

12.0 ANEXOS

ANEXO A

CÁLCULO DE EMISIONES

ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN

TABLA 1 (Parte 1 de 3)
BASES PARA LA ESTIMACIÓN DEL NÚMERO Y DISTANCIA RECORRIDA POR CAMIONES SOBRE VÍAS ASFALTADAS
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros			Vía 1 (Afirmada)	Vía 2 (Afirmada)	Vía 3 (Afirmada)
			Salta - sitio (área de combustible)	Salta - sitio (área de construcción)	Salta - sitio (área de construcción)
Información del vehículo					
Tipo de vehículo			Camión Combustible	Camión	Camión
Modelo			Freightliner M2106	Freightliner M2112	Freightliner M2112
Capacidad del camión	Capacidad	t	25.0	25	25
Peso del vehículo	Descarga	t	17.5	17.5	17.5
	Carga	t	42.5	42.5	42.5
	Promedio	t	30.0	30.0	30.0
	Promedio	ton	33.1	33.1	33.1
Bases y número de vehículos					
Tiempo de Operación	Diario	h/día	24	24	24
	Anual	días/año	365	365	365
Movimiento de Camiones					
Material			Combustible y lubricante	Resinas	Diverso material de construcción
	Horario	t/h	1	0	-
	Diario	t	19	11	-
	Anual	t	6,915	4,072	-
Número de Vehículos	Horario	Número/h	1	1	1
(Capacidad Horaria de Flujo de Material)	Diario	Número/día	1	1	4
	Anual	Número/año	277	163	1,231
Distancia de Recorrido					
Distancia Recorrida/Vehículo/Ruta ^a	Por viaje (km)		37.9	37.9	37.9
VKT (Número de vehículos por km recorrido por viaje)	Diario		38	38	152
	Anual		10,480	6,171	46,649

^a Distancia de viaje aproximada asumida por vehículos misceláneos por día.

e
 A
 A
 B
 E

TABLA 1 (Parte 2 de 3)
BASES PARA LA ESTIMACIÓN DEL NÚMERO Y DISTANCIA RECORRIDA POR CAMIONES SOBRE VÍAS ASFALTADAS
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros			Vía 4 (Afirmada)	Vía 5 (Afirmada)	Vía 6 (Afirmada)
			Planta - sitio (Residuos sólidos)	Perforación pozos agua cruda- disposición	Perforación pozos salmuera a disposición
Información del vehículo					
Tipo de vehículo			Camión	Camión	Camión
Modelo			Freightliner M2106	Freightliner M2112	Freightliner M2106
Capacidad del camión	Capacidad	t	25	25	25
Peso del vehículo	Descarga	t	17.5	17.5	17.5
	Carga	t	42.5	42.5	42.5
	Promedio	t	30.0	30.0	30.0
	Promedio	ton	33.1	33.1	33.1
Bases y número de vehículos					
Tiempo de Operación	Diario	h/día	24	24	24
	Anual	días/año	365	365	365
Movimiento de Camiones					
Material			Residuos de obra y peligrosos	Suelo removido	Suelo removido
	Horario	t/h	0	0	0
	Diario	t	5	0	0
	Anual	t	1,709	88	38
Número de Vehículos	Horario	Número/h	1	1	1
(Capacidad Horaria de Flujo de Material)	Diario	Número/día	1	1	1
	Anual	Número/año	68	4	2
Distancia de Recorrido					
Distancia Recorrida/Vehículo/Ruta ^a	Por viaje (km)		0.6	13.1	13.5
VKT (Número de vehículos por km recorrido por viaje)	Diario		1	13	14
	Anual		39	46	20

^a Distancia de viaje aproximada asumida por vehículos misceláneos por día.

e
 A
 A
 B
 E

TABLA 1 (Parte 3 de 3)
BASES PARA LA ESTIMACIÓN DEL NÚMERO Y DISTANCIA RECORRIDA POR CAMIONES SOBRE VÍAS ASFALTADAS
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros			Vía 7 (Afirmada)	Vía 8 (Afirmada)	Vía 9 (Afirmada)
			Cantera material grueso a planta de hormigón	Cantera material fino a SBDF	Cantera material fino a FWDF
Información del vehículo					
Tipo de vehículo			Camión	Camión	Camión
Modelo			Freightliner M2112	Freightliner M2112	Freightliner M2106
Capacidad del camión	Capacidad	t	25	25	25
Peso del vehículo	Descarga	t	17.5	17.5	17.5
	Carga	t	42.5	42.5	42.5
	Promedio	t	30.0	30.0	30.0
	Promedio	ton	33.1	33.1	33.1
Bases y número de vehículos					
Tiempo de Operación	Diario	h/día	24	24	24
	Anual	días/año	365	365	365
Movimiento de Camiones					
Material			Arena	Suelo cantera	Suelo cantera
	Horario	t/h	3	305	4
	Diario	t	81	7,318	107
	Anual	t	29,413	2,671,116	39,050
Número de Vehículos	Horario	Número/h	1	13	1
(Capacidad Horaria de Flujo de Material)	Diario	Número/día	4	293	5
	Anual	Número/año	1,177	106,845	1,562
Distancia de Recorrido					
Distancia Recorrida/Vehículo/Ruta ^a	Por viaje (km)		3.7	4.6	8.3
VKT (Número de vehículos por km recorrido por viaje)	Diario		15	1,360	41
	Anual		4,294	495,759	12,949

^a Distancia de viaje aproximada asumida por vehículos misceláneos por día.

2
A
P
E
A
L
H

TABLA 2 (página 1 de 2)
ESTIMACIÓN DE TASAS DE EMISION DE PM/PM10, NOx, CO Y SO₂ DEL TUBO DE ESCAPE DE CAMIONES
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada
	Salta - sitio (área de combustible)	Salta - sitio (área de construcción)	Salta - sitio (área de construcción)	Planta - sitio (Residuos sólidos)
Vía Afirmada	PV1	PV2	PV3	PV4
Datos Generales	Combustible y lubricante	Resinas	Diverso material de construcción	Residuos de obra y peligrosos
Tipo de Vehículo	Camión	Camión	Camión	Camión
Recorrido/Vehículo, km (diario, ida y vuelta)	75.78	75.78	75.78	1.14
Recorrido diario de Vehículos por Kilómetro, VKT	76	76	303	1
Recorrido anual de Vehículos por Kilómetro, VKT	20,959	12,343	93,298	78
Promedio de Velocidad del Vehículo (km/h) ^a	25	25	25	25
Potencia del Motor en Operación (hp)	345	247	250	455
Horas de Operación (para el modelamiento)	24	24	24	24
Factores de Emisión (EF) de Escape Estimados ^b				
MP/PM ₁₀ EF, g/hp-h	0.000	0.238	0.000	0.238
NO _x EF, g/hp-h	2.621	2.621	2.621	2.621
CO EF, g/hp-h	0.148	1.316	0.148	1.316
SO ₂ EF, g/hp-h	0.016	0.016	0.016	0.016
MP/PM ₁₀ EF, g/km/camión (Corto plazo)	0.0	2.3	0.0	4.3
NO _x EF, g/km/camión (Corto plazo)	36.2	25.9	26.2	47.7
CO EF, g/km/camión (Corto plazo)	2.0	13.0	1.5	24.0
SO ₂ EF, g/km/camión (Corto plazo)	0.2	0.2	0.2	0.3
Tasas de Emisión (ER) Calculadas				
Ecuación ER (kg/h) = Factor de Emisión de Escape (g/km/camión) x (kg/1000 g) x VKT/día x (1/24)				
MP - Corto Plazo, kg/h	0.0000	0.0074	0.0000	0.0002
MP - Anual, t/año	0.0000	0.0290	0.0000	0.0003
PM ₁₀ - Corto Plazo, kg/h	0.0000	0.0074	0.0000	0.0002
PM ₁₀ - Anual, t/año	0.0000	0.0290	0.0000	0.0003
PM _{2.5} - Corto Plazo, kg/h	0.0000	0.0074	0.0000	0.0002
PM _{2.5} - Anual, t/año	0.0000	0.0290	0.0000	0.0003
NO ₂ - Corto Plazo, kg/h	0.1142	0.0818	0.3310	0.0023
NO ₂ - Anual, t/año	0.7580	0.3196	2.4452	0.0037
CO - Corto Plazo, kg/h	0.0064	0.0411	0.0187	0.0011
CO - Anual, t/año	0.0428	0.1605	0.1380	0.0019
SO ₂ - Corto Plazo, kg/h	0.0007	0.0005	0.0021	0.0000
SO ₂ - Anual, t/año	0.0047	0.0020	0.0153	0.0000
Tasa de Emisión por Unidad de Longitud (ERUL) basado en Corto Plazo ^c				
PM ₁₀ ER kg/h/km	0.0000	0.0002	0.0000	0.0004
PM _{2.5} ER kg/h/km	0.0000	0.0002	0.0000	0.0004
NO ₂ ER kg/h/km	0.0030	0.0022	0.0087	0.0040
CO ER kg/h/km	0.0002	0.0011	0.0005	0.0020
SO ₂ ER kg/h/km	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000

^a Velocidad promedio del vehículo con base en la información del proyecto.

^b Factores de emisión por recorrido y camiones de concentrado en g/h están basados en factores de emisión ajustados estimados en la Tabla 12 (USEPA).

2
A
P
E

TABLA 2 (página 2 de 2)
ESTIMACIÓN DE TASAS DE EMISION DE PM/PM10, NOx, CO Y SO₂ DEL TUBO DE ESCAPE DE CAMIONES
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada
	Perforación pozos agua cruda-disposición	Perforación pozos salmuera a disposición	Cantera material grueso a planta de hormigón	Cantera material fino a SBDF	Cantera material fino a FWDF
Vía Afirmada	PV5	PV6	PV7	PV8	PV9
Datos Generales	Suelo removido	Suelo removido	Arena	Suelo cantera	Suelo cantera
Tipo de Vehículo	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión
Recorrido/Vehículo, km (ida y vuelta)	26.23	27.00	7.30	9.28	16.58
Recorrido diario de Vehículos por km	26	27	29	2,719	83
Recorrido anual de Vehículos por km	92	41	8,588	991,518	25,898
Promedio de Velocidad del Vehículo (km/h) ^a		25	25	25	25
Potencia del Motor en Operación (hp)	247	345	250	500	455
Horas de Operación (modelamiento)	24	24	24	24	24
Factores de Emisión (EF) de Escape Estimados ^b					
MP/PM ₁₀ EF, g/hp-h	0.238	0.238	0.238	0.238	0.000
NO _x EF, g/hp-h	2.621	2.621	2.621	2.621	2.621
CO EF, g/hp-h	1.484	1.484	1.316	1.316	0.148
SO ₂ EF, g/hp-h	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
MP/PM ₁₀ EF, g/km/camión (Corto plazo)	2.3	3.3	2.4	4.8	0.0
NO _x EF, g/km/camión (Corto plazo)	25.9	36.2	26.2	52.4	47.7
CO EF, g/km/camión (Corto plazo)	14.7	20.5	13.2	26.3	2.7
SO ₂ EF, g/km/camión (Corto plazo)	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
Tasas de Emisión (ER) Calculadas					
Ecuación ER (kg/h) = Factor de Emisión de Escape (g/km/camión) x (kg/1000 g) x VKT/día x (1/24)					
MP - Corto Plazo, kg/h	0.0026	0.0037	0.0029	0.5412	0.0150
MP - Anual, t/año	0.0002	0.0001	0.0205	4.7364	0.1126
PM ₁₀ - Corto Plazo, kg/h	0.0026	0.0037	0.0029	0.5412	0.0150
PM ₁₀ - Anual, t/año	0.0002	0.0001	0.0205	4.7364	0.1126
PM _{2.5} - Corto Plazo, kg/h	0.0026	0.0037	0.0029	0.5412	0.0150
PM _{2.5} - Anual, t/año	0.0002	0.0001	0.0205	4.7364	0.1126
NO ₂ - Corto Plazo, kg/h	0.0283	0.0407	0.0319	5.9384	0.1648
NO ₂ - Anual, t/año	0.0024	0.0015	0.2251	51.9714	1.2353
CO - Corto Plazo, kg/h	0.0160	0.0230	0.0160	2.9827	0.0093
CO - Anual, t/año	0.0013	0.0008	0.1131	26.1041	0.0697
SO ₂ - Corto Plazo, kg/h	0.0002	0.0003	0.0002	0.0372	0.0010
SO ₂ - Anual, t/año	0.0000	0.0000	0.0014	0.3255	0.0077
Tasa de Emisión por Unidad de Longitud (ERUL) basado en Corto Plazo ^c					
PM ₁₀ ER kg/h/km	0.0002	0.0003	0.0008	0.1166	0.0018
PM _{2.5} ER kg/h/km	0.0002	0.0003	0.0008	0.1166	0.0018
NO ₂ ER kg/h/km	0.0022	0.0030	0.0087	1.2798	0.0199
CO ER kg/h/km	0.0012	0.0017	0.0044	0.6428	0.0011
SO ₂ ER kg/h/km	0.0000	0.0000	0.0001	0.0080	0.0001

^a Velocidad promedio del vehículo con base en la información del proyecto.

^b Factores de emisión por recorrido y camiones de concentrado en g/h están basados en factores de emisión ajustados estimados en la Tabla 12 (USEPA).

TABLA 3 (Parte 1 de 3, página 1 de 2)
ESTIMACIÓN DE TASAS Y FACTORES DE EMISIÓN DE PM PARA CAMIONES EN VÍAS AFIRMADAS
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada
	Salta - sitio (área de combustible)	Salta - sitio (área de construcción)	Salta - sitio (área de construcción)
ID Vías Afirmadas	UP1	UP2	UP3
Información del Vehículo			
Peso promedio del Vehículo (W), toneladas	30.0	30.0	30.0
Promedio (ton)	33.1	33.1	33.1
Horas de Operación (para el modelamiento)	24.0	24.0	24.0
Cálculo de km recorridos por vehículo (VKT)			
Número de vehículos (Horario)	1	1	1
Número de vehículos (Diario)	1	1	4
Número de vehículos (Anual)	277	163	1231
Distancia Recorrida/Vehículo/Ruta (km)	37.9	37.9	37.9
VKT (# de vehículos diarios x km x viaje)	37.9	37.9	151.6
VKT (# de vehículos al año x km x viaje)	10,479.7	6,171.4	46,648.9
Características Generales del Sitio			
Precipitación mayor que o igual a 0.254 mm (p)	0	0	0
Contenido de Limo (s), % ^a	6.4	6.4	6.4
Multiplicador de Partícula (lb/VMT) k (MP)	4.9	4.9	4.9
Multiplicador de Partícula (lb/VMT) k (PM ₁₀)	1.5	1.5	1.5
Multiplicador de Partícula (lb/VMT) k (PM _{2.5})	0.2	0.2	0.2
Coeficiente para MP a	0.7	0.7	0.7
b	0.5	0.5	0.5
Coeficiente para PM ₁₀ a	0.9	0.9	0.9
b	0.5	0.5	0.5
Coeficiente para PM _{2.5} a	0.9	0.9	0.9
b	0.5	0.5	0.5

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Sección 13.2.2 Vías Afirmadas).

^a Contenido de limo basado en información del proyecto.

2
A A C
P L
E H F

TABLA 3 (Parte 1 de 3, página 2 de 2)
ESTIMACIÓN DE TASAS Y FACTORES DE EMISIÓN DE PM PARA CAMIONES EN VÍAS AFIRMADAS
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada
	Salta - sitio (área de combustible)	Salta - sitio (área de construcción)	Salta - sitio (área de construcción)
ID Vías Afirmadas	UP1	UP2	UP3
Información de Control de Emisiones			
Método de Control de Emisiones	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisiones, %			0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF) ^b			
Ecuación EF sin control (UEF)=UEF(g/VKT) = k (lb/VMT) x (s/12) ^a x (W/3) ^b x [(365 - p)/365] x 281.9			
Ecuación EF con control (CEF)=CEF(g/VKT) = UEF (lb/VKT) x (100 - Eficiencia de Remoción (%))			
Factor de Emisión (EF) Calculado para MP			
EF sin control, g/VKT (Corto Plazo)	2,619.8	2,619.8	2,619.8
(Anual)	2,583.9	2,583.9	2,583.9
EF con control, g/VKT (Corto Plazo)	2,619.8	2,619.8	2,619.8
(Anual)	2,583.9	2,583.9	2,583.9
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM10			
EF sin control, g/VKT	707.2	707.2	707.2
	697.5	697.5	697.5
EF con control, g/VKT	707.2	707.2	707.2
	697.5	697.5	697.5
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM2.5			
EF sin control, g/VKT	70.7	70.7	70.7
	69.8	69.8	69.8
EF con control, g/VKT	70.7	70.7	70.7
	69.8	69.8	69.8
Tasa de Emisión (ER) Estimada			
PM ₁₀ ER kg/h (en base a la tasa diaria)	1.12	1.12	4.47
t/año	7.31	4.30	32.54
PM _{2.5} ER kg/h (en base a la tasa diaria)	0.11	0.11	0.45
t/año	0.73	0.43	3.25
PM ₁₀ ER kg/h/km	0.029	0.029	0.118
PM _{2.5} ER kg/h/km	0.003	0.003	0.012

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Sección 13.2.2 Vías Afirmadas).

^b Para convertir en gramos por kilómetros recorridos por los vehículos (g/VKT), se utiliza el siguiente factor: 1 lb/VMT = 281.9 g/VKT (453.6 g/lb x 0.621 millas/km).

^c Con base en las emisiones totales (ER, kg/h) dividido por 1/2 ruta total recorrida (ida y vuelta).

TABLA 3 (Parte 2 de 3, página 1 de 2)
ESTIMACIÓN DE TASAS Y FACTORES DE EMISIÓN DE PM PARA CAMIONES EN VÍAS AFIRMADAS
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada
	Planta - sitio (Residuos sólidos)	Perforación pozos agua cruda- disposición	Perforación pozos salmuera a disposición
ID Vías Afirmadas	UP4	UP5	UP6
Información del Vehículo			
Peso promedio del Vehículo (W), toneladas	30.0	30.0	30.0
Promedio (ton)	33.1	33.1	33.1
Horas de Operación (para el modelamiento)	24.0	24.0	24.0
Cálculo de km recorridos por vehículo (VKT)			
Número de vehículos (Horario)	1	1	1
Número de vehículos (Diario)	1	1	1
Número de vehículos (Anual)	68	4	2
Distancia Recorrida/Vehículo/Ruta (km)	0.6	13.1	13.5
VKT (# de vehículos diarios x km x viaje)	0.6	13.1	13.5
VKT (# de vehículos al año x km x viaje)	39.0	45.9	20.3
Características Generales del Sitio			
Precipitación mayor que o igual a 0.254 mm (p)	0 5	0 5	0 5
Contenido de Limo (s), % ^a	6.4	6.4	6.4
Multiplicador de Partícula (lb/VMT) k (MP)	4.9	4.9	4.9
Multiplicador de Partícula (lb/VMT) k (PM ₁₀)	1.5	1.5	1.5
Multiplicador de Partícula (lb/VMT) k (PM _{2.5})	0.2	0.2	0.2
Coeficiente para MP a	0.7	0.7	0.7
b	0.5	0.5	0.5
Coeficiente para PM ₁₀ a	0.9	0.9	0.9
b	0.5	0.5	0.5
Coeficiente para PM _{2.5} a	0.9	0.9	0.9
b	0.5	0.5	0.5

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Sección 13.2.2 Vías Afirmadas).

^a Contenido de limo basado en información del proyecto.

TABLA 3 (Parte 2 de 3, página 2 de 2)
ESTIMACIÓN DE TASAS Y FACTORES DE EMISIÓN DE PM PARA CAMIONES EN VÍAS AFIRMADAS
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada
	Planta - sitio (Residuos sólidos)	Perforación pozos agua cruda- disposición	Perforación pozos salmuera a disposición
ID Vías Afirmadas	UP4	UP5	UP6
Información de Control de Emisiones			
Método de Control de Emisiones	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisiones, %		0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF) ^b			
Ecuación EF sin control (UEF)			
Ecuación EF con control (CEF)			
Factor de Emisión (EF) Calculado para MP			
EF sin control, g/VKT (Corto Plazo)	2,619.8	2,619.8	2,619.8
(Anual)	2,583.9	2,583.9	2,583.9
EF con control, g/VKT (Corto Plazo)	2,619.8	2,619.8	2,619.8
(Anual)	2,583.9	2,583.9	2,583.9
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM10			
EF sin control, g/VKT	707.2	707.2	707.2
	697.5	697.5	697.5
EF con control, g/VKT	707.2	707.2	707.2
	697.5	697.5	697.5
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM2.5			
EF sin control, g/VKT	70.7	70.7	70.7
	69.8	69.8	69.8
EF con control, g/VKT	70.7	70.7	70.7
	69.8	69.8	69.8
Tasa de Emisión (ER) Estimada			
PM ₁₀ ER kg/h (en base a la tasa diaria)	0.02	0.39	0.40
t/año	0.03	0.03	0.01
PM _{2.5} ER kg/h (en base a la tasa diaria)	0.00	0.04	0.04
t/año	0.00	0.00	0.00
Tasa de Emisión por Unidad de Longitud (ERUL) basado en el Corto Plazo ^c			
PM ₁₀ ER kg/h/km	0.029	0.029	0.029
PM _{2.5} ER kg/h/km	0.003	0.003	0.003

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Sección 13.2.2 Vías Afirmadas).

^b Para convertir en gramos por kilómetros recorridos por los vehículos (g/VKT), se utiliza el siguiente factor: 1 lb/VMT = 281.9 g/VKT (453.6 g/lb x 0.621 millas/km).

^c Con base en las emisiones totales (ER, kg/h) dividido por 1/2 ruta total recorrida (ida y vuelta).

TABLA 3 (Parte 3 de 3, página 1 de 2)
ESTIMACIÓN DE TASAS Y FACTORES DE EMISIÓN DE PM PARA CAMIONES EN VÍAS AFIRMADAS
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada
	Cantera a planta de hormigón	Cantera a SBDF	Cantera a FWDF
ID Vías Afirmadas	UP7	UP8	UP9
Información del Vehículo			
Peso promedio del Vehículo (W), toneladas	30.0	30.0	30.0
Promedio (ton)	33.1	33.1	33.1
Horas de Operación (para el modelamiento)	24.0	24.0	24.0
Cálculo de km recorridos por vehículo (VKT)			
Número de vehículos (Horario)	1	13	1
Número de vehículos (Diario)	3	293	5
Número de vehículos (Anual)	1177	106845	1562
Distancia Recorrida/Vehículo/Ruta (km)	3.65	4.64	8.29
VKT (# de vehículos diarios x km x viaje)	14.6	1359.5	41.5
VKT (# de vehículos al año x km x viaje)	4,294.2	495,759.1	12,949.0
Características Generales del Sitio			
Precipitación mayor que o igual a 0.254 mm (p)	0	0	0
Contenido de Limo (s), % ^a	6.4	6.4	6.4
Multiplicador de Partícula (lb/VMT) k (MP)	4.9	4.9	4.9
Multiplicador de Partícula (lb/VMT) k (PM ₁₀)	1.5	1.5	1.5
Multiplicador de Partícula (lb/VMT) k (PM _{2.5})	0.2	0.2	0.2
Coeficiente para MP a	0.7	0.7	0.7
b	0.5	0.5	0.5
Coeficiente para PM ₁₀ a	0.9	0.9	0.9
b	0.5	0.5	0.5
Coeficiente para PM _{2.5} a	0.9	0.9	0.9
b	0.5	0.5	0.5

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Sección 13.2.2 Vías Afirmadas).

^a Contenido de limo basado en información del proyecto.

2
A
P
E
A
C
L
H

TABLA 3 (Parte 3 de 3, página 2 de 2)
ESTIMACIÓN DE TASAS Y FACTORES DE EMISIÓN DE PM PARA CAMIONES EN VÍAS AFIRMADAS
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada
	Cantera a planta de hormigón	Cantera a SBDF	Cantera a FWDF
ID Vías Afirmadas	UP7	UP8	UP9
Información de Control de Emisiones			
Método de Control de Emisiones	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisiones, %		0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF) ^b			
Ecuación EF sin control (UEF)			
Ecuación EF con control (CEF)			
Factor de Emisión (EF) Calculado para MP			
EF sin control, g/VKT (Corto Plazo)	2,619.8	2,619.8	2,619.8
(Anual)	2,583.9	2,583.9	2,583.9
EF con control, g/VKT (Corto Plazo)	2,619.8	2,619.8	2,619.8
(Anual)	2,583.9	2,583.9	2,583.9
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM10			
EF sin control, g/VKT	707.2	707.2	707.2
	697.5	697.5	697.5
EF con control, g/VKT	707.2	707.2	707.2
	697.5	697.5	697.5
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM2.5			
EF sin control, g/VKT	70.7	70.7	70.7
	69.8	69.8	69.8
EF con control, g/VKT	70.7	70.7	70.7
	69.8	69.8	69.8
Tasa de Emisión (ER) Estimada			
PM ₁₀ ER kg/h (en base a la tasa diaria)	0.43	40.06	1.22
t/año	3.00	345.81	9.03
PM _{2.5} ER kg/h (en base a la tasa diaria)	0.04	4.01	0.12
t/año	0.30	34.58	0.90
Tasa de Emisión por Unidad de Longitud (ERUL) basado en el Corto Plazo ^c			
PM ₁₀ ER kg/h/km	0.118	8.634	0.147
PM _{2.5} ER kg/h/km	0.012	0.863	0.015

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Sección 13.2.2 Vías Afirmadas).

^b Para convertir en gramos por kilómetros recorridos por los vehículos (g/VKT), se utiliza el siguiente factor: 1 lb/VMT = 281.9 g/VKT (453.6 g/lb x 0.621 millas/km).

^c Con base en las emisiones totales (ER, kg/h) dividido por 1/2 ruta total recorrida (ida y vuelta).

TABLA 4 (Parte 1 de 4, página 1 de 4)
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIESEL ASOCIADOS A EQUIPOS
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Número de Vehículos	Potencia del Motor (HP)	Tier del Motor	Factores de Emisión sin ajustar (UAF) ^a				
				HC	CO	NO _x	PM-10 / PM-2,5	BSFC
				(g/hp-h)	(g/hp-h)	(g/hp-h)	(g/hp-h)	(lb/hp-h)
<u>Camiones</u>								
Camion Mixer	4	345	3	0.17	0.84	2.50	0.15	0.37
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	6	247	3	0.18	0.75	2.50	0.15	0.37
Camión c/ Caja Playa	6	250	3	0.18	0.75	2.50	0.15	0.37
Camión con Semi remolque	4	500	4	0.13	0.08	2.50	0.01	0.37
Camión con Plataforma de Lubricación	2	455	4	0.13	0.08	2.50	0.01	0.37
Camión c/ Carretón 30 / 40 ton	6	326	4	0.13	0.08	2.50	0.01	0.37
Camión Regador de agua	8	380	4	0.13	0.08	2.50	0.01	0.37
Camion volquete 15 m³	4	375	3	0.17	0.84	2.50	0.15	0.37
Camión Tanque 30 m³	6	220	3	0.18	0.75	2.50	0.15	0.37
Camión Caja Volcadora 8 m³	10	220	3	0.18	0.75	2.50	0.15	0.37
Camión batea Volcadora 40 m³	4	220	3	0.18	0.75	2.50	0.15	0.37
<u>Equipos Planta de Procesos</u>								
Grúa 70 t Terex	4	220	4	0.13	0.08	2.50	0.01	0.37
Grúa Todo Terreno 250 TN	1	612	3	0.17	1.33	2.50	0.15	0.37
Plataforma tipo JLG 450 AJ	1	49	4	0.28	1.53	4.73	0.20	0.41
Grua 30 - 35 Ton	4	173	4	0.13	0.08	2.50	0.01	0.37
Plataforma tipo JLG 450 AJ	5	49	4	0.28	1.53	4.73	0.20	0.41
Plataforma tipo JLG 860 SJ	6	67	4	0.13	0.24	3.00	0.02	0.41
Plataforma tipo JLG 1350	3	75	4	0.13	0.24	3.00	0.02	0.41
Plataforma tipo tijera	4	25	4	0.28	1.53	4.73	0.20	0.41

Fuente: Factores de Emisión para tubos de escape y cajas de cigüeñal para modelamiento de motores - ignición por compresión - Reporte No. NR-009D.

^a Hora-Cero, factores de emisión para condiciones estáticas para motores CI que no transitan por accesos, Tabla A-4 (USEPA).

2
A
B
E

TABLA 4 (Parte 1 de 4, página 2 de 4)
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIESEL ASOCIADOS A EQUIPOS
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Número de Vehículos	Potencia del Motor (HP)	Tier del Motor	Factores de Emisión sin ajustar (UAF) ^a				
				HC (g/hp-h)	CO (g/hp-h)	NO _x (g/hp-h)	PM-10 / PM-2,5 (g/hp-h)	BSFC (lb/hp-h)
Equipos Planta de Procesos								
Manipulador telescópico 5 tn [alcance 16.5 m]	4	75	4	0.13	0.24	3.00	0.02	0.41
Autoelevador 6-10 Tn	6	82	3	0.18	2.37	3.00	0.20	0.41
Excavadora Komatsu PC 220	10	168	3	0.18	0.87	2.50	0.22	0.37
Cargadora Frontal CAT 938	10	188	4	0.13	0.08	2.50	0.01	0.37
Compactador BOMAG 213 PDH-4 rodillo pata de cabra	8	153	3	0.18	0.87	2.50	0.22	0.37
Retropala Carterpillar 416	2	86	3	0.18	2.37	3.00	0.20	0.41
Retroexcavadora c/ Martillo Hidráulico	2	87	3	0.18	2.37	3.00	0.20	0.41
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton (incluye R y R)	6	249	4	0.13	0.08	2.50	0.01	0.37
Bobcat	4	55	4	0.13	0.24	3.00	0.02	0.41
Rodillo Compactador doble BOMAG 65 H/E de lanza	8	11	3	0.44	2.16	4.44	0.28	0.41
Rodillo Compactador cilíndrico Simple 10840kg	3	100	3	0.18	2.37	3.00	0.20	0.41
Motosoldadora Lincoln SAE400	9	64	3	0.18	2.37	3.00	0.20	0.41
Pick-Up doble cabina 4x4 D.C. Diesel	40	300	3	0.18	0.75	2.50	0.15	0.37
Zaranda Finley	3	71	3	0.18	2.37	3.00	0.20	0.41
Planta Dosificadora de hormigón	2	50	3	0.28	1.53	4.73	0.20	0.41
Calefactor para Hormigón	4	40	2	0.28	1.53	4.73	0.34	0.41
Motocompresor 10 m³ - 10 Bar	4	130	3	0.18	0.87	2.50	0.22	0.37
Generador Eléctrico 500 KVA	6	671	3	0.17	1.33	2.50	0.15	0.37
Minibus 24 pax	8	130	3	0.18	0.87	2.50	0.22	0.37
Tanque Móvil de Combustible	4	150	3	0.18	0.87	2.50	0.22	0.37

Fuente: Factores de Emisión para tubos de escape y cajas de cigüeñal para modelamiento de motores - ignición por compresión - Reporte No. NR-009D.

^a Hora-Cero, factores de emisión para condiciones estáticas para motores CI que no transitan por accesos, Tabla A-4 (USEPA).

2
A
B
E

TABLA 4 (Parte 1 de 4, página 3 de 4)
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIESEL ASOCIADOS A EQUIPOS
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Número de Vehículos	Potencia del Motor (HP)	Tier del Motor	Factores de Emisión sin ajustar (UAF) ^a				
				HC (g/hp-h)	CO (g/hp-h)	NO _x (g/hp-h)	PM-10 / PM-2,5 (g/hp-h)	BSFC (lb/hp-h)
<u>Equipos para construcción - SBDF</u>								
Excavadora CAT 336D (3 m³)	2	222	3	0.18	0.75	2.50	0.15	0.37
Excavadora CAT 602B (9.2 m³)	1	1040	4	0.28	0.76	2.39	0.07	0.37
Cargadora frontal CAT 966H	1	281	3	0.18	0.75	2.50	0.15	0.37
Niveladora CAT D9	1	452	4	0.13	0.07	2.50	0.01	0.37
Motoniveladora CAT 160M	1	221	4	0.13	0.08	2.50	0.01	0.37
Planta trituradora móvil (200 t/h) motor CAT C9	1	300	4	0.13	0.08	2.50	0.01	0.37
Camión CAT 773	3	762	4	0.13	0.13	2.50	0.01	0.37
Camión tanque de agua	1	430	4	0.13	0.07	2.50	0.01	0.37
Camión de lubricante	1	305	4	0.13	0.07	2.50	0.01	0.37
Camión de combustible Hyundai HD-78	1	140	3	0.18	0.87	2.50	0.22	0.37
Compactadora de rodillo CAT CS76 - 16 t	2	174	3	0.18	0.87	2.50	0.22	0.37
Soldadora	3	64	3	0.18	2.37	3.00	0.20	0.41
Grúa Mercedes Benz 7 t	1	350	3	0.17	0.84	2.50	0.15	0.37
Excavadora BobCat	3	49	4	0.41	0.13	0.15	3.00	0.02

Fuente: Factores de Emisión para tubos de escape y cajas de cigüeñal para modelamiento de motores - ignición por compresión - Reporte No. NR-009D.

^a Hora-Cero, factores de emisión para condiciones estáticas para motores CI que no transitan por accesos, Tabla A-4 (USEPA).

2
A
B
E

TABLA 4 (Parte 1 de 4, página 4 de 4)
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIESEL ASOCIADOS A EQUIPOS
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Número de Vehículos	Potencia del Motor (HP)	Tier del Motor	Factores de Emisión sin ajustar (UAF) ^a				
				HC (g/hp-h)	CO (g/hp-h)	NO _x (g/hp-h)	PM-10 / PM-2,5 (g/hp-h)	BSFC (lb/hp-h)
<u>Equipos para construcción - FWDF</u>								
Excavadora CAT 336D (3 m³)	1	222	3	0.18	0.75	2.50	0.15	0.37
Excavadora CAT 602B (9,2 m³)	1	1040	4	0.28	0.76	2.39	0.07	0.37
Cargadora frontal CAT 966H	1	281	3	0.18	0.75	2.50	0.15	0.37
Niveladora CAT D9	1	452	4	0.13	0.07	2.50	0.01	0.37
Motoniveladora CAT 160M	1	221	4	0.13	0.08	2.50	0.01	0.37
Planta trituradora móvil (200 t/h) motor CAT C9 de 224	1	300	4	0.13	0.08	2.50	0.01	0.37
Camión CAT 773	1	762	4	0.13	0.13	2.50	0.01	0.37
Camión tanque de agua	1	430	4	0.13	0.07	2.50	0.01	0.37
Camión de lubricante	1	305	4	0.13	0.07	2.50	0.01	0.37
Camión de combustible Hyundai HD-78	1	140	3	0.18	0.87	2.50	0.22	0.37
Compactadora de rodillo CAT CS76 - 16 t	1	174	3	0.18	0.87	2.50	0.22	0.37
Soldadora	1	64	3	0.18	2.37	3.00	0.20	0.41
Grúa Mercedes Benz 7 t	1	350	3	0.17	0.84	2.50	0.15	0.37
Excavadora BobCat	1	49	4	0.41	0.13	0.15	3.00	0.02

Fuente: Factores de Emisión para tubos de escape y cajas de cigüeñal para modelamiento de motores - ignición por compresión - Reporte No. NR-009D.

^a Hora-Cero, factores de emisión para condiciones estáticas para motores CI que no transitan por accesos, Tabla A-4 (USEPA).

TABLA 4 (Parte 2 de 4, página 1 de 2)
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIESEL
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Factores transitorios ajustados (TAF) ^b				
	HC (g/hp-h)	CO (g/hp-h)	NO _x (g/hp-h)	PM-10 / PM-2,5 (g/hp-h)	BSFC (lb/hp-h)
<u>Camiones</u>					
Camión Mixer	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión c/ Caja Playa	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión con Semi remolque	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión con Plataforma de Lubricación	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión c/ Carretón 30 / 40 ton	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión Regador de agua	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión volquete 15 m ³	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión Tanque 30 m ³	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión Caja Volcadora 8 m ³	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión batea Volcadora 40 m ³	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
<u>Equipos Planta de Procesos</u>					
Grúa 70 t Terex	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Grúa Todo Terreno 250 TN	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Plataforma tipo JLG 450 AJ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Grua 30 - 35 Ton	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Plataforma tipo JLG 450 AJ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Plataforma tipo JLG 860 SJ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Plataforma tipo JLG 1350	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Plataforma tipo tijera	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Manipulador telescópico 5 tn [16.5 m]	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Autoelevador 6-10 Tn	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Excavadora Komatsu PC 220	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Cargadora Frontal CAT 938	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Compactador BOMAG 213 PDH-4 rodillo	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Retropala Caterpillar 416	2.29	2.57	1.21	2.37	1.18
Retroexcavadora c/ Martillo Hidráulico	2.29	2.57	1.21	2.37	1.18
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Bobcat	2.29	2.57	1.21	2.37	1.18
Rodillo Compactador doble BOMAG 65 H/E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Rodillo Compactador cilíndrico Simple 10840kg	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Motosoldadora Lincoln SAE400	2.29	2.57	1.21	2.37	1.18
Pick-Up doble cabina 4x4 D.C. Diesel	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Zaranda Finley	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01

Fuente: Factores de Emisión para tubos de escape y cajas de cigüeñal para modelamiento de motores - ignición por compresión - Reporte No. NR-009D.

^b Factores de Ajuste Transitorios por Tipo de Equipo CI que no Transitan por los Accesos, Tabla A5 (USEPA).

TABLA 4 (Parte 2 de 4, página 2 de 2)
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIESEL
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Factores transitorios ajustados (TAF) ^b				
	HC	CO	NO _x	PM-10 / PM-2,5	BSFC
	(g/hp-h)	(g/hp-h)	(g/hp-h)	(g/hp-h)	(lb/hp-h)
<u>Equipos Planta de Procesos</u>					
Planta Dosificadora de hormigón	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Calefactor para Hormigón	1.050	1.530	1.040	1.230	1.470
Motocompresor 10 m³ - 10 Bar	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Generador Eléctrico 500 KVA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Minibus 24 pax	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Tanque Móvil de Combustible	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
<u>Equipos para construcción - SBDF</u>					
Excavadora CAT 336D (3 m³)	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Excavadora CAT 602B (9,2 m³)	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Cargadora frontal CAT 966H	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Niveladora CAT D9	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Motoniveladora CAT 160M	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Planta trituradora móvil (200 t/h) motor CAT C9	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión CAT 773	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión tanque de agua	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión de lubricante	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión de combustible Hyundai HD-78	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Compactadora de rodillo CAT CS76 - 16 t	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Soldadora	2.29	2.57	1.21	2.37	1.18
Grúa Mercedes Benz 7 t	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Excavadora BobCat	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<u>Equipos para construcción - FWDF</u>					
Excavadora CAT 336D (3 m³)	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Excavadora CAT 602B (9,2 m³)	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Cargadora frontal CAT 966H	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Niveladora CAT D9	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Motoniveladora CAT 160M	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Planta trituradora móvil (200 t/h) motor CAT C9	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión CAT 773	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión tanque de agua	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión de lubricante	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Camión de combustible Hyundai HD-78	1.05	1.53	1.04	1.47	1.01
Compactadora de rodillo CAT CS76 - 16 t	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Soldadora	2.29	2.57	1.21	2.37	1.18
Grúa Mercedes Benz 7 t	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Excavadora BobCat	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Factores de Emisión para tubos de escape y cajas de cigüeñal, Reporte No. NR-009D.

^b Factores de Ajuste Transitorios por Tipo de Equipo CI que no Transitan por los Accesos, Tabla A5 (USEPA).

2
A
P
E
A

TABLA 4 (Parte 3 de 4, página 1 de 2)
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIESEL
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Factores de Deterioro (DF) ^c				S Ajuste ^d
	HC (g/hp-h)	CO (g/hp-h)	NO _x (g/hp-h)	PM-10 / PM-2,5 (g/hp-h)	S _{PM} adj (g/hp-h)
<u>Camiones</u>					
Camion Mixer	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión c/ Caja Playa	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión con Semi remolque	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión con Plataforma de Lubricación	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión c/ Carretón 30 / 40 ton	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión Regador de agua	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camion volquete 15 m³	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión Tanque 30 m³	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión Caja Volcadora 8 m³	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión batea Volcadora 40 m³	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
<u>Equipos Planta de Procesos</u>					
Grúa 70 t Terex	1.027	1.151	1.008	1.473	0.086
Grúa Todo Terreno 250 TN	1.027	1.151	1.008	1.473	0.086
Plataforma tipo JLG 450 AJ	1.027	1.151	1.008	1.473	0.096
Grua 30 - 35 Ton	1.027	1.151	1.008	1.473	0.086
Plataforma tipo JLG 450 AJ	1.027	1.151	1.008	1.473	0.096
Plataforma tipo JLG 860 SJ	1.027	1.151	1.008	1.473	0.096
Plataforma tipo JLG 1350	1.027	1.151	1.008	1.473	0.096
Plataforma tipo tijera	1.027	1.151	1.008	1.473	0.096
Manipulador telescópico 5 tn [alcance 16.5 m]	1.027	1.151	1.008	1.473	0.096
Autoelevador 6-10 Tn	1.027	1.151	1.008	1.473	0.096
Excavadora Komatsu PC 220	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Cargadora Frontal CAT 938	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Compactador BOMAG 213 PDH-4 rodillo	1.027	1.151	1.008	1.473	0.086
Retropala Caterpillar 416	1.027	1.151	1.008	1.473	0.113
Retroexcavadora c/ Martillo Hidráulico	1.027	1.151	1.008	1.473	0.113
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Bobcat	1.027	1.151	1.008	1.473	0.113
Rodillo Compactador doble BOMAG 65 H/E	1.027	1.151	1.008	1.473	0.096
Rodillo Compactador cilíndrico Simple	1.027	1.151	1.008	1.473	0.096
Motosoldadora Lincoln SAE400	1.027	1.151	1.008	1.473	0.113
Pick-Up doble cabina 4x4 D.C. Diesel	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Zaranda Finley	1.027	1.151	1.008	1.473	0.097

Fuente: Factores de Emisión para tubos de escape y cajas de cigüeñal para modelamiento de motores - ignición por compresión - Reporte No. NR-009D.

^c Factores de Deterioro para Motores Diésel que no Transitan por los Accesos, Tabla A6 (USEPA).

^d La siguiente ecuación ajusta factores de emisión por el contenido de azufre en combustible: $SPM_{adj} = BSFC \times 453.6 \times 7.0 \times soxcnv \times 0.01 \times (soxbas - soxdsl)$. Donde $soxcnv = 0.02247$, PM/gramos de sulfuro en el combustible consumido; $soxbas = 0.33$ y 0.0015 , % (Clasificación Tier 1, 2 y 3, 4; respectivamente); $soxdsl = 0.005$, %.

2
A
P
E

TABLA 4 (Parte 3 de 4, página 2 de 2)
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIESEL
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Factores de Deterioro (DF) ^c				S Ajuste ^d
	HC	CO	NO _x	PM-10 / PM-2,5	S _{PM adj}
	(g/hp-h)	(g/hp-h)	(g/hp-h)	(g/hp-h)	(g/hp-h)
Planta Dosificadora de hormigón	1.027	1.151	1.008	1.473	0.097
Calefactor para Hormigón	1.034	1.101	1.009	1.473	0.141
Motocompresor 10 m³ - 10 Bar	1.027	1.151	1.008	1.473	0.086
Generador Eléctrico 500 KVA	1.027	1.151	1.008	1.473	0.086
Minibus 24 pax	1.027	1.151	1.008	1.473	0.086
Tanque Móvil de Combustible	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
<u>Equipos para construcción - SBDF</u>					
Excavadora CAT 336D (3 m³)	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Excavadora CAT 602B (9,2 m³)	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Cargadora frontal CAT 966H	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Niveladora CAT D9	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Motoniveladora CAT 160M	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Planta trituradora móvil (200 t/h) motor CAT C9	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión CAT 773	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión tanque de agua	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión de lubricante	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión de combustible Hyundai HD-78	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Compactadora de rodillo CAT CS76 - 16 t	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Soldadora	1.027	1.151	1.008	1.473	0.086
Grúa Mercedes Benz 7 t	1.027	1.151	1.008	1.473	0.113
Excavadora BobCat	1.027	1.151	1.008	1.473	0.086
<u>Equipos para construcción - FWDF</u>					
Excavadora CAT 336D (3 m³)	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Excavadora CAT 602B (9,2 m³)	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Cargadora frontal CAT 966H	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Niveladora CAT D9	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Motoniveladora CAT 160M	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Planta trituradora móvil (200 t/h) motor CAT C9	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión CAT 773 y Soldadora	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión tanque de agua	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión de lubricante	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión de combustible Hyundai HD-78	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Compactadora de rodillo CAT CS76 - 16 t	1.027	1.151	1.008	1.473	0.086
Grúa Mercedes Benz 7 t	1.027	1.151	1.008	1.473	0.086
Excavadora BobCat	1.027	1.151	1.008	1.473	0.004

Fuente: Factores de Emisión para tubos de escape y cajas de cigüeñal de motores - Reporte No. NR-009D.

^c Factores de Deterioro para Motores Diésel que no Transitan por los Accesos, Tabla A6 (USEPA).

^d La siguiente ecuación ajusta factores de emisión por el contenido de azufre en combustible: $SPM_{adj} = BSFC \times 453,6 \times 7,0 \times soxcnv \times 0,01 \times (soxbas - soxdsl)$. Donde $soxcnv=0,02247$, PM/gramos de sulfuro en el combustible consumido; $soxbas=0,33$ y $0,0015$, % (Clasificación Tier 1, 2 y 3, 4; respectivamente); $soxdsl=0,005$, %.

2
A
P
E
h

TABLA 4 (Parte 4 de 4, página 1 de 2)
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIESEL
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Factores de Emisión Ajustados (UAFxTAFxDF) ^e				Factores de Emisión ^f	
	HC	CO	NO _x	PM-10 / PM-2,5	CO ₂	SO ₂
	(g/hp-h)	(g/hp-h)	(g/hp-h)	(g/hp-h)	(g/hp-h)	(g/hp-h)
<u>Camiones</u>						
Camión Mixer	0.180	1.484	2.621	0.238	535.8	0.0164
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	0.198	1.316	2.621	0.238	535.7	0.0164
Camión c/ Caja Playa	0.198	1.316	2.621	0.238	535.7	0.0164
Camión con Semi remolque	0.142	0.148	2.621	0.000	535.9	0.0164
Camión con Plataforma de Lubricación	0.142	0.148	2.621	0.000	535.9	0.0164
Camión c/ Carretón 30 / 40 ton	0.142	0.148	2.621	0.000	535.9	0.0164
Camión Regador de agua	0.142	0.148	2.621	0.000	535.9	0.0164
Camion volquete 15 m ³	0.180	1.484	2.621	0.238	535.8	0.0164
Camión Tanque 30 m ³	0.198	1.316	2.621	0.238	535.7	0.0164
Camión Caja Volcadora 8 m ³	0.198	1.316	2.621	0.238	535.7	0.0164
Camión batea Volcadora 40 m ³	0.198	1.316	2.621	0.238	535.7	0.0164
<u>Equipos Planta de Procesos</u>						
Grúa 70 t Terex	0.135	0.086	2.520	0.000	530.6	0.0163
Grúa Todo Terreno 250 TN	0.171	1.528	2.520	0.135	530.5	0.0163
Plataforma tipo JLG 450 AJ	0.286	1.764	4.766	0.199	589.5	0.0181
Grua 30 - 35 Ton	0.135	0.086	2.520	0.000	530.6	0.0163
Plataforma tipo JLG 450 AJ	0.286	1.764	4.766	0.199	589.5	0.0181
Plataforma tipo JLG 860 SJ	0.135	0.273	3.024	0.000	589.9	0.0181
Plataforma tipo JLG 1350	0.135	0.273	3.024	0.000	589.9	0.0181
Plataforma tipo tijera	0.286	1.764	4.766	0.199	589.5	0.0181
Manipulador telescópico 5 tn	0.135	0.273	3.024	0.000	589.9	0.0181
Autoelevador 6-10 Tn	0.189	2.723	3.024	0.199	589.8	0.0181
Excavadora Komatsu PC 220	0.198	1.526	2.621	0.389	535.7	0.0164
Cargadora Frontal CAT 938	0.142	0.132	2.621	0.000	535.9	0.0164
Compactador BOMAG 213 PDH-4 rodillo	0.189	0.998	2.520	0.238	530.4	0.0163
Retropala Carterpillar 416	0.432	6.997	3.659	0.585	695.3	0.0213
Retroexcavadora c/ Martillo Hidráulico	0.432	6.997	3.659	0.585	695.3	0.0213
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton	0.142	0.132	2.621	0.000	535.9	0.0164
Bobcat	0.309	0.701	3.659	0.000	695.7	0.0213
Rodillo Compactador doble BOMAG 65 H/E	0.450	2.487	4.475	0.316	588.9	0.0180
Rodillo Compactador cilíndrico Simple	0.189	2.723	3.024	0.199	589.8	0.0181
Motosoldadora Lincoln SAE400	0.432	6.997	3.659	0.585	695.3	0.0213
Pick-Up doble cabina 4x4 D.C. Diesel	0.198	1.316	2.621	0.238	535.7	0.0164
Zaranda Finley	0.198	4.166	3.145	0.336	595.6	0.0183

Fuente: Factores de Emisión para tubos de escape y cajas de cigüeñal motores - Reporte No. NR-009D.

^e Para todos los contaminantes excepto PM, el Factor de Emisión ajustado es, Factor de Emisión= UAF x TAF x DF. Para PM, Factores de Emisión ajustados= UAF x TAF x DF - SPM adj.

^f Factores de Emisión de CO₂ = (BSFC x 453,6 - HC) x 0,87 x (44/12). Factor de Emisión para SO₂ = [BSFC x 453,6 x (1 - soxcrv) - HC] x 0,01 x soxdsl x (64/32).

2
A
P
E

TABLA 4 (Parte 4 de 4, página 2 de 2)
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIESEL
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Factores de Emisión Ajustados (UAFxTAFxDF) ^e				Factores de Emisión ^f	
	HC (g/hp-h)	CO (g/hp-h)	NO _x (g/hp-h)	PM-10 / PM-2,5 (g/hp-h)	CO ₂ (g/hp-h)	SO ₂ (g/hp-h)
Planta Dosificadora de hormigón	0.301	2.698	4.956	0.336	595.3	0.0182
Calefactor para Hormigón	0.303	2.581	4.961	0.473	866.9	0.0266
Motocompresor 10 m³ - 10 Bar	0.189	0.998	2.520	0.238	530.4	0.0163
Generador Eléctrico 500 KVA	0.171	1.528	2.520	0.135	530.5	0.0163
Minibus 24 pax	0.198	1.526	2.621	0.389	535.7	0.0164
Tanque Móvil de Combustible	0.198	1.526	2.621	0.389	535.7	0.0164
<u>Equipos para construccion - SBDF</u>						
Excavadora CAT 336D (3 m³)	0.198	1.316	2.621	0.238	535.7	0.0164
Excavadora CAT 602B (9,2 m³)	0.304	1.346	2.508	0.062	535.4	0.0164
Cargadora frontal CAT 966H	0.198	1.316	2.621	0.238	535.7	0.0164
Niveladora CAT D9	0.142	0.130	2.621	0.000	535.9	0.0164
Motoniveladora CAT 160M	0.142	0.132	2.621	0.000	535.9	0.0164
Planta trituradora móvil (200 t/h) motor CAT C9	0.142	0.132	2.621	0.000	535.9	0.0164
Camión CAT 773	0.142	0.234	2.621	0.000	535.9	0.0164
Camión tanque de agua	0.142	0.130	2.621	0.000	535.9	0.0164
Camión de lubricante	0.142	0.130	2.621	0.000	535.9	0.0164
Camión de combustible Hyundai HD-78	0.198	1.526	2.621	0.389	535.7	0.0164
Compactadora de rodillo CAT CS76 - 16 t	0.189	0.998	2.520	0.238	530.4	0.0163
Soldadora	0.432	6.997	3.659	0.585	695.3	0.0213
Grúa Mercedes Benz 7 t	0.171	0.970	2.520	0.135	530.5	0.0163
Excavadora BobCat	0.419	0.151	0.154	4.415	25.3	0.0008
<u>Equipos para construccion - FWDF</u>						
Excavadora CAT 336D (3 m³)	0.198	1.316	2.621	0.238	535.7	0.0164
Excavadora CAT 602B (9,2 m³)	0.304	1.346	2.508	0.062	535.4	0.0164
Cargadora frontal CAT 966H	0.198	1.316	2.621	0.238	535.7	0.0164
Niveladora CAT D9	0.142	0.130	2.621	0.000	535.9	0.0164
Motoniveladora CAT 160M	0.142	0.132	2.621	0.000	535.9	0.0164
Planta trituradora móvil (200 t/h) motor CAT C9	0.142	0.132	2.621	0.000	535.9	0.0164
Camión tanque de agua	0.142	0.130	2.621	0.000	535.9	0.0164
Camión de lubricante y CAT 773	0.142	0.130	2.621	0.000	535.9	0.0164
Camión de combustible Hyundai HD-78	0.198	1.526	2.621	0.389	535.7	0.0164
Compactadora de rodillo CAT CS76 - 16 t	0.189	0.998	2.520	0.238	530.4	0.0163
Soldadora	0.432	6.997	3.659	0.585	695.3	0.0213
Grúa Mercedes Benz 7 t	0.171	0.970	2.520	0.135	530.5	0.0163
Excavadora BobCat	0.419	0.151	0.154	4.415	25.3	0.0008

Fuente: Factores de Emisión para tubos de escape y cajas de cigüeñal motores - Reporte No. NR-009D.

^e Para todos los contaminantes excepto PM, el Factor de Emisión ajustado es, Factor de Emisión= UAF x TAF x DF. Para PM, Factores de Emisión ajustados= UAF x TAF x DF - SPM adj.

^f Factores de Emisión de CO₂ = (BSFC x 453,6 - HC) x 0,87 x (44/12). Factor de Emisión para SO₂ = [BSFC x 453,6 x (1 - soxcrv) - HC] x 0,01 x soxdsi x (64/32).

TABLA 5 (Parte 1 de 2, página 1 de 3)
ESTIMACIÓN DE TASAS DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIÉSEL
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Tasas de Emisión Horaria (Promedio Diario) (kg/h) ^b				
	HC	CO	NO _x	PM-10 / PM-2,5	SO ₂
<u>Camiones</u>					
Camión Mixer	0.25	2.05	3.62	0.33	0.02
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	0.29	1.95	3.88	0.35	0.02
Camión c/ Caja Playa	0.30	1.97	3.93	0.36	0.02
Camión con Semi remolque	0.28	0.30	5.24	0.00	0.03
Camión con Plataforma de Lubricación	0.13	0.13	2.38	0.00	0.01
Camión c/ Carretón 30 / 40 ton	0.28	0.29	5.13	0.00	0.03
Camión Regador de agua	0.43	0.45	7.97	0.00	0.05
Camión volquete 15 m ³	0.27	2.23	3.93	0.36	0.02
Camión Tanque 30 m ³	0.26	1.74	3.46	0.31	0.02
Camión Caja Volcadora 8 m ³	0.44	2.90	5.77	0.52	0.04
Camión batea Volcadora 40 m ³	0.17	1.16	2.31	0.21	0.01
Total =	3.10	15.16	47.61	2.44	0.30

^a Tasa de Emisión = Clasificación del Motor en HP x Factor de Emisión (g/hp-h) x No. de Vehículos x (kg/1,000 g). La aplicación de esta fórmula se realizó usando los datos obtenidos de la Tabla 4.

2 ★
 A A C
 P L ✓
 E H f

TABLA 5 (Parte 1 de 2, página 2 de 3)
ESTIMACIÓN DE TASAS DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIÉSEL
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Tasas de Emisión Horaria (Promedio Diario) (kg/h) ^b				
	HC	CO	NO _x	PM-10 / PM-2,5	SO ₂
<u>Equipos Planta de Procesos</u>					
Grúa 70 t Terex	0.12	0.08	2.22	0.00	0.01
Grúa Todo Terreno 250 TN	0.10	0.93	1.54	0.08	0.01
Plataforma tipo JLG 450 AJ	0.01	0.09	0.23	0.01	0.00
Grua 30 - 35 Ton	0.09	0.06	1.74	0.00	0.01
Plataforma tipo JLG 450 AJ	0.07	0.43	1.17	0.05	0.00
Plataforma tipo JLG 860 SJ	0.05	0.11	1.22	0.00	0.01
Plataforma tipo JLG 1350	0.03	0.06	0.68	0.00	0.00
Plataforma tipo tijera	0.03	0.18	0.48	0.02	0.00
Manipulador telescópico 5 tn [alcance 16.5 m]	0.04	0.08	0.91	0.00	0.01
Autoelevador 6-10 Tn	0.09	1.34	1.49	0.10	0.01
Excavadora Komatsu PC 220	0.33	2.56	4.40	0.65	0.03
Cargadora Frontal CAT 938	0.27	0.25	4.92	0.00	0.03
Compactador BOMAG 213 PDH-4 rodillo pata de cabra	0.23	1.22	3.08	0.29	0.02
Retropala Caterpillar 416	0.07	1.20	0.63	0.10	0.00
Retroexcavadora c/ Martillo Hidráulico	0.08	1.22	0.64	0.10	0.00
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton (incluye R y R)	0.21	0.20	3.92	0.00	0.02
Bobcat	0.07	0.15	0.80	0.00	0.00
Rodillo Compactador doble BOMAG 65 H/E de lanza	0.04	0.22	0.39	0.03	0.00
Rodillo Compactador cilíndrico Simple 10840kg	0.06	0.82	0.91	0.06	0.01
Motosoldadora Lincoln SAE400	0.25	4.06	2.12	0.34	0.01
Pick-Up doble cabina 4x4 D.C. Diesel	2.38	15.80	31.45	2.85	0.20
Zaranda Finley	0.04	0.89	0.67	0.07	0.00
Planta Dosificadora de hormigón	0.03	0.27	0.50	0.03	0.00
Calefactor para Hormigón	0.05	0.42	0.80	0.08	0.00
Motocompresor 10 m3 - 10 Bar	0.10	0.52	1.31	0.12	0.01
Generador Eléctrico 500 KVA	0.69	6.15	10.14	0.54	0.07
Minibus 24 pax	0.21	1.59	2.73	0.40	0.02
Tanque Móvil de Combustible	0.12	0.92	1.57	0.23	0.01
Total =	5.86	41.79	82.65	6.17	0.51

^b Tasa de Emisión = Clasificación del Motor HP x Factor de Emisión (g/hp-h) x No. de Vehículos x (kg/1,000 g) x Horas de Operación Anual x (t/1,000 kg). Horas de operación para camiones y equipos en planta de procesos SBDF, FWDF son igual a 7,300 y 2,190, respectivamente. La aplicación de esta fórmula se realizó usando los datos obtenidos de la Tabla 4.

2
A
B
E

TABLA 5 (Parte 1 de 2, página 3 de 3)
ESTIMACIÓN DE TASAS DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIÉSEL
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Tasas de Emisión Horaria (Promedio Diario) (kg/h) ^b				
	HC	CO	NO _x	PM-10 / PM-2,5	SO ₂
<u>Equipos para construcción - SBDF</u>					
Excavadora CAT 336D (3 m3)	0.09	0.58	1.16	0.11	0.01
Excavadora CAT 602B (9,2 m3)	0.32	1.40	2.61	0.06	0.02
Cargadora frontal CAT 966H	0.06	0.37	0.74	0.07	0.00
Niveladora CAT D9	0.06	0.06	1.18	0.00	0.01
Motoniveladora CAT 160M	0.03	0.03	0.58	0.00	0.00
Planta trituradora móvil (200 t/h) motor CAT C9	0.04	0.04	0.79	0.00	0.00
Camión CAT 773	0.32	0.54	5.99	0.00	0.04
Camión tanque de agua	0.06	0.06	1.13	0.00	0.01
Camión de lubricante	0.04	0.04	0.80	0.00	0.01
Camión de combustible Hyundai HD-78	0.03	0.21	0.37	0.05	0.00
Compactadora de rodillo CAT CS76 - 16 t	0.07	0.35	0.88	0.08	0.01
Soldadora	0.08	1.34	0.70	0.11	0.00
Grúa Mercedes Benz 7 t	0.06	0.34	0.88	0.05	0.01
Excavadora BobCat	0.06	0.02	0.02	0.65	0.00
Total =	1.32	5.38	17.83	1.18	0.11
<u>Equipos para construcción - FWDF</u>					
Excavadora CAT 336D (3 m3)	0.04	0.29	0.58	0.05	0.00
Excavadora CAT 602B (9,2 m3)	0.32	1.40	2.61	0.06	0.02
Cargadora frontal CAT 966H	0.06	0.37	0.74	0.07	0.00
Niveladora CAT D9	0.06	0.06	1.18	0.00	0.01
Motoniveladora CAT 160M	0.03	0.03	0.58	0.00	0.00
Planta trituradora móvil (200 t/h) motor CAT C9	0.04	0.04	0.79	0.00	0.00
Camión CAT 773	0.11	0.18	2.00	0.00	0.01
Camión tanque de agua	0.06	0.06	1.13	0.00	0.01
Camión de lubricante	0.04	0.04	0.80	0.00	0.01
Camión de combustible Hyundai HD-78	0.03	0.21	0.37	0.05	0.00
Compactadora de rodillo CAT CS76 - 16 t	0.03	0.17	0.44	0.04	0.00
Soldadora	0.03	0.45	0.23	0.04	0.00
Grúa Mercedes Benz 7 t	0.06	0.34	0.88	0.05	0.01
Excavadora BobCat	0.02	0.01	0.01	0.22	0.00
Total =	0.93	3.65	12.33	0.58	0.08

^b Tasa de Emisión = Clasificación del Motor HP x Factor de Emisión (g/hp-h) x No. de Vehículos x (kg/1,000 g) x Horas de Operación Anual x (t/1,000 kg). Horas de operación para camiones y equipos en planta de procesos SBDF, FWDF son igual a 7,300 y 2,190, respectivamente. La aplicación de esta fórmula se realizó usando los datos obtenidos de la Tabla 4.

TABLA 5 (Parte 2 de 2, página 1 de 3)
ESTIMACIÓN DE TASAS DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIÉSEL
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Tasas de Emisión Anual (t/año) ^c				
	HC	CO	NO _x	PM-10 / PM-2,5	SO ₂
<u>Camiones</u>					
Camión Mixer	0.34	2.83	4.99	0.45	0.03
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	0.43	2.89	5.76	0.52	0.04
Camión c/ Caja Playa	0.45	2.96	5.90	0.53	0.04
Camión con Semi remolque	0.57	0.59	10.48	0.00	0.07
Camión con Plataforma de Lubricación	0.12	0.12	2.17	0.00	0.01
Camión c/ Carretón 30 / 40 ton	0.54	0.57	10.03	0.00	0.06
Camión Regador de agua	1.31	1.37	24.22	0.00	0.15
Camión volquete 15 m ³	0.40	3.34	5.90	0.53	0.04
Camión Tanque 30 m ³	0.34	2.29	4.57	0.41	0.03
Camión Caja Volcadora 8 m ³	0.96	6.37	12.68	1.15	0.08
Camión batea Volcadora 40 m ³	0.15	1.02	2.03	0.18	0.01
Total =	5.62	24.35	88.72	3.79	0.56

^a Tasa de Emisión = Clasificación del Motor en HP x Factor de Emisión (g/hp-h) x No. de Vehículos x (kg/1,000 g). La aplicación de esta fórmula se realizó usando los datos obtenidos de la Tabla 4.

TABLA 5 (Parte 2 de 2, página 2 de 3)
ESTIMACIÓN DE TASAS DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIÉSEL
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Tasas de Emisión Anual (t/año) ^b				
	HC	CO	NO _x	PM-10 / PM-2,5	SO ₂
<u>Equipos Planta de Procesos</u>					
Grúa 70 t Terex	0.65	0.42	12.14	0.00	0.08
Grúa Todo Terreno 250 TN	0.77	6.82	11.26	0.60	0.07
Plataforma tipo JLG 450 AJ	0.03	0.19	0.51	0.02	0.00
Grua 30 - 35 Ton	0.34	0.22	6.37	0.00	0.04
Plataforma tipo JLG 450 AJ	0.15	0.95	2.56	0.11	0.01
Plataforma tipo JLG 860 SJ	0.18	0.36	3.99	0.00	0.02
Plataforma tipo JLG 1350	0.10	0.20	2.24	0.00	0.01
Plataforma tipo tijera	0.09	0.58	1.57	0.07	0.01
Manipulador telescópico 5 tn [alcance 16.5 m]	0.19	0.39	4.30	0.00	0.03
Autoelevador 6-10 Tn	0.34	4.89	5.43	0.36	0.03
Excavadora Komatsu PC 220	1.82	14.04	24.11	3.58	0.15
Cargadora Frontal CAT 938	0.78	0.72	14.37	0.00	0.09
Compactador BOMAG 213 PDH-4 rodillo pata de cabra	1.68	8.91	22.50	2.12	0.15
Retropala Caterpillar 416	0.24	3.95	2.07	0.33	0.01
Retroexcavadora c/ Martillo Hidráulico	0.16	2.67	1.39	0.22	0.01
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton (incluye R y R)	1.24	1.15	22.91	0.00	0.14
Bobcat	0.22	0.51	2.64	0.00	0.02
Rodillo Compactador doble BOMAG 65 H/E de lanza	0.12	0.64	1.15	0.08	0.00
Rodillo Compactador cilíndrico Simple 10840kg	0.25	3.57	3.97	0.26	0.02
Motosoldadora Lincoln SAE400	0.04	0.62	0.33	0.05	0.00
Pick-Up doble cabina 4x4 D.C. Diesel	6.50	43.25	86.11	7.80	0.54
Zaranda Finley	0.31	6.48	4.90	0.52	0.03
Planta Dosificadora de hormigón	0.08	0.73	1.34	0.09	0.00
Calefactor para Hormigón	0.13	1.12	2.16	0.21	0.01
Motocompresor 10 m3 - 10 Bar	0.72	3.79	9.57	0.90	0.06
Generador Eléctrico 500 KVA	5.03	44.86	74.01	3.95	0.48
Minibus 24 pax	1.50	11.59	19.90	2.95	0.12
Tanque Móvil de Combustible	0.87	6.69	11.48	1.70	0.07
Total =	24.54	170.31	355.24	25.93	2.22

^b Tasa de Emisión = Clasificación del Motor HP x Factor de Emisión (g/hp-h) x No. de Vehículos x (kg/1,000 g) x Horas de Operación Anual x (t/1,000 kg). Horas de operación para camiones y equipos en planta de procesos SBDF, FWDF son igual a 7,300 y 2,190, respectivamente. La aplicación de esta fórmula se realizó usando los datos obtenidos de la Tabla 4.

TABLA 5 (Parte 2 de 2, página 3 de 3)
ESTIMACIÓN DE TASAS DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIÉSEL
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Tasas de Emisión Anual (t/año) ^b				
	HC	CO	NO _x	PM-10 / PM-2,5	SO ₂
<u>Equipos para construcción - SBDF</u>					
Excavadora CAT 336D (3 m3)	0.64	4.27	8.49	0.77	0.05
Excavadora CAT 602B (9,2 m3)	2.30	10.22	19.04	0.47	0.12
Cargadora frontal CAT 966H	0.41	2.70	5.38	0.49	0.03
Niveladora CAT D9	0.47	0.43	8.65	0.00	0.05
Motoniveladora CAT 160M	0.23	0.21	4.23	0.00	0.03
Planta trituradora móvil (200 t/h) motor CAT C9	0.31	0.29	5.74	0.00	0.04
Camión CAT 773	2.36	3.91	43.74	0.00	0.27
Camión tanque de agua	0.44	0.41	8.23	0.00	0.05
Camión de lubricante	0.32	0.29	5.84	0.00	0.04
Camión de combustible Hyundai HD-78	0.20	1.56	2.68	0.40	0.02
Compactadora de rodillo CAT CS76 - 16 t	0.48	2.53	6.40	0.60	0.04
Soldadora	0.61	9.81	5.13	0.82	0.03
Grúa Mercedes Benz 7 t	0.44	2.48	6.44	0.34	0.04
Excavadora BobCat	0.45	0.16	0.16	4.72	0.00
Total =	9.66	39.26	130.13	8.61	0.82
<u>Equipos para construcción - FWDF</u>					
Excavadora CAT 336D (3 m3)	0.32	2.13	4.25	0.38	0.03
Excavadora CAT 602B (9,2 m3)	2.30	10.22	19.04	0.47	0.12
Cargadora frontal CAT 966H	0.41	2.70	5.38	0.49	0.03
Niveladora CAT D9	0.47	0.43	8.65	0.00	0.05
Motoniveladora CAT 160M	0.23	0.21	4.23	0.00	0.03
Planta trituradora móvil (200 t/h) motor CAT C9	0.31	0.29	5.74	0.00	0.04
Camión CAT 773	0.79	1.30	14.58	0.00	0.09
Camión tanque de agua	0.44	0.41	8.23	0.00	0.05
Camión de lubricante	0.32	0.29	5.84	0.00	0.04
Camión de combustible Hyundai HD-78	0.20	1.56	2.68	0.40	0.02
Compactadora de rodillo CAT CS76 - 16 t	0.24	1.27	3.20	0.30	0.02
Soldadora	0.20	3.27	1.71	0.27	0.01
Grúa Mercedes Benz 7 t	0.44	2.48	6.44	0.34	0.04
Excavadora BobCat	0.15	0.05	0.05	1.57	0.00
Total =	6.82	26.61	90.00	4.23	0.57

^b Tasa de Emisión = Clasificación del Motor HP x Factor de Emisión (g/hp-h) x No. de Vehículos x (kg/1,000 g) x Horas de Operación Anual x (t/1,000 kg). Horas de operación para camiones y equipos en planta de procesos SBDF, FWDF son igual a 7,300 y 2,190, respectivamente. La aplicación de esta fórmula se realizó usando los datos obtenidos de la Tabla 4.

2
A
A
B
E

TABLA 6 (Página 1 de 2)
ESTIMACIÓN DE TASAS Y FACTORES DE EMISIÓN PARA DESCARGA EN LAS OPERACIONES DE TRANSFERENCIA
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros		TF1	TF2	TF3	TF4	TF5	TF6
		Carga material de construcción	Carga de material de cantera	Descarga de material de cantera	Descarga de material de cantera	Descarga de material de cantera	Carga de material grueso de cantera
Área Principal		Pozos de agua cruda	Cantera material fino	Planta de hormigón	SBDF	FWDF	Cantera de material grueso
Puntos de Transferencias		1. Carga de lodos y suelo	1. Carga de material en cantera	1. Descarga de material de cantera	1. Descarga de material de cantera	1. Descarga de material de cantera	1. Carga de material grueso de cantera
Información Operacional							
Horas de actividad	Diario	24	24	24	24	24	24
Horas de Operación (para modelamiento)	Diario	24	24	24	24	24	24
Días	Anual	365	365	365	365	365	365
Información del Manejo del Material							
Tipo de Material		lodos	fino	grueso	fino	fino	grueso
Movimiento de Material							
t/h	Horario	0.01	309.38	3.36	304.92	4.46	3.36
t/día	Diario	0.24	7,425.11	80.58	7,318.13	106.99	80.58
Mg/día (megagramos/día)	Diario	0.24	7,425.11	80.58	7,318.13	106.99	80.58
kt/año (kilotoneladas/año) ^a	Anual	0.09	2,710.17	29.41	2,671.12	39.05	29.41
Mg/año (megagramos/año)	Anual	87.50	2,710,166.00	29,412.50	2,671,116.00	39,050.00	29,412.50
Contenido de Humedad (M), % (nominal) ^(b)		8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
Número de Transferencias		1	1	1	1	1	1
Características Generales del Sitio							
Velocidad Media del Viento, m/s ^c	Diario	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	Anual	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
Multiplicador de Tamaño de Partícula	k (PM)	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
Multiplicador del Tamaño de Partícula	k (PM ₁₀)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
	k (PM _{2.5})	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005

Fuente: AP42 Sección 9.9.1 Grain Elevators and Processes.

TABLA 6 (Página 2 de 2)

2
A
A
B
E

ESTIMACIÓN DE TASAS Y FACTORES DE EMISIÓN PARA DESCARGA EN LAS OPERACIONES DE TRANSFERENCIA
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	TF1 Carga material de construcción	TF2 Carga de material de cantera	TF3 Descarga de material de cantera	TF4 Descarga de material de cantera	TF5 Descarga de material de cantera	TF6 Carga de material grueso de cantera
Área Principal	Pozos de agua cruda	Cantera de material fino	Planta de hormigón	SBDF	FWDF	Cantera de material grueso
Puntos de Transferencias	1. Carga de lodos y suelo	1. Carga de material en cantera	1. Descarga de material de cantera	1. Descarga de material de cantera	1. Descarga de material de cantera	1. Carga de material grueso de cantera
Método de Control de Emisión						
Eficiencia de captura de polvo, %	0	0	0	0	0	0
Factor de Emisión (EF) Calculado para MP						
EF sin control, kg/Mg						
Corto Plazo	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014
Anual	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029
EF con control, kg/Mg						
Corto Plazo	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014
Anual	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM₁₀						
EF sin control, kg/Mg						
Corto Plazo	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007
Anual	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014
EF con control, kg/Mg						
Corto Plazo	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007
Anual	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014
Tasa de Emisión (ER) Estimada						
PM ₁₀ ER kg/h (diariamente)	0.00000	0.02053	0.00022	0.02023	0.00030	0.00022
t/año	0.00001	0.37220	0.00404	0.36683	0.00536	0.00404
PM _{2.5} ER kg/h (diariamente)	0.00000	0.00308	0.00003	0.00303	0.00004	0.00003
t/año	0.00000	0.05583	0.00061	0.05503	0.00080	0.00061

Fuente: AP42 Sección 9.9.1 Grain Elevators and Processes.

e
 A
 A
 B
 E

TABLA 7
ESTIMACIÓN DE TASAS Y FACTORES DE EMISIÓN DE PM EN ACTIVIDADES DE NIVELACIÓN
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	Nivelación 1C	Nivelación 2C	Nivelación 3C
	Planta Procesos	SBDF	FWDF
Área/Punto de Emisión	GD1C	GD2C	GD3C
Información Operacional			
Horas de Operación (para modelamiento)	24	24	24
Días de Actividad al Año	365	365	365
Número de Unidades	6	2	2
Velocidad Media del Vehículo (S) (km/h) ^a	5	5	5
Número de vehículos Diario	6	2	2
Número de vehículos Anual	2,190	730	730
Nivelación utilizado por día ^a (%)	75	75	75
Distancia Recorrida/Vehículo/Día ^b (km)	90	90	90
VKT (# de vehículos x km recorrido) Diario	540	180	180
VKT (# de vehículos x km recorrido) Anual	197,100	65,700	65,700
Método de Control de Emisiones	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en Control de Emisión, %	0	0	0
Ecuaciones de Factores de Emisión (EF)			
Ecuación EF sin control (UEF) para PM ₁₅	UEF (kg/VKT) = 0.0056 x S ^{2.0} x Factor de Escala		
Factor de Escala - PM ₁₅	1.0	1.0	1.0
Factor de Escala - PM ₁₀	0.6	0.6	0.6
Ecuación EF sin control (UEF) para MP	UEF (kg/VKT) = 0.0034(S) ^{2.5} x Factor de Escala		
Factor de Escala - PM	1.0	1.0	1.0
Factor de Escala - PM _{2.5}	0.031	0.031	0.031
Factor de Emisión (EF) Calculado			
EF sin control para PM ₁₅ , kg/VKT	0.14	0.14	0.14
EF con control para PM ₁₅ , kg/VKT	0.14	0.14	0.14
EF sin control para PM ₁₀ , kg/VKT	0.08	0.08	0.08
EF con control para PM ₁₀ , kg/VKT	0.08	0.08	0.08
EF sin control para PM, kg/VKT	0.19	0.19	0.19
EF con control para PM, kg/VKT	0.19	0.19	0.19
EF sin control para PM _{2.5} , kg/VKT	0.01	0.01	0.01
EF con control para PM _{2.5} , kg/VKT	0.01	0.01	0.01
Tasa de Emisión Estimada (ER)			
PM ₁₀ ER kg/h (diariamente)	1.89	0.63	0.63
t/año	16.56	5.52	5.52
PM _{2.5} ER kg/h (diariamente)	0.13	0.04	0.04
t/año	1.16	0.39	0.39

Fuente: USEPA, 1998 (AP-42, Section 11.9 for Western Surface Coal Mines).

^a Velocidad media y utilización del nivelador asumida.

^b Distancia Recorrida por Día = Velocidad Promedio del Vehículo x Horas de Actividades Diarias (h/día) x Grado de Utilización por Día (%).

TABLA 8
ESTIMACIÓN DE TASAS Y FACTORES DE EMISIÓN DE PM PARA LAS ACTIVIDADES DE BULLDOZING
ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	Bulldozing No. 1	Bulldozing No. 2	Bulldozing No. 3	Bulldozing No. 4
	Planta Procesos	SBDF	FWDF	Cantera finos
Área/Punto de Emisión	BD 1C	BD 2C	BD 3C	BD 4C
Información Operacional				
Horas de Actividad Diaria	12	12	12	12
Horas de Operación Diaria (modelamiento)	12	12	12	12
Días de Actividad al Año	365	365	365	365
Número de Unidades	9	1	1	1
Información del Manejo del Material				
Contenido de Humedad (M) (%)	1.5	1.5	1.5	1.5
Características Generales del Sitio				
Contenido de Limo (s) (%)	6.4	6.4	6.4	6.4
Información del Control de Emisiones				
Método de Control de Emisiones	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción (ER) en Emisión, %	0	0	0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF) para PM ₁₅ y PM ₁₀				
Ecuación EF sin control (UEF) para PM ₁₅	UEF (kg/h) = 0.45 x (s) ^{1.5} / (M) ^{1.4}			
Ecuación EF con control (CEF) para PM ₁₅	CEF (kg/h) = UEF (kg/Mg) x [100 - ER (%)]			
Ecuación EF sin control (UEF) para PM ₁₀	UEF (kg/h) = 0.75 x UEF de PM ₁₅			
Ecuación EF con control (CEF) para PM ₁₀	CEF (kg/h) = 0.75 x CEF de PM ₁₅			
Ecuación EF sin control (UEF) para PM	UEF (kg/h) = 2.6 x (s) ^{1.2} / (M) ^{1.3}			
Ecuación EF con control (CEF) para PM	CEF (kg/h) = UEF (kg/Mg) x [100 - ER (%)]			
Ecuación EF sin control (UEF) para PM _{2.5}	UEF (kg/h) = 0.105 x UEF de PM			
Ecuación EF con control (CEF) para PM _{2.5}	CEF (kg/h) = 0.105 x CEF de PM			
Factores de Emisión (EF) Calculados para PM ₁₅ y PM ₁₀				
EF sin control PM ₁₅ , kg/h (Corto plazo, anual)	4.13	4.13	4.13	4.13
EF con control PM ₁₅ , kg/h (Corto plazo, anual)	4.13	4.13	4.13	4.13
EF sin control PM ₁₀ , kg/h (Corto plazo, anual)	3.10	3.10	3.10	3.10
EF con control PM ₁₀ , kg/h (Corto plazo, anual)	3.10	3.10	3.10	3.10
EF sin control PM, kg/h (Corto plazo, anual)	14.24	14.24	14.24	14.24
EF con control PM, kg/h (Corto plazo, anual)	14.24	14.24	14.24	14.24
EF sin control PM _{2.5} , kg/h (Corto plazo, anual)	1.50	1.50	1.50	1.50
EF con control PM _{2.5} , kg/h (Corto plazo, anual)	1.50	1.50	1.50	1.50
Tasa de Emisión Estimada (ER)				
PM ₁₀ ER kg/h (diariamente)	27.88	3.10	3.10	3.10
t/año	122.10	13.57	13.57	13.57
PM _{2.5} ER kg/h (diariamente)	13.46	1.50	1.50	1.50
t/año	58.94	6.55	6.55	6.55

Fuente: USEPA, 1998 (AP-42, Section 11.9 for Western Surface Coal Mines).

2
A
P
E

ANEXO B

CÁLCULO DE EMISIONES

ESCENARIO DE OPERACIÓN

TABLA 1 (Parte 1 de 3)
BASES PARA LA ESTIMACIÓN DEL NÚMERO Y DISTANCIA RECORRIDA POR CAMIONES SOBRE VÍAS ASFALTADAS
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros			Vía 1 (Afirmada)	Vía 2 (Afirmada)	Vía 3 (Afirmada)
			Salta - sitio (Planta)	Campana - sitio (Planta)	Salta - fuera del sitio
Información del vehículo					
Tipo de vehículo			Camión Freightliner M2106	Camión Freightliner M2112	Camión Freightliner M2112
Modelo					
Capacidad del camión	Capacidad	t	25.0	25.0	25.0
Peso del vehículo	Descarga	t	17.5	17.5	17.5
	Carga	t	42.5	42.5	42.5
	Promedio	t	30.0	30.0	30.0
	Promedio	ton	33.1	33.1	33.1
Bases y número de vehículos					
Tiempo de Operación	Diario	h/día	24	24	24
	Anual	días/año	365	365	365
Movimiento de Camiones					
Material			Resinas, Carbonato de Calcio y Reactivos	Carbonato de Litio	Combustible
	Horario	t/h	-	0	0
	Diario	t	-	7	2
	Anual	t	-	2,500	752
Número de Vehículos	Horario	Número/h	1	1	1
(Capacidad Horaria de Flujo de Material)	Diario	Número/día	11	1	1
	Anual	Número/año	3,975	100	30
Distancia de Recorrido					
Distancia Recorrida/Vehículo/Ruta	Por viaje (km)		38.7	38.7	38.7
VKT (Número de vehículos por km recorrido por viaje)	Diario		425	39	39
	Anual		153,713	3,867	1,163

^a Distancia de viaje aproximada asumida por vehículos misceláneos por día.

e
 A
 A
 B
 E

TABLA 1 (Parte 2 de 3)
BASES PARA LA ESTIMACIÓN DEL NÚMERO Y DISTANCIA RECORRIDA POR CAMIONES SOBRE VÍAS ASFALTADAS
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros			Vía 4 (Afirmada)	Vía 5 (Afirmada)	Vía 6 (Afirmada)
			Planta - FWDF (Residuos sólidos)	Perforación pozos agua cruda - disposición	Perforación pozos salmuera a disposición
Información del vehículo					
Tipo de vehículo			Camión	Camión	Camión
Modelo			Freightliner M2106	Freightliner M2112	Freightliner M2106
Capacidad del camión	Capacidad	t	25.0	25.0	25.0
Peso del vehículo	Descarga	t	17.5	17.5	17.5
	Carga	t	42.5	42.5	42.5
	Promedio	t	30.0	30.0	30.0
	Promedio	ton	33.1	33.1	33.1
Bases y número de vehículos					
Tiempo de Operación	Diario	h/día	24	24	24
	Anual	días/año	365	365	365
Movimiento de Camiones					
Material			Residuos sólidos de proceso de planta a FWDF	Suelo removido	Suelo removido
	Horario	t/h	4	0	0
	Diario	t	93	0	0
	Anual	t	34,097	88	123
Número de Vehículos (Capacidad Horaria de Flujo de Material)	Horario	Número/h	1	1	1
	Diario	Número/día	4	1	1
	Anual	Número/año	1,364	4	5
Distancia de Recorrido					
Distancia Recorrida/Vehículo/Ruta	Por viaje (km)		0.6	17.9	13.5
VKT (Número de vehículos por km recorrido por viaje)	Diario		2	18	14
	Anual		777	63	66

^a Distancia de viaje aproximada asumida por vehículos misceláneos por día.

e
 A
 A
 B
 E

TABLA 1 (Parte 3 de 3)
BASES PARA LA ESTIMACIÓN DEL NÚMERO Y DISTANCIA RECORRIDA POR CAMIONES SOBRE VÍAS ASFALTADAS
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros			Vía 7 (Afirmada)	Vía 8 (Afirmada)
			Suelo a SBDF	Suelo a FWDF
Información del vehículo				
Tipo de vehículo			Camión	Camión
Modelo			Freightliner M2112	Freightliner M2106
Capacidad del camión	Capacidad	t	25.0	25.0
Peso del vehículo	Descarga	t	17.5	17.5
	Carga	t	42.5	42.5
	Promedio	t	30.0	30.0
	Promedio	ton	33.1	33.1
Bases y número de vehículos				
Tiempo de Operación	Diario	h/día	24	24
	Anual	días/año	365	365
Movimiento de Camiones				
Material			Suelo cantera	Suelo cantera
	Horario	t/h	433	19
	Diario	t	10,385	464
	Anual	t	3,790,539	169,217
Número de Vehículos	Horario	Número/h	18	1
(Capacidad Horaria de Flujo de Material)	Diario	Número/día	416	19
	Anual	Número/año	151,622	6,769
Distancia de Recorrido				
Distancia Recorrida/Vehículo/Ruta	Por viaje (km)		4.6	8.3
VKT (Número de vehículos por km recorrido por viaje)	Diario		1,930	158
	Anual		703,524	56,112

ª Distancia de viaje aproximada asumida por vehículos misceláneos por día.

2 A
A A C
P L
E H F

TABLA 2 (Parte 1 de 2)
ESTIMACIÓN DE TASAS DE EMISION DE PM/PM10, NOx, CO Y SO₂ DEL TUBO DE ESCAPE DE CAMIONES
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada
	Salta - sitio (Planta)	Campana - sitio (Planta)	Salta - fuera del sitio	Planta - FWDF (Residuos sólidos)
Vía Afirmada	PV1	PV2	PV3	PV4
Tipo de Vehículo: Camión	Resinas, Calcio y Reactivos	Carbonato de Litio	Combustible	Residuos de planta a FWDF
Recorrido/Vehículo, km (ida y vuelta)	77.34	77.34	77.34	1.14
Recorrido diario de Vehículos por km	851	77	77	5
Recorrido anual de Vehículos por km	307,427	7,734	2,326	1,555
Promedio Veloc. del Vehículo (km/h) ^a	25	25	25	25
Potencia del Motor en Operación (hp)	345	247	250	455
Horas de Operación (modelamiento)	24	24	24	24
Factores de Emisión (EF) de Escape Estimados ^b				
MP/PM ₁₀ EF, g/hp-h	0.000	0.238	0.000	0.238
NO _x EF, g/hp-h	2.621	2.621	2.621	2.621
CO EF, g/hp-h	0.000	1.316	0.148	1.316
SO ₂ EF, g/hp-h	0.016	0.016	0.016	0.016
MP/PM ₁₀ EF, g/km/camión (Corto plazo)	0.0	2.3	0.0	4.3
NO _x EF, g/km/camión (Corto plazo)	36.2	25.9	26.2	47.7
CO EF, g/km/camión (Corto plazo)	0.0	13.0	1.5	24.0
SO ₂ EF, g/km/camión (Corto plazo)	0.2	0.2	0.2	0.3
Tasas de Emisión (ER) Calculadas				
MP - Corto Plazo, kg/h	0.0000	0.0076	0.0000	0.0008
MP - Anual, t/año	0.0000	0.0181	0.0000	0.0067
PM ₁₀ - Corto Plazo, kg/h	0.0000	0.0076	0.0000	0.0008
PM ₁₀ - Anual, t/año	0.0000	0.0181	0.0000	0.0067
PM _{2.5} - Corto Plazo, kg/h	0.0000	0.0076	0.0000	0.0008
PM _{2.5} - Anual, t/año	0.0000	0.0181	0.0000	0.0067
NO ₂ - Corto Plazo, kg/h	1.2820	0.0834	0.0845	0.0091
NO ₂ - Anual, t/año	11.1187	0.2003	0.0610	0.0742
CO - Corto Plazo, kg/h	0.0000	0.0419	0.0048	0.0046
CO - Anual, t/año	0.0000	0.1006	0.0034	0.0373
SO ₂ - Corto Plazo, kg/h	0.0080	0.0005	0.0005	0.0001
SO ₂ - Anual, t/año	0.0697	0.0013	0.0004	0.0005
Tasa de Emisión por Longitud (ERUL) Corto Plazo ^c				
PM ₁₀ ER kg/h/km	0.0000	0.0002	0.0000	0.0014
PM _{2.5} ER kg/h/km	0.0000	0.0002	0.0000	0.0014
NO ₂ ER kg/h/km	0.0332	0.0022	0.0022	0.0159
CO ER kg/h/km	0.0000	0.0011	0.0001	0.0080
SO ₂ ER kg/h/km	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001

^a Velocidad promedio del vehículo con base en la información del proyecto.

^b Factores de emisión por recorrido y camiones de concentrado en g/h están basados en factores de emisión ajustados estimados en la Tabla 12 (USEPA).

^c Calculado con base en las emisiones totales (ER, kg/h) dividido por 1/2 de la ruta total recorrida (ida y vuelta).

2
A
P
E
A
C
L
H

TABLA 2 (Parte 2 de 2)
ESTIMACIÓN DE TASAS DE EMISION DE PM/PM10, NOx, CO Y SO₂ DEL TUBO DE ESCAPE DE CAMIONES
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada
	Perforación pozos agua cruda - disposición	Perforación pozos salmuera a disposición	Suelo a SBDF	Suelo a FWDF
Vía Afirmada	PV5	PV6	PV7	PV8
Tipo de Vehículo: Camión	Suelo removido	Suelo removido	Suelo cantera	Suelo cantera
Recorrido/Vehículo, km (ida y vuelta)	26.80	27.00	58.04	58.02
Recorrido diario de Vehículos por km	27	27	36,217	1,625
Recorrido anual de Vehículos por km	94	133	13,200,174	589,077
Promedio Velocidad del Vehículo (km/h) ^a	25	25	25	25
Potencia del Motor en Operación (hp)	247	345	500	455
Horas de Operación (modelamiento)	24	24	24	24
Factores de Emisión (EF) de Escape Estimados ^b				
MP/PM ₁₀ EF, g/hp-h	0.238	0.238	0.238	0.000
NO _x EF, g/hp-h	2.621	2.621	2.621	2.621
CO EF, g/hp-h	1.484	1.484	1.316	0.148
SO ₂ EF, g/hp-h	0.016	0.016	0.016	0.016
MP/PM ₁₀ EF, g/km/camión (Corto plazo)	2.3	3.3	4.8	0.0
NO _x EF, g/km/camión (Corto plazo)	25.9	36.2	52.4	47.7
CO EF, g/km/camión (Corto plazo)	14.7	20.5	26.3	2.7
SO ₂ EF, g/km/camión (Corto plazo)	0.2	0.2	0.3	0.3
Tasas de Emisión (ER) Calculadas				
MP - Corto Plazo, kg/h	0.0026	0.0037	7.1687	0.0000
MP - Anual, t/año	0.0002	0.0004	62.7073	0.0000
PM ₁₀ - Corto Plazo, kg/h	0.0026	0.0037	7.1687	0.0000
PM ₁₀ - Anual, t/año	0.0002	0.0004	62.7073	0.0000
PM _{2.5} - Corto Plazo, kg/h	0.0026	0.0037	7.1687	0.0000
PM _{2.5} - Anual, t/año	0.0002	0.0004	62.7073	0.0000
NO ₂ - Corto Plazo, kg/h	0.0289	0.0407	79.0978	3.2287
NO ₂ - Anual, t/año	0.0024	0.0048	691.9003	28.0981
CO - Corto Plazo, kg/h	0.0164	0.0230	39.7291	0.1822
CO - Anual, t/año	0.0014	0.0027	347.5262	1.5860
SO ₂ - Corto Plazo, kg/h	0.0002	0.0003	0.4954	0.0202
SO ₂ - Anual, t/año	0.0000	0.0000	4.3339	0.1761
Tasa de Emisión por Longitud (ERUL) Corto Plazo ^c				
PM ₁₀ ER kg/h/km	0.0002	0.0003	0.2470	0.0000
PM _{2.5} ER kg/h/km	0.0002	0.0003	0.2470	0.0000
NO ₂ ER kg/h/km	0.0022	0.0030	2.7256	0.1113
CO ER kg/h/km	0.0012	0.0017	1.3690	0.0063
SO ₂ ER kg/h/km	0.0000	0.0000	0.0171	0.0007

^a Velocidad promedio del vehículo con base en la información del proyecto.

^b Factores de emisión por recorrido y camiones de concentrado en g/h están basados en factores de emisión ajustados estimados en la Tabla 12 (USEPA).

^c Calculado con base en las emisiones totales (ER, kg/h) dividido por 1/2 de la ruta total recorrida (ida y vuelta).

2
A
P
A
C
P
L
E
H

TABLA 3 (Parte 1 de 2, página 1 de 2)
TASAS Y FACTORES DE EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PARA CAMIONES EN VÍAS AFIRMADAS
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada
	Salta - sitio (Planta)	Campana - sitio (Planta)	Salta - fuera del sitio	Planta - FWDF (Residuos sólidos)
ID Vías Afirmadas	UP1	UP2	UP3	UP4
Información del Vehículo				
Peso promedio del Vehículo (W), toneladas	30.0	30.0	30.0	30.0
Promedio (ton)	33.1	33.1	33.1	33.1
Horas de Operación (para el modelamiento)	24.0	24.0	24.0	24.0
Cálculo de km recorridos por vehículo (VKT)				
Número de vehículos (Horario)	1	1	1	1
Número de vehículos (Diario)	11	1	1	4
Número de vehículos (Anual)	3975	100	30	1364
Distancia Recorrida/Vehículo/Ruta (km)	38.7	38.7	38.7	0.6
VKT (# de vehículos diarios x km x viaje)	425	39	39	2
VKT (# de vehículos al año x km x viaje)	153,713	3,867	1,163	777
Características Generales del Sitio				
Precipitación mayor que o igual a 0.254 mm (p)	0	0	0	0
Contenido de Limo (s), % ^a	6.4	6.4	6.4	6.4
Multiplicador de Partícula (lb/VMT) k (MP)	4.9	4.9	4.9	4.9
Multiplicador de Partícula (lb/VMT) k (PM ₁₀)	1.5	1.5	1.5	1.5
Multiplicador de Partícula (lb/VMT) k (PM _{2.5})	0.2	0.2	0.2	0.2
Coeficiente para MP a	0.7	0.7	0.7	0.7
b	0.45	0.45	0.45	0.45
Coeficiente para PM ₁₀ a	0.9	0.9	0.9	0.9
b	0.45	0.45	0.45	0.45
Coeficiente para PM _{2.5} a	0.9	0.9	0.9	0.9
b	0.45	0.45	0.45	0.45

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Sección 13.2.2 Vías Afirmadas).

^a Contenido de limo basado en información del proyecto.

2
A
P
L
E
H

TABLA 3 (Parte 1 de 2, página 2 de 2)
TASAS Y FACTORES DE EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PARA CAMIONES EN VÍAS AFIRMADAS
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada
	Salta - sitio (Planta)	Campana - sitio (Planta)	Salta - fuera del sitio	Planta - FWDF (Residuos sólidos)
ID Vías Afirmadas	UP1	UP2	UP3	UP4
Información de Control de Emisiones				
Método de Control de Emisiones	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción Emisiones, %	0	0	0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF) ^b				
Ecuación EF sin control (UEF)=UEF(g/VKT) = k (lb/VMT) x (s/12) ^a x (W)/3 ^b x [(365 - p)/365] x 281.9				
Ecuación EF con control (CEF)=CEF(g/VKT) = UEF (lb/VKT) x (100 - Eficiencia de Remoción (%))				
Factor de Emisión (EF) Calculado para MP				
EF sin control, g/VKT (Corto Plazo)	2,619.8	2,619.8	2,619.8	2,619.8
(Anual)	2,526.4	2,526.4	2,526.4	2,526.4
EF con control, g/VKT (Corto Plazo)	2,619.8	2,619.8	2,619.8	2,619.8
(Anual)	2,526.4	2,526.4	2,526.4	2,526.4
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM₁₀				
EF sin control, g/VKT	707.2	707.2	707.2	707.2
	682.0	682.0	682.0	682.0
EF con control, g/VKT	707.2	707.2	707.2	707.2
	682.0	682.0	682.0	682.0
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM_{2.5}				
EF sin control, g/VKT	70.7	70.7	70.7	70.7
	68.2	68.2	68.2	68.2
EF con control, g/VKT	70.7	70.7	70.7	70.7
	68.2	68.2	68.2	68.2
Tasa de Emisión (ER) Estimada				
PM ₁₀ ER kg/h (en base a la tasa diaria)	12.53	1.14	1.14	0.07
t/año	104.84	2.64	0.79	0.53
PM _{2.5} ER kg/h (en base a la tasa diaria)	1.25	0.11	0.11	0.01
t/año	10.48	0.26	0.08	0.05
Tasa de Emisión por Unidad de Longitud (ERUL) basado en el Corto Plazo ^c				
PM ₁₀ ER kg/h/km	0.324	0.029	0.029	0.118
PM _{2.5} ER kg/h/km	0.032	0.003	0.003	0.012

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Sección 13.2.2 Vías Afirmadas).

^b Para convertir en gramos por kilómetro recorridos por los vehículos (g/VKT), se utiliza el siguiente factor: 1 lb/VMT = 281.9 g/VKT (453.6 g/lb x 0.621 millas/km).

^c Con base en las emisiones totales (ER, kg/h) dividido por 1/2 ruta total recorrida (ida y vuelta).

TABLA 3 (Parte 2 de 2, página 1 de 2)
TASAS Y FACTORES DE EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PARA CAMIONES EN VÍAS AFIRMADAS
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada
	Perforación pozos agua cruda - disposición	Perforación pozos salmuera a disposición	Suelo a SBDF	Suelo a FWDF
ID Vías Afirmadas	UP5	UP6	UP7	UP8
Información del Vehículo				
Peso promedio del Vehículo (W), toneladas	30.0	30.0	30.0	30.0
Promedio (ton)	33.1	33.1	33.1	33.1
Horas de Operación (para el modelamiento)	24.0	24.0	24.0	24.0
Cálculo de km recorridos por vehículo (VKT)				
Número de vehículos (Horario)	1	1	26	2
Número de vehículos (Diario)	1	1	624	28
Número de vehículos (Anual)	4	5	227432	10153
Distancia Recorrida/Vehículo/Ruta (km)	13.4	13.5	29.0	29.0
VKT (# de vehículos diarios x km x viaje)	13	14	18,108	812
VKT (# de vehículos al año x km x viaje)	47	66	6,600,087	294,539
Características Generales del Sitio				
Precipitación mayor que o igual a 0.254 mm (p)	0	0	0	0
Contenido de Limo (s), % ^a	13	13	13	13
Multiplicador de Partícula (lb/VMT) k (MP)	6.4	6.4	6.4	6.4
Multiplicador de Partícula (lb/VMT) k (PM ₁₀)	4.9	4.9	4.9	4.9
Multiplicador de Partícula (lb/VMT) k (PM _{2.5})	1.5	1.5	1.5	1.5
Coeficiente para MP a	0.2	0.2	0.2	0.2
b	0.7	0.7	0.7	0.7
Coeficiente para PM ₁₀ a	0.45	0.45	0.45	0.45
b	0.9	0.9	0.9	0.9
Coeficiente para PM _{2.5} a	0.45	0.45	0.45	0.45
b	0.9	0.9	0.9	0.9

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Sección 13.2.2 Vías Afirmadas).

^a Contenido de limo basado en información del proyecto.

2
A
B
E

TABLA 3 (Parte 2 de 2, página 2 de 2)
TASAS Y FACTORES DE EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PARA CAMIONES EN VÍAS AFIRMADAS
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada	Vía Afirmada
	Perforación pozos agua cruda - disposición	Perforación pozos salmuera a disposición	Suelo a SBDF	Suelo a FWDF
ID Vías Afirmadas	UP5	UP6	UP7	UP8
Información de Control de Emisiones				
Método de Control de Emisiones	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisiones, %	0	0	0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF) ^b				
Ecuación EF sin control (UEF)=UEF(g/VKT) = k (lb/VMT) x (s/12) ^a x (W/3) ^b x [(365 - p)/365] x 281.9				
Ecuación EF con control (CEF)=CEF(g/VKT) = UEF (lb/VKT) x (100 - Eficiencia de Remoción (%))				
Factor de Emisión (EF) Calculado para MP				
EF sin control, g/VKT (Corto Plazo)	2,619.8	2,619.8	2,619.8	2,619.8
(Anual)	2,526.4	2,526.4	2,526.4	2,526.4
EF con control, g/VKT (Corto Plazo)	2,619.8	2,619.8	2,619.8	2,619.8
(Anual)	2,526.4	2,526.4	2,526.4	2,526.4
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM₁₀				
EF sin control, g/VKT	707.2	707.2	707.2	707.2
	682.0	682.0	682.0	682.0
EF con control, g/VKT	707.2	707.2	707.2	707.2
	682.0	682.0	682.0	682.0
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM_{2.5}				
EF sin control, g/VKT	70.7	70.7	70.7	70.7
	68.2	68.2	68.2	68.2
EF con control, g/VKT	70.7	70.7	70.7	70.7
	68.2	68.2	68.2	68.2
Tasa de Emisión (ER) Estimada				
PM ₁₀ ER kg/h (en base a la tasa diaria)	0.39	0.40	533.61	23.94
t/año	0.03	0.05	4,501.48	200.88
PM _{2.5} ER kg/h (en base a la tasa diaria)	0.04	0.04	53.36	2.39
t/año	0.00	0.00	450.15	20.09
Tasa de Emisión por Unidad de Longitud (ERUL) basado en el Corto Plazo ^c				
PM ₁₀ ER kg/h/km	0.029	0.029	18.388	0.825
PM _{2.5} ER kg/h/km	0.003	0.003	1.839	0.083

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Sección 13.2.2 Vías Afirmadas).

^b Para convertir en gramos por kilómetros recorridos por los vehículos (g/VKT), se utiliza el siguiente factor: 1 lb/VMT = 281.9 g/VKT (453.6 g/lb x 0.621 millas/km).

^c Con base en las emisiones totales (ER, kg/h) dividido por 1/2 ruta total recorrida (ida y vuelta).

TABLA 4 (Parte 1 de 4, página 1 de 2)
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIESEL ASOCIADOS A EQUIPOS
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Número de Vehículos	Potencia del Motor (HP)	Tier del Motor	Factores de Emisión sin ajustar (UAF) ^a				
				HC	CO	NO _x	PM ₁₀ /PM _{2.5}	BSFC
				(g/hp-h)	(g/hp-h)	(g/hp-h)	(g/hp-h)	(lb/hp-h)
<u>Camiones</u>								
Camion Mixer	4	345	3	0.167	0.843	2.500	0.150	0.367
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	6	247	3	0.184	0.748	2.500	0.150	0.367
Camión c/ Caja Playa	6	250	3	0.184	0.748	2.500	0.150	0.367
Camión con Semi remolque	4	500	4	0.131	0.084	2.500	0.009	0.367
Camión con Plataforma de Lubricación	2	455	4	0.131	0.084	2.500	0.009	0.367
Camión c/ Carretón 30 / 40 ton	6	326	4	0.131	0.084	2.500	0.009	0.367
Camión Regador de agua	8	380	4	0.131	0.084	2.500	0.009	0.367
Camion volquete 15 m³	4	375	3	0.167	0.843	2.500	0.150	0.367
Camión Tanque 30m³	6	220	3	0.184	0.748	2.500	0.150	0.367
Camión Caja Volcadora 8 m³	10	220	3	0.184	0.748	2.500	0.150	0.367
Camión batea Volcadora 40 m³	4	220	3	0.184	0.748	2.500	0.150	0.367
<u>Equipos Planta de Procesos</u>								
Grúa 70 t Terex	1	220	4	0.131	0.075	2.500	0.009	0.367
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton (incluye R y R)	1	249	4	0.131	0.075	2.500	0.009	0.367
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	1	247	3	0.184	0.748	2.500	0.150	0.367
Camión Regador de agua	1	380	4	0.131	0.084	2.500	0.009	0.367
Camión con Plataforma de Lubricación	1	455	4	0.131	0.084	2.500	0.009	0.367
Toyota Hilux 4x4	24	300	3	0.184	0.748	2.500	0.150	0.367
Cargadora frontal CAT 966H	1	281	3	0.184	0.748	2.500	0.150	0.367

Fuente: Factores de Emisión para tubos de escape y cajas de cigüeñal para modelamiento de motores - ignición por compresión - Reporte No. NR-009D.

^a Hora-Cero, factores de emisión para condiciones estáticas para motores CI que no transitan por accesos, Tabla A-4 (USEPA).

2
A
A
B
E

TABLA 4 (Parte 1 de 4, página 2 de 2)
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIESEL ASOCIADOS A EQUIPOS
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Número de Vehículos	Potencia del Motor (HP)	Tier del Motor	Factores de Emisión sin ajustar (UAF) ^a				
				HC (g/hp-h)	CO (g/hp-h)	NO _x (g/hp-h)	PM ₁₀ /PM _{2.5} (g/hp-h)	BSFC (lb/hp-h)
<u>Equipos - SBDF</u>								
Retroexcavadora CAT 320	1	222	3	0.184	0.748	2.500	0.150	0.367
Cargadora frontal CAT 966H	1	281	3	0.184	0.748	2.500	0.150	0.367
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton (incluye R y R)	1	249	4	0.131	0.075	2.500	0.009	0.367
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	1	247	3	0.184	0.748	2.500	0.150	0.367
Camión Regador de agua	1	380	4	0.131	0.084	2.500	0.009	0.367
CAT Modelo TL 1055D	1	106	4	0.131	0.087	2.500	0.009	0.367
Camión de combustible Hyundai HD-78	1	140	3	0.184	0.867	2.500	0.220	0.367
Compactadora de rodillo CAT CS76-16 t	1	174	3	0.184	0.867	2.500	0.220	0.367
CAT Modelo 2PD5000	1	38	3	0.131	0.153	3.000	0.018	0.408
<u>Equipos - FWDF</u>								
Retroexcavadora CAT 320	1	222	3	0.184	0.748	2.500	0.150	0.367
CAT Modelo TL 1055D	1	106	4	0.131	0.087	2.500	0.009	0.367
Cargadora frontal CAT 966H	1	281	3	0.184	0.748	2.500	0.150	0.367
Camión de combustible Hyundai HD-78	1	140	3	0.184	0.867	2.500	0.220	0.367
CAT Modelo 2PD5000	1	38	3	0.131	0.153	3.000	0.018	0.408
Camión de lubricante	1	305	4	0.131	0.074	2.500	0.009	0.367
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton (incluye R y R)	1	249	4	0.131	0.075	2.500	0.009	0.367

Fuente: Factores de Emisión para tubos de escape y cajas de cigüeñal para modelamiento de motores - ignición por compresión - Reporte No. NR-009D.

^a Hora-Cero, factores de emisión para condiciones estáticas para motores CI que no transitan por accesos, Tabla A-4 (USEPA).

2
A
B
E

TABLA 4 (Parte 2 de 4)
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIESEL
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Factores transitorios ajustados (TAF) ^b				
	HC (g/hp-h)	CO (g/hp-h)	NO _x (g/hp-h)	PM ₁₀ /PM _{2.5} (g/hp-h)	BSFC (g/hp-h)
<u>Camiones</u>					
Camión Mixer	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Camión c/ Caja Playa	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Camión con Semi remolque	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Camión con Plataforma de Lubricación	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Camión c/ Carretón 30 / 40 ton	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Camión Regador de agua	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Camión volquete 15 m ³	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Camión Tanque 30m ³	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Camión Caja Volcadora 8 m ³	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Camión batea Volcadora 40 m ³	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
<u>Equipos Planta de Procesos</u>					
Grúa 70 t Terex	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Camión Regador de agua	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Camión con Plataforma de Lubricación	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Toyota Hilux 4x4	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Cargadora frontal CAT 966H	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
<u>Equipos - SBDF</u>					
Retroexcavadora CAT 320	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Cargadora frontal CAT 966H	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Camión Regador de agua y CAT TL1055D	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Camión de combustible Hyundai HD-78	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Compactadora de rodillo CAT CS76-16 t	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
CAT Modelo 2PD5000	2.290	2.570	1.210	2.370	1.180
<u>Equipos - FWDF</u>					
Retroexcavadora CAT 320	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
CAT TL 1055D y	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Cargadora frontal CAT 966H	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Camión de combustible Hyundai HD-78	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
CAT Modelo 2PD5000	2.290	2.570	1.210	2.370	1.180
Camión de lubricante	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton	1.050	1.530	1.040	1.470	1.010

Fuente: Factores de Emisión para tubos de escape y cajas de cigüeñal para modelamiento de motores - ignición por compresión - Reporte No. NR-009D.

^b Factores de Ajuste Transitorios por Tipo de Equipo CI que no Transitan por los Accesos, Tabla A5 (USEPA).

TABLA 4 (Parte 3 de 4)
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIESEL
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Factores de Deterioro (DF) ^c				S Ajuste ^d
	HC (g/hp-h)	CO (g/hp-h)	NO _x (g/hp-h)	PM ₁₀ /PM _{2.5} (g/hp-h)	S _{PM adj} (g/hp-h)
<u>Camiones</u>					
Camión Mixer	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión c/ Caja Playa	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión con Semi remolque	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión con Plataforma de Lubricación	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión c/ Carretón 30 / 40 ton	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión Regador de agua y Tanque 30 m³	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión volquete 15 m³	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión Caja Volcadora 8 m³	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión batea Volcadora 40 m³	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
<u>Equipos Planta de Procesos</u>					
Grúa 70 t Terex	1.027	1.151	1.008	1.473	0.086
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión Regador de agua	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión con Plataforma de Lubricación	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Toyota Hilux 4x4 y Cargadora frontal CAT 966H	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
<u>Equipos - SBDF</u>					
Retroexcavadora CAT 320	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Cargadora frontal CAT 966H	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión Regador de agua	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
CAT TL 1055D y 2PD5000	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión de combustible Hyundai HD-78	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Compactadora de rodillo CAT CS76-16 t	1.027	1.151	1.008	1.473	0.086
<u>Equipos - FWDF</u>					
Retroexcavadora CAT 320	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
CAT Modelo TL 1055D	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Cargadora frontal CAT 966H	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Camión de combustible Hyundai HD-78	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
CAT Modelo 2PD5000	1.027	1.151	1.008	1.473	0.113
Camión de lubricante	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton	1.027	1.151	1.008	1.473	0.087

Fuente: Factores de Emisión para tubos de escape y cajas de cigüeñal para modelamiento de motores - ignición por compresión - Reporte No. NR-009D.

^c Factores de Deterioro para Motores Diésel que no Transitan por los Accesos, Tabla A6 (USEPA).

^d La siguiente ecuación ajusta factores de emisión por el contenido de azufre en combustible: $SPM_{adj} = BSFC \times 453,6 \times 7,0 \times soxcnv \times 0,01 \times (soxbas - soxdsl)$. Donde $soxcnv=0.02247$, PM/gramos de sulfuro en el combustible consumido; $soxbas=0.33$ y 0.0015 , % (Clasificación Tier 1, 2 y 3, 4; respectivamente); $soxdsl=0.005$, %.

TABLA 4 (Parte 4 de 4)
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIESEL
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Factores de Emisión Ajustados (UAFxTAFxDF) ^e				Factores de Emisión ^f	
	HC (g/hp-h)	CO (g/hp-h)	NO _x (g/hp-h)	PM ₁₀ /PM _{2.5} (g/hp-h)	CO ₂ (g/hp-h)	SO ₂ (g/hp-h)
<u>Camiones</u>						
Camión Mixer	0.180	1.484	2.621	0.238	535.779	0.016
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	0.198	1.316	2.621	0.238	535.722	0.016
Camión c/ Caja Playa	0.198	1.316	2.621	0.238	535.722	0.016
Camión con Semi remolque	0.142	0.148	2.621	0.000	535.902	0.016
Camión con Plataforma de Lubricación	0.142	0.148	2.621	0.000	535.902	0.016
Camión c/ Carretón 30 / 40 ton	0.142	0.148	2.621	0.000	535.902	0.016
Camión Regador de agua	0.142	0.148	2.621	0.000	535.902	0.016
Camión volquete 15 m³ y Tanque 30 m³	0.180	1.484	2.621	0.238	535.779	0.016
Camión Caja Volcadora 8 m³	0.198	1.316	2.621	0.238	535.722	0.016
Camión batea Volcadora 40 m³	0.198	1.316	2.621	0.238	535.722	0.016
<u>Equipos Planta de Procesos</u>						
Grúa 70 t Terex	0.135	0.086	2.520	0.000	530.613	0.016
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton	0.142	0.132	2.621	0.000	535.902	0.016
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	0.198	1.316	2.621	0.238	535.722	0.016
Camión Regador de agua	0.142	0.148	2.621	0.000	535.902	0.016
Camión con Plataforma de Lubricación	0.142	0.148	2.621	0.000	535.902	0.016
Toyota Hilux 4x4 y	0.198	1.316	2.621	0.238	535.722	0.016
Cargadora frontal CAT 966H	0.198	1.316	2.621	0.238	535.722	0.016
<u>Equipos - SBDF</u>						
Retroexcavadora CAT 320	0.198	1.316	2.621	0.238	535.722	0.016
Cargadora frontal CAT 966H	0.198	1.316	2.621	0.238	535.722	0.016
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton	0.142	0.132	2.621	0.000	535.902	0.016
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa	0.198	1.316	2.621	0.238	535.722	0.016
Camión Regador de agua	0.142	0.148	2.621	0.000	535.902	0.016
CAT Modelo TL 1055D	0.142	0.153	2.621	0.000	535.902	0.016
Camión de combustible Hyundai HD-78	0.198	1.526	2.621	0.389	535.722	0.016
Compactadora de rodillo CAT CS76-16 t	0.189	0.998	2.520	0.238	530.442	0.016
CAT Modelo 2PD5000	0.309	0.453	3.659	0.000	695.650	0.021
<u>Equipos - FWDF</u>						
Retroexcavadora CAT 320	0.198	1.316	2.621	0.238	535.722	0.016
CAT TL 1055D y Camión de lubricante	0.142	0.153	2.621	0.000	535.902	0.016
Cargadora frontal CAT 966H	0.198	1.316	2.621	0.238	535.722	0.016
Camión de combustible Hyundai HD-78	0.198	1.526	2.621	0.389	535.722	0.016
CAT Modelo 2PD5000	0.309	0.453	3.659	0.000	695.650	0.021
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton	0.142	0.132	2.621	0.000	535.902	0.016

Fuente: Factores de Emisión para tubos de escape y cajas de cigüeñal para modelamiento de motores -ignición por compresión- Reporte No. NR-009D.

^e Para todos los contaminantes excepto PM, el Factor de Emisión ajustado es, Factor de Emisión= UAF x TAF x DF. Para PM, Factores de Emisión ajustados= UAF x TAF x DF - SPM adj.

^f Factores de Emisión de CO₂ = (BSFC x 453,6 - HC) x 0,87 x (44/12). Factor de Emisión para SO₂ = [BSFC x 453,6 x (1 - soxcnv) - HC] x 0,01 x soxdsl x (64/32).

TABLA 5 (Parte 1 de 2)
ESTIMACIÓN DE TASAS DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIÉSEL
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Tasas de Emisión Horaria (Promedio Diario) (kg/h) ^a					
	HC	CO	NO _x	PM ₁₀ /PM _{2.5}	SO ₂	
<u>Camiones</u>	Total =	3.10	15.16	47.61	2.44	0.30
Camion Mixer		0.25	2.05	3.62	0.33	0.02
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa		0.29	1.95	3.88	0.35	0.02
Camión c/ Caja Playa		0.30	1.97	3.93	0.36	0.02
Camión con Semi remolque		0.28	0.30	5.24	0.00	0.03
Camión con Plataforma de Lubricación		0.13	0.13	2.38	0.00	0.01
Camión c/ Carretón 30 / 40 ton		0.28	0.29	5.13	0.00	0.03
Camión Regador de agua		0.43	0.45	7.97	0.00	0.05
Camion volquete 15 m³		0.27	2.23	3.93	0.36	0.02
Camión Tanque 30 m³		0.26	1.74	3.46	0.31	0.02
Camión Caja Volcadora 8 m³		0.44	2.90	5.77	0.52	0.04
Camión batea Volcadora 40 m³		0.17	1.16	2.31	0.21	0.01
<u>Equipos Planta de Procesos</u>	Total =	1.71	10.35	23.65	1.84	0.15
Grúa 70 t Terex		0.03	0.02	0.55	0.00	0.00
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton		0.04	0.03	0.65	0.00	0.00
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa		0.05	0.33	0.65	0.06	0.00
Camión Regador de agua		0.05	0.06	1.00	0.00	0.01
Camión con Plataforma de Lubricación		0.06	0.07	1.19	0.00	0.01
Toyota Hilux 4x4		1.43	9.48	18.87	1.71	0.12
Cargadora frontal CAT 966H		0.06	0.37	0.74	0.07	0.00
<u>Equipos - SBDF</u>	Total =	0.32	1.50	4.84	0.27	0.03
Retroexcavadora CAT 320		0.04	0.29	0.58	0.05	0.00
Cargadora frontal CAT 966H		0.06	0.37	0.74	0.07	0.00
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton		0.04	0.03	0.65	0.00	0.00
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa		0.05	0.33	0.65	0.06	0.00
Camión Regador de agua		0.05	0.06	1.00	0.00	0.01
CAT Modelo TL 1055D		0.02	0.02	0.28	0.00	0.00
Camión de combustible Hyundai HD-78		0.03	0.21	0.37	0.05	0.00
Compactadora de rodillo CAT CS76 - 16 t		0.03	0.17	0.44	0.04	0.00
CAT Modelo 2PD5000		0.01	0.02	0.14	0.00	0.00
<u>Equipos - FWDF</u>	Total =	0.23	0.98	3.56	0.17	0.02
Retroexcavadora CAT 320		0.04	0.29	0.58	0.05	0.00
CAT Modelo TL 1055D		0.02	0.02	0.28	0.00	0.00
Cargadora frontal CAT 966H		0.06	0.37	0.74	0.07	0.00
Camión de combustible Hyundai HD-78		0.03	0.21	0.37	0.05	0.00
CAT Modelo 2PD5000		0.01	0.02	0.14	0.00	0.00
Camión de lubricante		0.04	0.04	0.80	0.00	0.01
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton		0.04	0.03	0.65	0.00	0.00

^a Tasa de Emisión = Clasificación del Motor en HP x Factor de Emisión (g/hp-h) x No. de Vehículos x (kg/1,000 g). La aplicación de esta fórmula se realizó usando los datos obtenidos de la Tabla 4.

TABLA 5 (Parte 2 de 2)
ESTIMACIÓN DE TASAS DE EMISIÓN PARA TUBOS DE ESCAPE PARA MOTORES DIÉSEL
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Descripción del Vehículo	Tasas de Emisión Anual (t/año) ^b					
	HC	CO	NO _x	PM ₁₀ / PM _{2.5}	SO ₂	
<u>Camiones</u>	Total =	5.62	24.35	88.72	3.79	0.56
Camión Mixer		0.34	2.83	4.99	0.45	0.03
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa		0.43	2.89	5.76	0.52	0.04
Camión c/ Caja Playa		0.45	2.96	5.90	0.53	0.04
Camión con Semi remolque		0.57	0.59	10.48	0.00	0.07
Camión con Plataforma de Lubricación		0.12	0.12	2.17	0.00	0.01
Camión c/ Carretón 30 / 40 ton		0.54	0.57	10.03	0.00	0.06
Camión Regador de agua		1.31	1.37	24.22	0.00	0.15
Camion volquete 15 m³		0.40	3.34	5.90	0.53	0.04
Camión Tanque 30 m³		0.34	2.29	4.57	0.41	0.03
Camión Caja Volcadora 8 m³		0.96	6.37	12.68	1.15	0.08
Camión batea Volcadora 40 m³		0.15	1.02	2.03	0.18	0.01
<u>Equipos Planta de Procesos</u>	Total =	3.75	22.66	51.79	4.02	0.32
Grúa 70 t Terex		0.07	0.04	1.21	0.00	0.01
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton		0.08	0.07	1.43	0.00	0.01
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa		0.11	0.71	1.42	0.13	0.01
Camión Regador de agua		0.12	0.12	2.18	0.00	0.01
Camión con Plataforma de Lubricación		0.14	0.15	2.61	0.00	0.02
Toyota Hilux 4x4		3.12	20.76	41.32	3.75	0.26
Cargadora frontal CAT 966H		0.12	0.81	1.61	0.15	0.01
<u>Equipos - SBDF</u>	Total =	0.71	3.28	10.59	0.60	0.07
Retroexcavadora CAT 320		0.10	0.64	1.27	0.12	0.01
Cargadora frontal CAT 966H		0.12	0.81	1.61	0.15	0.01
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton		0.08	0.07	1.43	0.00	0.01
Camión c/ Caja Playa 6 mts + Hidrogrúa		0.11	0.71	1.42	0.13	0.01
Camión Regador de agua		0.12	0.12	2.18	0.00	0.01
CAT Modelo TL 1055D		0.03	0.04	0.61	0.00	0.00
Camión de combustible Hyundai HD-78		0.06	0.47	0.80	0.12	0.01
Compactadora de rodillo CAT CS76 - 16 t		0.07	0.38	0.96	0.09	0.01
CAT Modelo 2PD5000		0.03	0.04	0.30	0.09	0.00
<u>Equipos - FWDF</u>	Total =	0.51	2.15	7.79	0.38	0.05
Retroexcavadora CAT 320		0.10	0.64	1.27	0.12	0.01
CAT Modelo TL 1055D		0.03	0.04	0.61	0.00	0.00
Cargadora frontal CAT 966H		0.12	0.81	1.61	0.15	0.01
Camión de combustible Hyundai HD-78		0.06	0.47	0.80	0.12	0.01
CAT Modelo 2PD5000		0.03	0.04	0.30	0.00	0.00
Camión de lubricante		0.09	0.09	1.75	0.00	0.01
Motoniveladora CAT 140 - 220 HP 15 ton		0.08	0.07	1.43	0.00	0.01

^b Tasa de Emisión = Clasificación del Motor HP x Factor de Emisión (g/hp-h) x No. de Vehículos x (kg/1,000 g) x Horas de Operación Anual x (t/1,000 kg). Horas de operación para camiones y equipos en planta de procesos SBDF, FWDF son igual a 7,300 y 2,190, respectivamente. La aplicación de esta fórmula se realizó usando los datos obtenidos de la Tabla 4.

TABLA 6
ESTIMACIÓN DE TASAS Y FACTORES DE EMISIÓN PARA OPERACIONES DE TRANSFERENCIA
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	TF1	TF2	TF4	TF5
	Carga de lodos y suelo	Carga de finos	Descarga de material de cantera	Descarga de material de cantera
Área Principal	Area de pozos de agua cruda	Cantera	SBDF	FWDF
Puntos de Tranferencias	1. Carga de lodos y suelo	1.Carga de material en cantera	1. Descarga de material	1. Descarga de material
Información Operacional				
Horas de actividad	24	24	24	24
Horas de Operación Diaria (modelamiento)	24	24	24	24
Días de Operación al Año (modelamiento)	365	365	365	365
Información del Manejo del Material				
Tipo de Material	suelo con lodos	-		
Movimiento de Material				
t/h	0.01	452.03	432.71	19.32
t/día	0.24	10,848.65	10,385.04	463.61
Mg/día (megagramos/día)	0.24	10,848.65	10,385.04	463.61
kt/año (kilotoneladas/año)	0.09	3,959.76	3,790.54	169.22
Mg/año (megagramos/año)	87.50	3,959,756.00	3,790,539.33	169,216.67
Contenido de Humedad (M), % (nominal)	8.4	8.4	8.4	8.4
Número de Transferencias	1	1	1	1
Características Generales del Sitio				
Velocidad Media Diaria del Viento, m/s	2.0	2.0	2.0	2.0
Velocidad Media Anual del Viento, m/s	2.3	2.3	2.3	2.3
Multiplicador de Tamaño de Partícula k (PM)	0.74	0.74	0.74	0.74
Multiplicador del Tamaño de Partícula k (PM ₁₀)	0.35	0.35	0.35	0.35
Multiplicador del Tamaño de Partícula k (PM _{2.5})	0.005	0.005	0.005	0.005
Información de Control de Emisión				
Método de Control de Emisión				
Eficiencia de captura de polvo, %	0	0	0	0
Factor de Emisión (EF) Calculado para MP				
EF sin control, kg/Mg (Corto Plazo)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
EF sin control, kg/Mg (Anual)	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
EF con control, kg/Mg (Corto Plazo)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
EF con control, kg/Mg (Anual)	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM-10				
EF sin control, kg/Mg (Corto Plazo)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
EF sin control, kg/Mg (Anual)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
EF con control, kg/Mg (Corto Plazo)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
EF con control, kg/Mg (Anual)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Tasa de Emisión (ER) Estimada				
PM ₁₀ ER kg/h (diariamente)	0.0000	0.0300	0.0287	0.0013
t/año	0.0000	0.3151	0.3016	0.0135
PM _{2.5} ER kg/h (diariamente)	0.0000	0.0045	0.0043	0.0002
t/año	0.0000	0.0473	0.0452	0.0020

Fuente: AP42 Sección 9.9.1 Grain Elevators and Processes.

2
A
P
E
A
C
L
H

TABLA 7
ESTIMACIÓN DE TASAS Y FACTORES DE EMISIÓN DE PM PARA LAS ACTIVIDADES DE NIVELACIÓN
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN

Parámetros	Nivelación 1C Planta Procesos	Nivelación 2C SBDF	Nivelación 3C FWDF
Área/Punto de Emisión	GD1C	GD2C	GD3C
Horas de Actividad Diaria	24	24	24
Horas de Operación Diaria (modelamiento)	24	24	24
Días de Actividad al Año	365	365	365
Número de Unidades	1	1	1
Velocidad Media del Vehículo (S) (km/h) ^a	5	5	5
Número de vehículos Diario	6	2	2
Número de vehículos al Año	2190	730	730
Utilización de Nivelación utilizado por día ^a	75	75	75
Distancia Recorrida/Vehículo/Día, km ^b	90	90	90
VKT (Número de vehículos x km recorrido diario)	90	90	90
VKT (Número de vehículos x km recorrido al año)	32850	32850	32850
Método de Control de Emisiones	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %	0	0	0
Ecuaciones de Factores de Emisión (EF) para PM₁₅ y PM₁₀			
Ecuación EF sin control (UEF) para PM ₁₅	UEF (kg/VKT) = 0,0056 x S ^{2.0} x Factor de Escala		
Factor de Escala - PM ₁₅	1.0	1.0	1.0
Factor de Escala - PM ₁₀	0.6	0.6	0.6
Ecuaciones de Factor de Emisión (EF) para PM & PM_{2.5}			
Ecuación EF sin control (UEF) para MP	UEF (kg/VKT) = 0.0034(S) ^{2.5} x Factor de Escala		
Factor de Escala - PM	1.0	1.0	1.0
Factor de Escala - PM _{2.5}	0.031	0.031	0.031
Factor de Emisión (EF) Calculado			
EF sin control para PM ₁₅ , kg/VKT	0.14	0.14	0.14
EF con control para PM ₁₅ , kg/VKT	0.14	0.14	0.14
EF sin control para PM ₁₀ , kg/VKT	0.08	0.08	0.08
EF con control para PM ₁₀ , kg/VKT	0.08	0.08	0.08
EF sin control para PM, kg/VKT	0.19	0.19	0.19
EF con control para PM, kg/VKT	0.19	0.19	0.19
EF sin control para PM _{2.5} , kg/VKT	0.01	0.01	0.01
EF con control para PM _{2.5} , kg/VKT	0.01	0.01	0.01
Tasa de Emisión Estimada (ER)			
PM ₁₀ ER kg/h (diariamente)	0.32	0.32	0.32
t/año	2.76	2.76	2.76
PM _{2.5} ER kg/h (diariamente)	0.02	0.02	0.02
t/año	0.19	0.19	0.19

Fuente: USEPA, 1998 (AP-42, Section 11.9 for Western Surface Coal Mines).

^a Velocidad media y utilización del nivelador asumida.

^b Distancia Recorrida por Día = Velocidad Promedio del Vehículo x Horas de Actividades Diarias (h/día) x Grado de Utilización por Día (%).

TABLA 8

**ESTIMACIÓN DE TASAS Y FACTORES DE EMISION DE PM PARA LAS ACTIVIDADES DE BULLDOZING
ESCENARIO DE OPERACIÓN
PROYECTO RINCÓN**

Parámetros	Bulldozing No. 1	Bulldozing No. 2	Bulldozing No. 3	Bulldozing No. 4
	Planta Procesos	SBDF	FWDF	Cantera
Área/Punto de Emisión	BD 1C	BD 2C	BD 3C	BD 4C
Información Operacional				
Horas de Actividad Diaria	12	12	12	12
Horas de Operación Diaria (modelamiento)	12	12	12	12
Días de Actividad al Año	365	365	365	365
Número de Unidades	1	1	1	0
Contenido de Humedad (M) (%)	1.5	1.5	1.5	1.5
Contenido de Limo (s) (%)	6.4	6.4	6.4	6.4
Información del Control de Emisiones				
Método de Control de Emisiones	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción (ER) en el Control de Emisión, %	0	0	0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF) para PM ₁₅ y PM ₁₀				
Ecuación EF sin control (UEF) para PM ₁₅	UEF (kg/h) = 0.45 x (s) ^{1.5} / (M) ^{1.4}			
Ecuación EF con control (CEF) para PM ₁₅	CEF (kg/h) = UEF (kg/Mg) x [100 - Ef. remoción (%)]			
Ecuación EF sin control (UEF) para PM ₁₀	UEF (kg/h) = 0.75 x UEF de PM ₁₅			
Ecuación EF con control (CEF) para PM ₁₀	CEF (kg/h) = 0.75 x CEF de PM ₁₅			
Ecuación EF sin control (UEF) para PM	UEF (kg/h) = 2.6 x (s) ^{1.2} / (M) ^{1.3}			
Ecuación EF con control (CEF) para PM	CEF (kg/h) = UEF (kg/Mg) x [100 - Ef. remoción (%)]			
Ecuación EF sin control (UEF) para PM _{2.5}	UEF (kg/h) = 0.105 x UEF de PM			
Ecuación EF con control (CEF) para PM _{2.5}	CEF (kg/h) = 0.105 x CEF de PM			
Factores de Emisión (EF) Calculados para PM ₁₅ y PM ₁₀				
EF sin control PM ₁₅ , kg/h (Corto Plazo)	4.13	4.13	4.13	4.13
EF con control PM ₁₅ , kg/h (Corto Plazo)	4.13	4.13	4.13	4.13
EF sin control PM ₁₀ , kg/h (Corto Plazo)	3.10	3.10	3.10	3.10
EF con control PM ₁₀ , kg/h (Corto Plazo)	3.10	3.10	3.10	3.10
EF sin control PM, kg/h (Corto Plazo)	14.24	14.24	14.24	14.24
EF con control PM, kg/h (Corto Plazo)	14.24	14.24	14.24	14.24
EF sin control PM _{2.5} , kg/h (Corto Plazo)	1.50	1.50	1.50	1.50
EF con control PM _{2.5} , kg/h (Corto Plazo)	1.50	1.50	1.50	1.50
Tasa de Emisión Estimada (ER)				
PM ₁₀ ER kg/h (diariamente)	3.10	3.10	3.10	0.00
t/año	13.57	13.57	13.57	0.00
PM _{2.5} ER kg/h (diariamente)	1.50	1.50	1.50	0.00
t/año	6.55	6.55	6.55	0.00

Fuente: USEPA, 1998 (AP-42, Section 11.9 for Western Surface Coal Mines).

2
A
P
L
E
A
C
L
H

ANEXO 4a.9 - GEI

Contenido

1	Introducción	5
2	Metodología	5
2.1	Límites operacionales.....	7
2.2	Inventario de datos y suposiciones	10
2.3	Potenciales de calentamiento	11
3	Resultados.....	12
3.1.	Construcción	13
3.2	Operación	15
4	Memoria de cálculo	19
5	Conclusiones.....	21
5.1	Construcción	21
5.2	Operación	22
6	Recomendaciones	23
6.1	Construcción	23
6.2	Operación	23
7	Anexos	26
8	Bibliografía	36

Índice de tablas

Tabla 1:	Información de la compañía	5
Tabla 2.	Resumen de las fuentes de emisión de Alcance 1.	7
Tabla 3:	Resumen de las fuentes de emisión de Alcance 2.	8
Tabla 4:	Resumen de las fuentes de emisión de Alcance 3.	9
Tabla 5:	Potenciales de calentamiento global utilizados	11
Tabla 6:	Referencias de factores de emisión.....	26
Tabla 7:	Suposiciones	27
Tabla 8:	Desglose de emisiones para la fase de Construcción	32
Tabla 9:	Desglose de emisiones para la fase de Operación	33

Tabla 10: Desglose de emisiones por fase de Construcción y Operación del proyecto 35

Índice de figuras

Figura 1.Emisiones por Alcance y fase del proyecto.....	13
Figura 2. Emisiones GEI totales de las actividades de combustión móvil - Construcción (toneladas Métricas de CO ₂ e)	14
Figura 3. Emisiones de Alcance 3 – Construcción	15
Figura 4. Emisiones GEI totales por actividades de combustión móvil (Alcance 1) y consumo de energía (Alcance 2) - Operación.	16
Figura . Emisiones de Alcance 2 por tipo de actividad - Operación.....	17
Figura 6. Emisiones de Alcance 3 por categoría - Operación	18
Figura . Captura del archivo de la memoria de cálculo para Proyecto Rincón	19

Listado de Acrónimos

Acrónimo	Definición
DEFRA	Department for Environment, Food & Rural Affairs (UK)
CO₂	Dióxido de carbono
BEIS	Department for Business, Energy, and Industrial Strategy
FE	Factor de emisión
FWSF	<i>Filtered Waste Storage Facility</i> (Instalación de Almacenamiento de Residuos Filtrados)
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GJ	Gigajoule
GW	Gigawatt
HPRO	<i>High Pressure Reverse Osmosis</i> (Ósmosis inversa a alta presión)
IEA	International Energy Agency (Agencia Internacional de la Energía)
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
kg	Kilogramo
kWh	Kilowatt hora

Acrónimo	Definición
PCG	Potencial de Calentamiento Global
SBDF	<i>Spent Brine Disposal Facility</i> (Instalación de Disposición de Salmuera Gastada)
tCO₂e	Tonelada de dióxido de carbono equivalente
T&D	Transmisión y distribución
USD	Dólares americanos
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WRI	World Resources Institute
WTT	Well-to-tank (Del pozo al tanque)

Descargo de responsabilidad:

Responsabilidad: Se declina expresamente toda responsabilidad por cualquier pérdida o daño sufrido por cualquier persona como resultado del uso, abuso o confianza en cualquier información o contenido de esta declaración, incluidos los daños incidentales o consecuentes.

Ausencia de garantías: No hay garantías expresas o implícitas o reclamaciones de ningún tipo con respecto a la exactitud, integridad, o cualquier otro uso previsto del material en esta declaración. Toda la información se suministra "tal cual".

Queda prohibida la reproducción o transmisión total o parcial de este trabajo, en cualquier forma o por cualquier medio, sin la autorización previa por escrito de ERM

© Copyright 2023 by The ERM International Group Limited and/or its affiliates ("ERM"). All Rights Reserved.

1 Introducción

El Proyecto Rincón, desarrollado por la empresa Río Tinto, se ubica en el Salar del Rincón, Departamento de Los Andes, Provincia de Salta, Argentina. El objetivo del proyecto es la explotación del recurso salmuera en el citado Salar, para que luego de un proceso productivo, se obtenga carbonato de litio equivalente. El ciclo de vida del proyecto se plantea en 3 etapas: Construcción, Operación y Cierre.

Este ejercicio se propone calcular y resumir el inventario de gases de efecto invernadero (GEI) del Proyecto Rincón durante sus dos fases, construcción (duración de 30 meses) y operación (duración por 40 años, no obstante, la línea base se calcula por 1 año de operación).

Tabla 1: Información de la compañía

Información de la compañía	
Página web	www.riotinto.com/
Sector	Minería
Periodo de reporte	Construcción: 30 meses + Operación: 1 año

2 Metodología

El protocolo de contabilidad y reporte de emisiones de GEI se basa en dos documentos, el "Protocolo de Gases de Efecto Invernadero: Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte" y el documento complementario "Guía Técnica para el Cálculo de Emisiones de Alcance 3". Éstos son los estándares internacionales de contabilidad y reporte más utilizadas por los responsables gubernamentales y empresariales que buscan comprender, cuantificar, reportar y gestionar las emisiones de GEIs. Las normas se elaboraron en colaboración entre el Instituto de Recursos Mundiales (WRI, por sus siglas en inglés) y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD por sus siglas en inglés).

La contabilidad se basó en los principios del Protocolo de GEI, los cuales se listan a continuación:

- Relevancia:** Asegura que el inventario de GEI refleje de manera apropiada las emisiones de una empresa y que sea un elemento objetivo en la toma de decisiones tanto de usuarios internos como externos a la empresa;
- Integridad:** Conlleva a hacer la contabilidad y el reporte de manera íntegra, abarcando todas las fuentes de emisión de GEI y las actividades incluidas en el límite del inventario. Se debe reportar y justificar cualquier excepción a este principio general;
- Consistencia:** Utiliza metodologías consistentes que permitan comparaciones significativas de las emisiones a lo largo del tiempo. Asimismo, documenta de manera transparente cualquier cambio en los datos, el límite del inventario, los métodos de cálculo o cualquier otro factor relevante en una serie de tiempo;
- Transparencia:** Atiende todas las cuestiones significativas o relevantes de manera objetiva y coherente, basada en un seguimiento de auditoría transparente. Revela todos los supuestos de importancia y hace referencias apropiadas a las metodologías de contabilidad y cálculo, al igual que a las fuentes de información utilizadas;
- Precisión:** Asegura que la cuantificación de las emisiones de GEI no observe errores sistemáticos o desviaciones con respecto a las emisiones reales, hasta donde pueda ser evaluado, y de tal manera que la incertidumbre sea en lo posible reducida. Es necesario adquirir una precisión suficiente que permita a los usuarios tomar decisiones con una confianza razonable respecto a la integridad de la información reportada. (WRI, 2005)

La información para realizar el inventario fue recopilada directamente por los miembros del equipo de Río Tinto mediante hojas de recopilación de datos para las fases de construcción y de operación. Las hojas de recolección de datos fueron compartidas por Río Tinto a través de medios electrónicos y, posteriormente, la información fue extraída para realizar los cálculos correspondientes, no se solicitó la documentación de dónde se originaron los inputs compartidos por Río Tinto, ya que se asumió que la información compartida es veraz y correcta.

2.1 Límites operacionales

De acuerdo con el "Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte" del Protocolo de GEI, las emisiones se dividen en directas e indirectas. Las emisiones directas son las que se originan por fuentes propiedad de la compañía o controladas por ella. Mientras que, las emisiones indirectas, son aquellas que se generan debido a las actividades de la compañía, pero se producen en fuentes que son propiedad o están bajo el control de otra entidad.

Las emisiones directas e indirectas se dividen en tres alcances, como se expone a continuación.

ALCANCE 1

Este incluye todas las emisiones de carbono que pueden ser gestionadas directamente por la organización, es decir, emisiones directas de GEI. Esto incluye las emisiones procedentes de la combustión de combustibles fósiles en fuentes estacionarias y móviles (por ejemplo, turbinas propias o controladas, generadores de energía y vehículos) y las emisiones de GEI generadas por emisiones fugitivas procedentes del uso de equipos de refrigeración y aire acondicionado (AC).

La Tabla 2 ofrece una visión general de las fuentes de emisión consideradas en el Alcance 1, basada en la información facilitada por Río Tinto.

Tabla 2. Resumen de las fuentes de emisión de Alcance 1.

Categoría	Fuente de emisión	Límite
Fuentes fijas	Generación de electricidad y calor	No aplicable ¹
Fuentes móviles	Vehículos propiedad o rentados por la empresa	Incluidos (para fase de Construcción y Operación)

¹ Debido a que el proyecto no utiliza equipos o maquinaria de combustión fija en la fase de Construcción ni Operación.

Categoría	Fuente de emisión	Límite
Procesos físicos y/o químicos	Fabricación o transformación de productos químicos y materiales	Incluido (únicamente para fase de Operación)
Emisiones fugitivas	Emisiones derivadas del uso de sistemas de refrigeración y equipos de aire acondicionado	No incluido ²

ALCANCE 2

Las emisiones de GEI del Alcance 2 provienen de la generación de electricidad, vapor, calor o frío adquiridos por la compañía a través de proveedores externos. En la Tabla 3 se presenta una visión general de las fuentes de emisión consideradas en el Alcance 2.

Tabla 3: Resumen de las fuentes de emisión de Alcance 2.

Categoría	Fuente de emisión	Límite
Electricidad	Electricidad comprada	Incluido (únicamente para fase de Operación)
Vapor	Vapor comprado	No aplicable ³
Calentamiento	Calentamiento comprado	No aplicable ⁴
Enfriamiento	Enfriamiento comprado	No aplicable ⁵

² Debido a que no se consideraron el uso de refrigerantes. Si bien en la fase de Operación es probable que se empleen en los edificios administrativos, su aportación a las emisiones de GEI podría ser poco significativa en comparación con las otras categorías.

³ No se tiene considerado emplear vapor en las fases de construcción y operación del Proyecto.

⁴ No se tiene considerado emplear calentamiento en las fases de construcción y operación del Proyecto.

⁵ No se tiene considerado emplear enfriamiento en las fases de construcción y operación del Proyecto.

ALCANCE 3

En este ejercicio, se calcularon las emisiones basándose en la información disponible de las categorías dentro del Alcance 3 aplicables a las operaciones del Proyecto Rincón y considerando el "Estándar de contabilidad e informes de la cadena de valor corporativa (alcance 3) del Protocolo de GEI", como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4: Resumen de las fuentes de emisión de Alcance 3.

Categoría	Fuente de emisión	Límite
Compra de bienes y servicios	Emisiones asociadas a la extracción y fabricación de productos, y a la prestación de servicios.	Incluido (para fase de Construcción y Operación).
Bienes de capital	Emisiones asociadas a la extracción y fabricación de productos, y a la prestación de servicios.	No aplicable**
Actividades relacionadas a combustible y energía	Emisiones del ciclo de vida aguas arriba de la generación de combustible y electricidad, incluidas las pérdidas de transmisión y distribución.	Incluido (para fase de Construcción y Operación).
Transporte y distribución aguas arriba	Servicios de transporte y distribución (pagados por la empresa)	Incluido (únicamente para fase de Operación)
Residuos generados en la operación	Gestión de residuos operativos (vertido, reciclado, etc.)	Incluido (para fase de Construcción y Operación)
Viajes de negocio	Viajes y alojamiento de empleados/contratistas	No aplicable**
Traslado de empleados	Desplazamientos de los empleados entre el domicilio y el trabajo y emisiones asociadas al trabajo desde casa (home office).	Incluido (para fase de Construcción y Operación)
Activos arrendados aguas arriba	Explotación de activos arrendados por la organización (arrendatario) en el año de referencia y no incluidos en los Alcances 1 o 2.	No aplicable**

Categoría	Fuente de emisión	Límite
Transporte y distribución aguas abajo	Servicios de transporte y distribución (no pagados por la empresa).	Incluido (únicamente para fase de Operación)
Procesamiento de productos vendidos	Transformación de productos intermedios vendidos por la organización.	No incluido*
Uso de productos y servicios vendidos	Uso de bienes vendidos que requieren energía para funcionar.	No incluido*
Tratamiento al final del ciclo de vida de productos vendidos	Disposición y tratamiento de residuos de los productos vendidos.	No incluido*
Activos arrendados aguas abajo	Explotación de activos propiedad de la empresa (arrendador) y arrendados a otras entidades, no incluidos en el Alcance 1 o 2.	No aplicable**
Franquicias	Operación de franquicias no incluidas en el Alcance 1 o 2.	No aplicable**
Inversiones	Operación de inversiones no incluidas en el Alcance 1 o 2.	No aplicable**

**Nota: Se recomienda analizar el nivel de detalle y hacer una evaluación a las categorías de Alcance 3 que no estén incluidas en este inventario, una vez que la mina comience su operación, para determinar su relevancia con respecto al total de las emisiones de la fase de Operación.*

***Nota: Las categorías no son no aplicables debido a que, al momento de la planeación del proyecto, no se tiene considerado realizar viajes de negocio, la adquisición de bienes capitales, activos arrendados, así como franquicias asociadas al proyecto ni inversiones.*

2.2 Inventario de datos y suposiciones

Debido a la naturaleza del proyecto, se realizaron estimaciones de todos los consumos e insumos, a causa de que el proyecto se encuentra en fase de desarrollo de ingeniería y no hay datos de consumo primario. Adicionalmente, se realizaron estimaciones cuando los datos de consumo se encontraban en unidades diferentes a las de los requeridos en por los factores de emisión. Por ejemplo, se realizaron estimaciones para calcular el gasto de lubricante (en USD) cuando el dato provisto fue en litros, en el caso de los cálculos de emisiones de compra de productos. Para mayor detalle consultar el Anexo B.

No obstante, en general, el inventario de datos, los factores de emisión y los supuestos siguen las directrices del "Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte", el Protocolo de GEI y el Estándar de contabilidad e informes de la cadena de valor corporativa (alcance 3) del Protocolo de GEI. La selección de los parámetros de emisión y los supuestos siguió un enfoque conservador, el cual considera factores de emisión y metodologías de cálculo que sean los más representativos de la actividad de emisión, con base en la información disponible. Todos los valores de emisión de este estudio, a menos que se indique lo contrario, se presentan en toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e).

2.3 Potenciales de calentamiento

Los PCG son una medida del impacto climático de un GEI en comparación con el CO₂ en un horizonte temporal. Las emisiones de GEI tienen distintos valores de PCG en función de su eficiencia para absorber la radiación de onda larga (forzamiento radiativo) y del tiempo de vida promedio del gas en la atmósfera. Los valores de PCG utilizados en la contabilidad de GEI incluyen los siete GEI contemplados en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto. El índice de PCG es una medida útil para comparar los efectos reales de las emisiones de cada gas.

Se trata de los PCG utilizados por el BEIS (Department for Business, Energy, and Industrial Strategy) y se basan en el "Cuarto Informe de Evaluación (AR4) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)". En la tabla a continuación se presentan los valores utilizados.

Tabla 5: Potenciales de calentamiento global utilizados

GEI	PCG (100 años)
Dióxido de carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄)	25
Óxido nitroso (N ₂ O)	298

Fuente: IPCC AR4, 2007

3 Resultados

Los resultados de las emisiones del inventario de emisiones se presentan de la siguiente manera:

1. Resultados de las emisiones de la fase de Construcción en la sección 3.1.
2. Resultados de las emisiones de la fase de Operación en la sección 3.2.

En el Apéndice C, se presenta un desglose detallado de cada fuente de emisión de los Alcances 1, 2 y 3, por fase del Proyecto Rincón. En el Anexo D se encuentran las emisiones por Alcance y categoría de forma más concreta de ambas fases del proyecto.

Cuando en este informe se mencionan "Emisiones de GEI totales" se hace referencia a las fuentes de emisiones cubiertas en la sección de límites operacionales. Para simplificar su comprensión, los resultados fueron redondeados a unidades.

De forma general, en la Figura 1, se puede apreciar las emisiones totales de GEI agrupadas por Alcance y fase de proyecto. Se observa que predominan las emisiones de la fase de Construcción llegando a +400.000 tCO₂e, en su mayoría correspondientes al Alcance 3 durante la fase de construcción (68%), esto se debe principalmente a las actividades relacionadas a combustible y energía, que en este caso es por el consumo de diésel, el cual también es causante de la mayoría de las emisiones en el Alcance 1 por quema directa, lo que representa el 32%. Cabe resaltar que estas emisiones corresponden al total de los 30 meses que dura la fase de Construcción.

Por su parte, para las emisiones de la fase de Operación se consideraron las actividades de un año calendario para los tres alcances, siendo las mayores las asociadas al Alcance 2 por uso de electricidad (43%), seguidos por las emisiones de Alcance 3 (32%) y por último las de Alcance 1 (25%). Para el cálculo de Alcance 2 se consideró una línea base en la cual se realiza la contratación de energía renovable desde el primer año de operación, de acuerdo con el requisito establecido en la Ley 27191 en donde se solicita la contratación del 25% de energía renovable.

Adicionalmente, tanto para la fase de construcción como la de operación se hace el desglose de las actividades que corresponden al Proyecto Rincón "Full potential" que

comprende los pozos de litio, plantas, transporte de personas, insumos y producto, así como las actividades que son parte del proyecto Airstrip que involucra la construcción y mantenimiento de la infraestructura auxiliar para transporte aéreo, así como la operación de la pista.

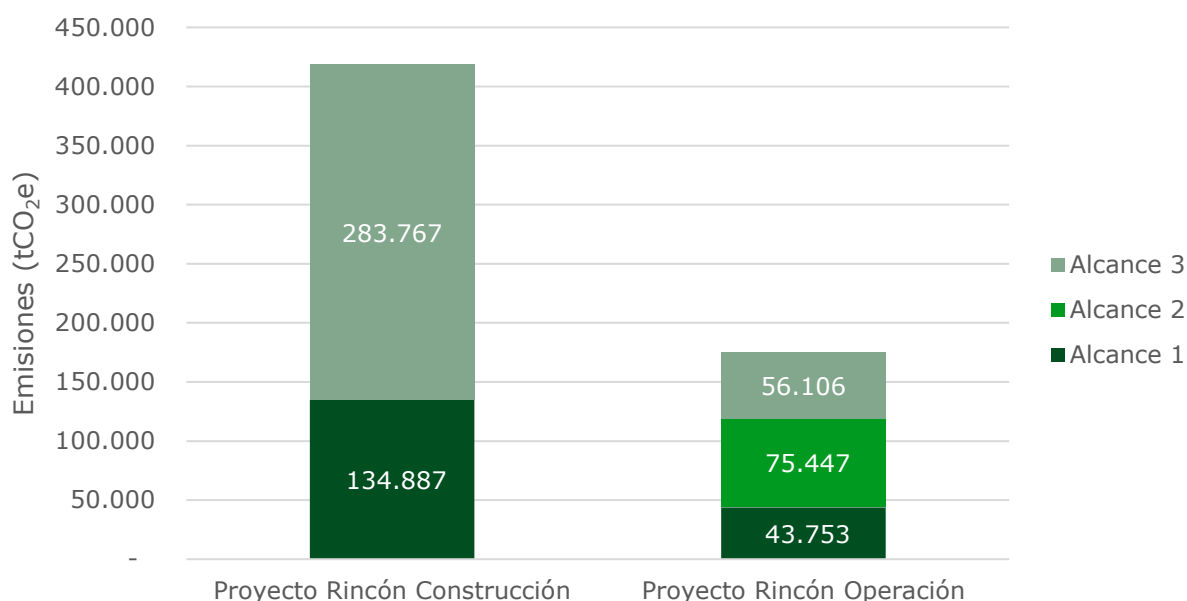


Figura 1. Emisiones por Alcance y fase del proyecto

3.1. Construcción

En la Figura 2 se muestran las emisiones GEI totales del Alcance 1 durante la fase de Construcción, con duración de 30 meses. Se hace la diferencia de los datos del Proyecto Airstrip IIA y del Proyecto Rincón (Full Potential) clasificado con base en las actividades de combustión móvil (transporte interno, transporte externo, y proyecto Airstrip IIA) y combustión estacionaria para generación de energía eléctrica en el proyecto de Airstrip IIA.

Se destaca que, para Proyecto Rincón el transporte externo tiene una menor contribución de las emisiones (2%) de GEI debido a la generación de residuos de obra, consumo de combustibles, equipos y materiales. En comparación con el transporte interno (96%) que incluye, entre otros, el movimiento de suelo para construcción de la FWSF y el SBDF, material removido durante las perforaciones de pozos y el material para fabricación de hormigón armado.

Las emisiones del proyecto Airstrip representarán el 1% del total, siendo mayores las asociadas a combustión móvil, que comprenden quema de combustible de vehículos para realizar el abovedamiento de camino de acceso, la base estabilizada granular, el terraplén con compactación, limpieza del terreno y colocar el alambrado perimetral. Las emisiones por combustión estacionaria serán generadas para suministro energía eléctrica.

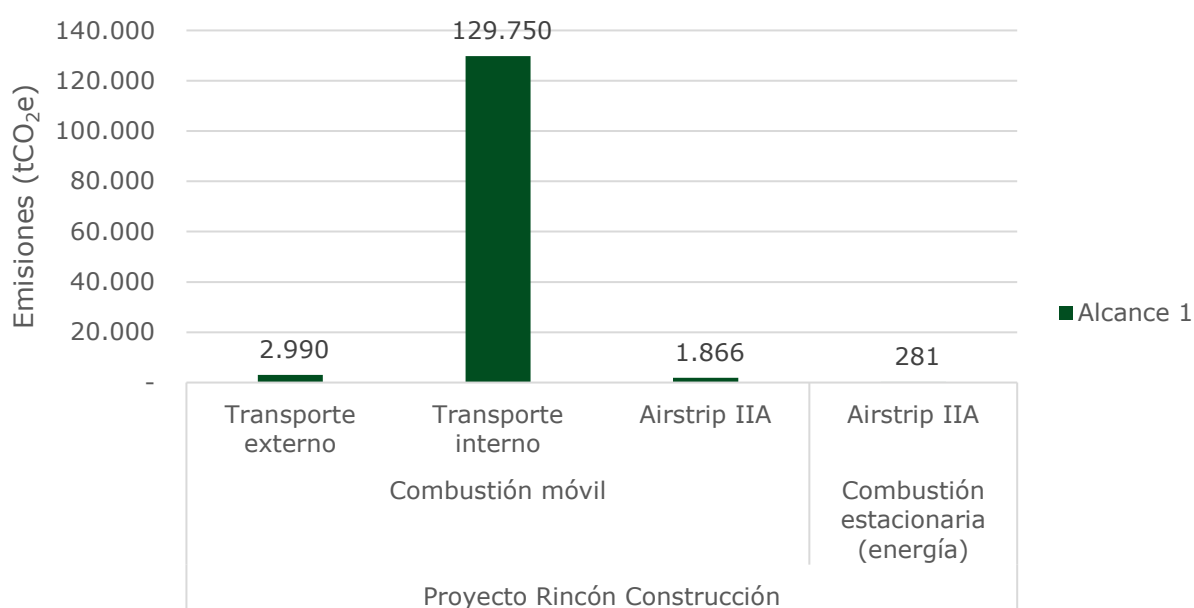


Figura 2. Emisiones GEI totales de las actividades de combustión móvil - Construcción (toneladas Métricas de CO₂e)

En cuanto a las emisiones GEI totales del Alcance 3 durante la fase de Construcción, se observa en la Figura 3 que estas corresponden en un 152.772 tCO₂e a los productos y servicios comprados, seguido de Traslado de empleados con 99.527 tCO₂e, las Actividades relacionadas a combustible y energía suman 31.455 tCO₂e, y en menor porcentaje (<0,01%) los residuos generados en la operación con 13 tCO₂e. Los productos comprados corresponden principalmente a materiales de construcción (arena, cemento, concreto, acero, hormigón y en menor medida lubricante) ya que se emplean mayoritariamente para las instalaciones. El traslado de empleados involucra el transporte de personal en camionetas 4x4, minibús y bus al Proyecto.

Sobre las actividades relacionadas a combustible y energía (emisiones aguas arriba para la producción y transporte de dichos combustibles y energía eléctrica), es debido al uso de combustibles, específicamente a diésel.

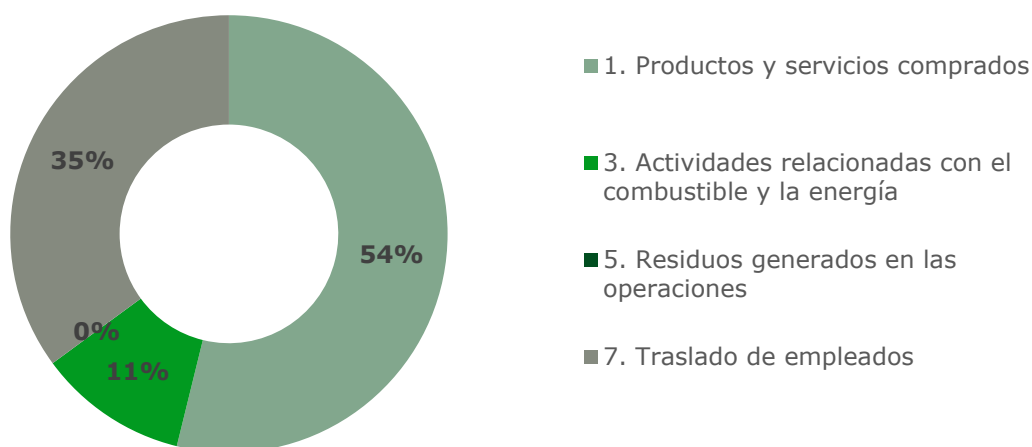


Figura 3. Emisiones de Alcance 3 – Construcción

3.2 Operación

En la Figura 4 se observan las emisiones de GEI totales durante un año calendario de la fase de operación agrupadas por actividades relacionadas con la combustión móvil y emisiones de proceso (Alcance 1) y al consumo de energía (Alcance 2). De forma general, el porcentaje total de emisiones GEI del Alcance 1 es de 25% y del Alcance 2 es de 43% para un año de operación. Se destaca que el consumo eléctrico originará 75.447 tCO₂e en un año de operación, con la contratación del 25% de energía renovable, en caso contrario, el proyecto generaría 100.596 tCO₂e en un escenario sin la contratación.

Del total de emisiones de Alcance 1, se derivan las originadas por el proceso (46%) que corresponden al venteo de CO₂, y, por otro lado, las actividades de combustión móvil (54%) por el uso de diésel para la maquinaria y equipo empleados. En particular para estas últimas, el 51% de se atribuye al movimiento de suelo, así como movimiento de material removido durante las perforaciones de pozos de salmuera, el 2% se atribuye al transporte interno que abarca el diésel para los vehículos que transportan material y residuos de proceso de planta. Menos del 1% lo contribuyen

las actividades del Proyecto Airstrip por el mantenimiento de la pista que realiza un camión regador.

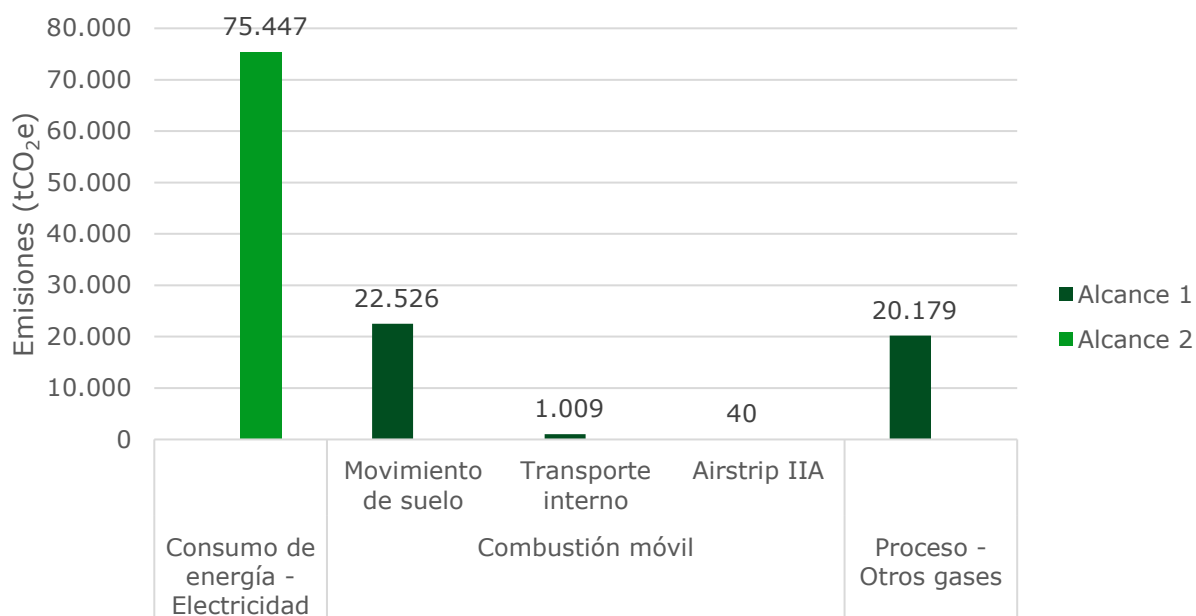


Figura 4. Emisiones GEI totales por actividades de combustión móvil (Alcance 1) y consumo de energía (Alcance 2) - Operación.

Referente a las emisiones de Alcance 2, en la Figura 5 se muestra su distribución por tipo de actividad y se observa que la mayor cantidad de las emisiones corresponde a los servicios auxiliares relacionados con el consumo de energía eléctrica (20.864 tCO₂e), seguido del proceso de concentración de Ósmosis inversa a alta presión

(HPRO) con (13.116 tCO₂e), en tercer lugar, por la actividad de las bombas de salmuera (10.529 tCO₂e) y en cuarto con 8.092 tCO₂e en el proceso de evaporación.

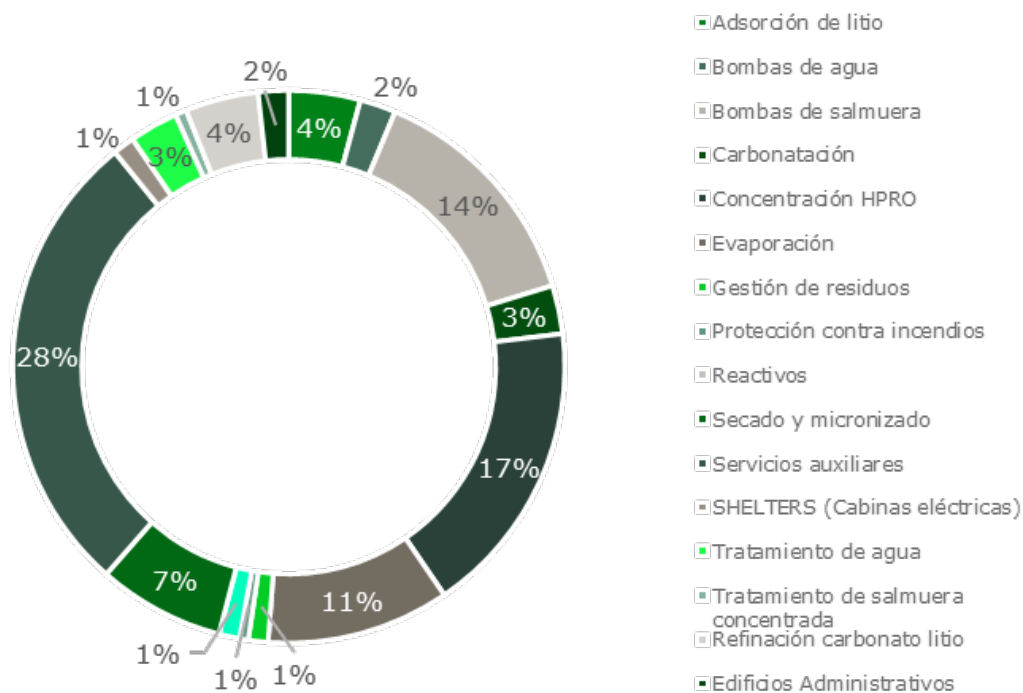


Figura 5. Emisiones de Alcance 2 por tipo de actividad - Operación

Respecto a las emisiones de Alcance 3, en la Figura 6 se observa que las Actividades relacionadas a combustible y energía suman 32.059 tCO₂e que están relacionadas con el uso de combustible ya mencionado previamente para el movimiento de suelo, flota de vehículos y transporte de residuos sólidos, así como el suelo de electricidad para el funcionamiento de las bombas de agua y salmuera, servicios auxiliares, procesos de HPRO y carbonatación, entre otros.

Por otro lado, la generación de residuos suma 15.937 tCO₂e, los cuales corresponden a resinas, sólidos precipitados, residuos peligrosos generados en el mantenimiento de vehículos, máquinas y equipos. Adicionalmente, se producirán 4.671 tCO₂e de emisiones por el transporte y distribución aguas arriba que contempla el transporte de todos los insumos necesarios para el proceso, principalmente los reactivos químicos; mientras tanto, el transporte y distribución de emisiones aguas abajo sólo llegarán a 434 tCO₂e, debido a que corresponde al transporte del producto de planta

a Antofagasta y a Puerto Campana. Este trayecto es considerado la opción A del Proyecto, sin embargo, se tiene considerada una opción B, la cual consiste en trasladar el producto por la Ruta 52 pasando por Jujuy y tomando la ruta RP70 o RP70B. En caso de tomar la opción B, la cantidad de emisiones aumentaría, ya que es más larga en kilómetros y, por ende, pasaría de generar 434 tCO₂e/año a 666.2 tCO₂e/año.

La compra de productos y servicios (2.171 tCO₂e) engloban en su mayoría productos químicos que se emplean durante el proceso, por ejemplo, coagulantes, floculantes, resinas de adsorción, antiescalante, ácido cítrico, sulfito de sodio, bicarbonato de sodio.

Por último, el traslado de personal (835 tCO₂e) comprende las actividades de Proyecto Rincón (Full Potential), de transporte de empleados de la ciudad de Salta al salar del Rincón; así como del proyecto Airstrip donde hay transporte de empleados para trabajar en la pista de aterrizaje por medio por tierra y aire (vuelos).

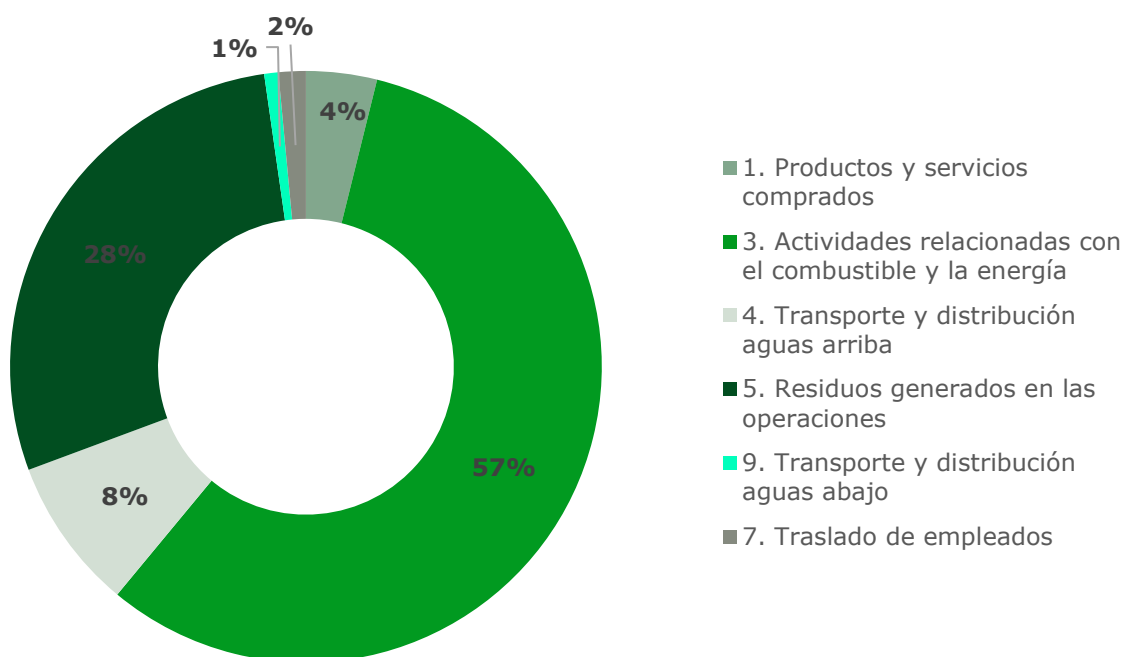


Figura 6. Emisiones de Alcance 3 por categoría - Operación

debido a que cuenta con bases de datos oficiales precargadas para su consulta y uso. Además de que facilita el rastreo de datos y los organiza de una forma más sencilla.

La metodología empleada para realizar los cálculos en NZC son los siguientes:

1. Revisión de la información proporcionada por el cliente para conocer las fuentes de emisiones y actividades asociadas para clasificar los datos proporcionados.
2. En caso de ser necesario, se realizan las conversiones pertinentes de acuerdo con el factor de emisión que se utilizará.
3. Se clasifican los datos de actividad por Alcance y se suben a la plataforma de acuerdo con el Alcance y categoría.
4. Se realiza una revisión de los datos en la plataforma y se descarga la información de emisiones.

5 Conclusiones

5.1 Construcción

Para la fase de Construcción se obtuvo un total de emisiones 418.655 tCO₂e, correspondientes al Alcance 1 y 3. Haciendo una comparación, dichas emisiones serían similares a las generadas por 147.414 vehículos en Argentina en un año⁶.

El Alcance 2 no fue incluido, debido a que, durante esta fase del proyecto, la electricidad será generada a partir del consumo de combustibles, emisiones que ya están integradas en Alcance 1. Adicionalmente, se concluye lo siguiente:

- Sobre las emisiones que se generarán en la fase de Construcción, el 32% corresponderá a Alcance 1 (134.887 tCO₂e), mientras el 68% de las emisiones formarán parte del Alcance 3 (283.767 tCO₂e), debido a que, en esta fase, se comprarán insumos que serán utilizados para la construcción, que serán los principales generadores de GEIs.
- De las emisiones de Alcance 1 por combustión móvil, el 96% corresponde al transporte por movimiento de suelo y el material removido por las perforaciones de pozos.
- Lo que concierne al 4% de emisiones restantes del Alcance 1 es del transporte externo e interno por la generación de residuos de obra y consumo de combustibles por los vehículos, maquinaria y equipo, así como del proyecto Airstrip.
- Las emisiones del Alcance 3 referente a la información disponible, los productos y servicios comprados representan el 54% de las emisiones, seguido

⁶ Considerando el factor de 0,9 tCO₂ de transporte per cápita en Argentina en 2019, así como la tasa de 316,4 vehículos por cada 1.000 habitantes en Argentina, obteniendo un factor de 2,84 tCO₂/vehículo en Argentina. Datos obtenidos de: [Argentina.pdf \(tcc-gsr.com\)](#)

de traslado de empleados (35%), las actividades relacionadas a combustible y energía (11%).

- Otras emisiones indirectas del Alcance 3, son los residuos generados en la operación (aceite usado, electrónicos, metal y hormigón) que representan 13 tCO₂e, es decir, menos del 0,01% del total de las emisiones.

5.2 Operación

Con base en los resultados de las emisiones de Alcance 1, 2 y 3 de la fase de operación, el total de emisiones que se generarían en año es de 175.307 tCO₂e. Si consideramos los 40 años de operación que tendrá el proyecto, el total de emisiones por todo el ciclo de vida sería de 7.012.272 tCO₂e. Adicionalmente, se concluye lo siguiente:

- De las emisiones GEI totales, el 43% corresponde al Alcance 2 por consumo de energía eléctrica durante un año de operación correspondiente a 75.447 tCO₂e (3.017.895 tCO₂e sería el valor estimado para los 40 años de operación). Teniendo un mayor aporte por las actividades en los servicios auxiliares, tales como bombas de salmuera, los procesos de concentración de HPRO y evaporación.
- El Alcance 1 representa el 25% con 43.753 tCO₂e (1.750.122 tCO₂e en los 40 años de operación) siendo los rubros con mayores emisiones la combustión móvil, debido a las actividades de movimiento de suelo y transporte interno y las emisiones de proceso por venteo directo de CO₂.
- Las emisiones de Alcance 3 (32%) fueron de 56.1063 tCO₂e (2.244.256 tCO₂e en los 40 años de operación). De este porcentaje la mayor parte (57%) corresponden a las Actividades relacionadas a combustible y energía, debido a que está relacionado directamente con las pérdidas por transmisión y distribución de electricidad, así como las emisiones aguas arriba asociadas a la extracción de diésel antes de su uso en las operaciones.
- Otras emisiones indirectas de Alcance 3, son los residuos generados en la operación (28%), por mantenimiento de vehículos, membranas, resinas y sólidos precipitados, que emiten un total de 15.937 tCO₂e. Se destaca una mayor generación de residuos de resina y sólidos precipitados.

6 Recomendaciones

6.1 Construcción

De las emisiones a generarse de Alcance 1 y 3, el 32% provienen de Alcance 1, que corresponden a emisiones originadas por la combustión interna de diésel en los vehículos y maquinarias. Por ello, se recomienda realizar las siguientes acciones enfocadas a la reducción del consumo, y en consecuencia minimizar el impacto:

- Se sugiere llevar un registro de consumo de combustible por vehículo, así como el tipo de vehículos empleados. Esto con la finalidad de identificar los vehículos o maquinaria que consuman mayor combustible y que tengan la posibilidad de cambiar a un tipo de combustible menos intensivo o a otro vehículo o maquinaria de tipo híbrido/eléctrico. De igual forma, debido a que este ejercicio es una estimación de los datos de actividad, el llevar un registro puntual de los consumos de combustibles fósiles permitirá realizar un inventario de emisiones con mayor precisión en el futuro y fomentar la eficiencia energética del proyecto Rincón.
- Seguimiento de los insumos/materiales a comprar. Realizar una identificación de la información de los materiales que se comprarán permitirá realizar un inventario de GEI más preciso y, así, poder establecer un sistema de elección de proveedores y productos con contenidos menores de carbono. Asimismo, la procedencia y menor transporte de los insumos necesarios para la operación.
- Elaborar Programa para eficientizar el uso de combustible en los traslados, y en los procesos de movimiento de suelo.

Como consecuencia de implementar estas acciones también disminuiría la categoría 3 del Alcance 3, que representa un 68% del total, debido a que, al reducir la cantidad de combustible consumido, se disminuyen directamente las emisiones asociadas a la extracción y generación de dicho combustible.

6.2 Operación

Del total de las emisiones a generar en los Alcances 1, 2 y 3, el 43% provendrá de Alcance 2, que corresponde a emisiones originadas por la compra y consumo eléctrico

2
A
A
P
E

de los procesos y equipos, por lo tanto, se recomiendan realizar las siguientes acciones enfocadas a la reducción del consumo eléctrico, que de la misma forma podrá disminuir la categoría 3 de las emisiones de Alcance 3, ya que está correspondiente a las emisiones asociadas a la producción y transporte de energía eléctrica:

- Se prevé la contratación de 25% de energía renovable en cumplimiento de la Ley 27191 en Argentina, con esto se generarían 75.447 tCO₂e/año, en lugar de 100.596 tCO₂e/año por consumo eléctrico. Sin embargo, se recomienda aumentar el porcentaje de la contratación de energía renovable por arriba del 25% para reducir aún más las emisiones de este alcance. De esta forma se aseguraría que la mayoría de la energía eléctrica empleada en las operaciones proviene de fuentes limpias que no producen emisiones a la atmósfera.
- Elaborar e implementar un Programa de Eficiencia Energética que contemple los servicios auxiliares, eficiencia en las bombas de salmuera y agua, en los procesos de concentración de HPRO y evaporación. Esto con el objetivo de reducir el consumo eléctrico. Para las bombas se recomienda colocar sistemas de monitoreo de bombas para optimización de electricidad, instalación de variadores de frecuencia en los motores de bombas, buscar el punto de mejor eficiencia (BEP) de las bombas, para que trabajen siempre cerca del punto de operación del sistema. Para los procesos de HPRO y evaporación se puede evaluar implementar sistemas avanzados de recuperación de energía para aprovechar la presión del proceso (p.ej. cámaras isobáricas, cámaras de intercambio de presión, etc.), colocar membranas de ósmosis más eficientes.

Para reducir el Alcance 1 que representará el 25% del total de emisiones, también se sugeriría seguir la siguiente estrategia que correspondiente a la fase de Construcción:

- Llevar un registro de consumo de diésel por vehículo, así como el tipo de vehículos empleados. Esto con la finalidad de identificar los vehículos o maquinaria que consuman mayor combustible y que tengan la posibilidad de cambiar a un tipo de combustible menos intensivo o a otro vehículo o maquinaria de tipo híbrido/ eléctrico.

2
A
A
P
E
h

- En caso de que se decida emplear refrigerantes en las instalaciones durante la fase de Operación, se recomienda seleccionar refrigerantes que tengan bajo Potencial de Calentamiento Global.

2
A
A
B
E

7 Anexos

ANEXO A LISTA DE LAS REFERENCIAS DE LOS FACTORES DE EMISIÓN

Todos los factores de emisión utilizados en este ejercicio se obtuvieron de bases de datos reconocidas internacionalmente y de fuentes nacionales cuando estaban disponibles.

Tabla 6: Referencias de factores de emisión

Actividad	Referencia del factor de emisión
Combustión estacionaria	OACI, 2018
Combustión móvil	DEFRA, 2022
Procesos – Otros gases	IPCC AR4, 2007
Electricidad	IEA, 2022
Compra de bienes y servicios	EXIOBASE, 2019; Ecoinvent, 2022; DEFRA, 2022
Actividades relacionadas a combustible y energía	IEA, 2022; DEFRA, 2022
Transporte y distribución aguas arriba	DEFRA, 2022
Residuos generados en la operación	DEFRA, 2022; OACI, 2018
Transporte y distribución aguas abajo	DEFRA, 2022

Fuente: Elaboración propia, 2023.

ANEXO B SUPOSICIONES

Tabla 7: Suposiciones

Categoría	Comentarios
Combustión estacionaria	Para los datos de combustión estacionaria del proyecto Airstrip en la fase de Construcción, los cálculos proporcionados del reporte de Informe de Impacto Ambiental Construcción de Pista de Aterrizaje - Proyecto Rincón (Airstrip) estaban en función de CO ₂ e/año, por lo que se multiplicó por 2,5 años que es el equivalente de los 30 meses que dura la fase de Construcción.
Combustión móvil	• Todo el combustible utilizado en el proyecto por maquinarias y vehículos es diésel. • En los datos de Operación de la actividad "Movimiento de suelo", los consumos de combustible reportados con una nota sobre que es un consumo que se realizará solo una vez durante el proyecto, se dividió el consumo entre 40 (considerando los 40 años de operación), para obtener el consumo por 1 año. • En la etapa de construcción se consideró el consumo de 39.030.912,00 litros de diésel que contempla 192 horas por mes de trabajo, un factor del 50% adicional a lo proyectado e incluye a 41 equipos y vehículos. • Todo el transporte interno y externo de la etapa de Construcción se consideró en la categoría de Alcance 1, combustión móvil. Esto debido a que, aunque está considerado que la mayoría del transporte será operado por un tercero, se desconoce el porcentaje. • Para los datos de combustión móvil del proyecto Airstrip en la fase de Construcción, los cálculos proporcionados del reporte de Informe de Impacto Ambiental Construcción de Pista de Aterrizaje - Proyecto Rincón (Airstrip) estaban en función de CO₂e/año, por lo que se multiplicó por 2,5 años que es el equivalente de los 30 meses que dura la fase de Construcción.
Procesos - Otros gases	Para el dato reportado como venteo de CO ₂ , en kg/hora, se consideraron 7.446 horas operativas al año para obtener la emisión anual.
Electricidad	• Se consideraron los consumos eléctricos de los equipos, procesos e instalaciones de las etapas, Tren 1 y Tren 2. • Se empleó el factor de emisión de la IEA 2022 de Argentina, debido a que al momento del cálculo no se contaba con el FE de 2022 directo del Ministerio de Economía del Gobierno de Argentina. • En la fase de Operación, se obtuvo el consumo eléctrico por los equipos empleados e instalaciones considerando su máxima capacidad instalada, trabajando 8.760 horas por tonelada generada y 50.000 toneladas de producción anual. • Para el cálculo de electricidad durante la fase de operación, se considera el 100% del consumo eléctrico del equipo y

Categoría	Comentarios
	maquinaria que se usará, sin embargo, al aplicarse el requisito de la Ley 27191 en el Proyecto Rincón sobre la contratación del 25% de energía renovable, se considera que las 100.596 tCO₂e generadas por consumo eléctrico se reducirían a 75.447 tCO₂e.
Compra de bienes y servicios	En la compra de reactivos se clasificaron de acuerdo con los FE disponibles, quedando de la siguiente manera: • Construcción: ○ FE de Metales: Fundaciones de acero, estructura, plataforma, escaleras, escaleras con pasamanos y rejillas de acero; ○ FE de Concreto: Hormigón y cemento (por su composición); ○ FE de Construcción promedio: Arena y otros materiales; ○ FE de Agregados: Agregado grueso; ○ El dato de escaleras con pasamanos estaba en metros lineales, para realizar la conversión a peso (tonelada) se consideró que los barandales eran de 2x2 y 9 milímetros, con un peso de 5,56 kg/m. • Operación: Para estos insumos se utilizó la base de datos de Ecoinvent 2022 para algunos químicos específicos. Para los FE que no se encontraron exactos se emplearon FE generales de acuerdo con su composición, se clasificaron como: ○ Químicos orgánicos: Ácido cítrico; ○ Químicos inorgánicos: Floculante, coagulante, antiescalante, resina de adsorción, resina de Ca/Mg. Para el consumo de lubricantes de la fase de Construcción y Operación, se obtuvo una relación de gasto sobre consumo (USD/litro), debido a que el factor de emisión empleado estaba en base dólares (USD) y la información proporcionada estaba dada en litros. Por lo tanto, se obtuvo el promedio de 3 lubricantes comerciales (marca Castrol y Mobil) para realizar la relación obteniendo 7,1586 USD/litro. Adicionalmente, el FE al ser de una base de datos global, se eligió el FE de Brasil debido a que no se contaba con uno específico de Argentina. Operación:

Categoría	Comentarios
	• Para el consumo de resina de adsorción (start-up), el dato reportado con una nota sobre que es un consumo que se realizará solo una vez durante el proyecto, se dividió el consumo entre 40 (considerando los 40 años de operación), para obtener el consumo por 1 año. • Para obtener el consumo de agua por año de operación, se consideraron 7.446 horas operativas al año. • El consumo de "Salar" no se tomó en cuenta en las emisiones, debido a que las emisiones asociadas a su extracción y transporte ya se consideran en las actividades de combustión móvil, electricidad, etc.
Actividades relacionadas a combustible y energía	Para el cálculo de las emisiones por pérdidas durante la transmisión y distribución de la electricidad, así como las emisiones por generación de electricidad de la actividad del "pozo al tanque", se consideró el FE de la IEA de Argentina.
Transporte y distribución aguas arriba	• Para la fase de Construcción, se contempló el transporte de insumos (reactivos, resinas, membranas), así como de residuos peligrosos, dentro de la categoría de Transporte y distribución aguas arriba (Alcance 3, categoría 4). • En la etapa de Operación, para obtener la distancia de traslado de acuerdo con el combustible gastado en un año, se consideró la relación proporcionada por Río Tinto sobre 0,49 l/km. • Se usó un FE promedio "All HGVs (Average Laden)" al desconocer el tipo de vehículo empleado.
Residuos generados en la operación	En la generación de residuos, se clasificaron de acuerdo con los FE disponibles y de acuerdo con su destino, quedando de la siguiente manera: • Construcción: ◦ Promedio de construcción (relleno sanitario): líquidos y sólidos de perforación; ◦ Promedio de construcción (combustión): Residuos por mantenimiento de maquinaria; ◦ Concreto (relleno sanitario): Merma de hormigón; ◦ Metales (reciclaje): Merma de estructura metálica; ◦ Electrónicos (reciclaje): Merma de cables, insumos eléctricos y otros materiales de construcción; ◦ Aceite mineral (combustión): Aceite usado; • Operación: ◦ Residuos comerciales e industriales (relleno sanitario): Sólidos precipitados y filtrados;

Categoría	Comentarios
	○ Promedio de materiales de construcción (destino desconocido): resinas de adsorción, resinas Ca/Mg, membranas de HPRO, líquidos y sólidos de perforación*; ○ Promedio de materiales de construcción (combustión): Residuos por mantenimiento de equipos y vehículos. *Para el dato de los líquidos de perforación de la fase de Operación, el total se dividió por los 40 años de operación para obtener un consumo anual, ya que estos residuos se generarían una única ocasión.
Traslado de empleados	De acuerdo con la información proporcionada, se consideran diferentes datos para realizar los cálculos en cada fase del proyecto: Construcción: • Se consideraron los datos de un mes de consumo de combustible, así como la conversión de 0,49 l/km para obtener los km recorridos durante esta fase. • Para estos traslados se usan tres tipos de vehículos: camioneta 4x4, minibús y bus. Para los tres casos el FE contemplado fue para vehículo de pasajeros grande (de más de 2 litros de motor), debido a las características de dichos vehículos. Operación: • Transporte por aire: ○ La información se obtuvo de los cálculos realizados en el reporte de Informe de Impacto Ambiental Construcción de Pista de Aterrizaje - Proyecto Rincón (Airstrip). ○ Se consideran dos vuelos diarios del avión (operativo lunes a viernes). ○ 269 días con vuelos. • Transporte por tierra: ○ Para el cálculo se consideró la cantidad de personas por puesto que estará participando en el Proyecto rincón durante la operación, siendo en total 18 Gerentes, 25 Superintendentes, 39 Ingenieros, Analistas y planificadores, 53 Supervisores, 62 Técnicos y coordinadores, 54 Personal de mantenimiento, 194 Operadores de planta, y 4 Ejecutivos. ○ Se realizan rosters de 14x14, por lo que se consideran 13 periodos de viajes por cambio de roster en un año de 365 días (Los diagramas de trabajo son independientes de los días de semana). ○ Además, se considera que el transporte se realiza en un autobús promedio • Los traslados son de 301 km de Salta al Salar de Rincón (se consideran 602 km totales por ida y vuelta)

2 A
A A C
P L
E H F

Categoría	Comentarios
Transporte y distribución aguas abajo	- Para la fase de Operación, se contempló el transporte de producto en la categoría de Transporte y distribución aguas abajo (Alcance 3, categoría 9) ya que el producto va a Antofagasta y a Puerto Campana, asumiendo que Río Tinto no pagará por este transporte hacia el distribuidor. - En la etapa de Operación, para obtener la distancia de traslado de acuerdo con el combustible gastado en un año, se consideró la relación proporcionada por Río Tinto sobre 0.49 l/km. - Se usó un FE promedio "All HGVs (Average Laden)" al desconocer el tipo de vehículo empleado. - Se realizó un cálculo adicional del transporte del producto ya que se considera una opción B que abarcan 1870 km de Salta a Rincón por (3,740 km de ida y vuelta) y 200 viajes realizados al año.

Fuente: Elaboración propia, 2023.

ANEXO C DESGLOSE DE EMISIONES POR ALCANCE, CATEGORÍA Y FASE DE PROYECTO

Tabla 8: Desglose de emisiones para la fase de Construcción

Actividad	Consumo	Unidad	tCO ₂ e	%
Alcance 1: emisiones directas de GEI			132.740,48	32,22
Combustión estacionaria			281,23	0,21
Diesel - Airstrip	100.800,00	litros	281,23	100
Combustión móvil			134.606,16	99,79
Diesel	49.264.299,23	litros	132.740,48	98,61
Diesel - Airstrip	668.705,00	litros	1.865,69	1,39
Alcance 3: otras emisiones indirectas de GEI			283.767,27	67,78
Compra de bienes y servicios			152.772,00	53,84
Lubricantes	197.905,95	USD	55,95	0,4
Material de construcción	34.589,40	ton	2.778,91	1,82
Concreto	89.883,75	ton	11.842,18	7,75
Metal	34.299,73	ton	137.816,32	90,21
Agregado grueso	35.953,50	ton	278,64	0,18
Actividades relacionadas a combustible y energía			31.455,41	11,08
Diesel (WTT)	49.259.775,99	litros	30.971,59	98,46
Diesel (WTT) - Airstrip	769.505,00	litros	483,82	1,54
Residuos generados en la operación			12,92	<0,01
Mantenimiento de la maquinaria	0,78	ton	0,02	0,15
Aceite usado	19,78	ton	0,42	3,25
Electrónicos	117,10	ton	2,49	19,29
Metal	1.781,89	ton	1,75	13,56
Hormigón	2.353,32	ton	2,90	22,46
Líquidos y sólidos perforación	175,12	ton	3,73	41,29
Traslado de empleados			99.526,95	35,07
Vehículo de pasajeros	474.991.897,96	km	99.526,95	100
Emisiones totales de GEI			418.654,67	100%

Fuente: Elaboración propia, 2023

2
A
A
C
P
L
E
H

Tabla 9: Desglose de emisiones para la fase de Operación

Actividad	Consumo	Unidad	tCO ₂ e	%
Alcance 1: emisiones directas de GEI			43.753,05	24,96
Combustión móvil			23.534,49	53,88
Diesel	8.733.610,86	litros	23.534,49	99,83
Diesel - Airstrip	14.300,00	litros	39,90	0,17
Proceso - Otros gases			20.178,66	46,12
CO ₂	20.178.660	kg	20.178,66	100
Alcance 2: emisiones indirectas de GEI por compra de electricidad, calefacción y enfriamiento			75.447,36	43,04
Electricidad			75.447,36	100
Red	345.230.899,20	kWh	75.447,36	100
Alcance 3: otras emisiones indirectas de GEI			56.106,39	32,00
Compra de bienes y servicios			2.171,23	3,87
Lubricantes	8.737,08	USD	2,47	0,11
Productos químicos	726,04	Ton	1.194,90	55,03
Otros productos químicos orgánicos	0,008	ton	0,017	<0,01
Suministro de agua	6.535.830,74	m ³	973,84	44,85
Actividades relacionadas a combustible y energía			32.058,77	57,14
Diésel (WTT)	458.907,46	litros	288,54	0,90
Diésel (WTT) - Airstrip	14.300,00	litros	8,99	0,03
Electricidad (T&D + WTT)	345.230.899,20	kWh	31.761,24	99,07
Transporte y distribución aguas arriba			4.671,40	8,33
Transporte de membranas de HPRO	1.100	km	0,98	0,02
Transporte de residuos peligrosos	550	km	0,49	0,01
Transporte de suministro de resinas	9.393,19	km	8,37	0,18
Transporte de suministro de reactivos	5.234.130,63	km	4.661,57	99,79
Residuos generados en la operación			15.936,69	28,40
Mantenimiento de vehículos	0,88	ton	0,02	<0,01
Mantenimiento de equipos	0,15	ton	0,003	<0,01
Líquidos y sólidos perforación	30,78	ton	0,66	<0,01

2
A
A
C
P
L
E
H

Actividad	Consumo	Unidad	tCO ₂ e	%
Membranas	52,76	ton	1,12	0,01
Resinas	407,12	ton	8,67	0,05
Sólidos precipitados	34.102,68	ton	15,926,22	99,93
Traslado de empleados			834,59	1,49
Autobús promedio	3.525.489,38	pasajero.km	340,21	40,76
Vuelos - Airstrip	149.564,00	litros	475,61	56,99
Vehículo de pasajeros- Airstrip	6.725,00	litros	18,76	2,25
Transporte y distribución aguas abajo			433,71	0,77
Transporte de producto - Opción A	486.979,59	km	433,71	100
Transporte de producto - Opción B*	748.000,00	km	666,18*	
Emisiones totales de GEI			175.306,80	100%

**Nota: La opción B de ruta para el transporte de producto no se considera dentro de la sumatoria total de emisiones.*

Fuente: Elaboración propia, 2023

ANEXO D DESGLOSE DE EMISIONES POR FASE DE PROYECTO

Tabla 10: Desglose de emisiones por fase de Construcción y Operación del proyecto

Actividad	Construcción (tCO ₂ e)	Operación (tCO ₂ e)
Alcance 1: emisiones directas GEI	134.887,39	43.753,05
Combustión estacionaria - Airstrip	281,23	-
Combustión móvil	132.740,48	23.534,49
Combustión móvil - Airstrip	1.865,69	39,90
Proceso – Otros gases	-	20.178,66
Alcance 2: emisiones indirectas GEI	-	75.447,36
Electricidad	-	75.447,36
Alcance 3: otras emisiones indirectas GEI	283.767,27	56.106,39
Compra de bienes y servicios	152.772,00	2.171,23
Actividades relacionadas a combustible y energía	30.971,59	32.049,78
Actividades relacionadas a combustible y energía - Airstrip	483,82	8,99
Transporte y distribución aguas arriba	-	4.671,40
Residuos generados en la operación	12,92	15.936,69
Traslado de empleados	99.526,95	340,21
Traslado de empleados - Airstrip	-	494,38
Transporte y distribución aguas abajo – Opción A	-	433,71
Transporte y distribución aguas abajo – Opción B*	-	666,18*
Emisiones totales de GEI	418.654,67	175.306,80

*Nota: La opción B de ruta para el transporte de producto no se considera dentro de la sumatoria total de emisiones.

Fuente: Elaboración propia, 2023

8 Bibliografía

Ecoinvent (2022) SimaPro marca de PRé Sustainability B.V. Base de datos de inventario de ciclo de vida.

WRI. (2005). *Protocolo de Gases de Efecto Invernadero.. Protocolo de Gases de Efecto Invernadero: Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte.*

WRI. (2013). *Protocolo de GEI: Guía técnica emisiones de alcance 3.*