coordenadas de las estaciones donde fueron colocadas las cámaras trampa. En total se instalaron 36 cámaras trampa (modelo Cuddeback Black Flash E3 y modelo Cuddeback Long Range IR) programadas para realizar tomas cada cinco segundos, dos cámaras en cada extremo de las nueve estructuras de paso



La cámara trampa fue instalada utilizando estacas y/o soportes para evitar que se movieran y además fueron protegidas en su interior, con una pequeña capa de vaselina, también fueron cubiertas por cinta duct tape para minimizar su afectación por la humedad que caracteriza a esta región del Caribe.

**Tabla N° 1.** Coordenadas de la ubicación de las cámaras trampas en las 9 estaciones que presentaban estructuras de Cruce de Fauna construidas.

Sitio	Coordenadas	Kilometraje
Cruce de Fauna N° 1	17 P 0533704 0994208	2K +885
	17 P 0533683 0994166	
Cruce de Fauna N° 2	17 P 0533035 0994039	3k +575
	17 P 0533032 0994005	
Cruce de Fauna N° 3	17 P 0532548 0993790	4K+125
	17 P 0532570 0993769	
Cruce de Fauna N°4	17 P 0532470 0993535	4K+375
	17 P 0532502 0993551	
Cruce de Fauna N° 5	17 P 0532231 0992494	5K+480
	17 P 0532263 0992477	
Cruce de Fauna N° 6	17 P 0533726 0988517	10k+325
	17 P 0533765 0988529	
Cruce de Fauna N° 7	17 P 0533840 0987764	11K+125
	17 P 0533811 0987770	
Cruce de Fauna N° 8	17 P 0535464 0986158	13K+730
	17 P 0535423 0986182	
Cruce de Fauna N° 9	17 P 0538132 0984314	17K+525
	17 P 0538172 0984337	

## Instalación de Trampas de Lodo

En total se instalaron cinco estaciones de Trampa de Lodo. Cada estación de muestreo está formada por dos trampas de lodo en cada extremo, cada una con una dimensión de 150 cm x 60 cm (aproximadamente 1 m<sup>2</sup> de superficie). Las trampas de lodo fueron colocadas dentro de las estructuras de cruce de fauna, ambas a un metro de distancia de la entrada en cada extremo de la estructura (Figura N° 1).

Las trampas de lodo son monitoreadas durante 45 días consecutivos, en dos periodos estacionales con revisiones en horas matutinas (7:00 am – 10:00 am). Durante la revisión se registraron datos como: datos morfométricos de las huellas encontradas; registro fotográfico; identificación de especie; condición climática y código de estación. Posterior a la revisión se borrará la huella vieja y de ser necesario se humedece el lodo para dejar la trampa de lodo lista para el próximo registro y no tener confusión o traslape de huellas.

En la Tabla N°2 se muestran las coordenadas de las estaciones en donde fueron instaladas trampas de lodo.



**Tabla N°2.** Coordenadas de las cinco estaciones con trampas de lodo colocadas a ambos lados de la carretera, en la entrada y salida de la estructura de cruce de fauna existentes.

Sitio	Coordenadas	Kilometraje
Cruce de Fauna N° 1	17 P 0533704 0994208	2K +885
	17 P 0533683 0994166	
Cruce de Fauna N° 2	17 P 0533035 0994039	3k +575
	17 P 0533032 0994005	
Cruce de Fauna N° 3	17 P 0532548 0993790	4K+125
	17 P 0532570 0993769	
Cruce de Fauna N°4	17 P 0532470 0993535	4K+375
	17 P 0532502 0993551	
Cruce de Fauna N° 9	17 P 0538132 0984314	17K+525
	17 P 0538172 0984337	



**Figura N°1.** Trampa de lodo colocada dentro de las estructuras de cruce de fauna.



## Monitoreo de la Efectividad de las Estructuras de Cruce Construidas

Se está monitoreando el uso de las estructuras construidas para el cruce por parte de la fauna. Utilizando cámaras trampa y trampas de lodo. Las cámaras, se montaron en ambos extremos de cada una de las estructuras para Cruce de Fauna, con el fin de distinguir entre un animal que cruza completamente la estructura, versus los que entran a la estructura, pero no completan el cruce. Por esa razón las cámaras se colocaron apuntando en direcciones opuestas con el fin de tomar fotografías de ambos lados de los animales, lo cual facilita la identificación de animales individuales de ciertas especies. Las cámaras fueron colocadas y se dejarán en un periodo de un año, descargando los datos y cambiando las baterías, cada 45 días.

La información obtenida de este componente del programa de monitoreo, se utilizará para determinar si los animales están utilizando las estructuras para cruce y si los patrones de uso están cambiando con el paso del tiempo.

### Indicadores

- Número promedio de cruces por un periodo de 45 días (especies en conjunto e individualmente)
- Relación promedio del éxito de cruces por un periodo de 45 días (número de cruces exitosos/número total de intentos ya sean exitosos e infructuosos) por especies en conjunto e individualmente.



## RESULTADOS

### Monitoreo de los Sitios de Cruce de Fauna

**Indicador 1:** El total de cruces (todas las especies en conjunto y cada especie individualmente) ¿es significativamente mayor en las proximidades de estructuras para Cruce de Fauna, qué en ubicaciones al azar (prueba “t”)?

No Aplica para este año por la construcción y adecuaciones en la carretera a la costa (Punta Ricon).

**Indicador 2:** Relación de capturas de la cámara trampa (ubicaciones de las estructuras para cruce/ubicaciones al azar) para especies en conjunto y para especies individualmente.

No Aplica para este año por la construcción y adecuaciones en la carretera a la costa (Punta Rincón).

**Indicador 3:** Relación de las capturas de la trampa de lodo (ubicaciones de las estructuras para cruce/ubicaciones al azar) para especies en conjunto y para especies individualmente.

No Aplica para este año por la construcción y adecuaciones en la carretera a la costa (Punta rincón).



## Monitoreo de la Efectividad de las Estructuras de Cruce Construidas.

Los indicadores para el uso de las estructuras de Cruce de Fauna se calcularon para cada periodo de monitoreo, que es la frecuencia con que se visitan las cámaras para descargar datos y cambiar las baterías (cada 45 días).

No hay un objetivo a priori para el número de cruces de animales para cada periodo; la expectativa es que puede tomar un tiempo considerable para que los animales utilicen regularmente los cruces, por lo tanto, la tendencia debe ser que los índices aumenten con el paso del tiempo

Estos resultados que se presentan son los datos correspondientes al monitoreo de la estación lluviosa que van desde el 23 de Junio hasta el 19 de diciembre del 2018 en los cuales hay cuatro periodos de 45 días.

**Indicador 1:** Número promedio de cruces por periodos de 45 días (especies en conjunto e individualmente).

**Tabla N°3.** Número promedio de cruces por cada periodo de 45 días en la estación lluviosa.

Período de 45 días y Especies	Número de Cruces Exitosos	Número de Cruces no Exitosos	Número Promedio de Cruces Exitosos
<b>Periodo 1</b>	<b>(23 de Junio 2018 - 06 de Agosto 2018)</b>		
Total	0	29	0
<i>Cuniculus paca</i>	0	22	0
<i>Dasyprocta punctata</i>	0	2	0
<i>Procyon cancrivorus</i>	0	1	0
<i>Rodentia</i> sp1	0	3	0
<i>Sylvilagus gabbi</i>	0	1	0
<b>Periodo 2</b>	<b>(7 de Agosto 2018 - 20 de Septiembre 2018)</b>		
Total	4	32	0.44
<i>Cuniculus paca</i>	4	17	0.44
<i>Dasyprocta punctata</i>	0	1	0
<i>Procyon cancrivorus</i>	0	4	0
<i>Procyon lotor</i>	0	1	0
<i>Rodentia</i> sp1	0	5	0
<i>Sylvilagus gabbi</i>	0	4	0



Período de 45 días y Especies	Número de Cruces Exitosos	Número de Cruces no Exitosos	Número Promedio de Cruces Exitosos
<b>Periodo 3</b>	<b>(21 de Septiembre 2018 - 5 de Noviembre 2018)</b>		
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>47</b>	<b>0</b>
<i>Cuniculus paca</i>	0	26	0
<i>Leopardus pardalis</i>	0	1	0
<i>Pecari tajacu</i>	0	9	0
<i>Procyon cancrivorus</i>	0	5	0
<i>Procyon lotor</i>	0	1	0
<i>Sylvilagus gabbi</i>	0	5	0
<b>Periodo 4</b>	<b>(6 de Noviembre - 19 Diciembre 2018)</b>		
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>0</b>
<i>Cuniculus paca</i>	0	5	0
<i>Dasyprocta punctata</i>	0	1	0
<i>Didelphis marsupialis</i>	0	1	0
<i>Eira barbara</i>	0	1	0
<i>Sylvilagus gabbi</i>	0	6	0

No observamos diferencia en el valor del índice para las especies en conjunto (Total) con respecto a las especies individualmente, ya que en los periodos 1, 3 y 4 no hubo cruce exitoso para ninguna especie el valor es de 0 tanto en conjunto como para las especies individualmente. En el Periodo 2, a pesar de que hay 4 cruces exitosos, los 4 corresponden a la misma especie, por lo que tampoco hay diferencia para las especies en conjunto e individualmente.

La especie *C. paca* tanto para el periodo 2016 como en el periodo 2017 es la única especie que predomina en los cruces exitosos. Para este periodo 2018 de estación lluviosa nuevamente es la única especie que obtuvo registro de cruce exitoso pero sólo en el Periodo 2. Se espera que este índice aumente tanto a nivel de especie como en especies en conjunto.



**Indicador 2:** Relación promedio del éxito de cruces por periodos de 45 días (número de cruces exitosos/número total de intentos ya sean exitosos e infructuosos), por especies en conjunto e individualmente.

**Tabla N°4.** Relación promedio de éxito de cruces en los 4 periodos de 45 días de la estación lluviosa.

Período de 45 días y Especies	Número de Cruces Exitosos	Número de Cruces no Exitosos	Relación Promedio del Éxito de Cruces (número de cruces exitosos/número total de intentos)
<b>Periodo 1</b>	<b>(23 de Junio 2018 - 06 de Agosto 2018)</b>		
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>29</b>	<b>0</b>
<i>Cuniculus paca</i>	0	22	0
<i>Dasyprocta punctata</i>	0	2	0
<i>Procyon cancrivorus</i>	0	1	0
<i>Rodentia sp1</i>	0	3	0
<i>Sylvilagus gabbi</i>	0	1	0
<b>Periodo 2</b>	<b>(07 de Agosto 2018 - 20 de Septiembre 2018)</b>		
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>32</b>	<b>0.01</b>
<i>Cuniculus paca</i>	4	17	0.09
<i>Dasyprocta punctata</i>	0	1	0
<i>Procyon cancrivorus</i>	0	4	0
<i>Procyon lotor</i>	0	1	0
<i>Rodentia sp1</i>	0	5	0
<i>Sylvilagus gabbi</i>	0	4	0
<b>Periodo 3</b>	<b>(21 de Septiembre 2018 - 5 de Noviembre 2018)</b>		
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>47</b>	<b>0</b>
<i>Cuniculus paca</i>	0	26	0
<i>Leopardus pardalis</i>	0	1	0
<i>Pecari tajacu</i>	0	9	0
<i>Procyon cancrivorus</i>	0	5	0
<i>Sylvilagus gabbi</i>	0	5	0
<b>Periodo 4</b>	<b>(6 de Noviembre 2018 -19 Diciembre 2018)</b>		
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>0</b>
<i>Cuniculus paca</i>	0	5	0
<i>Dasyprocta punctata</i>	0	1	0
<i>Didelphis marsupialis</i>	0	1	0
<i>Eira barbara</i>	0	1	0
<i>Sylvilagus gabbi</i>	0	6	0



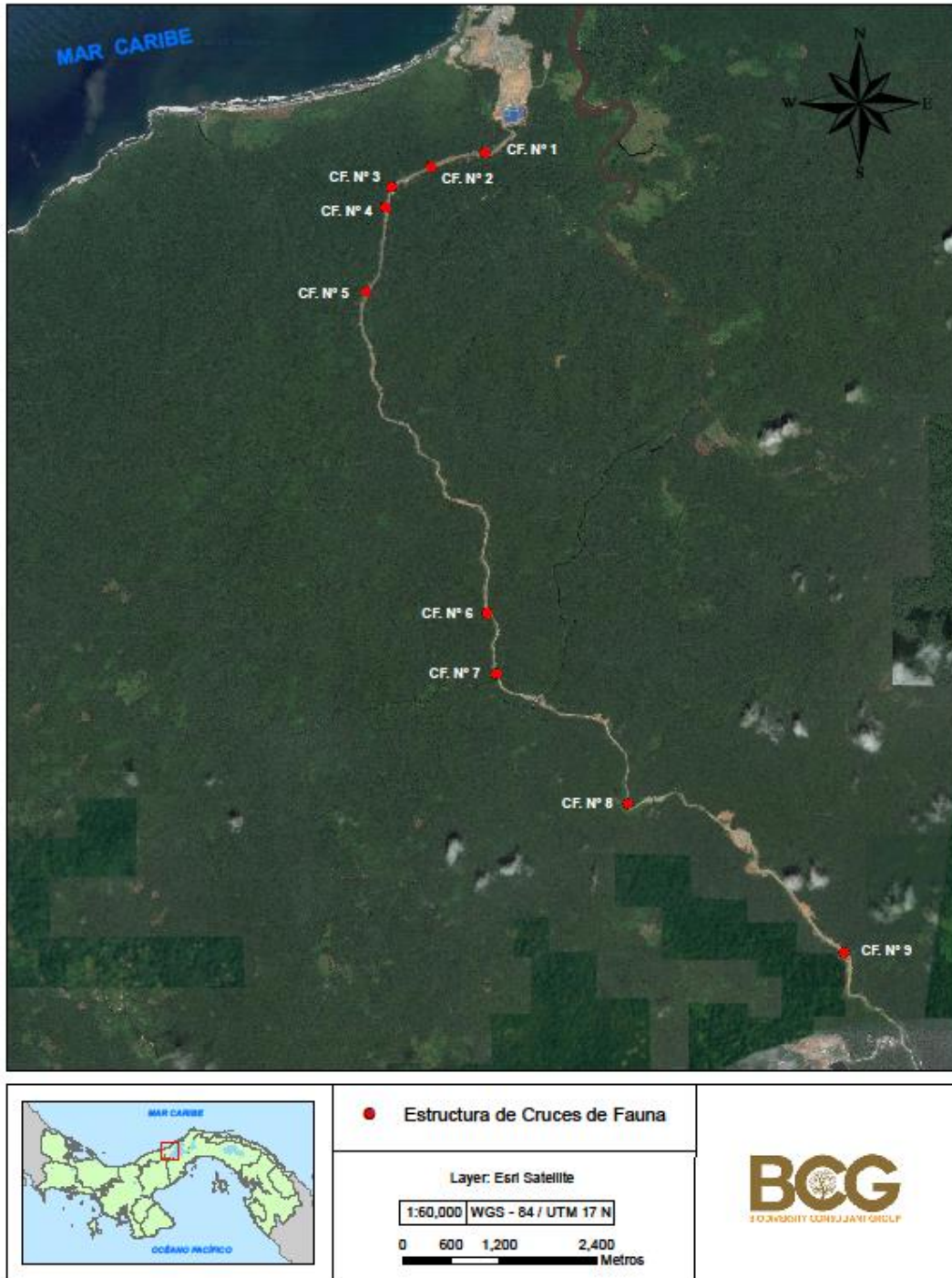
Este indicador de la relación promedio del éxito de cruces por los periodos de 45 días (número de cruces exitosos/número total de intentos ya sean exitosos e infructuosos) por especies en conjunto e individualmente, es muy parecido al anterior y es otra forma de evaluar el éxito de los cruces de fauna.

De los cuatro periodos analizados tenemos que la única especie que realizo cruce exitoso es el *Cuniculus paca*, con un índice de relación promedio del éxito de cruce para la especie de 0.09 en el segundo periodo, en total es de 0.01, en los otros tres periodos no hubo registro de cruce exitoso para ninguna especie, por lo que los valores don de 0.

Se debe esperar los resultados de los próximos periodos para determinar si existe una tendencia en los datos o alguna variación.



## Mapas





## REGISTRO FOTOGRÁFICO



**Figura N°1.** Vista general de las estructuras de cruce de fauna las cuales para este periodo de monitoreo por motivo de algunos trabajos realizados en la carretera quedaron algunas rocas en la entrada de las estructuras, las mismas fueron removidas y se adecuaron las entradas para seguir con el monitoreo.



**Figura N°2.** Algunas de las trampas de lodo instaladas en los extremos de las estructuras de cruce de fauna, las mismas son monitoreadas durante 45 días en la estación lluviosa. Durante los eventos de cruce de un animal se registran las huellas en una base de datos. La trampa se adecua para que ninguna huella quede marcada y se pueda traslapar información de los registros diarios.





**Figura N°3.** Registro del uso del las estrucutras de cruce de fauna , en este caso *Cuniculus paca* presentó cruce exitoso en dos puntos diferentes





Figura N°4 *Eira barbara* en la estructura de cruce N° 6



Figura N°5. *Eira barbara* en la estructura de cruce N° 6





Figura N°6. *Pecari tajacu* en la estructura de cruce N°3



Figura N° 7 *Pecari tajacu* en la estructura de cruce N°3





Figura N°8 *Dasyprocta punctata* en la estructura de cruce N°5



Figura N°9 *Leopardus pardalis* en la estructura de cruce N° 7





**Figura N°3.** Registro fotográfico, izquierda *Dasyprocta punctata* (ñequé); Derecha *Cuniculus paca* (conejo pintado). Estos registros son anotados en una base datos donde se les toma la medida, N° de estación, y si el animal realizó un cruce exitoso.



**Figura N°4.** Registro fotográfico, izquierda *Rodentia* sp.1, derecha *Sylvilagus gabbi* (muleto).





**Figura N°5.** Registro fotográfico, izquierda *Didelphis marsupialis* (zarigüeya común), *Cuniculus paca* (conejo pintado).