ANEXO 5.1
MODELO DE DISPERSIÓN DE MATERIAL PARTICULADO Y GASES PARA EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA TOROMOCHO A 170 000 TPD

MODELO DE DISPERSIÓN DE MATERIAL PARTICULADO Y GASES PARA EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA TOROMOCHO A 170 000 TPD

Para:

CHINALCO

Elaborado por:

Walsh Perú
ecology and environment, inc.

Junio, 2020

SILKE KARINA
HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y
DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP. Nº 121642

ÍNDICE

1.0. INTRODUCCIÓN 1

2.0. ESTÁNDARES DE COMPARACIÓN 1

3.0. METEOROLOGÍA 2

3.1. VARIACIÓN DEL VIENTO 4
3.2. INTEGRACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA 9

4.0. MODELO DE DISPERSIÓN ATMOSFÉRICO 9

4.1. MODELO CALPUFF 9
4.2. VARIABLES DE ENTRADA AL PROGRAMA DE MODELACIÓN 10
4.3. FUENTES DE EMISIÓN POR ETAPA 11
4.3.1. CONSTRUCCIÓN 11
4.3.2. OPERACIÓN 14
4.3.3 INVENTARIO DE EMISIONES 15
4.3.2.1. FACTOR DE EMISIÓN PARA CARGA, MOVIMIENTO Y DESCARGA DE MATERIAL 16
4.3.2.2. FACTOR DE EMISIÓN PARA PROCESAMIENTO DE MINERAL 16
4.3.2.3. FACTOR DE EMISIÓN PARA TRANSFERENCIA DE MINERAL POR FAJAS 16
4.3.2.4. FACTOR DE EMISIÓN PARA GASES DE COMBUSTIÓN 16
4.3.2.5. FACTOR DE EMISIÓN PARA PERFORACIÓN 17
4.3.2.6. FACTOR DE EMISIÓN PARA VOLADURAS 17
4.3.2.7. FACTOR DE EMISIÓN PARA TRÁNSITO DE VEHÍCULOS POR CARRETERAS 17
4.4. ESCENARIOS DE MODELAMIENTO 17
4.4.1. ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN 18
4.4.2. ESCENARIO DE OPERACIÓN 18

5.0. RESULTADOS 20

5.1. RESULTADOS EN EL ÁREA DE MODELAMIENTO 20
5.2. APORTE EN ESTACIONES DE MONITOREO 21
5.2.1. ANÁLISIS DE LÍNEA DE BASE DE CALIDAD DEL AIRE EN ESTACIONES DE MONITOREO 21
5.2.2. RESULTADOS EN RECEPTORES DE INTERÉS 22

6.0. BIBLIOGRAFÍA 25

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1 PARÁMETROS Y ESTÁNDARES DE COMPARACIÓN PARA CALIDAD DEL AIRE 2

CUADRO 2 CLASIFICACIÓN DE FUENTES DE EMISIÓN EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN. 12

CUADRO 3 CLASIFICACIÓN DE FUENTES DE EMISIÓN EN ETAPA DE OPERACIÓN. 14

CUADRO 4 PLAN DE MINADO 18

CUADRO 5 MÁXIMOS VALORES OBTENIDOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 20

CUADRO 6 MÁXIMOS VALORES OBTENIDOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN 20

CUADRO 7 RECEPTORES DE INTERÉS (ESTACIONES DE MONITOREO). 22

CUADRO 8 CONCENTRACIONES DE FONDO. 22

CUADRO 9 CONCENTRACIONES EN RECEPTORES EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN. 23

CUADRO 10 CONCENTRACIONES EN RECEPTORES EN LA ETAPA DE OPERACIÓN. 23

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 ROSA DE VIENTOS DEL MODELO (AÑO 2018). 4
FIGURA 2 HISTOGRAMA DE INTENSIDAD DEL VIENTO DEL MODELO (AÑO 2018) 5
FIGURA 3 ROSA DE VIENTOS MENSUALES DEL MODELO (AÑO 2018) 6
FIGURA 4 ROSA DE VIENTOS ESTACIONALES DEL MODELO (AÑO 2018) 7
FIGURA 5 VARIACIÓN HORARIA DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO 8

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A MODELO WRF
ANEXO B PERFORMANCE DE LA DATA METEOROLÓGICA GENERADA POR EL MODELO WRF
ANEXO C UBICACIÓN DE FUENTES DE EMISIÓN
ANEXO D INVENTARIO DE EMISIONES
ANEXO E UBICACIÓN DE RECEPTORES DE INTERÉS
ANEXO F MAPAS DE DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA

1.0. INTRODUCCIÓN

La UM Toromocho se encuentra ubicada en los distritos de Morococha y Yauli, y está conformada por un yacimiento de pórfidos de cobre. La actividad principal es la extracción a tajo abierto de mineral de cobre para procesarlos en la planta concentradora donde se obtienen concentrados de cobre, los cuales son enviados al puerto del Callao para su venta a terceros.

La operación de la UM Toromocho consiste en la extracción del mineral vía movimiento de tierras convencional, es decir: perforación, voladura, carguío, acarreo y transporte. El material de desmonte es transportado y dispuesto finalmente en los depósitos de desmonte. Por otro lado, el mineral es sometido a un proceso de chancado, molienda, flotación, espesamiento y filtrado, para producir concentrado de cobre.

Chinalco actualmente tiene proyectado ampliar la capacidad de procesamiento de la UM Toromocho de 140 640 tpd a 170 000 tpd de mineral de cobre. El Proyecto de expansión de la UM Toromocho se iniciará con una etapa de construcción de infraestructura, de modo que se pueda incrementar el procesamiento de mineral a 170 000 tpd durante la etapa de operación.

Para evaluar el impacto a la atmósfera que generará la construcción y operación del Proyecto en su máxima capacidad (170 000 tpd), se realizó un modelamiento con CALPUFF considerando todas las fuentes que forman parte del mismo. Los parámetros modelados fueron material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y gases (NO_2, SO_2 y CO). Se estableció una red de receptores conformada por 1728 puntos y que representa un área de modelamiento de 411,3 km^2 (23,5 km x 17,5 km). Los resultados presentan los valores más altos, para su comparación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire (D. S. Nº 003-2017-MINAM), también se presentan los valores de concentración de los parámetros mencionados en receptores discretos (puntos de monitoreo de calidad de aire).

2.0. ESTÁNDARES DE COMPARACIÓN

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire han sido aprobados por el Estado peruano mediante el Decreto Supremo Nº 003-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire y establecen Disposiciones Complementarias" del 7 de junio de 2017.

Los ECA-Aire fijan la medida que establece el nivel de concentración o del grado de sustancias presentes en el aire, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Para cada sustancia regulada, se han establecido diferentes tiempos y límites de exposición, así como diferentes concentraciones en el aire. Los tiempos límites de exposición pueden ser de:

- Corto Plazo (1 hora hasta 8 horas), sirven para proteger la salud de la población de efectos agudos de corto plazo (sus efectos son reversibles); y.
- Largo Plazo (24 horas, 1 mes, 1 año), los cuales protegen la salud de la población de efectos crónicos de largo plazo (sus efectos suelen ser irreversibles en la salud y constituyen el mayor riesgo en la población, principalmente para las personas vulnerables).

Los ECA-Aire de los parámetros considerados en el modelamiento para efectos del Proyecto, se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1 Parámetros y estándares de comparación para calidad del aire

Parámetro	Período	Forma del Estándar	
		Valor	Formato
PM10	24 horas	100 µg/m³	NE más de 7 veces al año
	Anual	50 µg/m³	Media aritmética anual
PM2,5	24 horas	50 µg/m³	NE más de 7 veces al año
	Anual	25 µg/m³	Media aritmética anual
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas	10 000 µg/m³	Media aritmética móvil
	1 hora	30 000 µg/m³	NE más de 1 vez al año
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	Anual	100 µg/m³	Promedio aritmético anual
	1 hora	200 µg/m³	NE más de 24 veces al año
Dióxido de Azufre (SO_2)	24 horas	250 µg/m³	NE más de 7 veces al año

Fuente: Estándares de Calidad Ambiental, D. S. N° 003-2017-MINAM.
NE: significa No Exceder

3.0. METEOROLOGÍA

En general, un modelo de dispersión atmosférico está constituido por un módulo meteorológico, un módulo de emisiones y un módulo fotoquímico o de transporte/dispersión de los contaminantes. La información meteorológica puede ser obtenida a través de estaciones de monitoreo o a través de modelos meteorológicos. Los modelos meteorológicos ofrecen la posibilidad de modelar la dispersión en tiempo pasado, presente y futuro, además ofrecen información de gran cantidad de puntos alrededor de los proyectos e información de variables meteorológicas que muchas veces no pueden ser medidas en las estaciones de monitoreo.

En ese sentido, se precisa que la caracterización meteorológica se ha realizado en base a valores modelados de alta resolución y no observados ya que, las estaciones de monitoreo meteorológico solo están disponibles en algunos puntos del área de modelamiento, asimismo, no cuentan con la data en cantidad ni calidad suficiente para ser ingresada al programa de modelamiento.

Para la caracterización de la meteorología de superficie y de altura se utilizaron los datos meteorológicos del año base 2018, año meteorológico seleccionado por ser el más cercano a la realización de presente estudio. Estos datos fueron obtenidos del modelo numérico recomendado para la generación de datos meteorológicos: Weather Research and Forecasting Model (WRF), contratando a la empresa canadiense Lakes Environmental para el desarrollo de dicho modelo. WRF es uno de los modelos meteorológicos de pronóstico más avanzados y completos y es mantenido por NCAR[1] y NOAA[2]. Se estimó que un dominio de 50 km² x 50 km² cubre las actividades del Proyecto y los receptores cercanos en donde se estimó aportes en términos de calidad del aire.

[1] U.S National Center of Atmospheric Research, http://www2.ucar.edu/
[2] U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration, http://www.noaa.gov/

Los datos fueron procesados para generar un archivo en formato CALMET.DAT, y ser utilizado en el modelo CALPUFF. La metodología del modelamiento meteorológico WRF para CALMET realizado por la empresa Lakes Environmental, se muestra en el Anexo A.

También se incluye un estudio de la performance de la data meteorológica generada por el modelo WRF, la cual fue satisfactoria, y demostrada con los diferentes parámetros de medición de la performance del modelo. El artículo científico se denomina "WRF model performance analysis for a suite of simulation design", la cual se adjunta en el Anexo B, a continuación, se resume brevemente el contenido de dicho estudio:

En la actualidad, los científicos están utilizando con éxito los modelos Numerical Weather Prediction (NWP) para lograr un pronóstico confiable. Los dominios anidados son preferidos por la comunidad de modelado con proporciones de cuadrícula variables que tienen aplicaciones más amplias. El impacto de la Nesting Grid Ratio (NGR) (relación de la malla de anidación) en el rendimiento del modelo necesita un análisis sistemático y explorado en el presente estudio. El uso de WRF es principalmente como un modelo de mesoescala para simular eventos extremos o eventos de menor duración que se muestran con la evaluación del modelo estadístico para el período de tiempo correspondientemente similar y corto. Por lo tanto, la influencia del período de simulación en el rendimiento del modelo se ha examinado en busca de parámetros meteorológicos clave. Varios trabajos realizados anteriormente en episodios implican la implementación del modelo para una mayor duración y para esa simulación única se realiza a menudo para un estiramiento continuo.

Este estudio analiza la influencia en el rendimiento del modelo debido a una sola simulación versus varias simulaciones más pequeñas para la misma duración; esencialmente dividiendo el tiempo de ejecución. En el presente estudio, el viento de la superficie (es decir, vientos a 10 metros), la temperatura y la humedad relativa a 2 metros obtenidos de las simulaciones del modelo se comparan con las observaciones. En el presente estudio se realiza el estudio de sensibilidad de la relación de la malla de anidación, simulaciones divididas continuas versus simulaciones más pequeñas y un período de simulación realista.

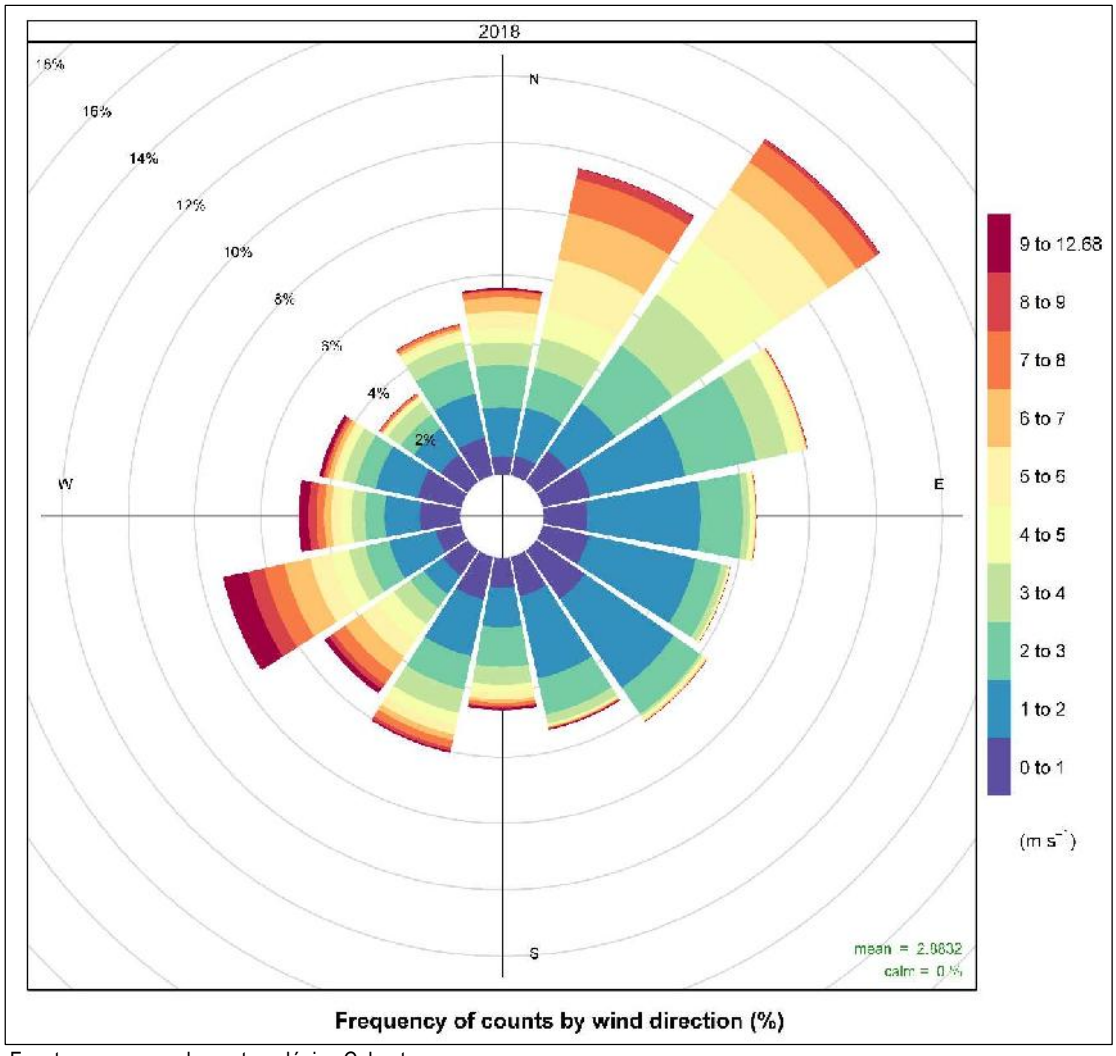
Se encuentra que no existe una diferencia estadísticamente significativa en los resultados simulados al cambiar la relación de la malla de anidación, mientras que, los esquemas de división de tiempo más pequeños (esquemas de 2 días y 4 días en comparación con 8 días y 16 días de ejecución continua) mejoran significativamente los resultados. También se analiza el impacto del aumento en el número de observaciones de diferentes sitios sobre el rendimiento del modelo. Además, se proporciona un marco conceptual para un período de tiempo óptimo para que las simulaciones tengan confianza en la evaluación del modelo estadístico.

El articulo menciona que los resultados del modelamiento con el modelo WRF para intervalos de tiempo reducidos, puedan tener una buena relación entre los valores modelados y los valores reales. Los pronósticos para intervalos de tiempo más grandes tienden estadísticamente a tener mejor relación de valores modelados con respecto a los valores medidos, sin embargo, era necesario también ajustar el modelo WRF, en diferentes anidamientos (malla fina dentro de una malla gruesa), hasta conseguir valores lo más cercano posible a las mediciones para intervalos más reducidos de tiempo, lográndose una buena aproximación entre los valores modelados y medidos o reales.

3.1. VARIACIÓN DEL VIENTO

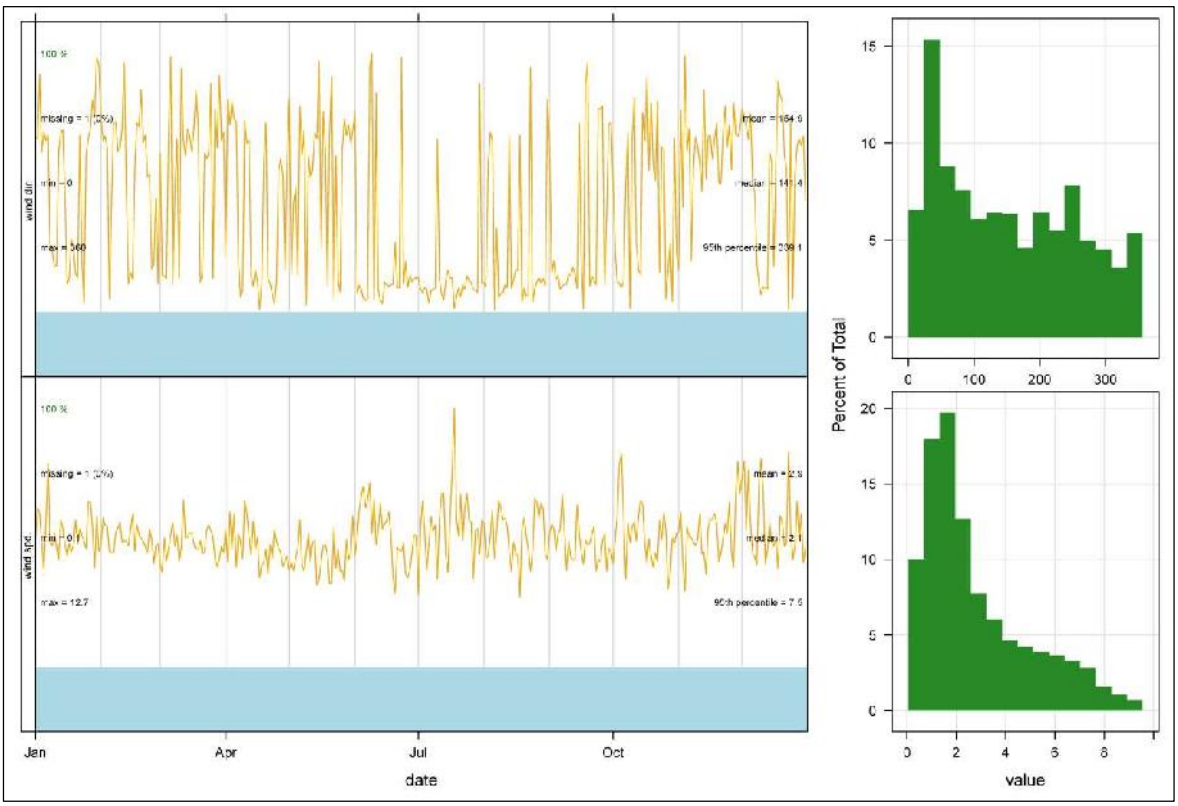
A partir de la serie meteorológica obtenida del modelo WRF, en la Figura 1 se presenta para el punto central del área de modelamiento la rosa de vientos con 16 clases, junto con el histograma de intensidad del viento anual (Figura 2). Asimismo, en la Figura 3 se presentan las rosas de vientos mensuales y en la Figura 4, las rosas de vientos estacionales. Finalmente, la Figura 5 representa los gráficos de la variación horaria de la velocidad y dirección del viento.

Figura 1 Rosa de vientos del modelo (año 2018).



Fuente: preprocesador meteorológico Calmet.

Figura 2 Histograma de intensidad del viento del modelo (año 2018)

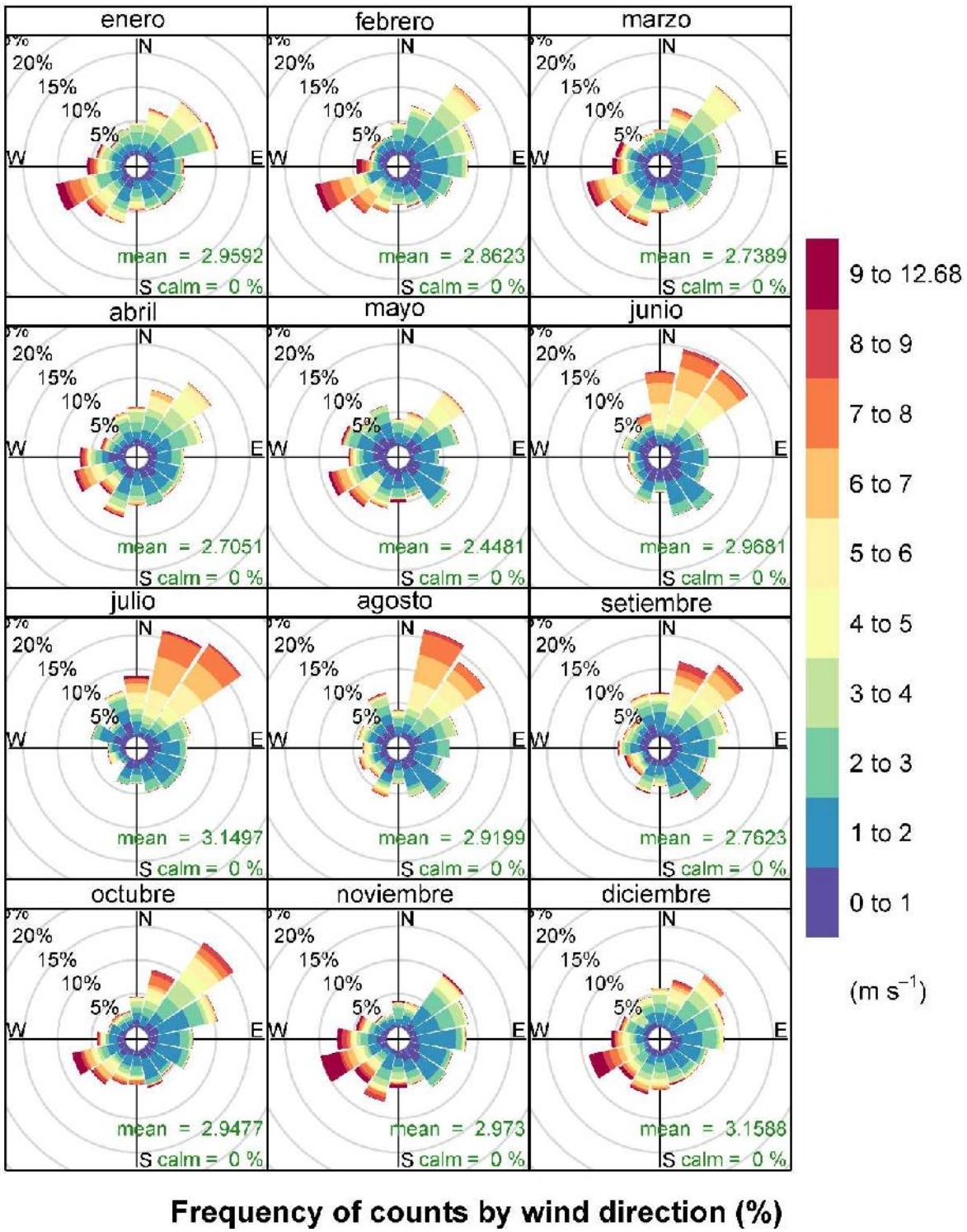


Fuente: preprocesador meteorológico Calmet.

Según el histograma mostrado en la Figura 3, en el mes de julio se alcanza la máxima velocidad del viento con 12,7 m/s, tal como se puede ver en el lado izquierdo del gráfico. Al lado derecho del gráfico se aprecia la distribución de frecuencias de ocurrencia de las velocidades de viento, las velocidades que se presentan con mayor frecuencia están entre 0,5 y 2,5 m/s aproximadamente, de similar manera se puede ver que la dirección de viento con mayor predominancia proviene entre 30° y 40° o entre las direcciones NNE y NE.

Como se aprecia en el análisis estadístico de la meteorología, el 95% de la data está por debajo del 7,5 m/s, la máxima velocidad diaria de 12,7 m/s, con una media de 2,9 m/s.

Figura 3 Rosa de vientos mensuales del modelo (año 2018)



La Figura 4 muestra el comportamiento estacional de la velocidad y dirección del viento de la data meteorológica utilizada en el modelamiento. De izquierda a derecha, el primer gráfico corresponde a la estación de primavera, el segundo a la estación de verano; en la parte de abajo, de izquierda a derecha, el primer gráfico representa la rosa de vientos para la estación de otoño y el segundo a la estación de invierno.

Según lo graficado, las velocidades más altas ocurren en los meses de verano, otoño e invierno. En verano también se encuentran los mayores porcentajes de incidencia de las velocidades de viento altas en dirección la dirección noreste (NE) a suroeste (SW), la velocidad promedio máxima es de 3,0 m/s en verano.

Figura 4 Rosa de vientos estacionales del modelo (año 2018)

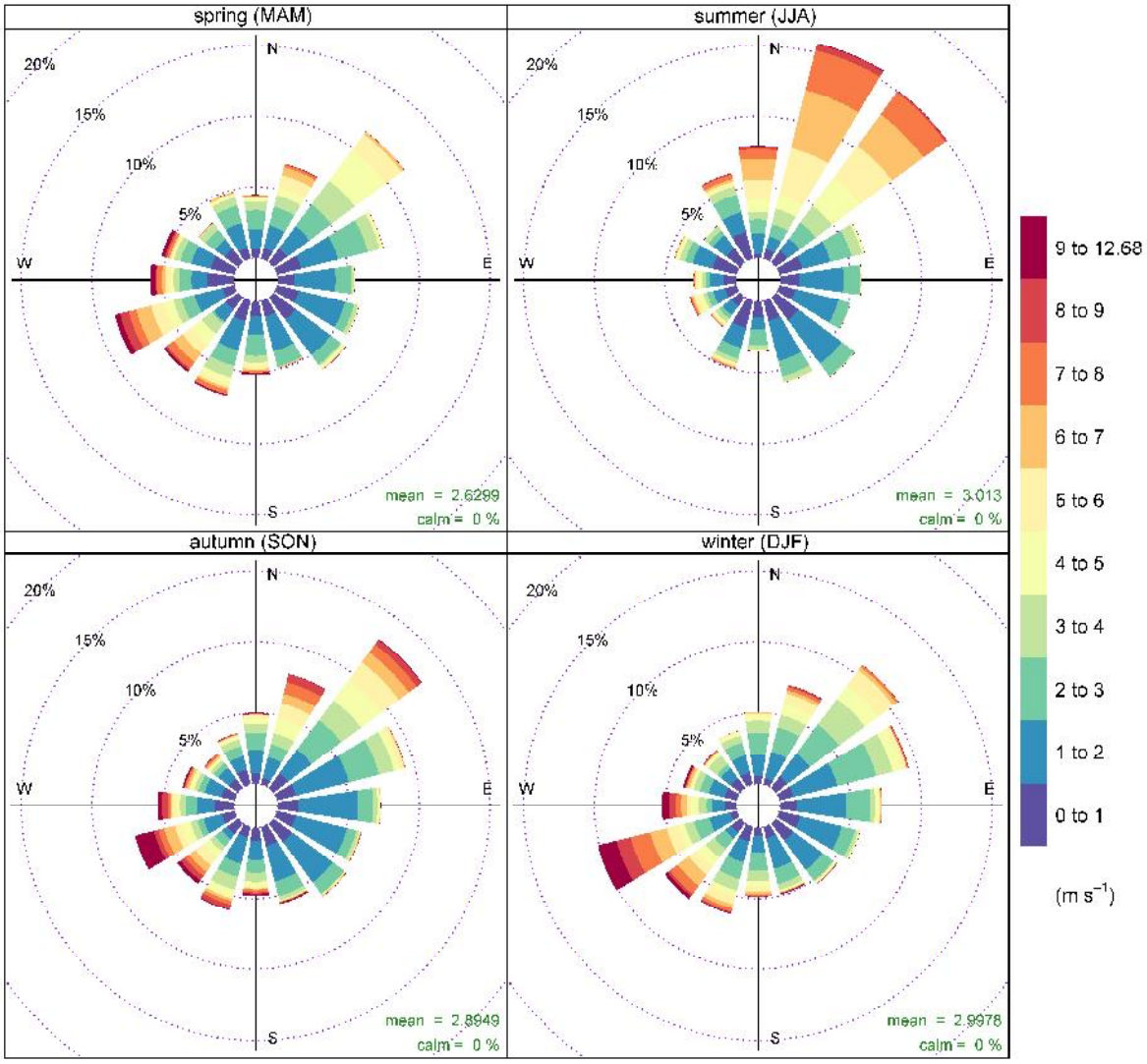
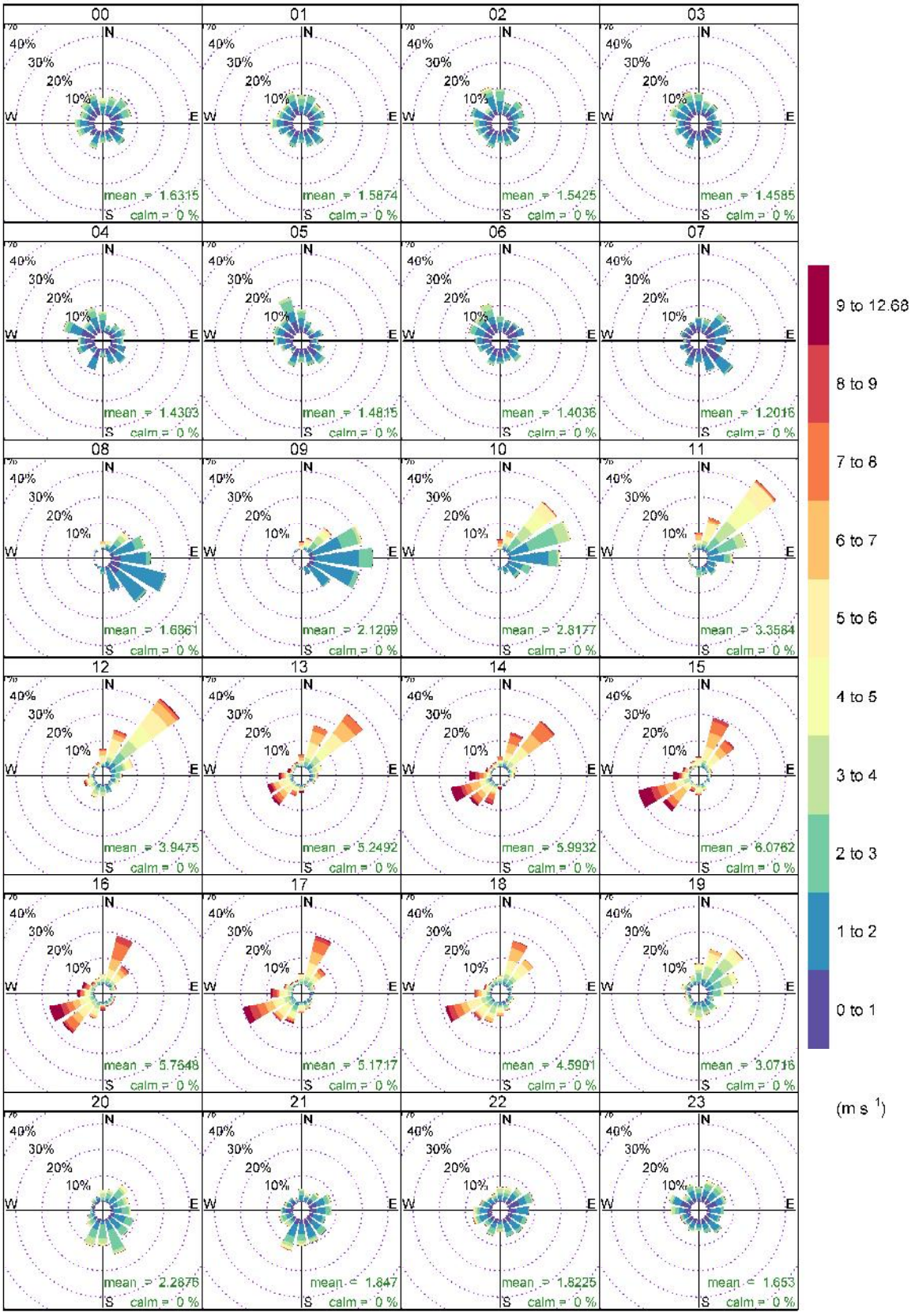


Figura 5 Variación horaria de la velocidad y dirección del viento.



Los gráficos mostrados en la Figura 5, representan la variación de la velocidad y dirección del viento horaria. Entre las 13:00 horas hasta 17:00 horas se puede observar el incremento de la velocidad del viento por encima de los 5 m/s, alcanzando los 6,1 m/s a las 15:00 horas. Entre las 03:00 horas hasta las 07:00 horas se puede encontrar velocidades por debajo de 1,5 m/s, siendo una la más baja 1,2 m/s a las 07:00 horas. Las direcciones de viento predominantes del noreste (NE) a suroeste (SW), ocurren en horas que presentan las más altas velocidades. Solo entre las 07:00 horas hasta las 09:00 horas predominan direcciones entre sureste (SE) a noroeste (NW) y este (E) a oeste (W).

3.2. INTEGRACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para realizar el modelamiento con CALPUFF, se llevó a cabo el procesamiento de los datos meteorológicos WRF (descrito anteriormente) con el módulo CALMET, el cual incluye un preprocesador de terreno que permite la integración de diferentes bases de datos con información sobre la elevación del terreno. La data topográfica usada para el estudio de dispersión fue generada a partir del SRTMGL1: NASA Shuttle Radar Topography Mission Global 1 arc second V003, que proporcionó data de ~30 m de resolución original, convertida a formato USGS DEM, así como la topografía procedente de las curvas de nivel proporcionadas por Chinalco.

4.0. MODELO DE DISPERSIÓN ATMOSFÉRICO

Para estimar el impacto de las emisiones atmosféricas sobre la calidad del aire diferentes organismos internacionales han desarrollado una serie de modelos, estos modelos simulan la forma como la emisión se dispersa en la atmósfera, dadas las condiciones de emisión (temperatura, flujo y altura de emisión), de meteorología (velocidad y dirección de viento, temperatura, altura de mezcla) y topografía, como resultado se obtienen valores de concentración en cada receptor de la malla a nivel del terreno elaborada de cuerdo a la aplicación del estudio, y un Punto de Máximo Concentración (PMC), que es un receptor donde se obtiene el valor más alto de concentración de la sustancia modelada.

Para el modelamiento, se utilizó el modelo CALPUFF de simulación de la calidad del aire recomendado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) para su aplicación en áreas de gran complejidad en cuanto a vientos, terrenos y meteorología. El modelo considera los efectos de los vientos, la dispersión atmosférica, las transformaciones químicas y la deposición superficial de sustancias con sus variaciones a lo largo del tiempo y del espacio.

4.1. MODELO CALPUFF

El modelo CALPUFF fue seleccionado para la ejecución de la simulación de la dispersión de las emisiones generadas por el Proyecto, en la etapa de construcción y operación del mismo. El modelo CALPUFF es un sistema avanzado de modelado meteorológico y de calidad del aire en estado no estacionario desarrollado por científicos de Exponent, Inc. El modelo ha sido incluido en la lista de la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (EPA) como un modelo alternativo para evaluar el transporte a larga distancia de contaminantes y sus impactos en áreas federales de Clase I y para ciertas aplicaciones de campo cercano que involucran condiciones meteorológicas complejas.

También es un modelo recomendado por la "Guía para la Evaluación de Impactos en la Calidad del Aire por Actividades Minero Metalúrgicas", vol. XXI, 2007, desarrollada por el Ministerio de Energía y Minas de la República de Perú.

El sistema de modelado consta de tres componentes principales y un conjunto de programas de preprocesamiento y posprocesamiento. Los componentes principales del sistema de modelado son CALMET (un modelo meteorológico tridimensional de diagnóstico), CALPUFF (un modelo de dispersión de la calidad del aire) y CALPOST (un paquete de procesamiento posterior). Además de estos componentes, existen muchos otros procesadores que pueden usarse para preparar datos geofísicos (uso del suelo y terreno) en muchos formatos estándar; datos meteorológicos (datos de superficie, aire superior, precipitación y boya); e interfaces con otros modelos como el Modelo de Mesoescala de Penn State / NCAR (MM5), los modelos Eta / NAM y RUC de los Centros Nacionales de Predicción Ambiental (NCEP), el modelo de Investigación y Pronóstico del Tiempo (WRF) y el modelo RAMS.

El modelo CALPUFF fue seleccionado para este estudio, principalmente debido a la capacidad del modelo para explicar la dispersión en entornos complejos, como la ubicación del lugar de operación del proyecto Toromocho, que se encuentra cerca de lagunas, y está cerca al cruce de las vertientes sobre Los Andes, terreno de topografía compleja, que va desde los 4000 msnm hasta los 5000 msnm.

La Guía sobre modelos de calidad del aire (US EPA 2009a) recomienda el uso de CALPUFF sobre otros modelos de dispersión reglamentarios para aplicaciones donde el terreno contiene relieve de la zona, la cobertura del suelo no es uniforme, donde la circulación del viento puede ser impulsada por la brisa de los lagos o el mar, fluye a lo largo de las costas, de modo que el supuesto de transporte en línea recta en estado estacionario no es apropiado.

La implementación del sistema de modelado CALPUFF por Exponent, Incluyó el uso del modelo meteorológico CALMET (Versión 6.4.0), el modelo de dispersión CALPUFF (Versión 6.42) y el programa de posprocesamiento CALPOST (Versión 6.292). Exponent Engineering and Scientific Consulting (http://www.src.com), el desarrollador principal del modelo, también proporciona varios programas de utilidad para acomodar el preprocesamiento de datos meteorológicos y geofísicos para CALMET. En la medida de lo posible, se empleó las utilidades proporcionadas por Exponent. Pero varios programas de software adicionales, desarrollados por GEOTECH, empresa colaboradora de Walsh, eran necesarios para acomodar las conversiones de formato y las sustituciones de datos faltantes. Ninguno de los programas desarrollados por GEOTECH afectó la integridad de los datos originales.

4.2. VARIABLES DE ENTRADA AL PROGRAMA DE MODELACIÓN

El sistema de modelación CALPUFF requiere de la siguiente data de entrada:

- Topografía del área de modelación. Fuente: SRTMGL1: NASA Shuttle Radar Topography Mission Global 1 arc second V003 y topografía proporcionada por Chinalco.
- Datos meteorológicos regionales de superficie y de altura. Fuente: procesador WRF, desarrollado por Lakes Environmental (https://www.weblakes.com/?AspxAutoDetectCookieSupport=1), empresa colaboradora de Walsh.

  Datos de superficie:

- Velocidad del viento (m/s)
- Dirección del viento (grados)
- Temperatura ambiente (°C)
- Cobertura de nubes (décimas)
- Altura de nubes (m)
- Presión atmosférica (mbar)
- Humedad relativa (%)
- Precipitaciones (mm/año)
- Radiación solar (W/m^2)

Datos de altura:

- Definición de alturas por cada nivel (m)
- Direcciones del viento por nivel (grados)
- Velocidad del viento por nivel (m/s)
- Temperatura por nivel (ºC)
- Sigma-theta (desviación estándar de la dirección horizontal del viento) por nivel (grados)
- Sigma-W (desviación estándar de la velocidad del viento) por nivel (m/s)

- Ubicación de receptores discretos (puntos de interés), estos puntos corresponden a lugares donde se quiere determinar específicamente concentraciones del parámetro modelado. Generalmente estos puntos cuentan con información de muestreos de calidad del aire. Fuente: Capítulo 3.2.5.1 Calidad del Aire de la MEIA UM Toromocho.
- Datos de las fuentes de emisión. Fuente: Capítulo 2.0 Descripción del Proyecto de la MEIA UM Toromocho.

4.3. FUENTES DE EMISIÓN POR ETAPA

La operación de la UM Toromocho consiste en la extracción del mineral vía movimiento de tierras convencional, es decir: perforación, voladura, carguío, acarreo y transporte. El material de desmonte es transportado y dispuesto finalmente en los depósitos de desmonte. Por otro lado, el mineral es sometido a un proceso de chancado, molienda, flotación, espesamiento y filtrado, para producir concentrado de cobre.

El Proyecto de expansión de la UM Toromocho se iniciará con una etapa de construcción de infraestructura, de modo que se pueda incrementar el procesamiento de mineral a 170 000 tpd durante la etapa de operación.

4.3.1. CONSTRUCCIÓN

La etapa de construcción del proyecto de expansión se centrará principalmente en actividades de ampliación y mejoramiento de algunos componentes mineros existentes, actualmente en operación. El proceso de construcción se estima en 16 meses.

Las principales actividades de construcción corresponden a la preparación de las áreas donde se construirán las ampliaciones y modificaciones en los componentes propuestos. Esto consistirá principalmente en actividades de limpieza del área, remoción de suelo orgánico (topsoil), y movimiento de tierra en general (nivelación, excavaciones y relleno de materiales entre otras actividades

particulares), cimentaciones, losas, revestimientos y otras requeridas para la instalación de cada uno de los elementos propuestos.

Las principales fuentes de emisión identificadas en esta etapa son:

- Movimiento de tierras
- Habilitación de accesos
- Nivelación y compactación
- Excavación
- Maquinaria de construcción (tractores, excavadora, motoniveladora, cisternas, volquetes, rodillo, retroexcavadora, grúas, minicargadores y camiones)

La ubicación de las fuentes de emisión para la etapa de construcción se muestra en el Anexo C. En el Cuadro 2 se muestra la clasificación de las fuentes de emisión, según su tipo:

Cuadro 2 Clasificación de fuentes de emisión en etapa de construcción.

Tipo de fuente	Código de fuente	Componentes	Parámetros	Modelamiento
DIFUSAS	CNREM	Nuevo acceso	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CNNIV	Nuevo acceso	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	GRFMOV	Grifo mina	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	GRFVIAMOV	Grifo mina	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CNVIAMOV	Grifo mina	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CNVIADES	Nuevo acceso	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CNVIACAR	Nuevo acceso	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CH1MOV	Nuevo acceso	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CH1DES	Chancadora primaria	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PCMOV	Chancadora primaria	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PCCAR	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	SBDPMOV	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	SBDPDES	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	SBDPCAR	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	NCFMOV	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	NCFDES	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	NCFCAR	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	ALMC	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PFEMOV	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PFEDES	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PFECAR	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CNTMOV	Cantera	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CNTCAR	Cantera	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PRDES	Presa de relaves	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	DSODES	Presa de relaves	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PTAAGR	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	1VIA	Cantera - presa de relaves	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Lineal-área
	2VIA	Planta concentradora - presa de relaves	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Lineal-área
	3VIA	Planta concentradora - presa de relaves	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Lineal-área
	4VIA	Planta concentradora - presa de relaves	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Lineal-área
FIJA	PCTRTD6	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PCTRTD8	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PCEXC336	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PCMTN	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PCCCMB	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica

Tipo de fuente	Código de fuente	Componentes	Parámetros	Modelamiento
	PCCAGUA	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PCVQTS	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PCRODL	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PCRXCV	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PCGRUMW	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PCGRUTL	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PCGRUCAM	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PCMCRG	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PCEQMOD	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PCCMNCB	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PCCMNPLA	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PCMANLFT	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PRTRTD6	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PRTRTD8	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PRTRTD10	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PREXC336	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PRMNV	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PRCCOMB	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PRCAGUA	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PRVQTS	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PRRODLS	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PRRXC	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PRGRUMW	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PRGRUTL	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PRGRUCAM	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PRMCRG	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PREQMOD	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PRCMNCB	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PRCMNPLA	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PRMANLFT	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	CHTRT1	Chancadora primaria	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	CHTRT2	Chancadora primaria	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	CHEXC1	Chancadora primaria	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	CHMNV	Chancadora primaria	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	CHCCOMB	Chancadora primaria	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	CHCAGUA	Chancadora primaria	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	CHRODLS	Chancadora primaria	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	CHGRUMW	Chancadora primaria	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	CHGRUTL	Chancadora primaria	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	CHGRUCMN	Chancadora primaria	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	CHEQMOD	Chancadora primaria	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	CHCMNCB	Chancadora primaria	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	CHCMNPLT	Chancadora primaria	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	CHMANLFT	Chancadora primaria	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
MÓVILES	NCTRT1	Nuevo acceso	CO, NO_2, SO_2	Lineal-volumétrica
	NCTRT2	Nuevo acceso	CO, NO_2, SO_2	Lineal-volumétrica
	NCEXC	Nuevo acceso	CO, NO_2, SO_2	Lineal-volumétrica
	NCMNV	Nuevo acceso	CO, NO_2, SO_2	Lineal-volumétrica
	NCCCOMB	Nuevo acceso	CO, NO_2, SO_2	Lineal-volumétrica
	NCCAGUA	Nuevo acceso	CO, NO_2, SO_2	Lineal-volumétrica
	NCVQTS	Nuevo acceso	CO, NO_2, SO_2	Lineal-volumétrica
	NCRODLIS	Nuevo acceso	CO, NO_2, SO_2	Lineal-volumétrica
	NCRXC	Nuevo acceso	CO, NO_2, SO_2	Lineal-volumétrica

Elaboración: Walsh Perú S.A.

4.3.2. OPERACIÓN

Las operaciones de la UM Toromocho incluyen el minado, procesamiento y beneficio de mineral de cobre, con una nueva capacidad de procesamiento de hasta 170 000 tpd de mineral.

El método de minado superficial es a tajo abierto. Las actividades de minado en el tajo consideran el fracturamiento de la roca mediante perforación y voladura. Cada taladro se cargará con ANFO u otro explosivo similar para la voladura posterior. El volumen de voladura promedio será de 400 000 t de roca al día y se empleará aproximadamente en cada taladro 800 kg.

El mineral extraído de mina será trasladado a través de camiones de 372 t de capacidad hasta el nuevo edificio de chancado y se descargará en la tolva de descarga. Esta tolva está ubicada en la parte superior de la chancadora, está diseñada para recibir a los camiones de acarreo en su zona de descarga. La nueva chancadora primaria considera un sistema de control de emisiones para contrarrestar las emisiones de polvo en el circuito de chancado. Este sistema sirve para humedecer el polvo y evitar que estas partículas livianas se dispersen durante el proceso de trituración y transporte de mineral; y está compuesto por una red de aspersores que inyectan agua. De la misma forma se instalará un sistema colector de polvo cuya función es minimizar la generación de polvo en los chutes de transferencia, colectando el polvo generado a través de las campanas colectoras y reteniéndolos en los filtros de mangas en los dispositivos de limpieza de aire, evitando su emisión al medio ambiente.

Las principales fuentes de emisión identificadas en esta etapa con:

- Perforación
- Voladura
- Cargadores frontales
- Camiones de acarreo
- Chancadoras
- Fajas transportadoras
- Maquinaria (bulldozer, excavadora, compactador, minicargador)

La ubicación de las fuentes de emisión para la etapa de operación se muestra en el Anexo C. En el Cuadro 3 se muestra la clasificación de las fuentes de emisión, según su tipo:

Cuadro 3 Clasificación de fuentes de emisión en etapa de operación.

Tipo de Fuente	Código de fuente	Componentes	Parámetros	Modelamiento
Difusas	TAPERF	Tajo abierto	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CAPERF	Cantera	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	TAMOV	Tajo abierto	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CAMOV	Cantera	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	DDSEMOV	Depósito de desmontes sur-este	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	DDOMOV	Depósito de desmontes oeste	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	DBLMOV1	Depósito de mineral de baja ley	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	DBLMOV2	Depósito de mineral de baja ley	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	SPMOV	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PRMOV	Presa de relaves	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	TACRG	Tajo abierto	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CACRG	Cantera	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CADES	Cantera	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica

Tipo de Fuente	Código de fuente	Componentes	Parámetros	Modelamiento
	DDSEDES	Depósito de desmontes sur-este	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	DDODES	Depósito de desmontes oeste	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	DBLDES2	Depósito de mineral de baja ley	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	DBLDES1	Depósito de mineral de baja ley	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CH1DES	Chancadora primaria	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CH1TFT1	Chancadora primaria	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CH2DES	Chancadora primaria	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	FTF2	Chancadora primaria	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	FTF3	Chancadora primaria	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	SPDES	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PCFTM	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PCDES	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PCHAR	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PCFTP	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PCFTMP	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PP1DES	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PP2DES	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PRDES	Presa de relaves	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CACH	Cantera	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CH1CH	Chancadora primaria	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CH2CH	Chancadora primaria	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PP1CH	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	PP2CH	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	TAVOL	Tajo abierto	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	CAVOL	Cantera	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	SPAPL	Planta concentradora	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Volumétrica
	1VIA	Nuevo acceso	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Lineal-área
	2VIA	Tajo abierto - chancadora primaria	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Lineal-área
	3VIA	Cantera - depósito de desmontes cantera	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Lineal-área
	4VIA	Tajo abierto - depósito de desmontes oeste	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Lineal-área
	5VIA	Tajo abierto - depósito de desmontes oeste	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Lineal-área
	6VIA	Tajo abierto - depósito de desmontes sur-este	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Lineal-área
	7VIA	Tajo abierto - depósito de mineral de baja ley	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Lineal-área
	8VIA	Cantera - presa de relaves	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Lineal-área
Fijas	MQPTJ	Tajo abierto	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	TJVOL	Tajo abierto	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	CAVOL	Cantera	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	CAMQP	Cantera	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	DDSEMQP	Depósito de desmontes sur-este	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	DDOMQP	Depósito de desmontes oeste	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	DMBLMQP	Depósito de mineral de baja ley	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PAMIN	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PC	Planta concentradora	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	PREV	Presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
	NUACC	Nuevo acceso	CO, NO_2, SO_2	Volumétrica
Móviles	TJCH1	Tajo abierto - chancadora primaria	CO, NO_2, SO_2	Lineal-volumétrica
	DDSE	Tajo abierto - depósito de desmontes sur-este	CO, NO_2, SO_2	Lineal-volumétrica
	DDO1	Tajo abierto - depósito de desmontes oeste	CO, NO_2, SO_2	Lineal-volumétrica
	DDO2	Tajo abierto - depósito de desmontes oeste	CO, NO_2, SO_2	Lineal-volumétrica
	DMBL	Tajo abierto - depósito de mineral de baja ley	CO, NO_2, SO_2	Lineal-volumétrica
	DREV	Cantera - presa de relaves	CO, NO_2, SO_2	Lineal-volumétrica

Elaboración: Walsh Perú S.A.

4.3.3 INVENTARIO DE EMISIONES

Para determinar las emisiones asociadas a cada actividad, se utilizaron factores de emisión que la EPA (*Environmental Protection Agency*) de Estados Unidos ha establecido a través de su serie AP-42 (*Compilation of Air Pollutant Emission Factors*). El compendio AP-42 contiene factores de emisión para diversas actividades y procesos y puede ser consultado vía Internet en el sitio de la EPA

(https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors).

"Un factor de emisión es un valor representativo que relaciona la cantidad de cierta sustancia que se libera a la atmósfera, con la actividad que la genera".

La ecuación para estimar las emisiones tiene la siguiente forma general:

$$E = A \times EF \times (1\text{-}ER/100)$$

Donde:

E = tasa de emisión
A = intensidad de la actividad
EF = factor de emisión
ER = eficiencia de las medidas de control (%)

A continuación, se describen los Factores de Emisión empleados para hallar las emisiones correspondientes a cada actividad que se llevará a cabo, tanto en la etapa de construcción como de operación del Proyecto. En el Anexo D se presenta el inventario de emisiones por escenario de modelamiento, los cálculos efectuados para hallar las emisiones a modelar, medidas de mitigación, etc.

4.3.2.1. FACTOR DE EMISIÓN PARA CARGA, MOVIMIENTO Y DESCARGA DE MATERIAL

Estos factores se emplearon para cuantificar las emisiones de material particulado generadas en el tajo Toromocho, cantera, depósitos de desmonte y mineral, chancadoras y depósito de relaves, por actividades de carga y descarga de material. Se utilizó los factores de emisión extraídos del Capítulo 11.19.2: Crushed Stone Processing, Tabla 11.19.2-1 del documento AP 42 de la EPA.

4.3.2.2. FACTOR DE EMISIÓN PARA PROCESAMIENTO DE MINERAL

Para cuantificar el aporte de material particulado por las operaciones de chancado de mineral en la Planta de Beneficio, que incluye las dos chancadoras primarias y las chancadoras de piedras, se utilizaron los factores de emisión correspondientes al Capítulo 11.19.2: Crushed Stone Processing, Tabla 11.19.2-1 del documento AP 42 de la EPA.

4.3.2.3. FACTOR DE EMISIÓN PARA TRANSFERENCIA DE MINERAL POR FAJAS

Para cuantificar el aporte de material particulado debido a la transferencia de mineral por el sistema de fajas transportadoras de la nueva chancadora y fajas existentes, se utilizaron los factores de emisión correspondientes al Capítulo 11.24: Metallic Minerals Processing, Tabla 11.24-1 del documento AP 42 de la EPA.

4.3.2.4. FACTOR DE EMISIÓN PARA GASES DE COMBUSTIÓN

Las emisiones de gases de combustión producidas por los vehículos motorizados, fueron estimadas a partir de la actualización de las emisiones presentadas en el modelamiento para el Tercer ITS

"Cambios menores de componentes de la Unidad Minera Toromocho" aprobado por R.D. Nº 343-2017-MEM-DGAAM, ya que los vehículos poseen las mismas características tecnológicas

4.3.2.5. FACTOR DE EMISIÓN PARA PERFORACIÓN

Para cuantificar el aporte de material particulado debido a las labores de perforación con taladros en el tajo Toromocho, se utilizaron los factores de emisión correspondientes al Capítulo 11.19.2: Crushed Stone Processing, Tabla 11.19.2-1 del documento AP 42 de la EPA.

4.3.2.6. FACTOR DE EMISIÓN PARA VOLADURAS

Para cuantificar el aporte de material particulado debido a las voladuras que se llevan a cabo en el tajo Toromocho, se utilizaron los factores de emisión del Capítulo 11.19: Western Surface Coal Mining, Tabla 11.9-2 del documento AP 42 de la EPA. Los factores fueron calculados en base a las siguientes fórmulas:

$$FE\ (PTS) = 0.00022\ X\ (A)^{1.5}$$
$$FE\ (PM_{10}) = 0.52\ X\ PTS$$
$$FE\ (PM_{2.5}) = 0.03\ X\ PTS$$

Donde:

FE = factor de emisión (kg/voladura)
A = área de voladura (m^2)

4.3.2.7. FACTOR DE EMISIÓN PARA TRÁNSITO DE VEHÍCULOS POR CARRETERAS

La estimación de las emisiones generadas por el desplazamiento de vehículos por carreteras, se realizó en base a lo descrito en el Capítulo 13.2.2: Unpaved Roads, del documento AP 42 de la EPA, en base a la siguiente fórmula:

$$FE = 281.9 \times k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{a} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{b} \times \left(\frac{365 - p}{365}\right)$$

Donde:

FE = factor de emisión (g/km)
k, a y b = constantes empíricas (adimensionales), Tabla 13.2.2-2.
s = contenido de finos (%), Tabla 13.2.2-1.
W = peso promedio de vehículos (t)
p = número de días en un año, con al menos 0.254 mm de precipitaciones.

4.4. ESCENARIOS DE MODELAMIENTO

El modelo consideró dos escenarios: construcción y operación. A estos resultados se le adicionaron las concentraciones de registradas durante la elaboración de la línea de base de los parámetros modelados, a fin de determinar el impacto acumulativo. En este sentido, para el escenario de operación, el modelamiento realizado considera los componentes proyectados (nuevos) y los componentes actuales que serán reconfigurados o repotenciados en la UM para alcanzar la máxima

capacidad de producción de mineral de 170 000 TMP; por lo tanto, los resultados del modelamiento reflejan el impacto de toda la UM.

4.4.1. ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN

Para el escenario de construcción, se ha seleccionado información de las diferentes actividades a realizar para la ampliación e implementación de nuevos componentes y equipos, así como, del nuevo acceso. Como criterio principal se consideró la cantidad de movimiento de material y actividades paralelas que se llevarían a cabo durante esta etapa, según el cronograma de construcción indicado en el Cuadro 2.9 del Capítulo 2 Descripción del Proyecto de la MEIA, el mayor movimiento de material se estaría dando entre el tercer y cuarto trimestre del primer año de construcción.

Se precisa que el escenario de construcción solo contiene las fuentes de emisiones de material particulado y gases del proyecto. Sin embargo, el efecto acumulativo y sinérgico con la etapa de operación actual de la UM, ha sido considerado mediante la suma de los resultados obtenidos del modelamiento para la construcción del proyecto con las máximas concentraciones halladas durante los monitoreos realizados por Chinalco en el año 2018 en cada punto de monitoreo (receptor). Esto se fundamenta en el hecho de que las mediciones de LB ya contienen los aportes de las fuentes de emisiones de la UM, así como otras fuentes naturales y antrópicas ajenas a la operación de la UM.

4.4.2. ESCENARIO DE OPERACIÓN

De acuerdo al Plan de Minado, el año base escogido para el escenario correspondiente a la etapa de operación fue el Año 6, que alcanzará una capacidad de procesamiento de 62 220 kt de mineral, 20 320 kt de mineral de baja ley, 52 881 kt de roca de desmontes, y un total de 135 421 kt de material a mover. Ver el siguiente cuadro

Cuadro 4 Plan de minado

Año	Mineral		Mineral de baja ley		Roca de desmonte	
	Cantidad (kt)	Destino	Cantidad (kt)	Destino	Cantidad (kt)	Destino
0	32 866	Chancadora Primaria	28 472	DMBL Sur - Este	49 676	Depósito de desmonte Sureste
1	41 884	Chancadora Primaria	22 902	DMBL Sur	18 533	Depósito de desmonte Oeste
			32 208	DMBL Sur - Este	19 523	Depósito de desmonte Este
2	50 158	Chancadora Primaria	27 553	DMBL Sur	10 541	Depósito de desmonte Oeste
			35 694	DMBL Sur - Este	11 104	Depósito de desmonte Este
3	62 050	Chancadora Primaria	11 381	DMBL Sur	4 954	Depósito de desmonte Oeste
			51 445	DMBL Sur - Este	5 219	Depósito de desmonte Este
4	62 050	Chancadora Primaria	42 893	DMBL Sur - Este	14 662	Depósito de desmonte Oeste
					15 445	Depósito de desmonte Este
5	62 050	Chancadora Primaria	36 297	DMBL Sur - Este	17 874	Depósito de desmonte Oeste
					18 829	Depósito de desmonte Este
6	62 220	Chancadora Primaria	20 320	DMBL Sur - Este	25 753	Depósito de desmonte Oeste
					27 128	Depósito de desmonte Este
7	62 050	Chancadora Primaria	10 318	DMBL Sur - Este	30 526	Depósito de desmonte Oeste
					32 156	Depósito de desmonte Este
8	62 050	Chancadora Primaria	1 027	DMBL Sur - Este	35 051	Depósito de desmonte Oeste
					36 922	Depósito de desmonte Este
9	62 050		10 550	DMBL Sur - Este	30 413	Depósito de desmonte Oeste

Año	Mineral		Mineral de baja ley		Roca de desmonte	
	Cantidad (kt)	Destino	Cantidad (kt)	Destino	Cantidad (kt)	Destino
		Chancadora Primaria			32 037	Depósito de desmonte Este
10	62 220	Chancadora Primaria	2 627	DMBL Sur - Este	34 369	Depósito de desmonte Oeste
					36 204	Depósito de desmonte Este
11	62 050	Chancadora Primaria	10 314	DMBL Sur - Este	30 528	Depósito de desmonte Oeste
					32 157	Depósito de desmonte Este
12	62 220	Chancadora Primaria	3 217	DMBL Sur - Este	33 902	Depósito de desmonte Oeste
					35 711	Depósito de desmonte Este
13	62 050	Chancadora Primaria	12 743	DMBL Sur - Este	29 345	Depósito de desmonte Oeste
					30 912	Depósito de desmonte Este
14	62 220	Chancadora Primaria	4 207	DMBL Sur - Este	26 470	Depósito de desmonte Oeste
					27 883	Depósito de desmonte Este
15	62 050	Chancadora Primaria	1 615	DMBL Sur - Este	27 654	Depósito de desmonte Oeste
					29 131	Depósito de desmonte Este
16	62 050	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	28 441	Depósito de desmonte Oeste
					29 959	Depósito de desmonte Este
17	62 050	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	28 441	Depósito de desmonte Oeste
					29 959	Depósito de desmonte Este
18	62 220	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	28 519	Depósito de desmonte Oeste
					30 041	Depósito de desmonte Este
19	62 050	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	19 553	Depósito de desmonte Oeste
					20 597	Depósito de desmonte Este
20	62 050	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	19 553	Depósito de desmonte Oeste
					20 597	Depósito de desmonte Este
21	62 050	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	10 665	Depósito de desmonte Oeste
					11 235	Depósito de desmonte Este
22	62 220	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	8 197	Depósito de desmonte Oeste
					8 634	Depósito de desmonte Este
23	62 050	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	8 952	Depósito de desmonte Oeste
					9 429	Depósito de desmonte Este
24	49 355	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	0	Depósito de desmonte Oeste
					0	Depósito de desmonte Este

DMBL: Depósito de mineral de baja ley
Fuente: Minera Chinalco Perú

Se precisa que el escenario de operación contiene las fuentes de emisiones de material particulado y gases de las fuentes proyectadas y actuales. Adicionalmente, de manera conservadora se realizó la suma de los resultados obtenidos del modelamiento para la operación del proyecto con las máximas concentraciones halladas durante los monitoreos realizados por Chinalco en el año 2018 en cada punto de monitoreo (receptor), ya que las mediciones de la línea de base contienen, no solo los aportes de la UM en su operación actual, sino otras fuentes naturales y antrópicas ajenas a la operación de la UM.

5.0. RESULTADOS

5.1. RESULTADOS EN EL ÁREA DE MODELAMIENTO

Los valores máximos obtenidos del proceso de modelación se presentan en los cuadros 5 y 6. Los resultados son expresados en µg/m^3.

Cuadro 5 Máximos valores obtenidos en la etapa de construcción

Parámetro	Periodo	Ubicación del PMC Coordenadas UTM - WGS84		Concentración (µg/m^3)
		Este (m)	Norte (m)	
PM10	24 h	375 746	8 711 548	46,7
	Anual	375 496	8 711 298	11,7
PM2,5	24 h	375 746	8 711 548	12,2
	Anual	375 746	8 711 548	2,8
CO	1 h	375 746	8 715 048	304,8
	8 h	377 746	8 713 797	64,8
NO_2	1 h	375 746	8 715 048	67,9
	Anual	375 746	8 715 048	2,4
SO_2	24 h	375 746	8 715 048	0,2

Fuente: AERMOD

Cuadro 6 Máximos valores obtenidos en la etapa de operación

Parámetro	Periodo	Ubicación del PMC Coordenadas UTM - WGS84		Concentración (µg/m^3)
		Este (m)	Norte (m)	
PM10	24 h	375 246	8 716 798	570
	Anual	375 246	8 716 798	240
PM2,5	24 h	375 246	8 716 798	541
	Anual	375 246	8 716 798	174
CO	1 h	374 996	8 716 548	34 600
	8 h	374 996	8 716 548	6 915
NO_2	1 h	375 496	8 716 048	3 160
	Anual	376 246	8 715 798	47
SO_2	24 h	374 996	8 716 548	666

Fuente: AERMOD

En la etapa de construcción el aporte de material particulado y gases son bajos y los valores máximos se circunscriben a los frentes de trabajo. Los aportes máximos en esta etapa estarían asociados a las actividades constructivas por la incorporación de componentes en la Planta Concentradora, especialmente en el área de Chancado Primario, debido al mayor movimiento de tierras en este lugar. Los Puntos de Máxima Concentración (PMC), se ubican cerca de los componentes del Proyecto dentro de la UM Toromocho, en zonas sin presencia de población, por lo que no son aplicables los ECA para Aire.

Respecto a los resultados en la etapa de operación, las máximas concentraciones o PMC se presentan en la zona del Tajo, y estarían asociadas a las actividades de voladura y movimiento de material que se lleva a cabo en este componente. Estas concentraciones no son comparables con los ECA Aire ya que ocurren en un componente ubicado dentro de la UM Toromocho, en donde no existen asentamientos poblacionales.

En el Anexo F se presentan los mapas de isopletas, los cuales muestran la dispersión de los parámetros modelados tanto para la etapa de construcción como de operación del Proyecto. los mapas muestran la ubicación del PMC y su valor, receptores, componentes del proyecto y rosa de vientos, los mismos que cuentan con firma del especialista competente.

5.2. APORTE EN ESTACIONES DE MONITOREO

Las emisiones de la UM Toromocho generarán concentraciones de material particulado y gases en las estaciones de monitoreo (receptores de interés) por debajo de los ECA Aire. Es decir, los aportes de las emisiones no estarían afectando la calidad del aire de las zonas en donde se realiza el control de la calidad del aire. Lo cual se demuestra también con los monitoreos continuos que realiza Chinalco. En algunos casos, el aporte es tan bajo que ningún equipo de monitoreo podría detectarlo si se diera el caso.

Para determinar la concentración total en las estaciones de monitoreo, se adicionó a las concentraciones máximas halladas en el año 2018 (monitoreo realizados por Chinalco), los aportes generados por la construcción y operación del Proyecto, estos aportes se obtienen del modelamiento atmosférico.

5.2.1. ANÁLISIS DE LÍNEA DE BASE DE CALIDAD DEL AIRE EN ESTACIONES DE MONITOREO

La información de Línea Base muestra las concentraciones de calidad del aire en el área de influencia del proyecto para el año 2018, por ser el más actual al momento de elaborar la LB de la MEIA, además de caracterizar las emisiones actuales que corresponden tanto a la UM como otras fuentes presentes en el área del Proyecto, ya sea naturales o de origen antropogénico.

Se ha utilizado la información de las estaciones de monitoreo de calidad de aire presentes y disponibles en el área de modelamiento y que además fueron diseñadas en el EIA del Proyecto Toromocho, aprobado el 14 de diciembre de 2010, mediante Resolución Directoral Nº 411-2010-MEM/AAM (EIA-2010), teniendo como referencia: el emplazamiento de las instalaciones, la dirección predominante del viento, los resultados del modelamiento de dispersión de material particulado - PM_{10} y criterios contenidos en protocolos de monitoreo vigentes al momento de su diseño. Para efectos del presente estudio las estaciones de monitoreo serán denominadas como “receptores de interés”.

El Cuadro 7 presenta las coordenadas de los receptores y en el Anexo E se presenta el Mapa de Receptores.

Cuadro 7 Receptores de interés (estaciones de monitoreo).

Receptor	Descripción de ubicación	Coordenadas (UTM-WGS 84) Zona 18 L		Altura (msnm)
		Este	Norte	
M-1	San José de Galera	373 201	8 714 313	4776
M-2	Balcanes	375 111	8 714 200	4900
M-3	Rumichaca	375 553	8 709 027	4521
M-4	Alpamina	379 751	8 716 202	4547
M-5	Pucará	384 889	8 718 659	4247
M-7	Manuelita	377 587	8 716 821	4538
M-8	Viscas	376 634	8 719 792	4596

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2020

A continuación, se presentan los resultados del periodo evaluado (año 2018), así como la comparación con los estándares de calidad vigentes

Cuadro 8 Concentraciones de fondo.

Parámetro	Periodo	Receptores de interés							ECA µg/m³
		M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-7	M-8	
PM_{10}	24 h	21,4	72,7	19,7	43,0	40,2	73,8	18,7	**100**
$PM_{2,5}$	24 h	5,9	36,4	7,8	6,0	5,1	14,7	5,5	**50**
CO	8 h	4 412	3 555	2 824	4 119	4 095	5 060	1 665	**10 000**
NO_2	1 h	33,1	46,5	46,0	86,8	48,4	48,0	46,2	**200**
SO_2	24h	9,8	14,4	10,2	2,9	4,8	1,3	2,7	**250**

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2020

Los resultados han sido comparados con el ECA-Aire vigente y se puede apreciar que en el año 2018 todas las estaciones, los valores máximos obtenidos son menores a los ECA-Aire para material particulado y gases. El material particulado tiende a presentar mayores valores en M-2 (Balcanes) y M-7 (Manuelita); sin embargo, el comportamiento de gases no es uniforme presentándose los máximos valores de CO en M-7 (Manuelita) y M-1 (San José de Galera), para NO_2 en M-4 (Alpamina) y M-5 (Pucará), y para SO_2 en M-2 (Balcanes) y M-3 (Rumichaca).

Un análisis más detallado de las concentraciones de LB se presenta en el Capítulo 3.2.5.1 Calidad de Aire de la MEIA.

5.2.2. RESULTADOS EN RECEPTORES DE INTERÉS

Los Cuadros 9 y 10 presentan los aportes de material particulado y gases en los receptores de interés. M-5 es el único receptor ubicado en el centro poblado más cercano (ciudad Nueva Morococha). En la etapa de construcción, se observa que las emisiones producidas llegan con valores muy bajos a todos los receptores; y sumadas a los valores de LB no excederían los ECA-Aire vigentes.

Durante la operación, las emisiones generadas desde las principales fuentes del Proyecto se dispersarían y diluirían hasta alcanzar niveles bajos en los receptores, principalmente en la ciudad de Morococha en donde el aporte es muy bajo. Estas emisiones sumadas referencialmente con la LB (la LB ya contiene las emisiones actuales de la UM Toromocho)[3] tampoco pondrían en riesgo el cumplimiento de los ECA-Aire en estos lugares, con excepción de las estación M-2 en donde el efecto acumulativo excede ligeramente los ECA para material particulado, no obstante, es de considerarse que esta comparación es referencial puesto que el ECA Aire no debería aplicarse en este lugar por encontrarse dentro de la UM, además de que desde la LB este receptor ya presenta valores altos de material particulado debido a su cercanía con accesos por donde transitan vehículos pesados.

Cuadro 9 Concentraciones en receptores en la etapa de construcción.

Parámetro	Periodo	Concentraciones	Receptores de interés							ECA µg/m³
			M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-7	M-8	
PM_{10}	24 h	MODELO	3,2	3,9	3,4	1,3	0,3	1,9	0,5	**100**
		LÍNEA BASE	21,4	72,7	19,7	43,0	40,2	73,8	18,7	
		TOTAL	**24,6**	**76,6**	**23,1**	**44,3**	**40,5**	**75,7**	**19,2**	
$PM_{2,5}$	24 h	MODELO	0,7	0,8	0,7	0,3	0,1	0,4	0,1	**50**
		LÍNEA BASE	5,9	36,4	7,8	6,0	5,1	14,7	5,5	
		TOTAL	**6,6**	**37,2**	**8,5**	**6,3**	**5,2**	**15,1**	**5,6**	
CO	1 h	MODELO	8,5	11,2	22,4	5,2	0,9	7,2	3,6	**10 000**
		LÍNEA BASE	4 412	3 555	2 824	4 119	4 095	5 060	1 665	
		TOTAL	**4420,5**	**3566,2**	**2846,8**	**4124,2**	**4095,9**	**5066,7**	**1668,6**	
NO_2	1 h	MODELO	2,2	2,9	5,3	1,4	0,2	1,9	1	**200**
		LÍNEA BASE	33,1	46,5	46,0	86,8	48,4	48,0	46,2	
		TOTAL	**35,3**	**49,4**	**51,3**	**88,2**	**48,6**	**49,9**	**47,2**	
SO_2	24h	MODELO	0,01	0,01	0,02	0	0	0,01	0	**250**
		LÍNEA BASE	9,8	14,4	10,2	2,9	4,8	1,3	2,7	
		TOTAL	**9,8**	**14,4**	**10,2**	**2,9**	**4,8**	**1,3**	**2,7**	

Fuente: AERMOD

Cuadro 10 Concentraciones en receptores en la etapa de operación.

Parámetro	Periodo	Coordenadas UTM	Receptores de interés							ECA µg/m³
			M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-7	M-8	
PM_{10}	24 h	MODELO	47,2	70,7	15,2	11,2	4,5	11,2	16,6	**100**
		LÍNEA BASE	21,4	72,7	19,7	43,0	40,2	73,8	18,7	
		TOTAL	**68,6**	**143,4**	**34,9**	**54,2**	**44,7**	**85,0**	**35,3**	
$PM_{2,5}$	24 h	MODELO	9,5	14,3	2,1	2,1	0,9	2,2	2,9	**50**
		LÍNEA BASE	5,9	36,4	7,8	6,0	5,1	14,7	5,5	
		TOTAL	**15,4**	**50,7**	**9,9**	**8,1**	**6,0**	**16,9**	**8,4**	
CO	1 h	MODELO	427	332	66	84,3	54,9	112	156	**10 000**
		LÍNEA BASE	4412	3555	2824	4119	4095	5060	1665	
		TOTAL	**4839,0**	**3887,0**	**2890,4**	**4203,3**	**4149,9**	**5171,5**	**1821,0**	
NO_2	1 h	MODELO	85	61	11	16	9	21	33	**200**

[3] Fuente: Informes de Laboratorio MA1819804 y MA 820120 del laboratorio SGS del Perú SAC.

Parámetro	Periodo	Coordenadas UTM	Receptores de interés							ECA µg/m³
			M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-7	M-8	
		LÍNEA BASE	33,1	46,5	46,0	86,8	48,4	48,0	46,2	
		TOTAL	**118,1**	**107,5**	**57,0**	**102,8**	**57,4**	**69,0**	**79,2**	
SO_2	24h	MODELO	2,7	4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,5	**250**
		LÍNEA BASE	9,8	14,4	10,2	2,9	4,8	1,3	2,7	
		TOTAL	**12,5**	**18,4**	**10,4**	**3,3**	**5,0**	**1,7**	**3,2**	

Fuente: AERMOD

6.0. BIBLIOGRAFÍA

MINISTERIO DEL AMBIENTE
2017 D. S. Nº 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. Lima, 7 de junio de 2017.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
2005 Guideline on Air Quality Models. North Carolina.
www3.epa.gov/ttn/scram/guidance/guide/appw_01.pdf

MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT OF NEW ZEALAND
2016 Good Practice Guide for Assessing Discharges to Air from Industry. Wellington.
www.mfe.govt.nz/sites/default/files/media/Air/good-practice-guide-industry.pdf

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
Compilation of Air Emissions Factors (AP-42). North Carolina.
https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors

ANEXO A
MODELO WRF

WRF Meteorological Data for CALPUFF

CALMET-Ready WRF Data

May 11, 2019

Met Data Order Summary:

Order #:	MET1914256
Ordered by:	KARINA HUAMANTINCO
Company:	WALSH PERU
Met Data Type:	CALMET-Ready WRF Data (3D.DAT Format)
Order Start-End Date:	Jan 01, 2018 to Dec 31, 2018
Center Point:	Latitude: 11.61357 S - Longitude: 76.14726 W
Datum:	WGS 84
UTM Zone:	-18
WRF Resolution:	4 km You can use smaller met grid spacing/resolution in CALMET
WRF Domain Size:	50x50 km
WRF Vertical Levels:	35 (lowest level at ~20 m above ground level) CALMET will import these into its maximum of 11 vertical layers
Site Time Zone:	UTC-0500
Location:	MOROCOCHA, PERU

Lakes Environmental Software
E-mail: sales@webLakes.com
Web: www.webLakes.com

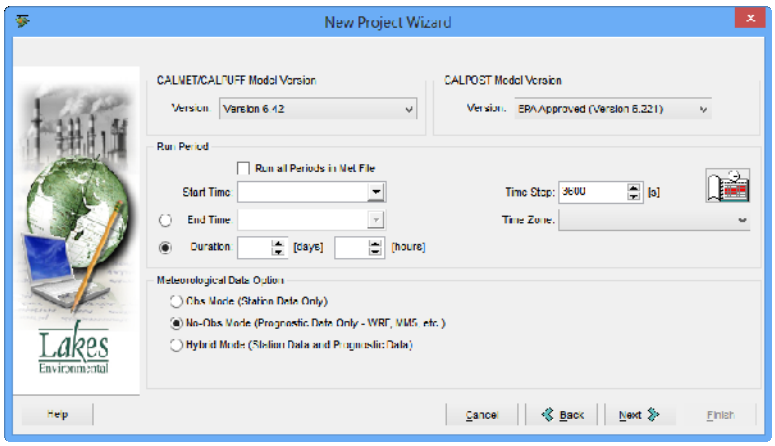
Setting Up Met Data in CALPUFF View

Please note that these instructions are based on **CALPUFF View Version 7.5** and **CALMET Model Version 6.42** options.

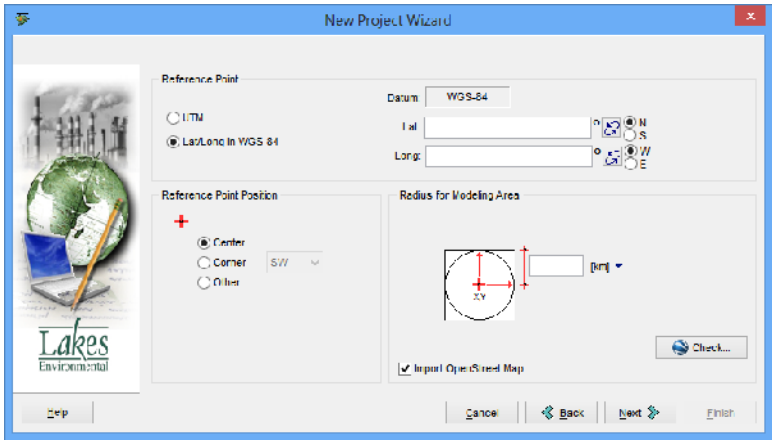
1 New Project Wizard

Start CALPUFF View and specify the following parameters under the **New Project Wizard**:

- **Run Mode:** Refined
- **Start Time:** Jan 01, 2018, hour 00:00:00
- **End Time:** Jan 01, 2019, hour 00:00:00
- **Time Zone:** UTC-0500
- **Meteorological Data Option:** No-Obs Mode



- **Reference Point:** select the "Lat/Long" option
- **Lat:** 11.61357 S
- **Long:** 76.14726 W
- **Reference Point Position:** Center
- **Maximum Radius for Modeling Area:** 25 km



Lakes Environmental Software
E-mail: sales@webLakes.com
Web: www.webLakes.com

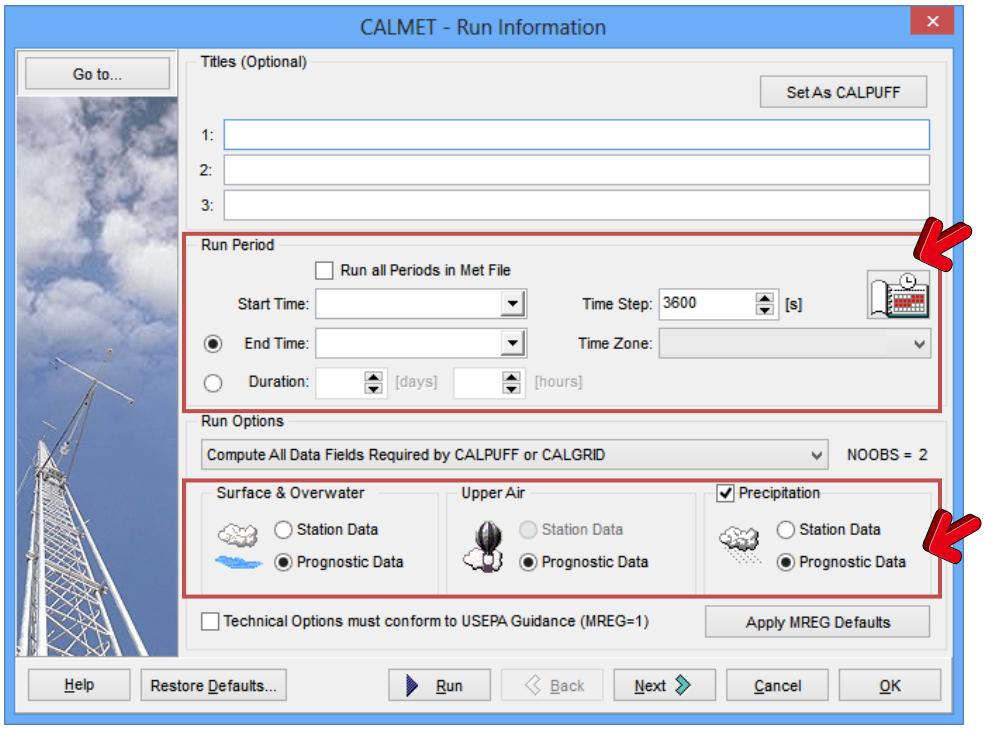
- **Cell Face Heights (ZFACE):** use suggested vertical cells or other
- **Grid Spacing:** user-defined

2 CALMET – Run Information

- **Start Time:** Specify the start time as Jan 01, 2018
- **End Time:** Specify the end time as Jan 01, 2019
- **Time Zone:** Specify the time zone as UTC-0500

Select the **Prognostic Data** option for:

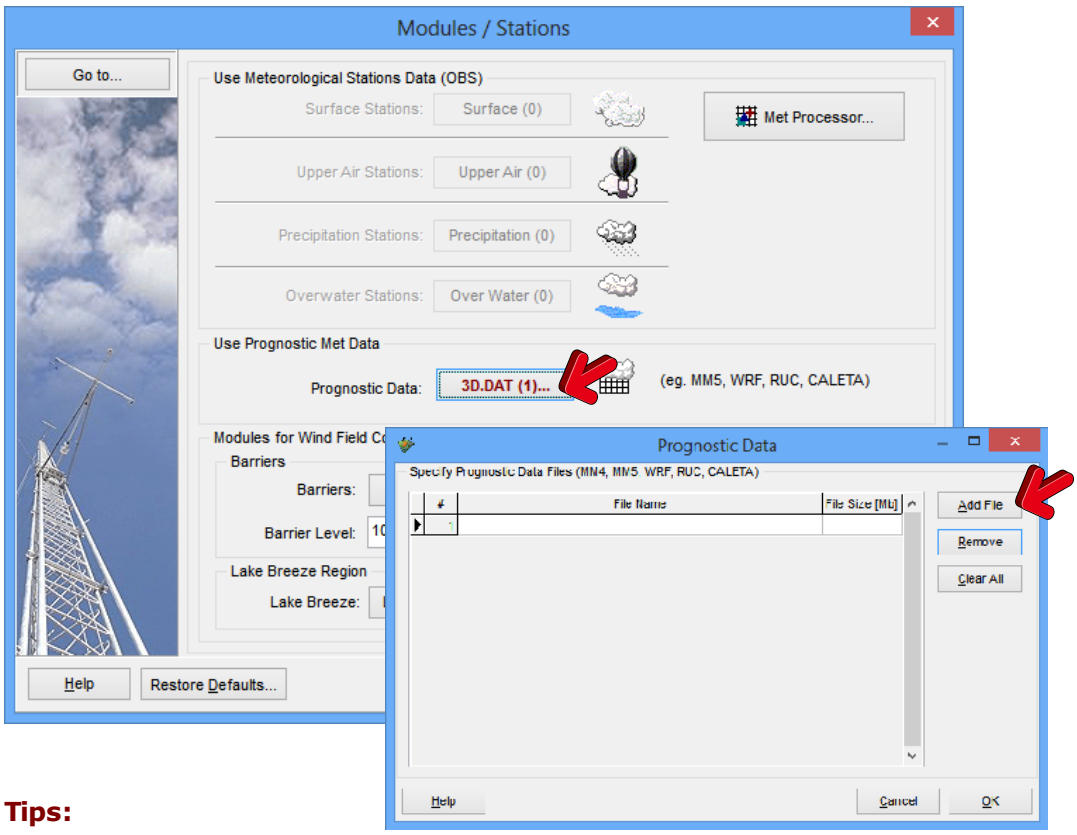
- Surface & Overwater
- Upper Air, and
- Precipitation



Lakes Environmental Software
E-mail: sales@webLakes.com
Web: www.webLakes.com

3 CALMET – Modules / Stations

Press the **3D.DAT** button and specify the WRF data files you received from Lakes Environmental in the dialog shown below by pressing the **Add File** button.



Tips:

1. The WRF data files are delivered to you in compressed format (*.dat.bz2) which can be easily unzipped using WINZIP or similar type of archiving/compression program. See the name convention of the files below:

   - **Compressed file:** WRF_YYYY-MM_City_NN.DAT.bz2
   - **Uncompressed file:** WRF_YYYY-MM_City_NN.DAT

2. Please note that if you have multiple WRF data files, **you must specify the months and years in order**. For example, if you have multiple years, you specify the earlier year first.

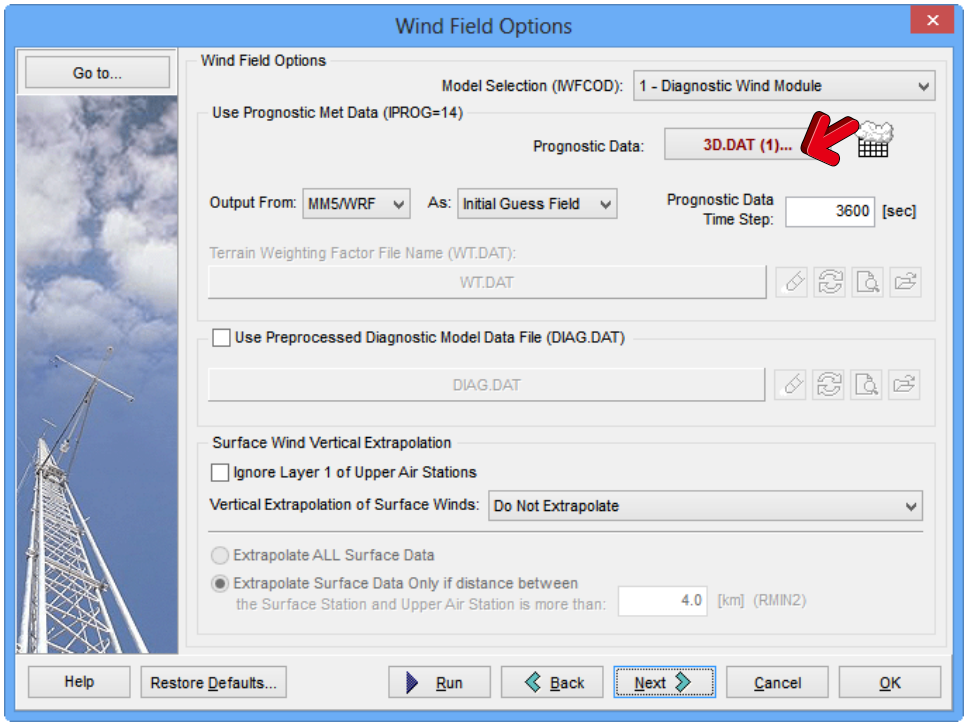
3. 3D.DAT data files are in **UTC+0000 Greenwich Time** and therefore you are receiving an extra day of data before and after your start and end dates. This is necessary for CALMET to shift the data from UTC+0000 to your site's local time (UTC-0500).

4. CALMET is limited to a **maximum of 52** prognostic data files per run. If you received more than 52 WRF data files then you will need to run CALMET for a smaller data period. We suggest you to run yearly. The CALPUFF model can accept multiple CALMET.DAT files.

Lakes Environmental Software
E-mail: sales@webLakes.com
Web: www.webLakes.com

4 CALMET – Wind Field Options

- **Model Selection (IWFCOD):** 1 - Diagnostic Wind Module
- **Output From:** MM5/WRF
- **As:** Initial Guess Field
- **Prognostic Data Time Step:** 3600 [sec]
- **Ignore Layer 1 of Upper Air Stations:** Uncheck this box
- **Vertical Extrapolation of Surface Winds:** Do Not Extrapolate



If you did not specify your WRF data files yet, press the **3D.DAT** button located in the above screen.

5 Having Problems?

Please do not hesitate to contact us if you have any problems with the met data you received. For additional information on the above steps e-mail us at:

support@webLakes.com

When contacting us, please provide:

- Met Data Order # MET1914256
- Detailed description of the problem

Lakes Environmental Software
E-mail: sales@webLakes.com
Web: www.webLakes.com

ANEXO B
PERFORMANCE DE LA DATA METEOROLÓGICA GENERADA POR EL MODELO WRF

Atmospheric Research 169 (2016) 280–291

Contents lists available at ScienceDirect

Atmospheric Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/atmos

WRF model performance analysis for a suite of simulation design

Manju Mohan *, Ankur Prabhat Sati

Centre for Atmospheric Sciences, Indian Institute of Technology, Hauz khas, Delhi, India

ARTICLE INFO

Article history:
Received 10 April 2015
Received in revised form 21 August 2015
Accepted 5 October 2015
Available online 26 October 2015

Keywords:
WRF
Nesting grid ratio
Time-split simulations
Sensitivity studies
Model Performance

ABSTRACT

At present scientists are successfully using Numerical Weather Prediction (NWP) models to achieve a reliable forecast. Nested domains are preferred by the modelling community with varying grid ratios having wider applications. The impact of the nesting grid ratio (NGR) on the model performance needs systematic analysis and explored in the present study. The usage of WRF is mostly as a mesoscale model in simulating either extreme events or events of smaller duration shown with statistical model evaluation for the correspondingly similar and short period of time. Thus, influence of the simulation period on model performance has been examined for key meteorological parameters. Several works done earlier on episodes involve model implementation for longer duration and for that single simulation is performed often for a continuous stretch. This study scrutinizes the influence on model performance due to one single simulation versus several smaller simulations for the same duration; essentially splitting the run-time. In the present study, the surface wind (i.e., winds at 10 meters), temperature and Relative humidity at 2 meters as obtained from model simulations are compared with the Observations. The sensitivity study of nesting grid ratio, continuous versus smaller split simulations and realistic simulation period is done in the present study. It is found that there is no statistically significant difference in the simulated results on changing the nesting grid ratio while the smaller time split schemes (2 days and 4 days schemes on comparison with 8 days and 16 days continuous run) improve the results significantly. The impact of increasing number of observations from different sites on model performance is also scrutinised. Furthermore, conceptual framework is provided for Optimum time period for simulations to have confidence in statistical model evaluation.

© 2015 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

Accurate forecast of weather and climate has always been an important goal for the meteorologists and weather forecasters. At present scientists are successfully using Numerical Weather Prediction (NWP) models to achieve a reliable forecast (Casati et al., 2008; Done et al., 2004; Lorenc, 1986; Michalakes et al., 2001) to be used by the society. To obtain an accurate simulation of the meteorological variables, it is necessary to correctly represent the various meteorological processes in the model. NWP models are computer simulations of the processes in the atmosphere used to predict the future state of atmosphere using the knowledge of its present state and numerical resolutions of the dynamical equations. With the improvements in the computational efficiency it is possible now to discretize the model into finer grids and larger domain. Theoretically, higher resolution modeling which incorporates better resolved model input fields (e.g., topography and meteorology), and better mathematical characterization of physical and chemical processes is expected to give better forecasts (Gego et al., 2005).

The sensitivity of model simulations to initial and boundary conditions, physical processes, downscaling, horizontal and vertical resolutions has already been discussed in various studies (Aligo et al., 2009; Borge et al., 2008; Etherton and Santos, 2008; Harris and Durran, 2009; P. Liu et al., 2012; Ritter et al., 2013; Saide et al., 2011). The results of Etherton and Santos (2008) suggested that in producing high resolution forecasts, it is important to incorporate the local high-resolution initialization. The increased grid resolution lead to finer texture of the model predictions resulting the output maps to have a more realistic appearance (Gego et al., 2005). Various studies have highlighted advantage of increasing the resolution of the model for improvement in forecast accuracy (Misenis and Zhang, 2010; Wang et al., 2006). The computation limitations effect the advantage of using increased resolution throughout the domain; but mostly the studies are focused on some small regions and the mesoscale processes in these key regions can be resolved at higher resolution using a nested grid technique. The advantage of using nested domain in WRF model has been shown in many previous works (Bukovsky and Karoly, 2009; Denis et al., 2002; Wang et al., 2006). Wang et al. (2006) showed in their study that for simulation of precipitation events, the forecast obtained using nesting were improved and better than those without nesting scheme. The results of using the nested domain is highlighted and is widely accepted by the modeling community but the impact of the nesting grid ratio (NGR) on overall accuracy of the model predictions is still an interesting question that need to be explored. J. Liu et al. (2012) have shown a comparison of various NGR in estimating the amount and distribution of rainfall and found that the finer ratios of 3

* Corresponding author.
E-mail address: mmohan66@gmail.com (M. Mohan).

http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.10.013
0169-8095/© 2015 Elsevier B.V. All rights reserved.

and 5 were better than the coarse ratio 10, where the ratio numeral denote the downscaling ratio from outer to inner domains Furthermore, the most used and default grid ratio 3 wasn't necessarily the best option in simulating rainfall. In the present study the effect of changing the NGR on the simulation of various surface parameters has been analysed.

The usage of WRF is mostly as a mesoscale model in simulating either extreme events or events of smaller duration (Aligo et al., 2009; Gentry and Lackmann, 2010; Litta et al., 2012; Wang et al., 2006). Several works done earlier on episodes of longer duration, interestingly, are done for a continuous stretch (Borge et al., 2008; Jiang et al., 2008; Mohan and Bhati, 2011; Trier et al., 2006; Žabkar et al., 2011). The study on wind at 60 m above ground level (AGL) done by Carvalho et al. (2012) used smaller (2 day 12 hour) simulation period for simulating winds for a month's duration and aimed at studying the impact of domain resolution, terrain complexity and various other numerical and physical aspects of model but didn't explore the simulations in case of several short period runs vis-à-vis a continuous run of the total simulation period referred as split scheme in rest of the paper This provokes some interesting questions: Does simulating an episode of longer duration at continuous stretch produce accurate results? What would be the impact of using smaller time split schemes in simulating such an episode? How much difference could there be in both the scenarios? The present study aims at showing the effect of using smaller time split schemes on the model simulated surface meteorological variables for a longer duration episode.

The assessment of model performance can be done using statistical parameters. There are a wide variety of such quantitative statistical tools available to the modeler that allow comparison of model performance and provide knowledge in establishing the credibility and limitations of a model (Bennett et al., 2013). It may happen that performance analysis based on few days (e.g., in case of severe episodes) of simulations may not be consistent when the simulation days or the size of the paired data in statistical analysis is varied. It is interesting to know the realistic quantity of paired data to have a confidence in the statistical analysis as also the variations in the quantum of this data in order to study their impact on model performance. The pertinent question is should there be a sizeable amount of paired data to be compared and if so the appropriate number? Thus model simulations to estimate the realistic amount of statistical data for confident results is also undertaken in this study. The main aim of this study is to examine the impacts of (i) NGR, (ii) number of split time runs and (iii) data size on the efficacy of model predictions for surface weather parameters such as wind speed, temperature and relative humidity.

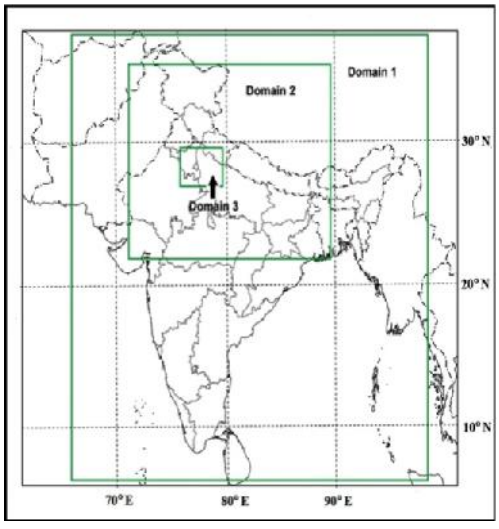
2. Domain and data

2.1. Study area

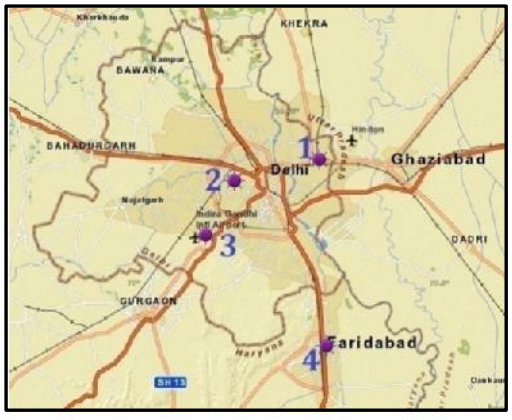
The domain used in the WRF simulations is shown in Fig. 1(a) with customized triple nested system of 18 km, 6 km and 2 km horizontal grid spacing of outer, middle and inner domains respectively (for the NGR experiments variations are made and the details are provided in Section 3.2.1). In all simulations innermost domain is kept almost similar and was taken around the megacity Delhi and its satellite cities. Delhi is sprawled over the west bank of Yamuna and is surrounded on three sides by Haryana and to the east by Uttar Pradesh (http://delhi.gov.in/wps/wcm/connect/DoIT/delhi+govt/travel/delhi+history).Delhi has a variety of land use and land cover that comprises dense to spare settlement, dense to sparse tree canopies, barren land, water bodies, sandy areas, and open land (Mohan et al., 2011). Study of the various surface meteorological variables is done for Delhi between latitude 28.36°N-28.92°N and longitude 76.82°E-77.41°E using observations from four stations namely Shadipur, Dilshad Garden (residential areas) Faridabad (commercial cum residential), and Indira Gandhi International (IGI) Airport (Fig. 1(b)). The weather of Delhi swings between different seasons: from hot and humid in summer (April–May), rains and high humidity levels in monsoon (July–September) air, to cold and dry weather in winter (November–January), followed by an intermediate spring (February–March). The average annual rainfall in Delhi is 714 mm, 75% of which falls in July, August and September. During the summer months temperatures can rise to 40-45 °C while in winters temperatures can drop to 4–5 °C. (http://delhi.gov.in/DoIT/DOIT_DM/state%20profile.pdf).

2.2. Data used

The geo-physical parameters viz., topography, land use, vegetation type, vegetation fraction, soil type etc. are taken from USGS (United States Geological Survey) datasets. The 5′, 2' and 30″ resolution datasets are used for the outer, middle and inner domains respectively. The initial and boundary conditions for the model are derived from National Centers for Environmental Prediction - final (NCEP - FNL) analysis



(a)



(b)

Fig. 1. The Left figure shows the triple nested model domain. Part of Domain 3 comprising of Delhi and its sattelite cities with major roadways is shown in the right figure. Location of sites used in the study viz., Dilshad Garden(1) Shadipur(2), IGI Airport (3) and Faridabad (4), are also shown in the figure(b).

024177

Table 1
Details of Numerical Experiments Performed.

Simulation	Start date and time	End date and time	Duration (hr)	Used in Cases
1	31-10-2012_00 UTC	15-11-2012_12 UTC	372	B
2	31-10-2012_00 UTC	08-11-2012_00 UTC	192	A,B
3*	31-10-2012_00 UTC	08-11-2012_00 UTC	192	A
4	07-11-2012_12 UTC	15-11-2012_00 UTC	192	B
5	31-10-2012_00 UTC	04-11-2012_12 UTC	96	B
6	04-11-2012_00 UTC	08-11-2012_00 UTC	96	B
7	07-11-2012_12 UTC	11-11-2012_12 UTC	96	B
8	11-11-2012_00 UTC	15-11-2012_12 UTC	96	B
9	31-10-2012_00 UTC	02-11-2012_12UTC	60	B,C
10	02-11-2012_00 UTC	04-11-2012_12 UTC	60	B,C
11	04-11-2012_00 UTC	06-11-2012_12 UTC	60	B,C
12	06-11-2012_00 UTC	08-11-2012_12 UTC	60	B,C
13	08-11-2012_00 UTC	10-11-2012_12 UTC	60	B,C
14	10-11-2012_00 UTC	12-11-2012_12 UTC	60	B,C
15	12-11-2012_00 UTC	14-11-2012_12 UTC	60	B,C
16	14-11-2012_00 UTC	16-11-2012_12 UTC	60	B,C
17	16-11-2012_00 UTC	18-11-2012_12 UTC	60	B,C
18#	31-10-2012_00 UTC	08-11-2012_00 UTC	192	A

A- Nesting Grid Ratio Sensitivity.
B- Continuous versus split simulations.
C- Realistic simulation period for statistical evaluation.
* The experiment with grid ratio 5.
# The experiment with grid ratio 7.

which is global operational analysis at 1° x 1° resolution. The FNL analysis is prepared by Global Data Assimilation System (GDAS), which continuously collects observational data from the Global Telecommunications System (GTS), and other sources. The lateral boundary condition of the model is updated every 6 hourly.

The comparison of model simulated variables is done with ground based observations acquired from the websites of wunderground (for IGI Airport) (http://www.wunderground.com/history/airport/VIDP/2014/11/05/DailyHistory.html) and Central Pollution Control Board (CPCB) for Dilshad Garden, Shadipur and Faridabad (http://www.cpcb.gov.in/CAAQM/MapPage/frmindiamap.aspx). The temperature and relative humidity observations were available at all four stations while the wind observations were available at only IGI Airport and Faridabad.

3. Model description and methodology

The Weather Research and Forecasting (WRF) model is the latest and widely used mesoscale models and widely used by both operational and research communities. The Advanced Research WRF (ARW) solver is the key component of the WRF modeling system, which is composed of several initialization programs for idealized and real-data simulations. The ARW dynamical core has fully compressible, Eulerian and non-hydrostatic equations with a run-time hydrostatic option which are conservative for scalar variables. The model uses terrain-following, hydrostatic-pressure vertical coordinate with constant pressure surface as top of the model boundary. The horizontal grid is the Arakawa-C grid staggering. The time integration scheme in the model uses the third order Runge–Kutta scheme, and the spatial discretization employs 2nd- to 6th-order advection options. There are various initial, lateral and top boundary options available in the model solver (NCAR, 2014). The model also supports interactive one-way, two-way, and moving nesting options (Michalakes et al., 2004).

3.1. Model configurations

The WRF model provides various options for parameterizations of the boundary layer physics. It provides the user various options for the parameterization of (i) microphysics, (ii) cumulus parameterization (CP), (iii) surface layer (SL), (iv) land surface model (LSM), and (v) planetary boundary layer (PBL). The physical parameterization schemes used in this study is the optimal combination of schemes used in various studies over Delhi (Mohan and Bhati, 2011; Payra and Mohan, 2014). Cloud microphysics is used from Lin et al. (1983) scheme, Convective parameterization is used from Kain Fritsch scheme (Kain and Fritsch, 1993), SL parameterization is used from Monin Obukhov (Janjic-Eta) scheme (Monin and Obukhov, 1954), LSM considered here is Noah land surface model (Chen and Dudhia, 2001), boundary layer parameterization is from Mellor Yamada-Janjic (MYJ) (Mellor

Table 2
The statistical parameters used to evaluate model performance.

Parameter	Formula	Range	Ideal Value	Benchmark+
Mean Bias Error (MBE)	$\overline{x_{mod}(t)-x_{obs}(t)}$	$(-\infty,\infty)$	0	Wind speed = 0.5 m/s Temperature = 0.5 K
Mean Absolute Gross Error (MAGE)	$\overline{\lvert x_{mod}(t)-x_{obs}(t)\rvert}$	$(0,\infty)$	0	Wind speed = 2 m/s Temperature = 2 K
Root Mean Square Error (RMSE)	$\overline{(\lvert x_{mod}(t)-x_{obs}(t)\rvert^2)}^{0.5}$	$(0,\infty)$	0	
Standard Deviation of Residuals (SDR)	$\overline{(\lvert x_{mod}(t)-x_{obs}(t)-MBE\rvert^2)}^{0.5}$	$(0,\infty)$	0	
Index of Efficiency (IOE)	$1-\frac{\sum(x_{mod}-x_{obs})^2}{\sum(x_{obs}-\overline{x_{obs}})^2}$	$(-\infty,1)$	1	
Index of Agreement (IOA)	$1-\frac{\sum(x_{mod}-x_{obs})^2}{\sum(\lvert x_{mod}-\overline{x_{obs}}\rvert+\lvert x_{obs}-\overline{x_{obs}}\rvert)^2}$	$(0,1)$	1	RH = 0.7 Temperature = 0.7 Wind speed = 0.6
Fractional Mean Bias (FMB)	$\frac{\overline{x_{mod}}-\overline{x_{obs}}}{0.5[\overline{x_{mod}}+\overline{x_{obs}}]}$	$(-2,2)$	0	

The overbar on variables indicate their average values.
+ Emery et al., 2001.

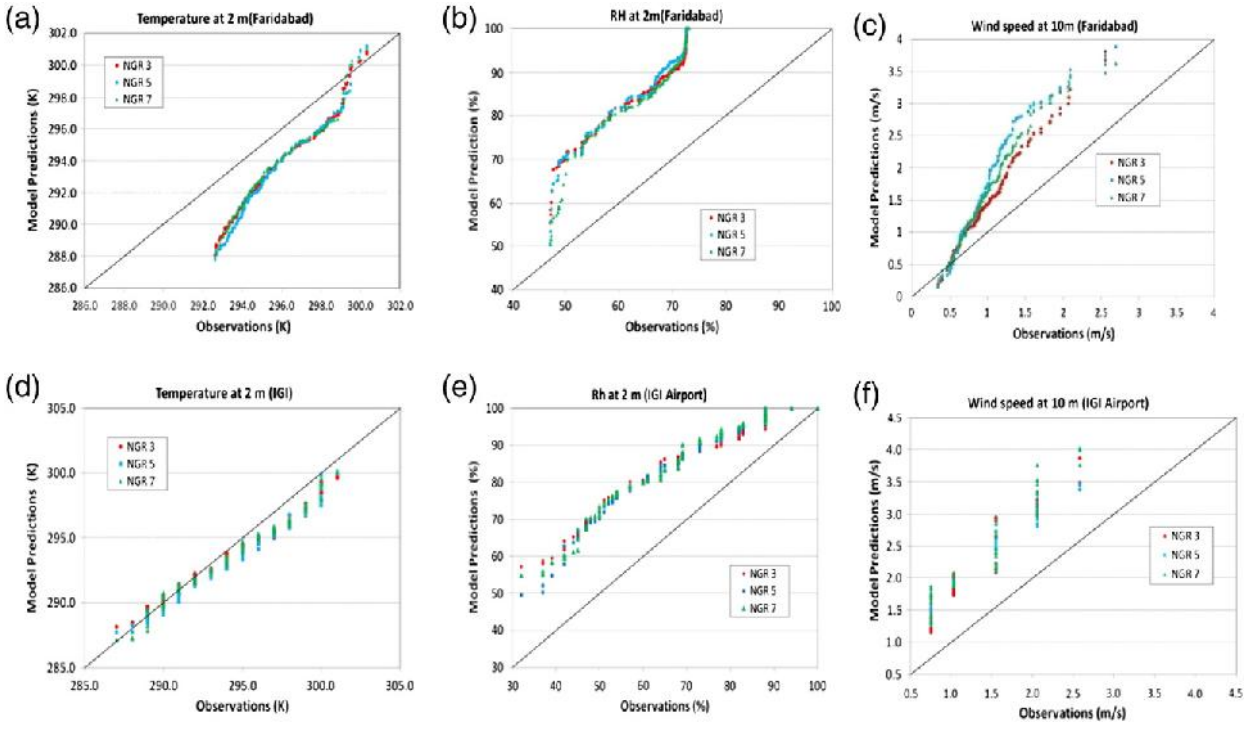


Fig. 2. Q-Q plots of temperature (a,d), relative humidity (b,e) and wind speed (c,f) at Faridabad (top panel) and IGI Airport (lower panel) for NGR 3, 5 and 7. The solid line in the plots is one-to-one line.

and Yamada, 1982), long wave radiation model considered is Rapid Radiative Transfer Model (RRTM) and for short wave radiation Dudhia's scheme (Mlawer et al., 1997; Dudhia, 1989) is selected.

3.2. Case studies

In the present study three sensitivity studies are performed viz., (i) The Nesting Grid Ratio (NGR) sensitivity, (ii) The continuous run versus time-split sensitivity and (iii) realistic simulation period for statistical model evaluation. The simulation period is from 31st October 2012 to 18th November 2012 which included a severe smog episode over Delhi and Hindu festival of Diwali. Very high values of pollutants were measured for the smog episode and the winds measured were mostly calm winds (Sati and Mohan, 2014). A brief description of the methodology followed in the three sensitivity studies is presented here:

3.2.1. Sensitivity study A: The nesting grid ratio (NGR) sensitivity

The WRF supports horizontal nesting for detailed analysis in the area of interest using 1-way nesting or 2-way nesting options. In the 1-way nest the information exchange is only from the coarse grid to the fine grid grids, whereas in two way simulation the information exchange is between the grids in both directions (Michalakes et al., 2004). The integer number in NGR (for example, 3 or 5) depicts the downscaling ratio between the coarse and finer grid. Generally, in various studies using

Table 3
Statistical analysis for sensitivity of nesting grid ratio 3, 5 and 7 across various stations.

Variable	Statistical Parameter	IGI Airport			Faridabad		
		Grid Ratio 3	Grid Ratio 5	Grid Ratio 7	Grid Ratio 3	Grid Ratio 5	Grid Ratio 7
Temperature at 2 m	**MBE (K)**	−0.62	−0.93	−0.61	−2.31	−2.56	−2.21
	MAGE (K)	1.54	1.56	1.57	2.37	2.63	2.33
	RMSE (K)	2.03	2.11	2.03	2.79	3.00	2.73
	FMB	−0.05	−0.06	−0.04	−0.11	−0.12	−0.10
	SDR	1.95	1.90	1.94	1.56	1.57	1.61
	IOE	0.69	0.66	0.69	−0.79	−1.08	−0.72
	IOA	0.90	0.90	0.91	0.74	0.73	0.75
Relative humidity at 2 m	**MBE (%)**	14.61	14.19	14.15	21.47	21.93	20.40
	MAGE (%)	14.90	15.20	15.42	21.48	21.99	21.30
	RMSE (%)	18.49	18.82	18.89	22.64	23.01	23.06
	FMB	0.18	0.18	0.18	0.29	0.29	0.28
	SDR	13.31	14.17	13.70	7.18	6.97	9.77
	IOE	0.03	0.01	−0.01	−6.18	−6.42	−6.45
	IOA	0.70	0.69	0.70	0.45	0.46	0.46
Wind Speed at 10 m	**MBE (m/s)**	0.55	0.60	0.69	0.44	0.67	0.58
	MAGE (m/s)	0.83	0.83	0.89	0.63	0.86	0.73
	RMSE (m/s)	1.07	1.03	1.13	0.81	1.09	0.94
	FMB	0.48	0.50	0.55	0.35	0.49	0.44
	SDR	0.92	0.83	0.89	0.68	0.86	0.74
	IOE	−2.19	−2.07	−2.34	−2.32	−5.03	−3.45
	IOA	0.46	0.53	0.48	0.54	0.41	0.51

WRF a triple nested domain is used with a NGR of 3 (Borge et al., 2008; Gego et al., 2005; Gentry and Lackmann, 2010; Madala et al., 2014). To study the impact of NGR, model simulations are performed for three simulations with the ratios of 3, 5 and 7 using 2 way nesting option and results compared. In all the cases the innermost domain is common which is fixed over Delhi with horizontal grid spacing of 2 km. Thus, horizontal resolution is varied for middle and outer domains only with three different NGR values viz., 1:3, 1:5 and 1:7. For example, when we used the NGR of 1:3, the horizontal grid spacing of the inner, middle and outer domain was 2 km, 6 km and 18 km respectively. Similarly, the grid spacing for the inner, middle and outer domain was 2 km, 10 km, 50 km and 2 km, 14 km, 98 km for 1:5 and 1:7 NGR respectively. The middle domain in the three schemes is roughly over northern India and the outer domain covered whole of India as shown in Fig. 1(a). The Mercator map projection is used to study the domains.

3.2.2. Sensitivity study B: Continuous run versus time-split simulations

As mentioned earlier one of the objective of the present study is to show the impact of using a continuous run for a fixed period of time (e.g., few days to few weeks) versus a larger number of simulations of small time duration (2, 4, 8 days etc.) for the same period of time. To study such impact comparison is done between the model simulated results of the 16 day continuous single run with various time split runs viz., 8 days, 4 days and 2 days completing 16 days run in 2,4 and 8 runs respectively named as 8 days, 4 days and 2 days split runs in remaining part of the paper. The model output is studied on the hourly basis from these split runs and compared with the 16 day continuous

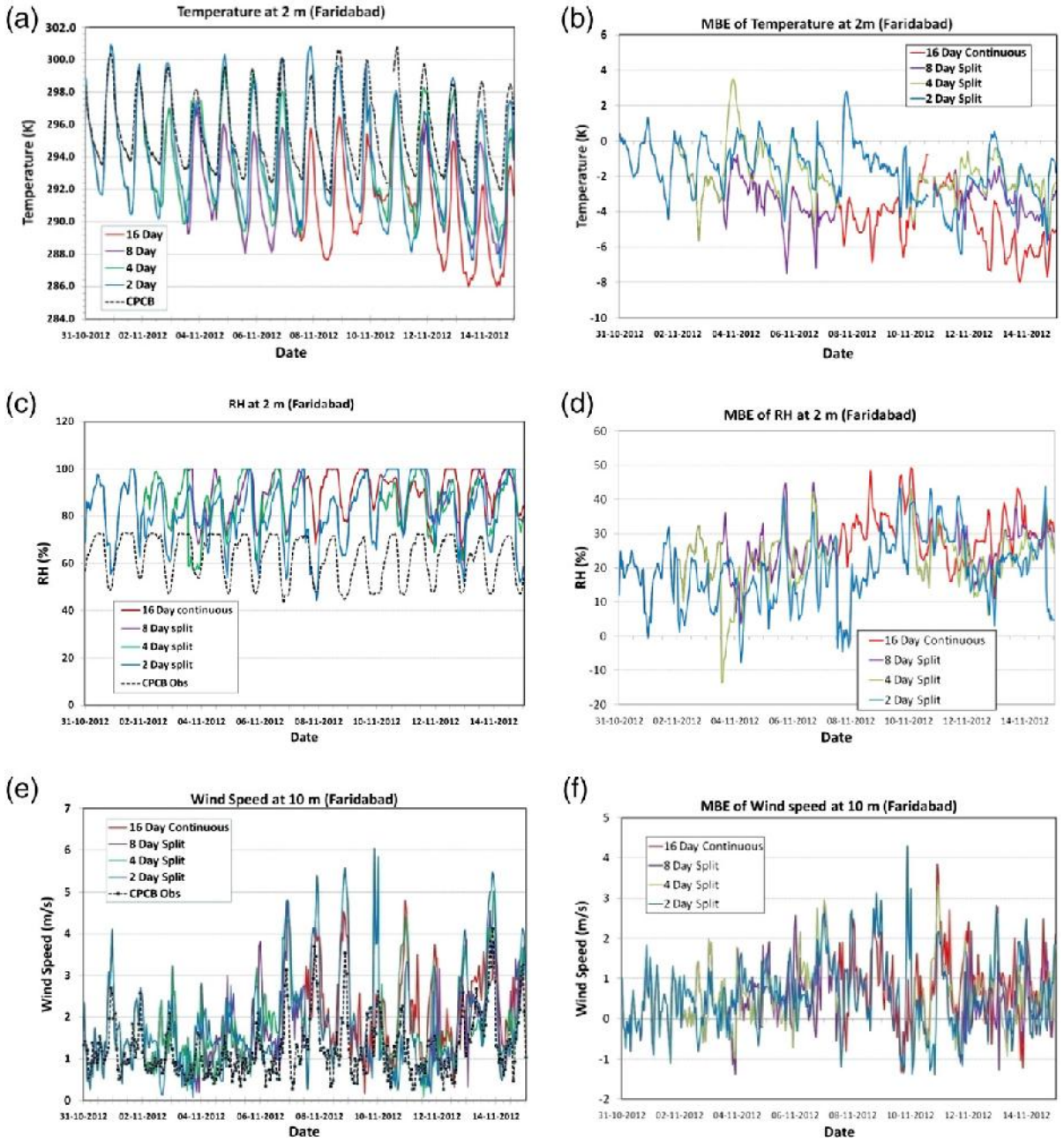


Fig. 3. Comparison of model simulated (a) T2m (c) RH2m and (e) WS10m by different time split cases (16 days, 8 days, 4 days and 2 days) with observations and Figures (b), (d) and (f) depicting respectively the temporal evolution of MBE at Faridabad.

run. In all the simulations 12 hours were treated as model spin up. The details of the numerical experiments are given in Table 1.

3.2.3. Sensitivity study C: Optimum time period of simulation for realistic model performance evaluation

To estimate the realistic and adequate data size required for statistical analysis for model performance evaluation a set of experiments were performed as shown in Table 1. For the study, total simulation period of 18 days was taken with 9 simulations done each using 2 days split scheme based on the exercise performed in sub-Section 3.2.1. The analysis of meteorological variables was done on hourly basis and the daily average (24 hours) of the Mean Absolute Gross Error (MAGE), Root Mean Square Error (RMSE) and Fractional Mean Bias (FMB) were analyzed. The effect of increasing the number of simulation days is examined by the 'cumulative' values of these three parameters, where the "cumulative" value of a parameter for any day is calculated using all the values prior to that day. For example the cumulative-MAGE (CMAGE) for 'n^{th}' day is MAGE of the variable for 1 to n days. Mathematically CMAGE is defined as:

$$\mathrm{CMAGE} = \frac{1}{n}\sum_{i}^{n}\mathrm{MAGE}_i$$

where MAGE used in the above formula is the daily average value of Mean Absolute Gross Error for meteorological variables calculated as per the formula given in Table 2, 'n' is the number of days and the index 'i' varies from 1 to the number of days 'n'. The cumulative-RMSE (CRMSE) and cumulative-FMB (CFMB) is calculated in the similar fashion as:

$$\mathrm{CRMSE} = \frac{1}{n}\sum_{i}^{n}\mathrm{RMSE}_i$$

and

$$\mathrm{CFMB} = \frac{1}{n}\sum_{i}^{n}\mathrm{FMB}_i$$

where RMSE and FMB used in the above formulae is the daily average value of root mean square error and fractional mean bias for meteorological variables calculated as per the formula given in Table 2.

3.3. Experimental design and numerical experiments performed

Table 1 show simulations carried out for the sensitivity studies A, B and C described in the previous sub-section referred as case studies A,B and C respectively. The table includes the duration of run, the start and end date and the case studies for which these simulation results are analyzed.

The various statistical parameters used for analysis of results in Table 2 are based on previous works where these are utilized for evaluating the model performance (Hanna, 1994; Bennett et al., 2013; Willmott, 1981, 1982; Hogrefe et al., 2001; J. Liu et al., 2012; Mohan and Siddiqui, 1997; Wang et al., 2006; Legates and McCabe, 1999; Nash and Sutcliffe, 1970). The Index of Efficiency (IOE) and Index of Agreement (IOA) overcomes the problems associated with the plain use of coefficient of correlation in measuring the accuracy of the model predictions (Willmott, 1982; Willmott et al., 1985; Ibarra-Berastegi et al., 2011). To interpret the data instead of the paired analysis of data that gives coefficient of correlation, we used the Quantile- Quantile (Q-Q) plots which quantify the unpaired analysis. Furthermore IOE and IOA are used in the statistical analysis. The aspect ratio and coloring scheme of various figures can be slightly different for better visualization and follow the general guidelines given by Kelleher and Wagener (2011). In all the case studies, comparison is done between the observations and values corresponding to the closest grid point near the observation/station obtained from the model simulations.

Table 4
Statistical analysis of the Relative Humidity (RH) at 2 m across various stations for continuous 16 days and three time-split schemes.

Stations	Time split	Relative Humidity Statistics						
		MBE (%)	MAGE (%)	RMSE (%)	FMB	SDR	IOE	IOA
IGI Airport	**16 day**	22.04	22.17	26.40	0.28	14.55	−0.96	0.58
	8 day	19.57	19.88	23.51	0.25	**13.03**	−0.55	0.64
	4 day	16.30	17.94	21.51	0.21	14.04	−0.30	0.68
	2 day	**14.13**	**16.13**	**19.49**	**0.20**	13.44	**−0.06**	**0.72**
Faridabad	**16 day**	26.40	26.41	27.66	0.35	8.25	−7.59	0.42
	8 day	23.35	23.42	24.76	0.32	**8.22**	−5.88	0.46
	4 day	21.31	21.62	23.14	0.29	9.00	−5.01	0.49
	2 day	**19.53**	**19.67**	**21.87**	**0.27**	9.85	**−4.38**	**0.50**
Dilshad Garden	**16 day**	19.99	20.26	22.91	0.25	**11.20**	−1.53	0.55
	8 day	16.81	17.43	20.25	0.21	11.36	−0.98	0.63
	4 day	14.17	15.64	18.65	0.18	12.13	−0.68	0.66
	2 day	**12.66**	**15.01**	**18.37**	**0.16**	13.32	**−0.63**	**0.67**
Shadipur	**16 day**	20.16	21.52	26.14	0.25	16.65	−0.70	0.57
	8 day	17.21	18.60	22.60	0.22	**14.66**	−0.27	0.66
	4 day	14.87	16.69	**21.03**	0.19	14.87	**−0.10**	**0.69**
	2 day	**13.33**	**16.49**	21.25	**0.17**	16.50	−0.12	0.68

4. Results and discussion

4.1. The nesting grid ratio (NGR) sensitivity

The sensitivity of model simulated meteorological variables to the grid nesting ratio of 3,5 and 7 is shown in Fig. 2 for Faridabad and IGI Airport Stations, using Q-Q plots for temperature at 2 meters (T2m), relative humidity at 2 meters (RH2m) and wind speed at 10 meters (WS10m). It can be seen from the plots that the model underestimated the T2m and overestimated RH2m and WS10m at both the stations for all values of NGR. It was observed that mostly the model simulated T2m, RH2m and WS10m by all nesting ratios are quite close to each other and indistinguishable for almost entire range of predictions except at Faridabad for WS10m. The statistical analysis for the three nesting ratios as shown in Table 3 for all the parameters also depicted that there is no significant difference between the simulations.

It can be observed from the above analysis that change in NGR does not affect the WRF simulations. It may be inferred that computation time and costs can be saved by using higher NGR for model simulations.

4.2. Continuous run versus time-split simulations

Fig. 3(a), (c) and (e) shows the comparison of temporal variation of model simulated T2m, RH2m and WS10m respectively by 16 day

Table 5
Statistical analysis of the temperature at 2 m across various stations for continuous 16 days and three time-split techniques.

Stations	Time split	Temperature Statistics						
		MBE (K)	MAGE (K)	RMSE (K)	FMB	SDR	IOE	IOA
IGI Airport	**16 day**	−2.16	2.66	3.46	−0.12	2.70	0.28	0.78
	8 day	−1.04	1.87	2.43	−0.06	2.20	0.65	0.88
	4 day	−0.16	1.62	2.06	−0.02	2.06	0.75	0.92
	2 day	**−0.07**	**1.47**	**1.85**	**−0.01**	**1.85**	**0.80**	**0.94**
Faridabad	**16 day**	−3.59	3.61	4.05	−0.17	1.88	−1.91	0.63
	8 day	−2.52	2.63	2.98	−0.12	1.59	−0.62	0.75
	4 day	−1.66	1.92	**2.24**	−0.08	**1.51**	0.09	0.84
	2 day	**−1.66**	**1.84**	2.28	**−0.08**	1.58	**0.04**	**0.84**
Dilshad Garden	**16 day**	−2.58	2.91	3.61	−0.13	2.53	−8.65	0.66
	8 day	−1.45	2.23	2.74	−0.07	2.32	−4.54	0.74
	4 day	**−0.62**	1.93	2.31	−0.03	2.23	−2.96	0.81
	2 day	−0.69	**1.90**	**2.23**	**−0.03**	**2.21**	**−2.68**	**0.82**
Shadipur	**16 day**	−4.70	4.70	5.29	−0.23	2.42	−0.60	0.92
	8 day	−3.62	3.66	4.23	−0.17	2.18	−0.03	0.94
	4 day	−2.77	2.91	3.47	−0.13	2.08	0.31	0.96
	2 day	**−2.75**	**2.81**	**3.40**	**−0.12**	**2.04**	**0.33**	**0.96**

continuous and various time split schemes (8 days, 4 days and 2 days) with observations and their corresponding temporal variation of MBE is shown through Fig. 3(b), (d) and (f) respectively at the Faridabad station. It is observed from Fig. 3(a), (c) and (e) that the diurnal variation of T2m, RH2m and WS10m is well captured by the model particularly by the 2 days split scheme, though there is slight under-prediction in term of temperature values and over-prediction in the RH values. The temporal evolution of MBE as depicted in Fig.3(b), 3(d) and 3(f) show that the errors start to diverge after 2 days for the '4 day split', after 4 days for '8 days split' and after 8 days for '16 days continuous' runs. For various time periods on account of overlapping values only few error lines are visible. For T2m and RH2m, the MBE show lower values for '2 days split scheme' in most of the cases. Though there are instances when lower MBE are observed for other schemes as well. On an average the lowest values were found for 2 days split run for both temperature and relative humidity and is also seen in Tables 4 and 5 respectively. The MBE for WS10m didn't show better performance by any particular scheme but in general it can be seen that the MBE values were lower for smaller split runs when compared to 16 days continuous run.

Fig. 4 shows Q-Q plots of model simulated RH2m by 16 day continuous and various time split schemes (8 days, 4 days and 2 days) with observations at Dilshad Garden, Shadipur, Faridabad and IGI Airport. It may be noted that though the model over-estimated the magnitude of RH2m at all the stations, the results improved markedly when we went for smaller time splits of the episode. The statistical analysis for RH2m using various statistical parameters in Table 4 also depicted that the results show improvements for smaller time- split schemes. In Table 4 for RH2m the best statistical measure for each parameter for various stations is depicted by values in bold and it can be seen that for all the stations the MBE, MAGE and FMB show the best values for the 2 days split scheme. Furthermore, the RMSE, IOE and IOA values are also best for the 2 days split scheme for 3 out of 4 stations while the SDR shows better values for 8 days and 16 days continuous run at different stations. In general, for majority of statistical parameters (22 out of 28 instances) at various stations as the performance of 2 days split scheme is best amongst all simulations followed by 4 days, 8 days and 16 days continuous run in the decreasing order we infer that 2 day split scheme worked best in our case. It was observed from Table 4 that there was an overall 30–35% improvement in MBE, MAGE and RMSE values and almost 20% improvement in IOA values which is significant. Furthermore, it was observed that the 2 days split scheme was closer to benchmark of RH prediction in terms of IOA while 16 day continuous scheme was the worst.

The Q-Q plots of model simulated T2m from the various time split schemes with observations at Dilshad Garden, Shadipur, Faridabad and IGI Airport are shown in Fig. 5. It was observed that though the model under-estimated the temperature at all the stations, the smaller time split schemes were performing better than the 16 days continuous scheme. In Table 5 for T2m the best statistical measure for each parameter for various stations is depicted by values in bold and it can be seen

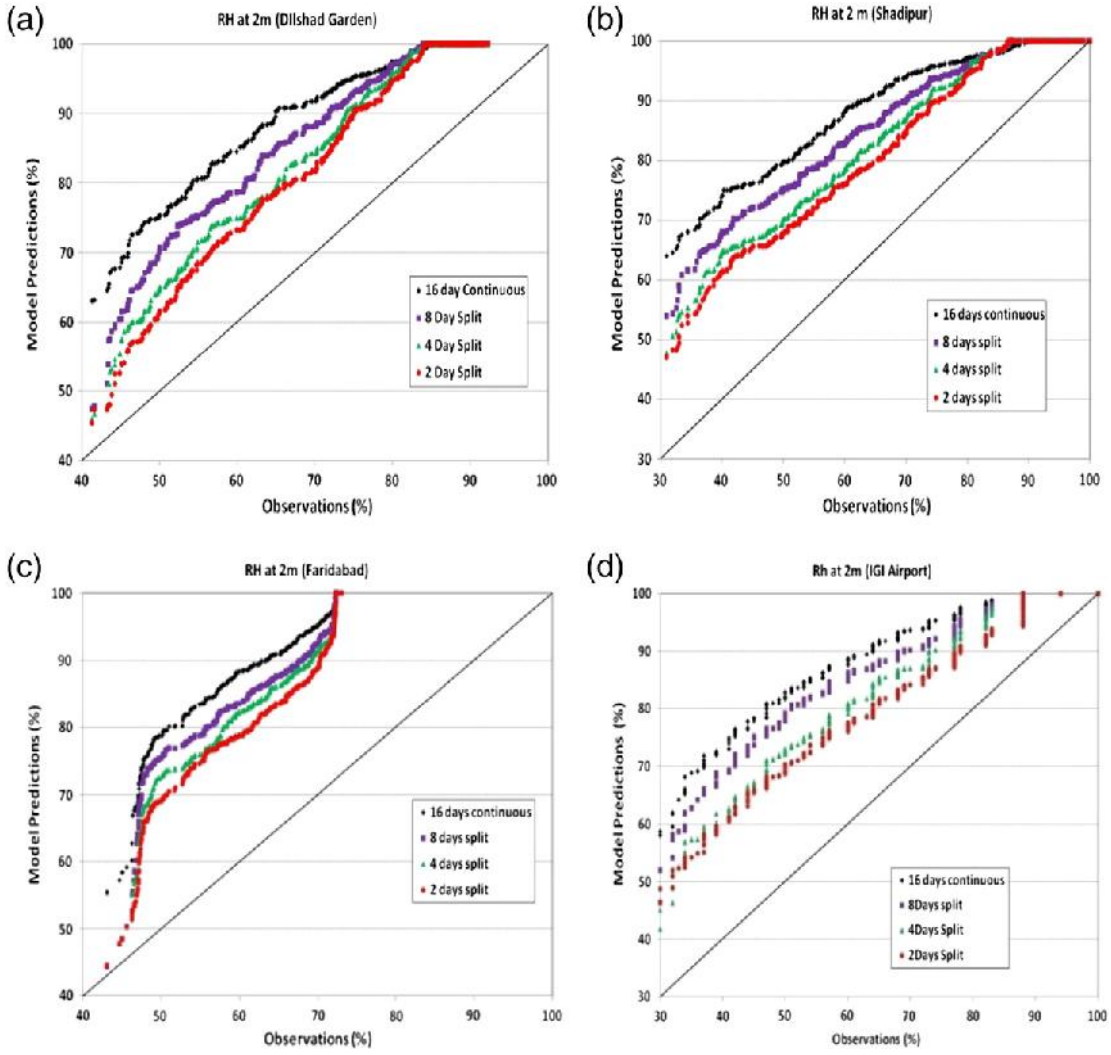


Fig. 4. Q-Q plots showing comparison of model simulated relative humidity at 2 m by different time split cases (16 days, 8 days, 4 days and 2 days) with observations at (a) Dilshad Garden, (b) Shadipur,(c) Faridabad and (d) IGI Airport. The solid line in the plots is one-to-one line.

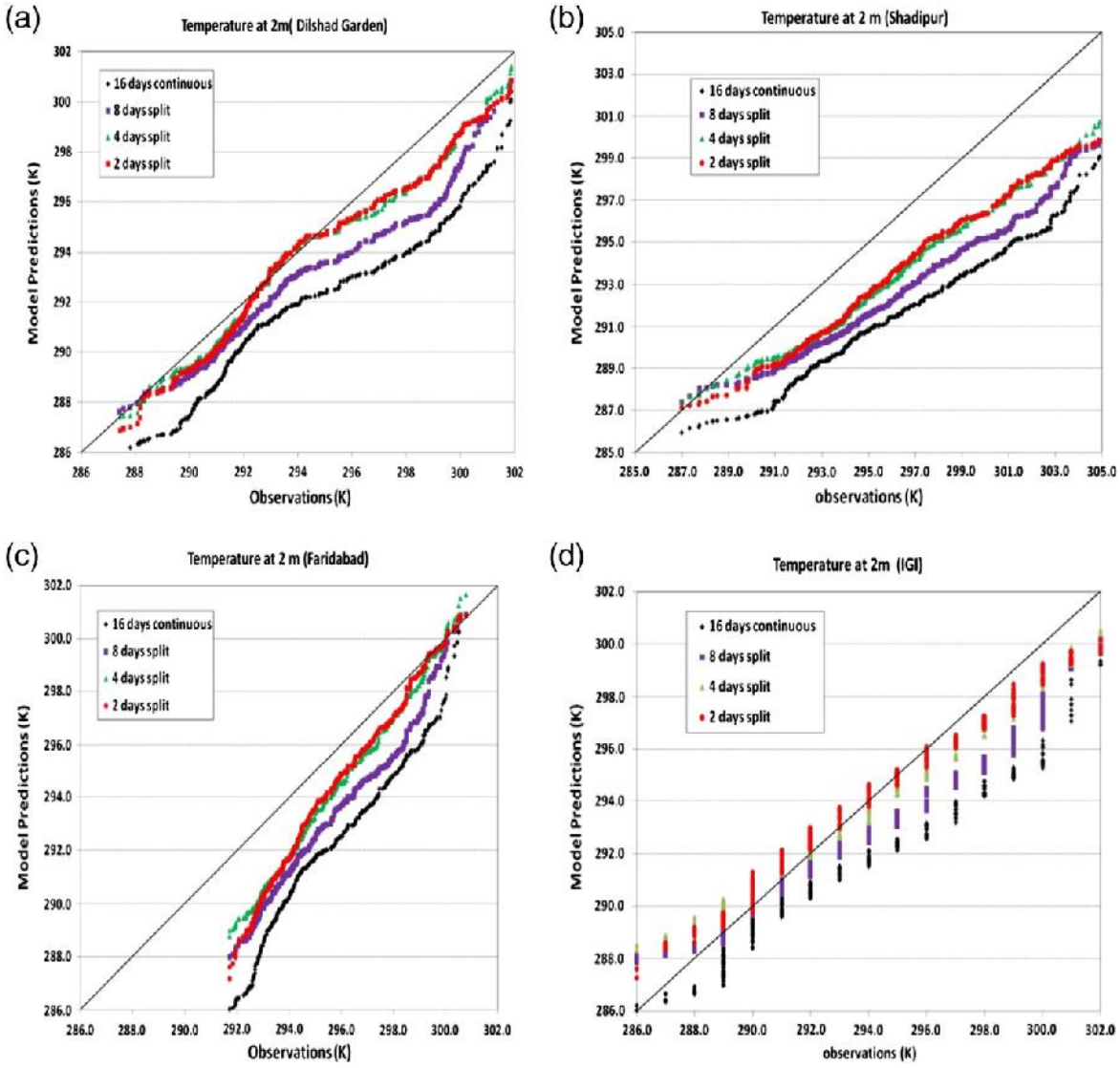


Fig. 5. Q-Q plots showing comparison of model simulated temperature at 2 m by different time split cases (16 days, 8 days, 4 days and 2 days) with observations at (a) Dilshad Garden (b), Shadipur (c), Faridabad and (d)IGI Airport. The solid line in the plots is one-to-one line.

that for almost all the statistical parameters (25 out of 28 instances) across all the stations (except RMSE and SDR at Faridabad station and MBE at Dilshad Garden station) the values are best for the 2 days split scheme. The 2 days split scheme was better than the 4 days split scheme which was in turn better than the 8 days split and 16 days continuous simulations. Across all the stations a marked improvement was seen in all the parameters when the 2 days split scheme was used. There was an overall 20–45% improvement in MBE, MAGE and RMSE values and almost 10–15% improvement in IOA values. Furthermore, it was observed that the 2 days split scheme was closer to benchmarks of temperature prediction in terms of MAGE while 16 days continuous scheme was the worst. Although statistics as shown by MBE and FMB showed that the model under-predicted the temperature, the benchmark in terms of IOA was fulfilled by all the schemes.

Table 6 depicts the statistical analysis of WS10m and it was observed that the parameters showed no marked difference for the schemes. Still it was observed from Table 6, that the 2 days split scheme was little better than the 16 days continuous scheme but the improvement is not statistically significant. The wind speed were within the benchmark in terms of MAGE as well as IOA. The Q-Q plots of the time split schemes in simulating the WS10m is shown in Fig. 6 for IGI Airport and Faridabad. It was observed that the model could capture the low winds very well in comparison to higher magnitudes. As mentioned earlier, the episode contained a severe smog episode over Delhi and simulation of the characteristic stagnant calm winds by model is physically significant.

Table 6
Statistical analysis of the wind speed at 10 m across various stations for continuous 16 days and three time-split techniques.

Stations	Time split	Wind Speed Statistics						
		MBE (m/s)	MAGE (m/s)	RMSE (m/s)	FMB	SDR	IOE	IOA
IGI Airport	**16 day**	0.82	1.03	1.29	0.54	0.99	−1.32	0.61
	8 day	0.65	0.95	1.20	0.47	1.03	−1.01	0.65
	4 day	0.68	0.94	1.16	0.49	0.96	−0.87	0.68
	2 day	0.65	0.95	1.17	0.44	0.97	−0.92	0.66
Faridabad	**16 day**	0.66	0.83	1.07	0.42	0.83	−0.69	0.63
	8 day	0.58	0.79	1.05	0.38	0.88	−0.62	0.66
	4 day	0.63	0.83	1.09	0.40	0.88	−0.70	0.66
	2 day	0.57	0.81	1.05	0.37	0.89	−0.67	0.70

024183

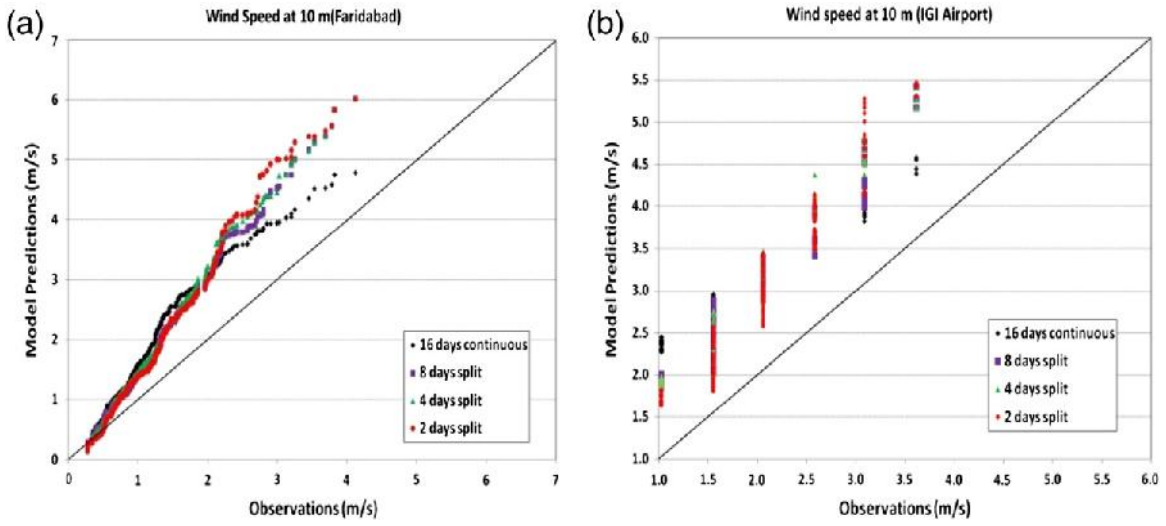


Fig. 6. Q-Q plots showing comparison of model simulated wind speed at 10 m by different time split cases (16 days, 8 days, 4 days and 2 days) with observations at Faridabad and IGI Airport.

4.3. Optimum time period of simulation for realistic model performance evaluation

It may be noted that model is applied for a particular episode or extreme event (Aligo et al., 2009; Gentry and Lackmann, 2010; Litta et al., 2012; Wang et al., 2006) and inferences are drawn based on statistical evaluation of 1–3 days simulations. It may happen that model performance is not consistent when the simulation days (or the size of the paired data) in statistical analysis is varied. As discussed in Section 3.2.3 statistics is presented here upto 18 days considering different number of days for the simulation period (only shorter runs of 2 days split scheme are used). Fig. 7 shows the MAGE and CMAGE for various meteorological

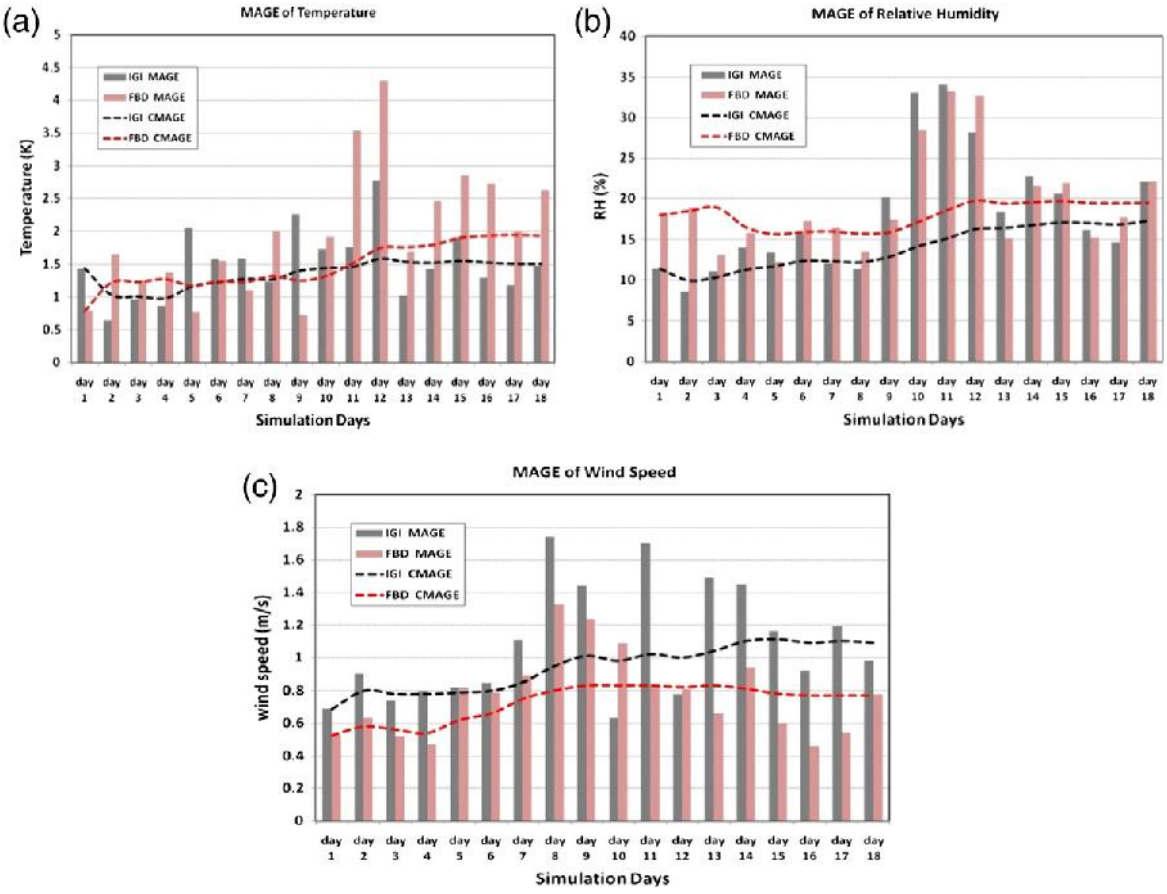


Fig. 7. Mean Absolute Gross Error (MAGE) and Cumulative Mean Absolute Gross Error (CMAGE) plots of (a) Temperature at 2 m,(b) Relative Humidity at 2 m and (c)Wind Speed at 10 m for 18 days of IGI Airport and Faridabad.

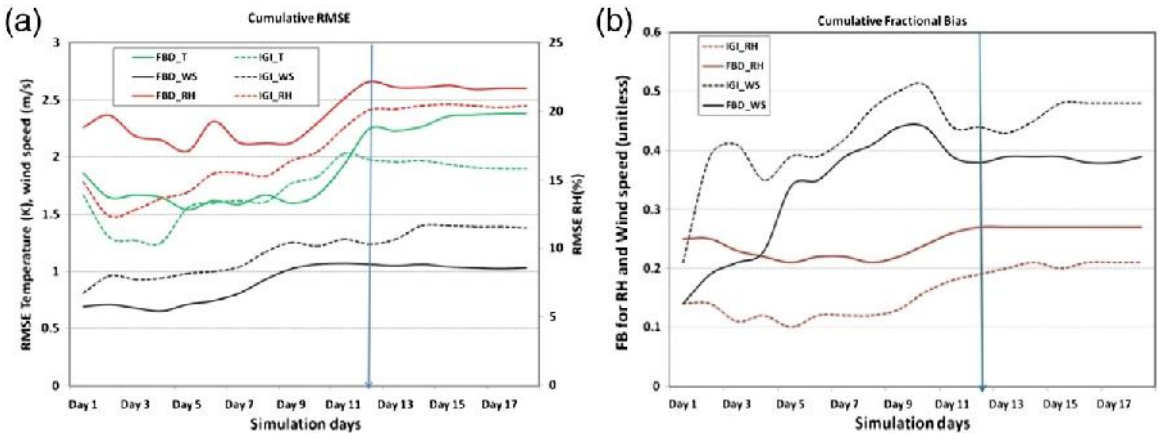


Fig. 8. (a) Cumulative RMSE and (b) FMB plots of Temperature at 2 m(green) Relative Humidity at 2 m (red)and Wind Speed at 10 m (black) for 18 days of IGI Airport (dotted line)and Faridabad(solid line). The plot (a) has RMSE for Temperature and wind speed in primary vertical axis while RMSE for RH is in secondary vertical axis. FMB for temperature is not plotted.

variables at IGI Airport and Faridabad station. Here MAGE is presented for individual days for 24 hour period as per the indicated day number on the x-axis. CMAGE on the other hand is MAGE calculated for the day number displayed on the x-axis together with all the preceding days combined together and shown as dashed lines in the Fig. 7. It is noted CMAGE shows significant variation upto about 10–12 days and becomes more or less constant for subsequent days. When the CMAGE variation becomes insignificant by further increase in the number of days, this can be specified as a point for an optimum number of days for which the model performance is consistent in terms of various errors.

For all the three variables it was observed that the MAGE (shown by the vertical bars) of individual days varied considerably for the two stations. For example the MAGE of temperature at Faridabad [Fig. 7(a)] varied from 0.6 K to 4.2 K for various days and MAGE of RH at 2 m [Fig. 7(b)] varied from 8%-34% at IGI for various days. Hence, having less number of days or less than optimum quantity of data for comparison could have a considerable impact on the statistical evaluation. The CMAGE of the variables (represented by dashed lines) showed that the effect of these anomalies in errors can be reduced by increasing paired data from longer simulation period and obtain consistency in results such that increasing number of days do not alter the errors. It is observed that for our case study CMAGE showed a consistent value for all the three variables after 12 days of evaluation. Similar analysis was done for RMSE and FMB too and the corresponding plot for cumulative-RMSE and cumulative-FB is shown in Fig. 8(a) and (b). The FB for temperature was very low so was not considered in plotting. It is observed that for various meteorological variables across different stations the consistency was obtained generally after 12 days of simulations except for the RMSE of Temperature and FMB for wind speed at Faridabad when the consistency obtained is after 15 days and RMSE of wind speed at Faridabad when consistency is attained at around 9 days. It can be inferred from these results that to have confident and consistent statistical results, it is advisable to use a greater quantity of data for evaluation. Fewer data points can sometimes misrepresent the model performance and hence such an exercise is useful. In order to see the effect of increasing the number of observations further on the statistical evaluation of the model parameters, additional computations are performed by combining MAGE of temperature for each additional station one by one upto four (total number of stations) and similarly repeating this exercise for RH and comparing the CMAGE values for each of these cases as per the methodology detailed above. Wind speed measurements are available only at 2 stations and hence only T and RH are considered for this purpose. Following cases were considered:

- CASE 1: CMAGE of T2m/RH2m at Shadipur station
- CASE 2: Average CMAGE of T2m/RH2m at Shadipur and Dilshad Garden
- CASE 3: Average CMAGE of T2m/RH2m at Shadipur, Dilshad Garden and Faridabad
- CASE 4: Average CMAGE of T2m/RH2m at Shadipur, Dilshad Garden, Faridabad and IGI Airport stations.

It is observed from both the Fig. 9(a) and (b) that even after increasing the observations from different stations the "plateaus" or the consistency of CMAGE for both T2m and RH2m still appear after almost 10–12 days of

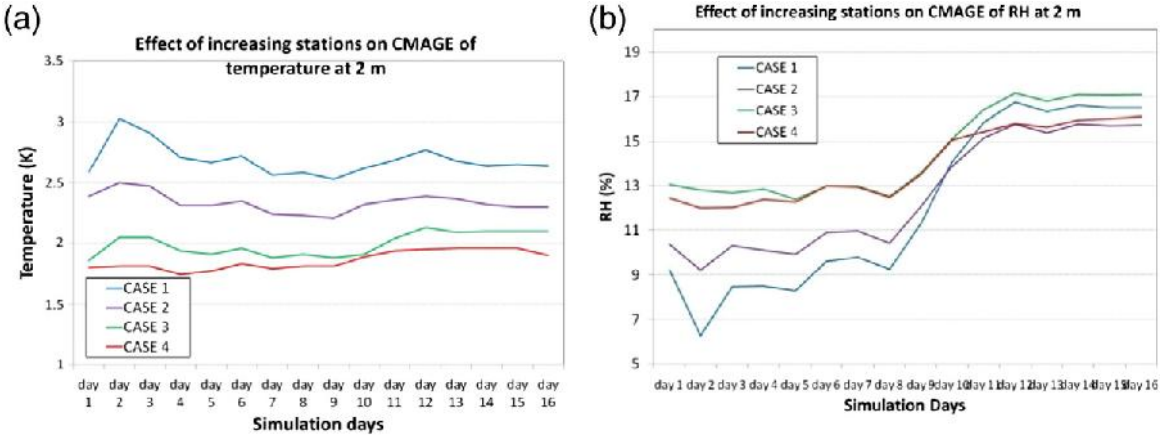


Fig. 9. Effect of increasing observations from different stations on (a) temperature and (b) Relative humidity.

024185

simulation period. However, it is interesting to note that the averaged out values of CMAGE, as depicted by red line CASE 4, show smoother plateau. However, CASE 3 and CASE 4 do not always show the minimum values of errors in absolute terms. Therefore, it is inferred that increasing the number of observations (with each additional station) may not always lead to improvement in model performance as predictions at all locations may not be good in similar measures as depicted for CASE 3 and CASE 4 for RH2m in Fig. 9(b). Again it can be re-emphasized by Fig. 9 that there should be a greater number of simulation days for analysis to have confidence in statistical evaluation of model performance.

5. Conclusions

The conclusions of the sensitivity study for nesting grid ratio, continuous run versus time-split simulations and optimum time period of simulation for realistic model performance evaluation are as follows:

1. Statistically there is no significant difference in the simulated results on varying the nesting grid ratio as 3, 5 and 7. It may be inferred that computation time and costs can be saved by using higher NGR for model simulations.
2. The smaller time split simulations (2 days and 4 days schemes on comparison with 8 days and 16 days continuous run) show significant improvement in performance in comparison to longer time continuous runs.
3. The 2 days split scheme simulated temperature and relative humidity are found to be within the WMO standards almost every time while simulations by 16 day continuous simulations were not within the standards. The performance of other two (4 days and 8 days) time split schemes were in between the 16 day and 2 day schemes.
4. Optimum time period for simulations to have confidence in statistical model evaluation is proposed based on the concept of attaining consistency in Cumulative Mean Absolute Gross Error and other statistical parameters.
5. Increasing number of observations by using data from additional stations may smoothen out the errors for the region but may not always lead to improvement of model performance in absolute terms as predictions at all locations may not be good in similar measures

Acknowledgement

The authors wish to thank the anonymous reviewers for their insightful comments and valuable suggestions which have helped in improving the manuscript.

References

Aligo, E.A., Gallus Jr., W.A., Segal, M., 2009. On the impact of WRF model vertical grid resolution on Midwest summer rainfall forecasts. Weather Forecast. 24, 575–594. http://dx.doi.org/10.1175/2008WAF2007101.1.

Bennett, N.D., Croke, B.F.W., Guariso, G., Guillaume, J.H.A., Hamilton, S.H., Jakeman, A.J., Marsili-Libelli, S., Newham, L.T.H., Norton, J.P., Perrin, C., Pierce, S.A., Robson, B., Seppelt, R., Voinov, A.A., Fath, B.D., Andreassian, V., 2013. Characterising performance of environmental models. Environ. Model. Softw. 26, 92–102.

Borge, R., Alexandrov, V., José del Vas, J., Lumbreras, J., Rodríguez, E., 2008. A comprehensive sensitivity analysis of the WRF model for air quality applications over the Iberian Peninsula. Atmos. Environ. 42 (37), 8560–8574. http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.08.032.

Bukovsky, M.S., Karoly, D.J., 2009. Precipitation simulations using WRF as a nested regional climate model. J. Appl. Meteorol. Climatol. 48, 2152–2159.

Carvalho, D., Rocha, A., Gómez-Gesteira, M., Santos, C., 2012. A sensitivity study of the WRF model in wind simulation for an area of high wind energy. Environ. Model. Softw. 33, 23–34.

Casati, B., Wilson, L.J., Stephenson, D.B., Nurmi, P., Ghelli, A., Pocernich, M., Damrath, U., Ebert, E.E., Brown, B.G., Mason, S., 2008. Forecast verification: current status and future directions. Meteorol. Appl. 15, 3–18. http://dx.doi.org/10.1002/met.52.

Chen, F., Dudhia, J., 2001. Coupling an advanced land-surface/hydrology model with the Penn State/NCAR MM5 modeling system. Part I: Model description and implementation. Mon. Weather Rev. 129, 569–585.

Denis, B., Laprise, J., Caya, D., Côté, J., 2002. Downscaling ability of one-way nested regional models: The big-brother experiment. Clim. Dyn. 18, 627–646.

Done, J., Davis, C.A., Weisman, M., 2004. The next generation of NWP: explicit forecasts of convection using the weather research and forecasting (WRF) model. Atmos. Sci. Lett. 5, 110–117. http://dx.doi.org/10.1002/asl.72.

Dudhia, J., 1989. Numerical study of convection observed during the winter monsoon experiment using a mesoscale two-dimensional model. J. Atmos. Sci. 46, 3077–3107.

Emery, C., Tai, E., Yarwood, G., 2001. Enhanced Meteorological Modeling And Performance Evaluation For Two Texas Ozone Episodes. Prepared for *The Texas Natural Resource Conservation Commission*.

Etherton, B., Santos, B., 2008. Sensitivity of WRF forecast for South Florida to initial conditions. Weather Forecast. 23, 725–740. http://dx.doi.org/10.1175/2007WAF2006115.1.

Gego, E., Hogrefe, C., Kallos, G., Voudouri, A., Irwin, J.S., Rao, S.T., 2005. Examination of model predictions at different horizontal grid resolutions. Environ. Fluid Mech. 5, 63–85.

Gentry, M.S., Lackmann, G.M., 2010. Sensitivity of simulated tropical cyclone structure and intensity to horizontal resolution. Mon. Weather Rev. 138, 688–704.

Hanna, S.R., 1994. Mesoscale meteorological model evaluation techniques with emphasis on needs of air quality models. In: Pielke, R.A., Pearce, R.P. (Eds.), Mesoscale Modeling of the AtmosphereMeteorological Monographs vol. 25. American Meteorological Society, Boston, MA, pp. 47–58 (02108).

Harris, L.M., Durran, D.R., 2009. An idealized comparison of one-way and two-way grid nesting. Mon. Weather Rev. 138, 2174–2187.

Hogrefe, C., Rao, S.T., Kasibhatla, P., Kallos, G., Tremback, C.J., Hao, W., Olerud, D., Xiu, A., McHenry, J., Alapaty, K., 2001. Evaluating the performance of regional-scale photochemical modeling systems: Part I-Meteorological predictions. Atmos. Environ. 35, 4159–4174.

Ibarra-Berastegi, G., Sáenz, J., Ezcurra, A., Elías, A., Argandoña, J.D., Errasti, I., 2011. Downscaling of surface moisture flux and precipitation in the Ebro Valley (Spain) using analogues and analogues followed by random forests and multiple linear regression. Hydrol. Earth Syst. Sci. 15 (6), 1895–1907.

Jiang, F., Wang, T., Wang, T., Xie, M., Zhao, H., 2008. Numerical modeling of a continuous photochemical pollution episode in Hong Kong using WRF-chem. Atmos. Environ. 42, 8717–8727.

Kain, J.S., Fritsch, J.M., 1993. Convective parameterization for mesoscale models: The Kain-Fritcsh scheme, The representation of cumulus convection in numerical models. Am. Meteorol. Soc. 165–170.

Kelleher, C., Wagener, T., 2011. Ten guidelines for effective data visualization in scientific publications. Environ. Model. Softw. 26 (6), 822–827.

Legates, D.R., McCabe, G.J., 1999. Evaluating the use of "goodness-of-fit" measures in hydrologic and hydroclimatic model validation. Water Resour. Res. 35 (1), 233–241.

Lin, Y.L., Farley, R.D., Orville, H.D., 1983. Bulk parameterization of the snow field in a cloud model. J. Clim. Appl. Meteorol. 22, 1065–1092.

Litta, A.J., Mohanty, U.C., Das, S., Idicula, S.M., 2012. Numerical simulation of severe local storms over east India using WRF-NMM mesoscale model. Atmos. Res. 116, 161–184.

Liu, J., Bray, M., Han, D., 2012a. Sensitivity of the Weather Research and Forecasting (WRF) model to downscaling ratios and storm types in rainfall simulation. Hydrol. Process. 26, 3012–3031. http://dx.doi.org/10.1002/hyp.8247.

Liu, P., Tsimpidi, A.P., Hu, Y., Stone, B., Russell, A.G., Nenes, A., 2012b. Differences between downscaling with spectral and grid nudging using WRF. Atmos. Chem. Phys. 12, 3601–3610. http://dx.doi.org/10.5194/acp-12-3601-2012.

Lorenc, A.C., 1986. Analysis methods for numerical weather prediction. Q. J. R. Meteorolog. Soc. 112, 1177–1194. http://dx.doi.org/10.1002/qj.49711247414.

Madala, S., Satyanarayana, A.N.V., Rao, T.N., 2014. Performance evaluation of PBL and cumulus parameterization schemes of WRF-ARW model in simulating severe thunderstorm events over Gadanki MST radar facility- case study. Atmos. Res. 139, 1–17.

Mellor, G.L., Yamada, T., 1982. Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems. Rev. Geophys. Space Phys. 20, 851–875.

Michalakes, J., Chen, S., Dudhia, J., Hart, L., Klemp, J., Middlecoff, J., Skamarock, W., 2001. Development of a next generation regional weather research and forecast model. Developments in Teracomputing: Proceedings of the Ninth ECMWF Workshop on the use of high performance computing in meteorology. World Scientific 1, pp. 269–276.

Michalakes, J., Dudhia, J., Gill, D., Henderson, T., Klemp, J., Skamarock, W., Wang, W., 2004. The Weather Research and Forecast Model: Software Architecture and Performance. In: Mozdzynski, George (Ed.), Proceeding of the Eleventh ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology. 25–29 October 2004, Reading, U.K.

Misenis, C., Zhang, Y., 2010. An examination of sensitivity of WRF/Chem predictions to physical parameterizations, horizontal grid spacing, and nesting options. Atmos. Res. 97, 315–334.

Mlawer, E.J., Taubman, S.J., Brown, P.D., Iacono, M.J., Clough, S.A., 1997. Radiative transfer for inhomogeneous atmosphere: RRTM, a validated correlated-k model for the longwave. J. Geophys. Res. 102 (D14), 16663–16682.

Mohan, M., Bhati, S., 2011. Analysis of WRF Model Performance over Subtropical Region of Delhi, India. Adv. Meteorol. 2011, 621235. http://dx.doi.org/10.1155/2011/621235.

Mohan, M., Siddiqui, T.A., 1997. An evaluation of dispersion coefficients for use in air quality models. Boundary Layer Meteorol. 84, 177–206.

Mohan, M., Pathan, S.K., Narendrareddy, K., Kandya, A., Pandey, S., 2011. Dynamics of Urbanization and Its Impact on Land-Use/Land-Cover: A Case Study of Megacity Delhi. J. Environ. Prot. 2, 1274–1283.

Monin, A.S., Obukhov, A.M., 1954. Basic laws of turbulent mixing in the surface layer of the atmosphere. Contrib. Geophys. Inst. Slovak Acad. Sci. 24 (151), 163–187.

Nash, J.E., Sutcliffe, J.V., 1970. River flow forecasting. through conceptual models, part I — a discussion of principles. J. Hydrol. 10, 282–290.

National Centre for Atmospheric Research (NCAR), 2014. ARW Version 3 Modeling System's User's Guide. NCAR, Boulder, Colorado, USA.

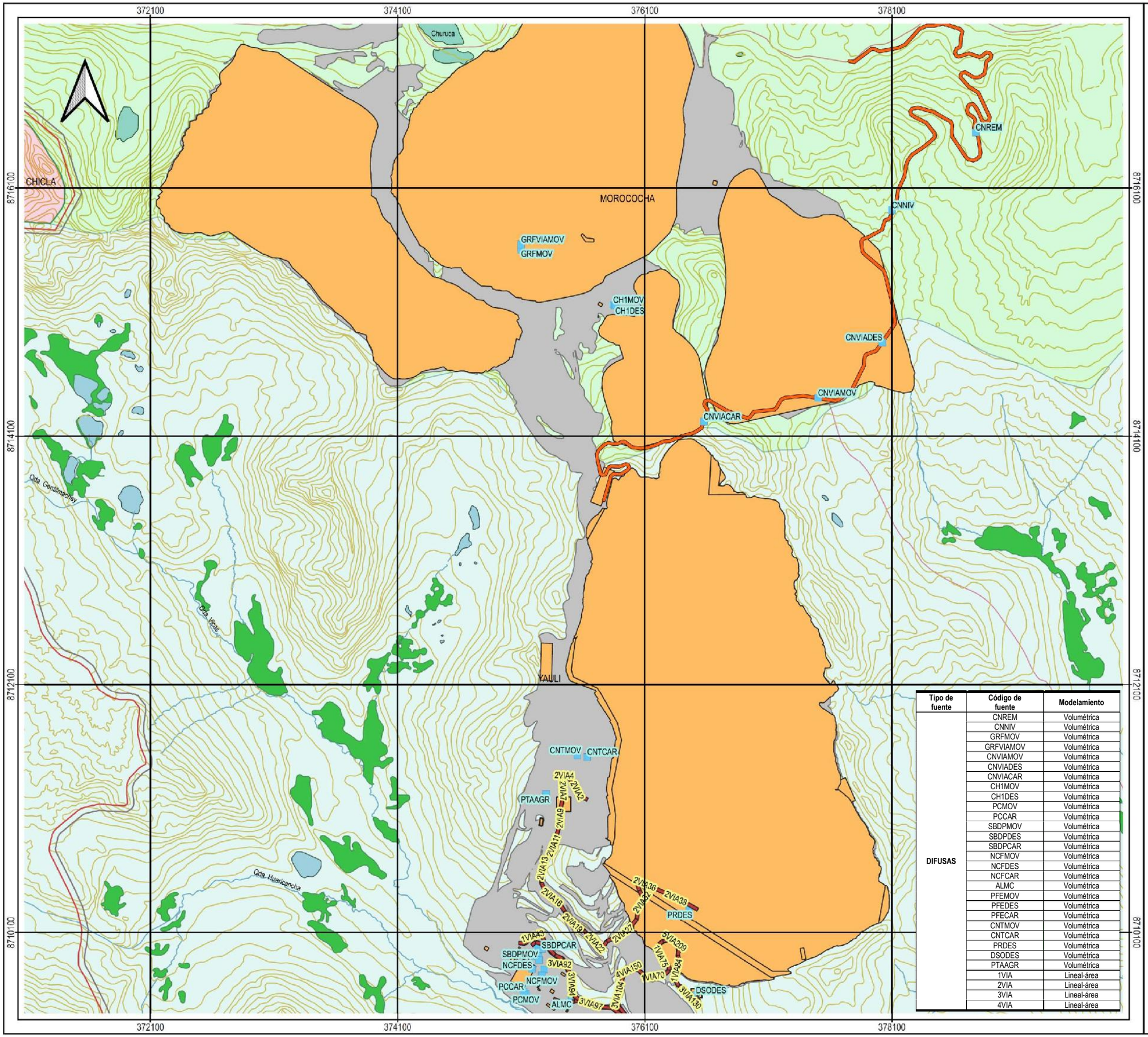
Payra, S., Mohan, M., 2014. Multirule Based Diagnostic Approach for the Fog Predictions Using WRF Modelling Tool. Adv. Meteorol. 2014. http://dx.doi.org/10.1155/2014/456065.
Ritter, M., Müller, M.D., Jorba, O., Parlow, E., Liu, L.-J.S., 2013. Impact of chemical and meteorological boundary and initial conditions on air quality modeling - WRF-Chem sensitivity evaluation for a European domain. Meteorog. Atmos. Phys. 119, 59–70.
Saide, P., Carmichael, G., Spak, S., Gallardo, L., Osses, A., Mena, M., Pagowski, M., 2011. Forecasting Urban PM10 and PM2.5 Pollution Episodes in very stable Nocturnal Conditions and Complex Terrain Using WRFChem CO Tracer Model. Atmos. Environ. 45, 2769–2780.
Sati, A.P., Mohan, M., 2014. Analysis of air pollution during a severe smog episode of November 2012 and the Diwali Festival over Delhi, India. Int. J. Remote Sens. http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2014.960618.
Trier, B.S., Davis, C.A., Ahijevych, D.A., Weisman, M.L., Bryan, G.H., 2006. Mechanisms supporting long-lived episodes of propagating nocturnal convection within a 7-day WRF model simulation. J. Atmos. Sci. 63, 2437–2461.
Wang, S., Huang, S., Li, Y., 2006. Sensitive numerical simulation and analysis of rainstorm using nested WRF model. J. Hydrodyn. Ser. B 18 (5), 578–586.
Willmott, C.J., 1981. On the validation of models. Phys. Geogr. 2, 184–194.
Willmott, C.J., 1982. Some comments on the evaluation of model performance. Bull. Am. Meteorol. Soc. 11, 1309–1313.
Willmott, C.J., Ackleson, S.G., Davis, R.E., Feddema, J.J., Klink, K.M., Legates, D.R., O'Donnell, J., Rowe, C.M., 1985. Statistics for the evaluation and comparison of models. J. Geophys. Res. 90, 8995–9005.
Žabkar, R., Rakovec, J., Koračin, D., 2011. The roles of regional accumulation and advection of ozone during high ozone episodes in Slovenia: a WRF/Chem modelling study. Atmos. Environ. 45, 1192–1202.

Website references

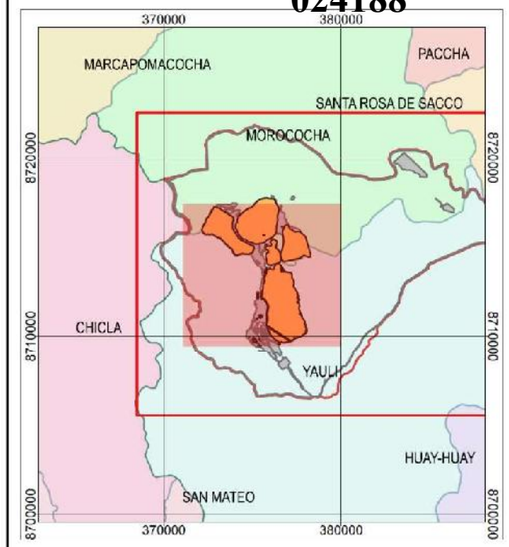
Central Pollution Control Board: http://www.cpcb.gov.in/CAAQM/MapPage/frmindiamap.aspxDelhi government website (weather in Delhi): http://delhi.gov.in/wps/wcm/connect/DoIT/delhi+govt/travel/delhi+historyDelhi Government website (state profile) http://delhi.gov.in/DoIT/DOIT_DM/state%20profile.pdfWeather Underground (Weather history for New Delhi, India): http://www.wunderground.com/history/airport/VIDP/2014/11/05/DailyHistory.html

ANEXO C
UBICACIÓN DE FUENTES DE EMISIÓN

024188



Tipo de fuente	Código de fuente	Modelamiento
DIFUSAS	CNREM	Volumétrica
	CNNIV	Volumétrica
	GRFMOV	Volumétrica
	GRFVIAMOV	Volumétrica
	CNVIAMOV	Volumétrica
	CNVIADES	Volumétrica
	CNVIACAR	Volumétrica
	CH1MOV	Volumétrica
	CH1DES	Volumétrica
	PCMOV	Volumétrica
	PCCAR	Volumétrica
	SBDPMOV	Volumétrica
	SBDPDES	Volumétrica
	SBDPCAR	Volumétrica
	NCFMOV	Volumétrica
	NCFDES	Volumétrica
	NCFCAR	Volumétrica
	ALMC	Volumétrica
	PFEMOV	Volumétrica
	PFEDES	Volumétrica
	PFECAR	Volumétrica
	CNTMOV	Volumétrica
	CNTCAR	Volumétrica
	PRDES	Volumétrica
	DSODES	Volumétrica
	PTAAGR	Volumétrica
	1VIA	Lineal-área
	2VIA	Lineal-área
	3VIA	Lineal-área
	4VIA	Lineal-área



MODELAMIENTO

- Area de Modelamiento
- Fuentes Volumetricas
- Fuentes Lineales y de Area

SIMBOLOGÍA

- Vias
- Curvas de Nivel
- Hidrografia
- Lagunas
- Bofedales

SILKE KARINA HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP. Nº 121642

LEYENDA

- Huella de la U.M. Toromocho (2019)
- Componentes Proyectados

MODELAMIENTO DE MATERIAL PARTICULADO (PM10, PM2.5), y GASES (NO2, SO2 y CO) EN CONSTRUCCION Y OPERACIÓN PARA EXPANSION DE LA UNIDAD TOROMOCHO A 170 000 TPD, MEDIANTE EL MODELO DE DISPERSION CALPUFF

UBICACIÓN DE FUENTES DE EMISIÓN DE PM10 Y PM2.5 EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

DEPARTAMENTO: JUNIN | PROVINCIA: YAULI | DISTRITO: YAULI, MOROCOCHA

ESCALA: 1:28 760

500 0 500 1 000 m

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

ELABORADO POR: Walsh Perú

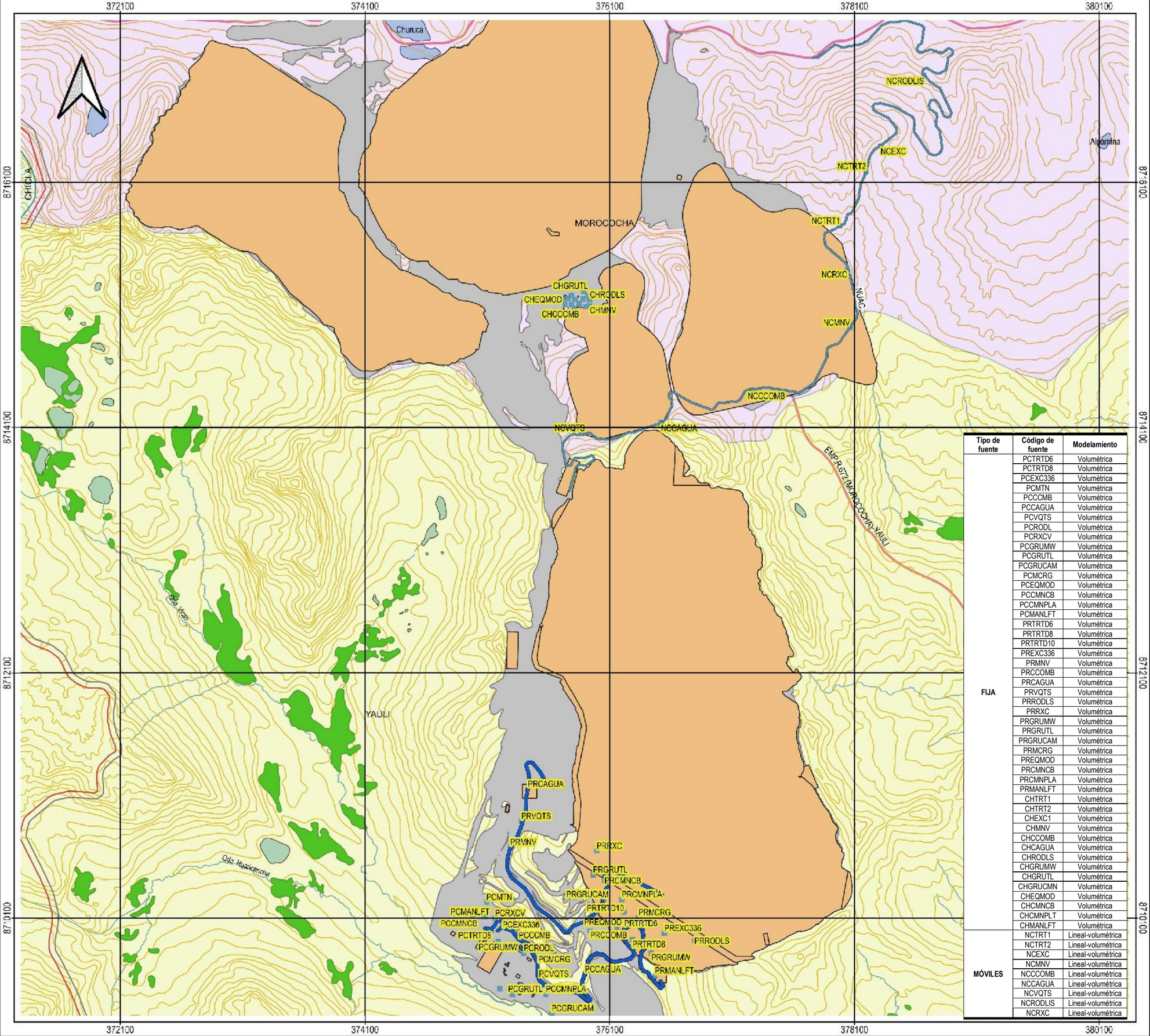
FECHA: MIN-1711

FECHA: MARZO 2020

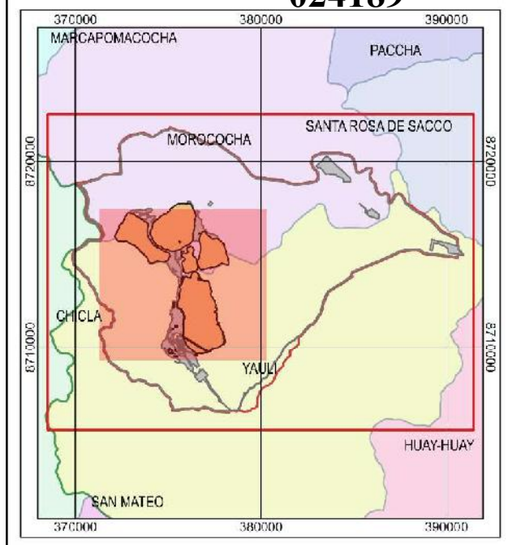
Nº FIGURA: 6.1

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN) Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

024189



Tipo de fuente	Código de fuente	Modelamiento
FIJA	PCTRTD6	Volumétrica
	PCTRTD8	Volumétrica
	PCEXC336	Volumétrica
	PCMTN	Volumétrica
	PCCCMB	Volumétrica
	PCCAGUA	Volumétrica
	PCVQTS	Volumétrica
	PCRODL	Volumétrica
	PCRXCV	Volumétrica
	PCGRUMW	Volumétrica
	PCGRUTL	Volumétrica
	PCGRUCAM	Volumétrica
	PCMCRG	Volumétrica
	PCEQMOD	Volumétrica
	PCCMNCB	Volumétrica
	PCCMNPLA	Volumétrica
	PCMANLFT	Volumétrica
	PRTRTD6	Volumétrica
	PRTRTD8	Volumétrica
	PRTRTD10	Volumétrica
	PREXC336	Volumétrica
	PRMNV	Volumétrica
	PRCCOMB	Volumétrica
	PRCAGUA	Volumétrica
	PRVQTS	Volumétrica
	PRRODLS	Volumétrica
	PRRXC	Volumétrica
	PRGRUMW	Volumétrica
	PRGRUTL	Volumétrica
	PRGRUCAM	Volumétrica
	PRMCRG	Volumétrica
	PREQMOD	Volumétrica
	PRCMNCB	Volumétrica
	PRCMNPLA	Volumétrica
	PRMANLFT	Volumétrica
	CHTRT1	Volumétrica
	CHTRT2	Volumétrica
	CHEXC1	Volumétrica
	CHMNV	Volumétrica
	CHCCOMB	Volumétrica
	CHCAGUA	Volumétrica
	CHRODLS	Volumétrica
	CHGRUMW	Volumétrica
	CHGRUTL	Volumétrica
	CHGRUCMN	Volumétrica
	CHEQMOD	Volumétrica
	CHCMNCB	Volumétrica
	CHCMNPLT	Volumétrica
	CHMANLFT	Volumétrica
MÓVILES	NCTRT1	Lineal-volumétrica
	NCTRT2	Lineal-volumétrica
	NCEXC	Lineal-volumétrica
	NCMNV	Lineal-volumétrica
	NCCCOMB	Lineal-volumétrica
	NCCAGUA	Lineal-volumétrica
	NCVQTS	Lineal-volumétrica
	NCRODLIS	Lineal-volumétrica
	NCRXC	Lineal-volumétrica



MODELAMIENTO

- Dominio
- Fuentes Volumetricas
- Fuentes Linea-Volumetricas

SIMBOLOGÍA

- Curvas de Nivel
- Hidrografía
- Lagunas
- Vías
- Bofedales

SILKE KARINA HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP. Nº 121642

LEYENDA

- Componentes Proyectados
- Huella de la U.M. Toromocho (2019)

MODELAMIENTO DE MATERIAL PARTICULADO (PM10, PM2.5), y GASES (NO2, SO2 y CO) EN CONSTRUCCION Y OPERACIÓN PARA EXPANSION DE LA UNIDAD TOROMOCHO A 170 000 TPD, MEDIANTE EL MODELO DE DISPERSION CALPUFF

UBICACIÓN DE FUENTES DE EMISIÓN DE CO, NOx y SO2 EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

DEPARTAMENTO: JUNIN	PROVINCIA: YAULI	DISTRITO: YAULI, MOROCOCHA

ESCALA: 1:29 308

500 0 500 1,000 m

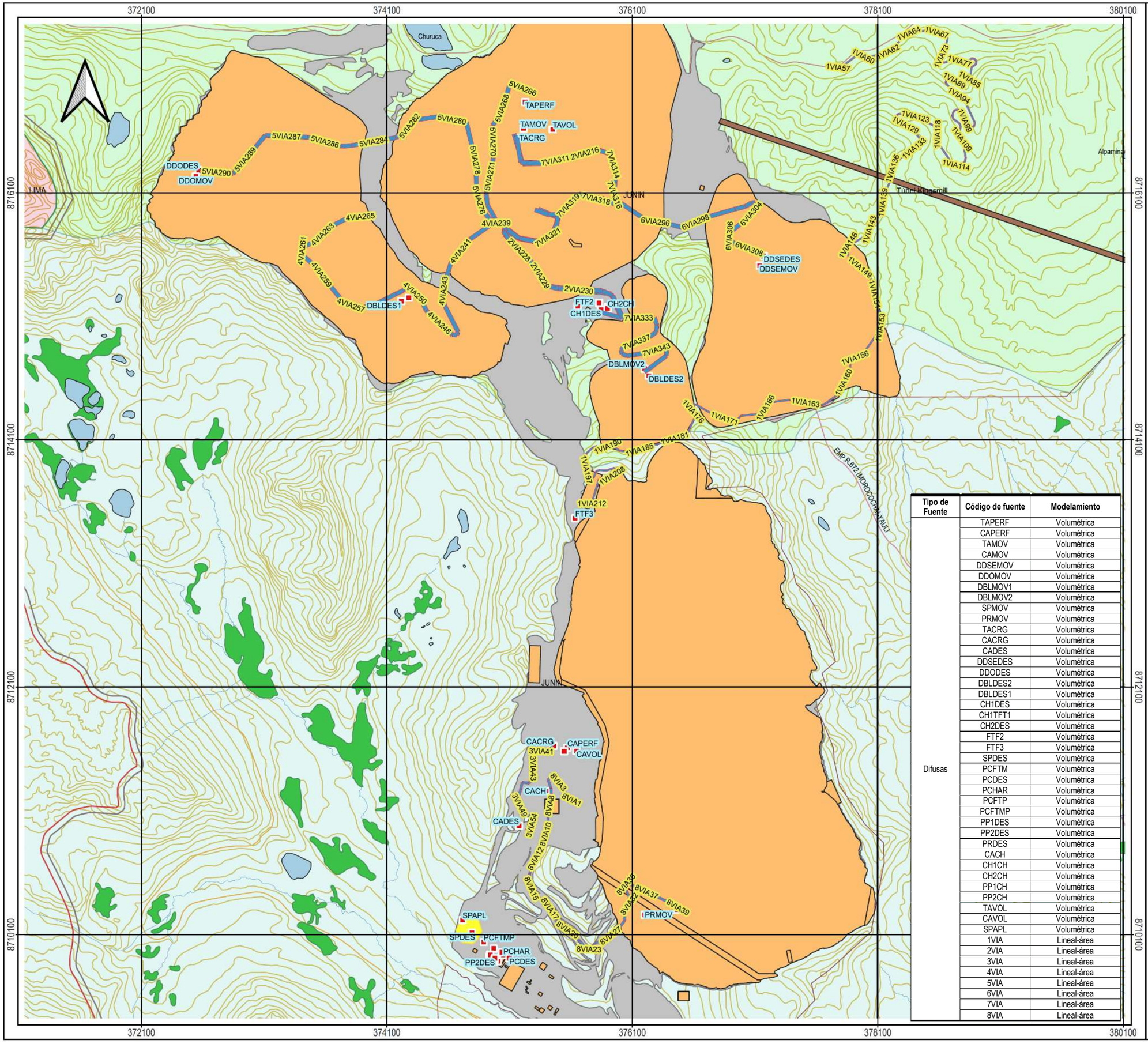
Datum WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

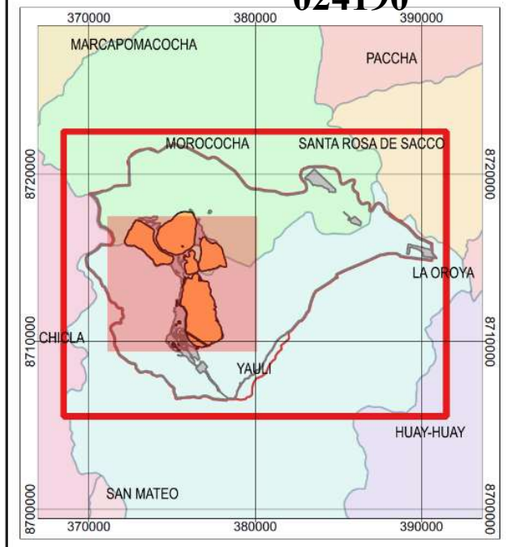
ELABORADO POR: Walsh Perú	FECHA: MIN-1711	FECHA: MARZO 2020	FIGURA: 6.2

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN), Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

024190



Tipo de Fuente	Código de fuente	Modelamiento
Difusas	TAPERF	Volumétrica
	CAPERF	Volumétrica
	TAMOV	Volumétrica
	CAMOV	Volumétrica
	DDSEMOV	Volumétrica
	DDOMOV	Volumétrica
	DBLMOV1	Volumétrica
	DBLMOV2	Volumétrica
	SPMOV	Volumétrica
	PRMOV	Volumétrica
	TACRG	Volumétrica
	CACRG	Volumétrica
	CADES	Volumétrica
	DDSEDES	Volumétrica
	DDODES	Volumétrica
	DBLDES2	Volumétrica
	DBLDES1	Volumétrica
	CH1DES	Volumétrica
	CH1TFT1	Volumétrica
	CH2DES	Volumétrica
	FTF2	Volumétrica
	FTF3	Volumétrica
	SPDES	Volumétrica
	PCFTM	Volumétrica
	PCDES	Volumétrica
	PCHAR	Volumétrica
	PCFTP	Volumétrica
	PCFTMP	Volumétrica
	PP1DES	Volumétrica
	PP2DES	Volumétrica
	PRDES	Volumétrica
	CACH	Volumétrica
	CH1CH	Volumétrica
	CH2CH	Volumétrica
	PP1CH	Volumétrica
	PP2CH	Volumétrica
	TAVOL	Volumétrica
	CAVOL	Volumétrica
	SPAPL	Volumétrica
	1VIA	Lineal-área
	2VIA	Lineal-área
	3VIA	Lineal-área
	4VIA	Lineal-área
	5VIA	Lineal-área
	6VIA	Lineal-área
	7VIA	Lineal-área
	8VIA	Lineal-área



SILKE KARINA
HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y
DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP. Nº 121642

SIMBOLOGÍA

- Curvas de Nivel
- Hidrografía
- Lagunas
- Vias
- Nevados
- Bofedales

MODELAMIENTO

- Area de Modelamiento
- Fuentes Lineales y de Area
- Fuentes Volumetricas
- Fuentes de Area

LEYENDA

- Huella de a U.M. Toromocho (2019)
- Componentes Proyectados

MODELAMIENTO DE MATERIAL PARTICULADO (PM10, PM2.5), y GASES (NO2, SO2 y CO) EN CONSTRUCCION Y OPERACIÓN PARA EXPANSION DE LA UNIDAD TOROMOCHO A 170 000 TPD, MEDIANTE EL MODELO DE DISPERSION CALPUFF

UBICACIÓN DE FUENTES DE EMISIÓN DE PM10 Y PM2.5 EN ETAPA DE OPERACIÓN

DEPARTAMENTO: JUNIN | PROVINCIA: YAULI | DISTRITO: YAULI, MOROCOCHA

ESCALA: 1:29 014

500 0 500 1,000 m

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

ELABORADO POR: Walsh Perú

FECHA: MIN-1711 | FECHA: MARZO 2020 | FIGURA: 7.1

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN) Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

372100 374100 376100 378100 380100

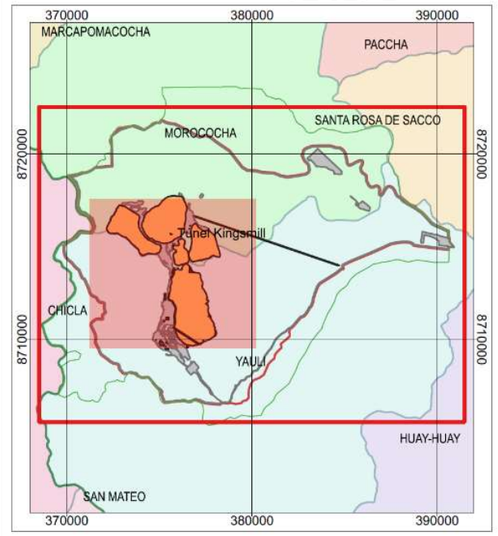
8716100 8714100 8712100 8710100

Churuca
Huascacocha
Alpamina
Tunel Kingsmill

EMP.R20-MOROCOCHA-EMP.R20
LIMA/PTE.STA.ANITA-MATUCANA-LA OROYA/LVI
EMP.R.872 (MOROCOCHA)-YAULI

DDOMQP
DDO1
DDO2
MQPTJ
TJVOL
DDSE
DDSEMQP
TJCH1
DMBL
PAMIN
DMBLMQP
NUACC
CAMQP
CAVOL
CADD
DREV
PREV
PC

Tipo de Fuente	Código de fuente	Modelamiento
Fijas	MQPTJ	Volumétrica
	TJVOL	Volumétrica
	CAVOL	Volumétrica
	CAMQP	Volumétrica
	DDSEMQP	Volumétrica
	DDOMQP	Volumétrica
	DMBLMQP	Volumétrica
	PAMIN	Volumétrica
	PC	Volumétrica
	PREV	Volumétrica
	NUACC	Volumétrica
Móviles	TJCH1	Lineal-volumétrica
	DDSE	Lineal-volumétrica
	DDO1	Lineal-volumétrica
	DDO2	Lineal-volumétrica
	DMBL	Lineal-volumétrica
	DREV	Lineal-volumétrica



MODELAMIENTO

- Área de modelamiento
- Fuentes Volumetricas
- Fuentes Volumetricas Lineales

LEYENDA

- Componentes Proyectados
- Huella de la U.M. Toromocho (2019)

SIMBOLOGÍA

- Curvas de Nivel
- Hidrografía
- Vias
- Lagunas
- Bofedales

SILKE KARINA
HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y
DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP. Nº 121642

MODELAMIENTO DE MATERIAL PARTICULADO (PM10, PM2.5), y GASES (NO2, SO2 y CO) EN CONSTRUCCION Y OPERACIÓN PARA EXPANSION DE LA UNIDAD TOROMOCHO A 170 000 TPD, MEDIANTE EL MODELO DE DISPERSION CALPUFF

UBICACIÓN DE FUENTES DE EMISIÓN DE CO, NOx y SO2 EN ETAPA DE OPERACIÓN

DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:
JUNIN	YAULI	YAULI MOROCOCHA

ESCALA: 1:29 014
500 0 500 1,000 m
Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

ELABORADO POR:	FECHA:	FECHA:	FIGURA:
Walsh Perú	MIN-1711	MARZO 2020	7.2

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN) Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

ANEXO D
INVENTARIO DE EMISIONES

CONSTRUCCIÓN

EMISIONES DE GASES

MAQUINARIA	CANTIDAD	SrcID	CONSUMO (gal/año)	FE_{CO} (kg/m^3)	FE_{NOX} (kg/m^3)	FE_{SO2} (kg/m^3)	E_{CO} (kg/año)	E_{NOX} (kg/año)	E_{SO2} (kg/año)	E_{CO} (g/s)	E_{NOX} (g/s)	E_{SO2} (g/s)
PLANTA CONCENTRADORA												
Tractor D6	1	PCTRTD6	2880	14	31,2	0,083	152,61	340,10	0,90	0,004839269	0,0107847	0,0000287
Tractor D8	1	PCTRTD8	2880	14	31,2	0,083	152,61	340,10	0,90	0,004839269	0,0107847	0,0000287
Excavadora 336	2	PCEXC336	7680	14	31,2	0,083	406,96	906,95	2,41	0,012904718	0,0287591	0,0000765
Motoniveladora	1	PCMTN	2400	14	31,2	0,083	127,18	283,42	0,75	0,004032725	0,0089872	0,0000239
Cisterna de Combustible	1	PCCCMB	1440	8,51	22,3	0,084	46,38	170,05	0,45	0,001470792	0,0053923	0,0000143
Cisterna de agua	2	PCCAGUA	5760	8,51	22,3	0,084	185,53	680,21	1,81	0,005883169	0,0215693	0,0000574
Volquetes	10	PCVQTS	33600	8,51	22,3	0,084	1082,27	3967,89	10,56	0,034318486	0,1258210	0,0003347
Rodillo liso (10 ton)	2	PCRODL	3360	14	31,2	0,083	178,05	396,79	1,06	0,005645814	0,0125821	0,0000335
Retroexcavadora	1	PCRXCV	1800	14	31,2	0,083	95,38	212,57	0,57	0,003024543	0,0067404	0,0000179
Grúa Manitowoc (400 t)	1	PCGRUMW	2400	14	31,2	0,083	127,18	283,42	0,75	0,004032725	0,0089872	0,0000239
Grúa telescópica (200 t)	3	PCGRUTL	7200	14	31,2	0,083	381,53	850,26	2,26	0,012098174	0,0269616	0,0000717
Grúa camión (20 t)	3	PCGRUCAM	5400	8,51	22,3	0,084	173,94	637,70	1,70	0,005515471	0,0202212	0,0000538
Minicargador	2	PCMCRG	2400	14	31,2	0,083	127,18	283,42	0,75	0,004032725	0,0089872	0,0000239
Equipo modular (100 t)	1	PCEQMOD	2400	14	31,2	0,083	127,18	283,42	0,75	0,004032725	0,0089872	0,0000239
Camión Cama Baja (100 t)	1	PCCMNCB	1800	8,51	22,3	0,084	57,98	212,57	0,57	0,00183849	0,0067404	0,0000179
Camión plataforma (100 t)	1	PCCMNPLA	1800	8,51	22,3	0,084	57,98	212,57	0,57	0,00183849	0,0067404	0,0000179
Manlift (120 pies)	3	PCMANLFT	3600	14	31,2	0,083	190,76	425,13	1,13	0,006049087	0,0134808	0,0000359
PRESA DE RELAVES												
Tractor D6	3	PRTRTD6	8640	14	31,2	0,083	457,83	1020,31	2,71	0,014517808	0,0323540	0,0000861
Tractor D8	3	PRTRTD8	8640	14	31,2	0,083	457,83	1020,31	2,71	0,014517808	0,0323540	0,0000861

024193

MAQUINARIA	CANTIDAD	SrcID	CONSUMO (gal/año)	FE_{CO} (kg/m^3)	FE_{NOX} (kg/m^3)	FE_{SO2} (kg/m^3)	E_{CO} (kg/año)	E_{NOX} (kg/año)	E_{SO2} (kg/año)	E_{CO} (g/s)	E_{NOX} (g/s)	E_{SO2} (g/s)
Tractor D10	3	PRTRTD10	8640	14	31,2	0,083	457,83	1020,31	2,71	0,014517808	0,0323540	0,0000861
Excavadora 336	3	PREXC336	11520	14	31,2	0,083	610,44	1360,42	3,62	0,019357078	0,0431386	0,0001148
Motoniveladora	3	PRMNV	7200	14	31,2	0,083	381,53	850,26	2,26	0,012098174	0,0269616	0,0000717
Cisterna de Combustible	2	PRCCOMB	2880	8,51	22,3	0,084	92,77	340,10	0,90	0,002941584	0,0107847	0,0000287
Cisterna de agua	2	PRCAGUA	2880	8,51	22,3	0,084	92,77	340,10	0,90	0,002941584	0,0107847	0,0000287
Volquetes	12	PRVQTS	40320	8,51	22,3	0,083	1298,72	4761,47	12,67	0,041182183	0,1509852	0,0004017
Rodillo liso (10 t)	3	PRRODLS	5040	14	31,2	0,083	267,07	595,18	1,58	0,008468721	0,0188732	0,0000502
Retroexcavadora	2	PRRXC	3600	14	31,2	0,083	190,76	425,13	1,13	0,006049087	0,0134808	0,0000359
Grúa Manitowoc (400 t)	3	PRGRUMW	7200	14	31,2	0,083	381,53	850,26	2,26	0,012098174	0,0269616	0,0000717
Grúa telescópica (200 t)	3	PRGRUTL	7200	14	31,2	0,083	381,53	850,26	2,26	0,012098174	0,0269616	0,0000717
Grúa camión (20 t)	3	PRGRUCAM	5400	8,51	22,3	0,084	173,94	637,70	1,70	0,005515471	0,0202212	0,0000538
Minicargador	2	PRMCRG	2400	14	31,2	0,083	127,18	283,42	0,75	0,004032725	0,0089872	0,0000239
Equipo modular (100 t)	2	PREQMOD	4800	14	31,2	0,083	254,35	566,84	1,51	0,008065449	0,0179744	0,0000478
Camión Cama Baja (100 t)	2	PRCMNCB	3600	8,51	22,3	0,084	115,96	425,13	1,13	0,003676981	0,0134808	0,0000359
Camión plataforma (100 t)	2	PRCMNPLA	3600	8,51	22,3	0,084	115,96	425,13	1,13	0,003676981	0,0134808	0,0000359
Manlift (120 pies)	3	PRMANLFT	3600	14	31,2	0,083	190,76	425,13	1,13	0,006049087	0,0134808	0,0000359
CHANCADORA PRIMARIA												
Tractor D6	1	CHTRT1	2880	14	31.2	0.083	152.61	340.10	0.90	0.004839269	0.0107847	0.0000287
Tractor D8	1	CHTRT2	2880	14	31.2	0.083	152.61	340.10	0.90	0.004839269	0.0107847	0.0000287
Excavadora 336	2	CHEXC1	7680	14	31.2	0.083	406.96	906.95	2.41	0.012904718	0.0287591	0.0000765
Motoniveladora	1	CHMNV	2400	14	31.2	0.083	127.18	283.42	0.75	0.004032725	0.0089872	0.0000239
Cisterna de Combustible	1	CHCCOMB	1440	8.51	22.3	0.084	46.38	170.05	0.45	0.001470792	0.0053923	0.0000143
Cisterna de agua	2	CHCAGUA	5760	8.51	22.3	0.084	185.53	680.21	1.81	0.005883169	0.0215693	0.0000574
Rodillo liso (10 ton)	2	CHRODLS	3360	14	31.2	0.083	178.05	396.79	1.06	0.005645814	0.0125821	0.0000335
Grúa Manitowoc (400 t)	1	CHGRUMW	2400	14	31.2	0.083	127.18	283.42	0.75	0.004032725	0.0089872	0.0000239

024194

MAQUINARIA	CANTIDAD	SrcID	CONSUMO (gal/año)	FE_{CO} (kg/m^3)	FE_{NOX} (kg/m^3)	FE_{SO2} (kg/m^3)	E_{CO} (kg/año)	E_{NOX} (kg/año)	E_{SO2} (kg/año)	E_{CO} (g/s)	E_{NOX} (g/s)	E_{SO2} (g/s)
Grúa telescópica (200 t)	3	CHGRUTL	7200	14	31.2	0.083	381.53	850.26	2.26	0.012098174	0.0269616	0.0000717
Grúa camión (20 t)	3	CHGRUCMN	5400	14	31.2	0.083	286.15	637.70	1.70	0.00907363	0.0202212	0.0000538
Equipo modular (100 t)	1	CHEQMOD	2400	14	31.2	0.083	127.18	283.42	0.75	0.004032725	0.0089872	0.0000239
Camión Cama Baja (100 t)	1	CHCMNCB	1800	8.51	22.3	0.084	57.98	212.57	0.57	0.00183849	0.0067404	0.0000179
Camión plataforma (100 t)	1	CHCMNPLT	1800	8.51	22.3	0.084	57.98	212.57	0.57	0.00183849	0.0067404	0.0000179
Manlift (120 pies)	3	CHMANLFT	3600	14	31.2	0.083	190.76	425.13	1.13	0.006049087	0.0134808	0.0000359
ACCESO NUEVO												
Tractor D6	1	NCTRT1	2880	14	31,2	0,083	152,61	340,10	0,90	0,004839269	0,0107847	0,0000287
Tractor D8	1	NCTRT2	2880	14	31,2	0,083	152,61	340,10	0,90	0,004839269	0,0107847	0,0000287
Excavadora 336	2	NCEXC	7680	14	31,2	0,083	406,96	906,95	2,41	0,012904718	0,0287591	0,0000765
Motoniveladora	1	NCMNV	2400	14	31,2	0,083	127,18	283,42	0,75	0,004032725	0,0089872	0,0000239
Cisterna de Combustible	1	NCCCOMB	1440	8,51	22,3	0,084	46,38	170,05	0,45	0,001470792	0,0053923	0,0000143
Cisterna de agua	2	NCCAGUA	5760	8,51	22,3	0,084	185,53	680,21	1,81	0,005883169	0,0215693	0,0000574
Volquetes	10	NCVQTS	33600	8,51	22,3	0,084	1082,27	3967,89	10,56	0,034318486	0,1258210	0,0003347
Rodillo liso (10 ton)	2	NCRODLIS	3360	14	31,2	0,083	178,05	396,79	1,06	0,005645814	0,0125821	0,0000335
Retroexcavadora	1	NCRXC	1800	14	31,2	0,083	95,38	212,57	0,57	0,003024543	0,0067404	0,0000179

024195

EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO

SrcID	ACTIVIDADES EN CONSTRUCCIÓN	Eficiencia de control (%)	EF_PM10	EF_PM25	Unidades	PM10 (ton/año)	PM25 (ton/año)	PM10 (g/s)	PM25 (g/s)	Fuente
ACCESO NUEVO										
CNREM	Remoción y movimiento de material en nuevo acceso	62	1,851355	0,11072	kg/h	3,08139	0,18428	0,097710	0,005843	AP-42 Fifth Edition, 1995, 11.9
CNNIV	Perfilado y nivelado de suelo superficial de nuevo acceso	97,34	3,649263	0,06944	kg/h	0,00777	0,00015	0,000246	0,000005	AP-42 Fifth Edition, 1995, 11.9
CNVIAMOV	Movimiento de Material Nuevo Acceso Principal	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,05573	0,01751	0,001767	0,000555	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
CNVIADES	Descarga de Material Nuevo Acceso Principal	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,03347	0,01052	0,001061	0,000334	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
CNVIACAR	Carga de Material Nuevo Acceso Principal	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,02225	0,00699	0,000706	0,000222	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
GRIFO MINA										
GRFMOV	Movimiento de Materiales en Grifo Mina	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,00024	0,00007	0,000007	0,000002	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
GRFVIAMOV	Descarga de Material en Grifo Mina	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,00030	0,00009	0,000010	0,000003	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
CHANCADORA PRIMARIA										
CH1MOV	Movimiento de Material Chancadora Primaria	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,12691	0,03989	0,004024	0,001265	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
CH1DES	Descaga de Material Chancadora Primaria	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,00226	0,00071	0,000072	0,000023	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
PLANTA CONCENTRADORA										
PCMOV	Movimiento de Material Planta Concentradora	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,00035	0,00011	0,000011	0,000003	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
PCCAR	Carga de Material Planta Concentradora	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,00045	0,00014	0,000014	0,000005	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
SBDPMOV	Movimiento de Material Sistema de Bombas de Despalazamiento Positivo	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,00946	0,00297	0,000300	0,000094	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4

024196

SrcID	ACTIVIDADES EN CONSTRUCCIÓN	Eficiencia de control (%)	EF_PM10	EF_PM25	Unidades	PM10 (ton/año)	PM25 (ton/año)	PM10 (g/s)	PM25 (g/s)	Fuente
SBDPDES	Descarga de Material Sistema de Bombas de Despalazamiento Positivo	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,00015	0,00005	0,000005	0,000002	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
SBDPCAR	Carga de Material Sistema de Bombas de Despalazamiento Positivo	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,00159	0,00050	0,000050	0,000016	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
NCFMOV	Movimiento de Material Nuevas Celdas de Flotación	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,00252	0,00079	0,000080	0,000025	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
NCFDES	Descarga de Material Nuevas Celdas de Flotación	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,00184	0,00058	0,000058	0,000018	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
NCFCAR	Carga de Material Nuevas Celdas de Flotación	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,00214	0,00067	0,000068	0,000021	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
ALMC	Descarga de Material Almacén Central	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,00003	0,00001	0,000001	0,000000	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
PFEMOV	Movimiento de Material en Planta de Filtración y Espesado	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,05681	0,01785	0,001801	0,000566	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
PFEDES	Descarga de Material en Planta de Filtración y Espesado	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,01894	0,00595	0,000600	0,000189	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
PFECAR	Carga de Material en Planta de Filtración y Espesado	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,01184	0,00372	0,000375	0,000118	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
CNTMOV	Movimiento de Material de Préstamo en Cantera	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,91049	0,28615	0,028872	0,009074	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
CNTCAR	Carga de Material de Préstamo en Cantera	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,91049	0,28615	0,028872	0,009074	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
PRDES	Descarga de Material de Préstamo en Presa de Relaves	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,91049	0,28615	0,028872	0,009074	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
DSODES	Descarga de Material Deposito de Suelo Orgánico	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,01602	0,00503	0,000508	0,000160	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4
PTAAGR	Operación de Planta de Agregados	62	0,000177	0,00006	kg/Mg	0,00617	0,00194	0,000196	0,000062	AP-42 Fifth Edition, 1995, 13.2.4

024197

TABLA 1
Emisiones de material particulado para las actividades para el escenario de operación

Componente	Actividad	Medida de la actividad			Factores de emisión					Eficiencia de control (%)	Medidas de control
		SrcID	Cantidad	unidades de medida	Ecuación	EF - PM_{10}		EF - $PM_{2.5}$			
TA (Tajo)	Perforación	TAPERF	68597	Perforaciones (P)	PM10, PM2.5: 0.3084	0.3084	kg/P	0.3068	kg/P	0%	-
CA (Cantera de Roca Caliza)	Perforación	CAPERF	30258	Perforaciones (P)		0.3084	kg/P	0.3068	kg/P	0%	-
TA (Tajo)	Voladura	TAVOL	223	Voladuras (V)	$EF = 0.00022 \times (A)^{1.5}$	116.8108	kg/V	6.7391	kg/V	0%	-
CA (Cantera de Roca Caliza)	Voladura	CAVOL	145	Voladuras (V)		116.8108	kg/V	6.7391	kg/V	0%	-
TA (Tajo)	Movimiento de tierras	TAMOV	64038	Horas operativas	$EF = 0.45 \times \frac{(s)^{1.5}}{(M)^{1.4}}$ $EF = 2.6 \times \frac{(s)^{1.2}}{(M)^{1.3}}$	1.8514	kg/h	0.7750	kg/h	50%	Riego (NPI, 2012)
CA (Cantera de Roca Caliza)	Movimiento de tierras	CAMOV	28541	Horas operativas		1.8514	kg/h	0.7750	kg/h	50%	Riego (NPI, 2012)
DDSE (Depósito de desmonte Sureste)	Movimiento de tierras	DDSEMOV	9669	Horas operativas		1.8514	kg/h	0.7750	kg/h	0%	-
DDO (Depósito de desmonte Oeste)	Movimiento de tierras	DDOMOV	9669	Horas operativas		1.8514	kg/h	0.7750	kg/h	0%	-
DBL1 (Depósito de mineral baja ley 1)	Movimiento de tierras	DBLMOV1	4835	Horas operativas		1.8514	kg/h	0.7750	kg/h	0%	-
DBL2 (Depósito de mineral baja ley 2)	Movimiento de tierras	DBLMOV2	4835	Horas operativas		1.8514	kg/h	0.7750	kg/h		
PR (Presa de relaves)	Movimiento de tierras	PRMOV	18493	Horas operativas		1.8514	kg/h	0.7750	kg/h	0%	-
SP (Pila de mineral)	Apilamiento de mineral	SPAPL	5743	Horas operativas		1.8514	kg/h	0.7750	kg/h	0%	-
TA (Tajo)	Carga de material	TACRG	137232845	Toneladas metricas	$EF = k \times 0.0016 \times \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$	0.00018	kg/Mg	5.55E-05	kg/Mg	0%	-
CA (Cantera de Roca Caliza)	Carga de material	CACRG	15622184	Toneladas metricas		0.00018	kg/Mg	5.55E-05	kg/Mg	0%	-
CA (CAera de Roca Caliza)	Descarga de material en desmontes	CADES	1562218	Toneladas metricas		0.00018	kg/Mg	5.55E-05	kg/Mg	0%	-
DDSE (Depósito de desmonte Sureste)	Descarga de material	DDSEDES	14476397	Toneladas metricas		0.00018	kg/Mg	5.55E-05	kg/Mg	0%	-
DDO (Depósito de desmonte Oeste)	Descarga de material	DDODESC	14476397	Toneladas metricas		0.00018	kg/Mg	5.55E-05	kg/Mg	0%	-
DBL1 (Depósito de mineral baja ley 1)	Descarga de material	DBLDES1	46150534	Toneladas metricas		0.00018	kg/Mg	5.55E-05	kg/Mg	0%	-
DBL2 (Depósito de mineral baja ley 2)	Descarga de material	DBLDES2	0	Toneladas metricas		0.00018	kg/Mg	5.55E-05	kg/Mg		
CH (Planta de chancado)	Descarga de mineral chancadora primario 1	CH1DES	62129517	Toneladas metricas		0.00018	kg/Mg	5.55E-05	kg/Mg	75%	Punto de aspersión de agua (MDAQMD, 2000)
CH (Planta de chancado)	Descarga de mineral chancadora primario 2	CH2DES	62129517	Toneladas metricas		0.00018	kg/Mg	5.55E-05	kg/Mg	75%	Punto de aspersión de agua (MDAQMD, 2000)
SP (Pila de mineral)	Descarga de mineral	SPDES	62129517	Toneladas metricas		0.00018	kg/Mg	5.55E-05	kg/Mg	0%	-
PR (Presa de relaves)	Descarga de material	PRDES	14059966	Toneladas metricas		0.00018	kg/Mg	5.55E-05	kg/Mg	0%	-
PCP-1 (Chancadora de Pebbles)	Tolva de chancadora de pebbles	PP1DES	7766190	Toneladas metricas		0.00018	kg/Mg	5.55E-05	kg/Mg	85%	Cubierta (MDAQMD, 2000)
PCP-2 (Chancadora de Pebbles)	Tolva de chancadora de pebbles	PP2DES	7766190	Toneladas metricas		0.00018	kg/Mg	5.55E-05	kg/Mg	85%	Cubierta (MDAQMD, 2000)
CA (Cantera de Roca Caliza)	Chancado de material de préstamo	CACH	287220	Toneladas	PM10: 0.00771 PM2.5: 0.00227	0.0003	kg/ton	5.00E-05	kg/ton	0%	-
CH (Planta de chancado)	Chancado primario 1	CH1CH	62129517	Toneladas		0.0077	kg/ton	0.0023	kg/ton	95%	Campana colectora de polvo (Cecala et al., 2012)
CH (Planta de chancado)	Chancado primario 2	CH2CH	62129517	Toneladas		0.0077	kg/ton	0.0023	kg/ton	95%	Campana colectora de polvo (Cecala et al., 2012)
PCP-1 (Chancadora de Pebbles)	Chancadoras de pebbles	PP1CH	7766190	Toneladas		0.0005	kg/ton	0.0005	kg/ton	100%	Encapsulamiento (NPI, 2012)
PCP-2 (Chancadora de Pebbles)	Chancadoras de pebbles	PP2CH	7766190	Toneladas		0.0005	kg/ton	0.0005	kg/ton	100%	Encapsulamiento (NPI, 2012)
DDSE (Depósito de desmonte Sureste)	Erosión eólica	DDSERO	1065072	m^2	$PM10\ Emission\ Factor = 0.5 \sum_{i=1}^{N} P_i$ $P = 58 \times (u^* - u_t^*)^2 + 25 \times (u^* - u_t^*)$	-	g/m².año	-	g/m².año	0%	-
DDO (Depósito de desmonte Oeste)	Erosión eólica	DDOERO	1213940	m^2		-	g/m².año	-	g/m².año	0%	-
DBL1 (Depósito de mineral baja ley 1)	Erosión eólica	DBLERO1	150078	m^2		-	g/m².año	-	g/m².año	0%	-
DBL2 (Depósito de mineral baja ley 2)	Erosión eólica	DBLERO2	0								
Pila de mineral	Erosión eólica	SPERO	30418	m^2		8.24	g/m².año	1.24	g/m².año	88%	Zona inactiva de la pila (AP-42)
PR (Presa de relaves)	Erosión eólica del dique	PRERO	266268	m^2		-	g/m².año	-	g/m².año	0%	-
CH (Planta de chancado)	Transferencia a faja (FT-1)	CH1TFT1	62129517	Toneladas	PM10: 0.0020 PM2.5: 0.0006	0.0020	kg/ton	0.0006	kg/ton	85%	Cubierta (MDAQMD, 2000)
CH (Planta de chancado)	Transferencia a faja (FT-2)	CH1TFT1	62129517	Toneladas		0.0020	kg/ton	0.0006	kg/ton	85%	Cubierta (MDAQMD, 2000)
PC (Planta Concentradora)	Transferencia a molino SAG	PCDES	77661897	Toneladas		0.002	kg/ton	0.0006	kg/ton	85%	Cubierta (MDAQMD, 2000)
Faja transportadora	Punto de transferencia a faja	FTF2	62129517	Toneladas		0.0020	kg/ton	0.0006	kg/ton	100%	Encapsulamiento (NPI, 2012)
Faja transportadora	Punto de transferencia a faja	FTF3	62129517	Toneladas		0.0020	kg/ton	0.0006	kg/ton	100%	Encapsulamiento (NPI, 2012)
PC (Planta Concentradora)	Correa alimentadora del molino SAG	PCFTM	62129517	Toneladas		0.002	kg/ton	0.0006	kg/ton	85%	Cubierta (MDAQMD, 2000)
PC (Planta Concentradora)	Correa transferencia de Pebbles	PCFTP	15532379	Toneladas		0.002	kg/ton	0.0006	kg/ton	85%	Cubierta (MDAQMD, 2000)
PC (Planta Concentradora)	Correa alimentadora del molino SAG de Pebbles	PCFTMP	15532379	Toneladas		0.002	kg/ton	0.0006	kg/ton	85%	Cubierta (MDAQMD, 2000)
PC (Planta Concentradora)	Harneros	PCHAR	77661897	Toneladas		-	kg/ton	-	kg/ton	85%	Cubierta (MDAQMD, 2000)
VIA (Nueva via principal Carretera Cen	Emisión por el paso de vehiculos sobre la via	1VIA		Kilómetros recorridos de vehículos (VKT)	$EF = 281.9 \times k \times \frac{\left(\frac{S}{12}\right)^{1.5}}{\left(\frac{W}{3}\right)^{1.4}}$	0.3811	kg/VKT	0.1525	kg/VKT	87.82%	Riego, intervalo de 3 horas
VIA (Tajo Abierto - Chancadora primari	Emisión por el paso de vehiculos sobre la via	2VIA		Kilómetros recorridos de vehículos (VKT)		0.2512	kg/VKT	0.1005	kg/VKT	97.05%	Riego, intervalo de 3 horas
VIA (Cantera de caliza - Deposito de de	Emisión por el paso de vehiculos sobre la via	3VIA		Kilómetros recorridos de vehículos (VKT)		0.2512	kg/VKT	0.1005	kg/VKT	98.52%	Riego, intervalo de 3 horas
VIA (Tajo Abierto - Deposito de desmor	Emisión por el paso de vehiculos sobre la via	4VIA		Kilómetros recorridos de vehículos (VKT)		0.2512	kg/VKT	0.1005	kg/VKT	98.52%	Riego, intervalo de 3 horas
VIA (Tajo Abierto - Deposito de desmor	Emisión por el paso de vehiculos sobre la via	5VIA		Kilómetros recorridos de vehículos (VKT)		0.3811	kg/VKT	0.1525	kg/VKT	91.14%	Riego, intervalo de 3 horas
VIA (Tajo abierto - Deposito de Minera	Emisión por el paso de vehiculos sobre la via	7VIA		Kilómetros recorridos de vehículos (VKT)		0.1173	kg/VKT	0.0469	kg/VKT	95.84%	Riego, intervalo de 1 hora
VIA (Cantera de caliza - Deposito de re	Emisión por el paso de vehiculos sobre la via	8VIA		Kilómetros recorridos de vehículos (VKT)		0.2488	kg/VKT	0.0248	kg/VKT	97.42%	Riego, intervalo de 3 horas

Elaborado por Walsh Perú, 2017.
Los detalles de las variables se encentra en archivos individuales como parte de este cuadro

TAMOV Movimiento de material en Tajo Abierto

From AP-42, Chapter 11.9 - Western Surface Coal Mining

$$EF = 0.45 \times \frac{(s)^{1.5}}{(M)^{1.4}} \frac{kg}{hr}$$

(from AP-42, Table 11.9-2; bulldozing overburden, ≤15µm)

Where,

EF = Emissions for PM15
s = Material silt content (%)
M = Material Moisture Content (%)

Movimiento de material en Tajo Abierto

Material Silt Content =	16.2	%	(mean value, laboratory report)
Material Moisture Content =	5.86	%	(mean value, laboratory report)
Scaling Factor =	0.75		adjust from PM-15 to PM-10
Control Efficiency (Wet Suppression) =	50	%	
EF =	1.85	kg/hr PM10	
Maximum Hours/Day of Bulldozing =	175	Hours/Day	(estimated)
Maximum Hours/Year of Bulldozing =	365	Hours/Year	(estimated)
E =	0.93	kg/hr PM10	
E =	161.99	kg/24 hrs PM10	
E =	**59.13**	**TPY**	
E =	**1.87**	**g/s**	

$$EF = 2.6 \times \frac{(s)^{1.2}}{(M)^{1.3}} \frac{kg}{hr}$$

(from AP-42, Table 11.9-2; bulldozing overburden, TSP ≤ 30µm)

Where,

EF = Emissions for TSP
s = Material silt content (%)
M = Material Moisture Content (%)

Material Silt Content =	16.2	%	(mean value, laboratory report)
Material Moisture Content =	5.86	%	(mean value, laboratory report)
Scaling Factor =	0.105		adjust from PTS to PM2.5
Control Efficiency (Wet Suppression) =	50	%	
EF =	0.78	kg/hr PM2.5	
Maximum Hours/Day of Bulldozing =	175	Hours/Day	(estimated)
Maximum Hours/Year of Bulldozing =	365	Hours/Year	(estimated)
E =	0.39	kg/hr PM2.5	
E =	67.81	kg/24 hrs PM2.5	
E =	**24.75**	**TPY**	
E =	**0.78**	**g/s**	

TACRG Carga de material en Tajo Abierto:

From AP-42, Chapter 13.2.4 - Aggregate Handling And Storage Piles

$$EF = k \times 0.0016 \times \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} \frac{kg\ PM10}{Mg}$$

Where,

EF = Emission Factor
k = Particle Size Multiplier (dimensionless)
U = Mean Wind Speed, [m/s]
M = Material Moisture Content (%)

Carga de material en Tajo Abierto:

k =	0.35	for PM10			
Mean Wind Speed =	2.88	m/s	(estimated from meteorology)		
Material Moisture Content =	5.86	%	(mean value, laboratory report)		
Control Efficiency (No control) =	0	%			
EF =	1.77E-04	kg/Mg PM10			
Maximum Hourly Material loading Rate =	15666	TPH	("design rate", per 9/6/19 email from K. H)		
Maximum Daily Material loading Rate =	313317	TPD	(assumes	20	hours loading)
Maximum Annual Material loading Throughput =	114360704	TPY	(per 9/6/19 email	365	days per year from K. H)
E =	2.77	kg/hr PM10			
E =	55.37	kg/24 hrs PM10			
E =	20.21	TPY	(PM10 total annual emission by loading)		
E =	0.64	g/s	(AERMOD PM10 input)		
k =	0.11	for PM2.5			
EF =	5.55E-05	kg/Mg PM2.5			
E =	0.87	kg/hr PM2.5			
E =	17.40	kg/24 hrs PM2.5			
E =	6.35	TPY	(PM2.5 total annual emission by loading)		
E =	0.20	g/s	(AERMOD PM2.5 input)		

ANEXO E
UBICACIÓN DE RECEPTORES DE INTERÉS

SILKE KARINA
HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y
DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP. Nº 121642

UBICACIÓN DE RECEPTORES

Código de Estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S	
		Este	Norte
M-1	San José de Galera	373201	8714313
M-2	Balcanes	375111	8714200
M-3	Rumichaca	375553	8709027
M-4	Alpamina	379751	8716202
M-5	Pucará	384889	8718659
M-7	Manuelita	377587	8716821
M-8	Viscas	376634	8719792

COMPONENTES MODIFICATORIA EIA

Nº	Nombre	Actividad Principal
1	Tajo	Reconfiguración
2	Depósito de Desmonte Oeste	
3	Depósito de Desmonte Este	
4	Depósito de Mineral de Baja Ley Este	
5	Depósito de Mineral de Baja Ley Oeste	
6	Grifo Mina	Nuevo componente
7	Polvorín	Nuevo componente
8	Nuevo Acceso Principal	Nuevo componente
9	Nueva Chancadora Primaria	Nuevo componente
10	Depósito de Suelo Orgánico Nº 4	Nuevo componente
11	Sistema de Suministro de Agua Tratada	Repotenciar
12	Planta Concentradora	Incorporación de equipos
13	Depósito de Desmonte Valle Norte (Cantera)	Reconfiguración
14	Depósito de Relaves	Reconfiguración

COMPONENTES U.M. TOROMOCHO

- Componentes Proyectados
- Huella de la U.M. Toromocho (2019)
- Huella Final de la U.M. Toromocho

LEYENDA

Capital de Distrito	Curva Primaria
Centro Poblado	Curva Secundaria
Vía Asfaltada	Área Poblada
Vía Afirmada	Laguna
Trocha Carrozable	Bofedal
Vía Férrea	Área Afectada por Terceros
Río	Límite Distrital
Quebrada	Límite Provincial
Nevados	Límite Departamental
	Área de Estudio

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA TOROMOCHO A 170 000 TPD

TÍTULO :

MAPA DE UBICACIÓN DE RECEPTORES

DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:
JUNIN	YAULI	YAULI, MOROCOCHA

ESCALA: 1:25,000

1,250 625 0 1,250 2,500 m

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

ELABORADO POR:	PROYECTO:	FECHA:	MAPA:
Walsh Perú ecology and environment, inc.	MIN-1711	Junio, 2020	01

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC)

ANEXO F
MAPAS DE DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA

024204

SILKE KARINA
HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y
DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP. Nº 121642

UBICACIÓN DE RECEPTORES

Código de Estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S	
		Este	Norte
M-1	San José de Galera	373201	8714313
M-2	Balcanes	375111	8714200
M-3	Rumichaca	375553	8709027
M-4	Alpamina	379751	8716202
M-5	Pucará	384889	8718659
M-7	Manuelita	377587	8716821
M-8	Viscas	376634	8719792

COMPONENTES MODIFICATORIA EIA

Nº	Nombre	Actividad Principal
1	Tajo	Reconfiguración
2	Depósito de Desmonte Oeste	
3	Depósito de Desmonte Este	
4	Depósito de Mineral de Baja Ley Este	
5	Depósito de Mineral de Baja Ley Oeste	
6	Grifo Mina	Nuevo componente
7	Polvorín	Nuevo componente
8	Nuevo Acceso Principal	Nuevo componente
9	Nueva Chancadora Primaria	Nuevo componente
10	Depósito de Suelo Orgánico Nº 4	Nuevo componente
11	Sistema de Suministro de Agua Tratada	Repotenciar
12	Planta Concentradora	Incorporación de equipos
13	Depósito de Desmonte Valle Norte (Cantera)	Reconfiguración
14	Depósito de Relaves	Reconfiguración

COMPONENTES U.M. TOROMOCHO

- Componentes Proyectados
- Huella de la U.M. Toromocho (2019)
- Huella Final de la U.M. Toromocho

LEYENDA

- Capital de Distrito
- Centro Poblado
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Trocha Carrozable
- Vía Férrea
- Río
- Quebrada
- Nevados
- Curva Primaria
- Curva Secundaria
- Área Poblada
- Laguna
- Bofedal
- Área Afectada por Terceros
- Límite Distrital
- Límite Provincial
- Límite Departamental
- Área de Estudio

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA TOROMOCHO A 170 000 TPD

TÍTULO :

MAPA DE UBICACIÓN DE RECEPTORES

DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:
JUNIN	YAULI	YAULI, MOROCOCHA

ESCALA: 1:25,000

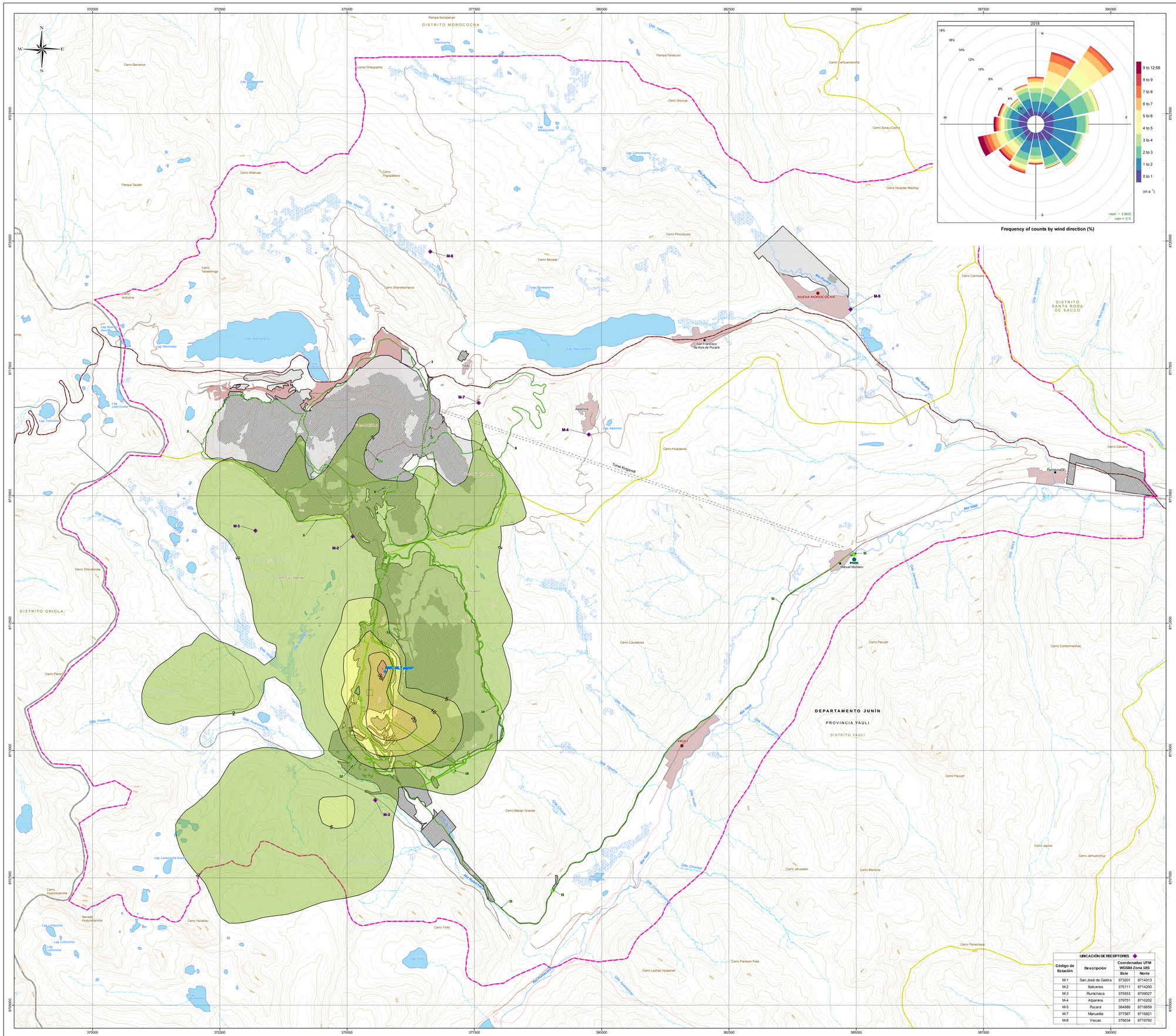
1,250 625 0 1,250 2,500 m

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

ELABORADO POR:	PROYECTO:	FECHA:	MAPA:
Walsh Perú ecology and environment, inc.	MIN-1711	Junio, 2020	01

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC)



Frequency of counts by wind direction (%)

SILKE KARINA HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP N° 121642

LEYENDA

Punto de Máxima Concentración (PMC)

46.7µg/m3

Concentraciones µg/m3

2
5
10
20
30
40

COMPONENTES MODIFICATORIA EIA

N°	Nombre	Actividad Principal
1	Tajo	Reconfiguración
2	Depósito de Desmonte Oeste	
3	Depósito de Desmonte Este	
4	Depósito de Mineral de Baja Ley Este	
5	Depósito de Mineral de Baja Ley Oeste	
6	Grifo Mina	Nuevo componente
7	Polvorín	Nuevo componente
8	Nuevo Acceso Principal	Nuevo componente
9	Nueva Chancadora Primaria	Nuevo componente
10	Depósito de Suelo Orgánico N°4	Nuevo componente
11	Sistema de Suministro de Agua Tratada	Repotenciar
12	Planta Concentradora	Incorporación de equipos
13	Depósito de Desmonte Valle Norte (Cantera)	Reconfiguración
14	Depósito de Relaves	Reconfiguración

COMPONENTES U.M. TOROMOCHO

Componentes Proyectados

Huella de la U.M. Toromocho (2019)

Huella Final de la U.M.

LEYENDA

Capital de Distrito
Centro Poblado
Vía Asfaltada
Vía Afirmada
Trocha Carrozable
Vía Férrea
Río
Quebrada
Nevados
Curva Primaria
Curva Secundaria
Área Poblada
Laguna
Bofedal
Área Afectada por Terceros
Limite Distrital
Limite Provincial
Limite Departamental
Área de Estudio

UBICACIÓN DE RECEPTORES

Código de Estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S	
		Este	Norte
M-1	San José de Galera	373201	8714313
M-2	Balcanes	375111	8714200
M-3	Rumichaca	375553	8709027
M-4	Alpamina	379751	8716202
M-5	Pucará	384889	8718659
M-7	Manuelita	377587	8716821
M-8	Viscas	376634	8719792

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA TOROMOCHO A 170 000 TPD

TÍTULO :

MAPA DE DISPERSIÓN DE PM10 - 24 HORAS
Etapa de Construcción

DEPARTAMENTO: JUNIN
PROVINCIA: YAULI
DISTRITO: YAULI, MOROCOCHA

ESCALA: 1:25,000

1,250 625 0 1,250 2,500 m

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

ELABORADO POR: Walsh Perú ecology and environment, inc.

PROYECTO: MIN-1711

FECHA: Junio, 2020

MAPA: 02

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC)

LEYENDA

Punto de Máxima Concentración (PMC)

12,2 µg/m3

Concentraciones µg/m3

0.2
0.5
1
2
4
6
8
10

SILKE KARINA HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP. Nº 121642

COMPONENTES MODIFICATORIA EIA

Nº	Nombre	Actividad Principal
1	Tajo	Reconfiguración
2	Depósito de Desmonte Oeste	
3	Depósito de Desmonte Este	
4	Depósito de Mineral de Baja Ley Este	
5	Depósito de Mineral de Baja Ley Oeste	
6	Grifo Mina	Nuevo componente
7	Polvorín	Nuevo componente
8	Nuevo Acceso Principal	Nuevo componente
9	Nueva Chancadora Primaria	Nuevo componente
10	Depósito de Suelo Orgánico Nº 4	Nuevo componente
11	Sistema de Suministro de Agua Tratada	Repotenciar
12	Planta Concentradora	Incorporación de equipos
13	Depósito de Desmonte Valle Norte (Cantera)	Reconfiguración
14	Depósito de Relaves	Reconfiguración

COMPONENTES U.M. TOROMOCHO

Componentes Proyectados
Huella de la U.M. Toromocho (2019)
Huella Final de la U.M.

LEYENDA

Capital de Distrito	Curva Primaria
Centro Poblado	Curva Secundaria
Vía Asfaltada	Área Poblada
Vía Afirmada	Laguna
Trocha Carrozable	Bofedal
Vía Férrea	Área Afectada por Terceros
Río	Límite Distrital
Quebrada	Límite Provincial
Nevados	Límite Departamental
	Área de Estudio

UBICACIÓN DE RECEPTORES

Código de Estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S Este	Norte
M-1	San José de Galera	373201	8714313
M-2	Balcanes	375111	8714200
M-3	Rumichaca	375553	8709027
M-4	Alpamina	379751	8716202
M-5	Pucará	384889	8718659
M-7	Manuelita	377587	8716821
M-8	Viscas	376634	8719792

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA TOROMOCHO A 170 000 TPD

TÍTULO :

MAPA DE DISPERSIÓN DE PM 2.5 - 24 HORAS
Etapa de Construcción

DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:
JUNIN	YAULI	YAULI, MOROCOCHA

ESCALA: 1:25,000

1,250 625 0 1,250 2,500 m

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

ELABORADO POR:	PROYECTO:	FECHA:	MAPA:
Walsh Perú ecology and environment, inc.	MIN-1711	Junio, 2020	03

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC)

UBICACIÓN DE RECEPTORES

Código de Estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S Este	Norte
M-1	San José de Galera	373201	8714313
M-2	Balcanes	375111	8714200
M-3	Rumichaca	375553	8709027
M-4	Alpamina	379751	8716202
M-5	Pucará	384889	8718659
M-7	Manuelita	377587	8716821
M-8	Viscas	376634	8719792

SILKE KARINA HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP. Nº 121642

LEYENDA

Punto de Máxima Concentración (PMC)

304,8 µg/m3

Concentraciones µg/m3

5
10
20
40
80
120
160
200

COMPONENTES MODIFICATORIA EIA

Nº	Nombre	Actividad Principal
1	Tajo	Reconfiguración
2	Depósito de Desmonte Oeste	
3	Depósito de Desmonte Este	
4	Depósito de Mineral de Baja Ley Este	
5	Depósito de Mineral de Baja Ley Oeste	
6	Grifo Mina	Nuevo componente
7	Polvorín	Nuevo componente
8	Nuevo Acceso Principal	Nuevo componente
9	Nueva Chancadora Primaria	Nuevo componente
10	Depósito de Suelo Orgánico Nº 4	Nuevo componente
11	Sistema de Suministro de Agua Tratada	Repotenciar
12	Planta Concentradora	Incorporación de equipos
13	Depósito de Desmonte Valle Norte (Cantera)	Reconfiguración
14	Depósito de Relaves	Reconfiguración

COMPONENTES U.M. TOROMOCHO

- Componentes Proyectados
- Huella de la U.M. Toromocho (2019)
- Huella Final de la U.M. Toromocho

LEYENDA

- Capital de Distrito
- Centro Poblado
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Trocha Carrozable
- Vía Férrea
- Río
- Quebrada
- Nevados
- Curva Primaria
- Curva Secundaria
- Área Poblada
- Laguna
- Bofedal
- Área Afectada por Terceros
- Límite Distrital
- Límite Provincial
- Límite Departamental
- Área de Estudio

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA TOROMOCHO A 170 000 TPD

TÍTULO :

MAPA DE DISPERSIÓN DE CO -1 HORA
Etapa de Construcción

DEPARTAMENTO: JUNIN | PROVINCIA: YAULI | DISTRITO: YAULI, MOROCOCHA

ESCALA: 1:25,000

1,250 625 0 1,250 2,500 m

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

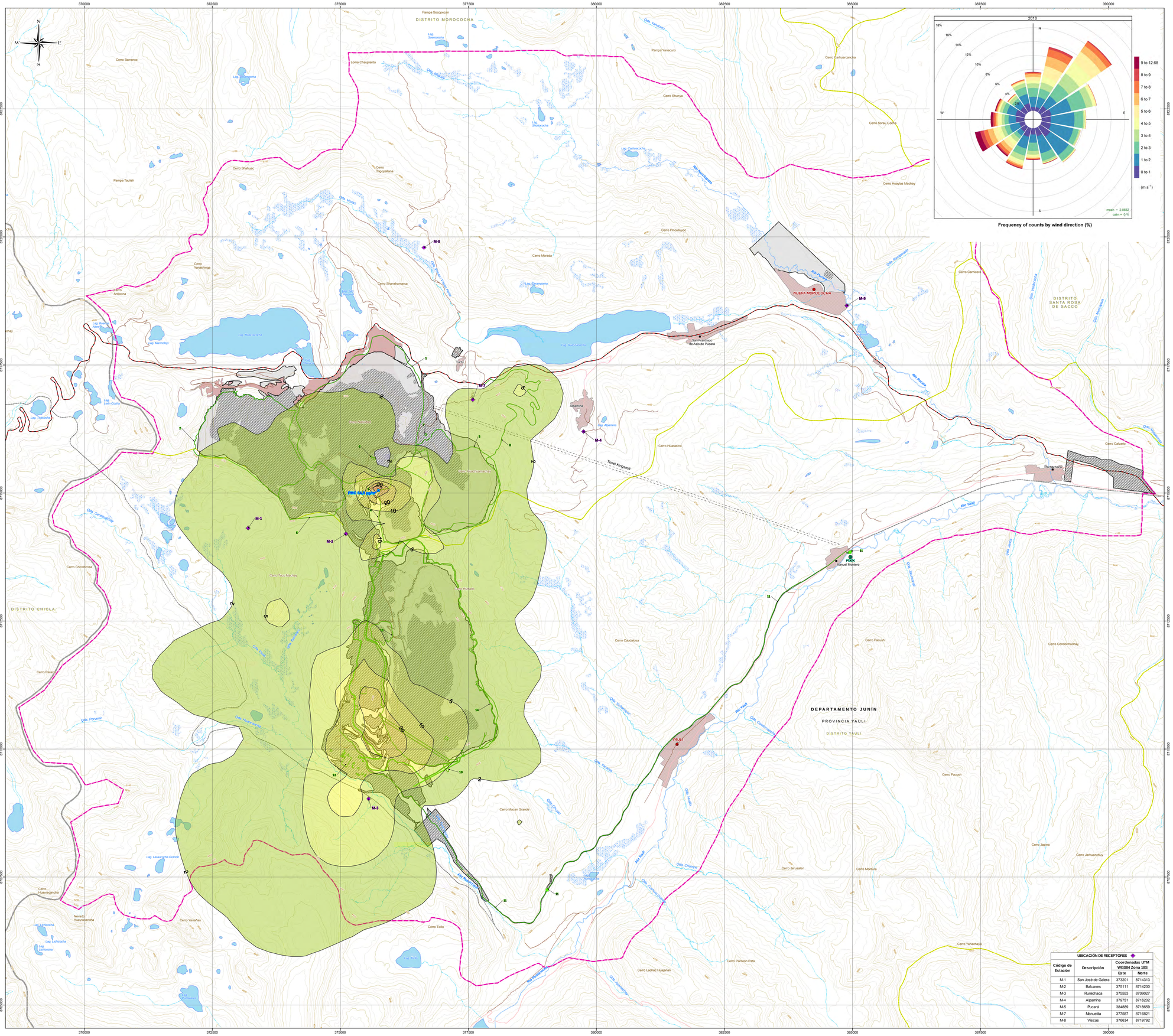
ELABORADO POR: Walsh Perú ecology and environment, inc.

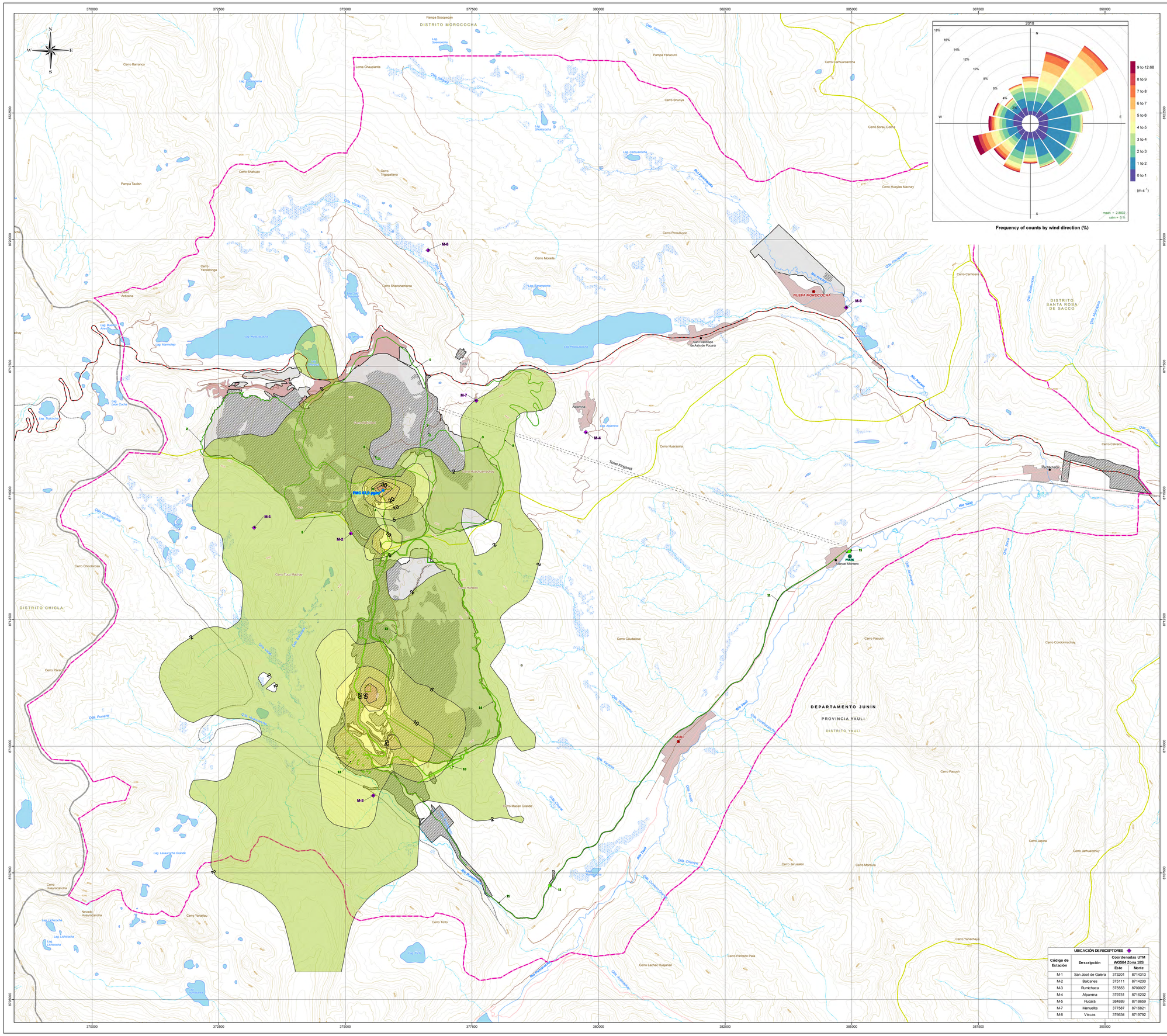
PROYECTO: MIN-1711

FECHA: Junio, 2020

MAPA: 04

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC)


370000
372500
375000
377500
380000
382500
385000
387500
390000
8722500
8720000
8717500
8715000
8712500
8710000
8707500
8705000
8702500
8700000
N
S
E
W
DISTRITO MOROCOCHA
DISTRITO SANTA ROSA DE SACCO
DISTRITO CHICLA
DEPARTAMENTO JUNÍN
PROVINCIA YAULI
DISTRITO YAULI
NUEVA MOROCOCHA
YAULI
San Francisco de Asís de Pucará
Manuel Montero
Asiamarca
Alpamina
Rumichaca
Balcanes
San José de Galera
PMC: 64.8 ug/m3
M-1
M-2
M-3
M-4
M-5
M-6
M-7
M-8
Pampa Socopecan
Pampa Yanacuro
Pampa Taulish
Loma Chaupiarita
Cerro Barranco
Cerro Carhuarcancha
Cerro Shunya
Cerro Sorau Cocha
Cerro Huaylas Machay
Cerro Pinculluyoc
Cerro Morada
Cerro Shanshamarca
Cerro Yanashinga
Cerro Antocoa
Cerro Sinahuac
Cerro Trigoallana
Cerro Huarasina
Cerro Carricera
Cerro Calvario
Cerro Chinchinsa
Cerro Tucu Machay
Cerro Huaytapallana
Cerro Paracsha
Cerro Huayracancha
Cerro Yanañau
Cerro Ticlio
Cerro Caudalosa
Cerro Pacush
Cerro Condormachay
Cerro Macan Grande
Cerro Jerusalen
Cerro Montura
Cerro Japina
Cerro Jarhuanchuy
Cerro Yanachaya
Cerro Lachac Huayanan
Cerro Panteon Pata
Río Pachachaca
Río Yauli
Río Ricrán
Río Huaytapallana
Río Huaricolca
Río Tarma
Qda. Yanacocha
Qda. Shiuricocha
Qda. Shiuricocha Huaricolca
Qda. Ulucán
Qda. Pachachaca
Qda. Shacsacocha
Qda. Huaricocha
Qda. Jarhuacocha
Qda. Jarhua
Qda. Jatunhuain
Qda. Volcanpampa
Qda. Yauricocha
Qda. Chumpe
Qda. Cochapampa
Qda. Cochapampa Chico
Qda. Huallhuay
Qda. Coyllorcancha
Qda. Huaytapallana
Qda. Porvenir
Qda. Yauli
Qda. Huaytapallana
Qda. Condormachay
Qda. Huaytapallana
Qda. Huaytapallana
Qda. Huaytapallana
Qda. Huaytapallana
Lag. Shiuricocha
Lag. Huaytapallana
Lag. Carhuacocha
Lag. Chanpampa
Lag. Marcococha
Lag. Ruricocha
Lag. Tipicocha
Lag. Lazo Cocha
Lag. Lanzacocha Grande
Lag. Lechcocha
Lag. Lechcocha
Lag. Lechcocha
Lag. Ticlio
Lag. Ticlio Chico
Túnel Kingsmill
Río Mantaro
Río Mantaro
Río Mantaro


370000
372500
375000
377500
380000
382500
385000
387500
390000
8722500
8720000
8717500
8715000
8712500
8710000
8707500
8705000
N
S
E
W
DISTRITO MOROCOCHA
DISTRITO SANTA ROSA DE SACCO
DISTRITO CHICLA
DEPARTAMENTO JUNÍN
PROVINCIA YAULI
DISTRITO YAULI
NUEVA MOROCOCHA
YAULI
San Francisco de Asís de Pucará
Manuel Montero
PMC 67.9 µg/m3
M-1
M-2
M-3
M-4
M-5
M-7
M-8
Río Pachachaca
Río Yauli
Río Rumichaca
Río Paucartambo
Río Tarma
Río Ulcumayo
Río Mantaro
Río Shullcas
Río Achamarca
Río Huaricolca
Río Huascacocha
Río Huacracocha
Río Huaytapallana
Río Yanacocha
Río Huaytapallana
Río Yauli
Río Paucartambo
Río Mantaro
Río Shullcas
Río Achamarca
Río Huaricolca
Río Huascacocha
Río Huacracocha

LEYENDA

Punto de Máxima Concentración (PMC)

0,2 µg/m3

Concentraciones µg/m3

0.005
0.01
0.02
0.04
0.06
0.08
0.1
0.12

SILKE KARINA HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP. Nº 121642

COMPONENTES MODIFICATORIA EIA

Nº	Nombre	Actividad Principal
1	Tajo	Reconfiguración
2	Depósito de Desmonte Oeste	
3	Depósito de Desmonte Este	
4	Depósito de Mineral de Baja Ley Este	
5	Depósito de Mineral de Baja Ley Oeste	
6	Grifo Mina	Nuevo componente
7	Polvorín	Nuevo componente
8	Nuevo Acceso Principal	Nuevo componente
9	Nueva Chancadora Primaria	Nuevo componente
10	Depósito de Suelo Orgánico Nº 4	Nuevo componente
11	Sistema de Suministro de Agua Tratada	Repotenciar
12	Planta Concentradora	Incorporación de equipos
13	Depósito de Desmonte Valle Norte (Cantera)	Reconfiguración
14	Depósito de Relaves	Reconfiguración

COMPONENTES U.M. TOROMOCHO

- Componentes Proyectados
- Huella de la U.M. Toromocho
- Huella Final de la U.M. Toromocho

LEYENDA

Capital de Distrito	Curva Primaria
Centro Poblado	Curva Secundaria
Vía Asfaltada	Área Poblada
Vía Afirmada	Laguna
Trocha Carrozable	Bofedal
Vía Férrea	Área Afectada por Terceros
Río	Límite Distrital
Quebrada	Límite Provincial
Nevados	Límite Departamental
	Área de Estudio

UBICACIÓN DE RECEPTORES

Código de Estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S Este	Norte
M-1	San José de Galera	373201	8714313
M-2	Balcanes	375111	8714200
M-3	Rumichaca	375553	8709027
M-4	Alpamina	379751	8716202
M-5	Pucará	384889	8718659
M-7	Manuelita	377587	8716821
M-8	Viscas	376634	8719792

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA TOROMOCHO A 170 000 TPD

TÍTULO :

MAPA DE DISPERSIÓN DE SO2 - 24 HORAS
Etapa de Construcción

DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:
JUNIN	YAULI	YAULI, MOROCOCHA

ESCALA: 1:25,000

1,250 625 0 1,250 2,500 m

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

ELABORADO POR:	PROYECTO:	FECHA:	MAPA:
Walsh Perú ecology and environment, inc.	MIN-1711	Junio, 2020	07

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC)

SILKE KARINA HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP. Nº 121642

LEYENDA

Punto de Máxima Concentración (PMC)

570 µg/m3

Concentraciones µg/m3: 10, 20, 50, 100, 200, 300, 400, 500

COMPONENTES MODIFICATORIA EIA

Nº	Nombre	Actividad Principal
1	Tajo	Reconfiguración
2	Depósito de Desmonte Oeste	
3	Depósito de Desmonte Este	
4	Depósito de Mineral de Baja Ley Este	
5	Depósito de Mineral de Baja Ley Oeste	
6	Grifo Mina	Nuevo componente
7	Polvorín	Nuevo componente
8	Nuevo Acceso Principal	Nuevo componente
9	Nueva Chancadora Primaria	Nuevo componente
10	Depósito de Suelo Orgánico Nº 4	Nuevo componente
11	Sistema de Suministro de Agua Tratada	Repotenciar
12	Planta Concentradora	Incorporación de equipos
13	Depósito de Desmonte Valle Norte (Cantera)	Reconfiguración
14	Depósito de Relaves	Reconfiguración

COMPONENTES U.M. TOROMOCHO

- Componentes Proyectados
- Huella de la U.M. Toromocho (2019)
- Huella Final de la U.M. Toromocho

LEYENDA

Capital de Distrito	Curva Primaria
Centro Poblado	Curva Secundaria
Vía Asfaltada	Área Poblada
Vía Afirmada	Laguna
Trocha Carrozable	Bofedal
Vía Férrea	Área Afectada por Terceros
Río	Límite Distrital
Quebrada	Límite Provincial
Nevados	Límite Departamental
	Área de Estudio

UBICACIÓN DE RECEPTORES

Código de Estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S	
		Este	Norte
M-1	San José de Galera	373201	8714313
M-2	Balcanes	375111	8714200
M-3	Rumichaca	375553	8709027
M-4	Alpamina	379751	8716202
M-5	Pucará	384889	8718659
M-7	Manuelita	377587	8716821
M-8	Viscas	376634	8719792

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA TOROMOCHO A 170 000 TPD

TÍTULO :

MAPA DE DISPERSIÓN DE PM10 - 24 HORAS
Etapa de Operación

DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:
JUNIN	YAULI	YAULI, MOROCOCHA

ESCALA: 1:25,000

1,250 625 0 1,250 2,500 m

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

ELABORADO POR:	PROYECTO:	FECHA:	MAPA:
Walsh Perú ecology and environment, inc.	MIN-1711	Junio, 2020	08

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC)

UBICACIÓN DE RECEPTORES			
Código de Estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S Este	Norte
M-1	San José de Galera	373201	8714313
M-2	Balcanes	375111	8714200
M-3	Rumichaca	375553	8709027
M-4	Alpamina	379751	8716202
M-5	Pucará	384889	8718659
M-7	Manuelita	377587	8716821
M-8	Viscas	376634	8719792

LEYENDA

Punto de Máxima Concentración (PMC)

541 µg/m3

Concentraciones µg/m3: 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 300

SILKE KARINA HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP. Nº 121642

COMPONENTES MODIFICATORIA EIA

Nº	Nombre	Actividad Principal
1	Tajo	Reconfiguración
2	Depósito de Desmonte Oeste	
3	Depósito de Desmonte Este	
4	Depósito de Mineral de Baja Ley Este	
5	Depósito de Mineral de Baja Ley Oeste	
6	Grifo Mina	Nuevo componente
7	Polvorín	Nuevo componente
8	Nuevo Acceso Principal	Nuevo componente
9	Nueva Chancadora Primaria	Nuevo componente
10	Depósito de Suelo Orgánico Nº 4	Nuevo componente
11	Sistema de Suministro de Agua Tratada	Repotenciar
12	Planta Concentradora	Incorporación de equipos
13	Depósito de Desmonte Valle Norte (Cantera)	Reconfiguración
14	Depósito de Relaves	Reconfiguración

COMPONENTES U.M. TOROMOCHO

- Componentes Proyectados
- Huella de la U.M. Toromocho (2019)
- Huella Final de la U.M. Toromocho

LEYENDA

- Capital de Distrito
- Centro Poblado
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Trocha Carrozable
- Vía Férrea
- Río
- Quebrada
- Nevados
- Curva Primaria
- Curva Secundaria
- Área Poblada
- Laguna
- Bofedal
- Área Afectada por Terceros
- Límite Distrital
- Límite Provincial
- Límite Departamental
- Área de Estudio

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA TOROMOCHO A 170 000 TPD

TÍTULO :

MAPA DE DISPERSIÓN DE PM 2.5 - 24 HORAS
Etapa de Operación

DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:
JUNIN	YAULI	YAULI, MOROCOCHA

ESCALA: 1:25,000

1,250 625 0 1,250 2,500 m

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

ELABORADO POR:	PROYECTO:	FECHA:	MAPA:
Walsh Perú ecology and environment, inc.	MIN-1711	Junio, 2020	09

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC)

024213

UBICACIÓN DE RECEPTORES		Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S	
Código de Estación	Descripción	Este	Norte
M-1	San José de Galera	373201	8714313
M-2	Balcanes	375111	8714200
M-3	Rumichaca	375553	8709027
M-4	Alpamina	379751	8716202
M-5	Pucará	384889	8718659
M-7	Manuelita	377587	8716821
M-8	Viscas	376634	8719792

LEYENDA

Punto de Máxima Concentración (PMC)

34 600 µg/m3

Concentraciones µg/m3: 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000

SILKE KARINA HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP. Nº 121642

COMPONENTES MODIFICATORIA EIA

Nº	Nombre	Actividad Principal
1	Tajo	Reconfiguración
2	Depósito de Desmonte Oeste	
3	Depósito de Desmonte Este	
4	Depósito de Mineral de Baja Ley Este	
5	Depósito de Mineral de Baja Ley Oeste	
6	Grifo Mina	Nuevo componente
7	Polvorín	Nuevo componente
8	Nuevo Acceso Principal	Nuevo componente
9	Nueva Chancadora Primaria	Nuevo componente
10	Depósito de Suelo Orgánico Nº 4	Nuevo componente
11	Sistema de Suministro de Agua Tratada	Repotenciar
12	Planta Concentradora	Incorporación de equipos
13	Depósito de Desmonte Valle Norte (Cantera)	Reconfiguración
14	Depósito de Relaves	Reconfiguración

COMPONENTES U.M. TOROMOCHO

- Componentes Proyectados
- Huella de la U.M. Toromocho (2019)
- Huella Final de la U.M.

LEYENDA

Capital de Distrito	Curva Primaria
Centro Poblado	Curva Secundaria
Vía Asfaltada	Área Poblada
Vía Afirmada	Laguna
Trocha Carrozable	Bofedal
Vía Férrea	Área Afectada por Terceros
Río	Límite Distrital
Quebrada	Límite Provincial
Nevados	Límite Departamental
	Área de Estudio

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA TOROMOCHO A 170 000 TPD

TÍTULO :

MAPA DE DISPERSIÓN DE CO -1 HORA
Etapa de Operación

DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:
JUNIN	YAULI	YAULI, MOROCOCHA

ESCALA: 1:25,000

1,250 625 0 1,250 2,500 m

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

ELABORADO POR:	PROYECTO:	FECHA:	MAPA:
Walsh Perú ecology and environment, inc.	MIN-1711	Junio, 2020	10

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC)

LEYENDA

Punto de Máxima Concentración (PMC)

6 915 µg/m3

Concentraciones µg/m3: 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 3000, 5000

SILKE KARINA HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP. Nº 121642

COMPONENTES MODIFICATORIA EIA		
Nº	Nombre	Actividad Principal
1	Tajo	Reconfiguración
2	Depósito de Desmonte Oeste	
3	Depósito de Desmonte Este	
4	Depósito de Mineral de Baja Ley Este	
5	Depósito de Mineral de Baja Ley Oeste	
6	Grifo Mina	Nuevo componente
7	Polvorín	Nuevo componente
8	Nuevo Acceso Principal	Nuevo componente
9	Nueva Chancadora Primaria	Nuevo componente
10	Depósito de Suelo Orgánico Nº 4	Nuevo componente
11	Sistema de Suministro de Agua Tratada	Repotenciar
12	Planta Concentradora	Incorporación de equipos
13	Depósito de Desmonte Valle Norte (Cantera)	Reconfiguración
14	Depósito de Relaves	Reconfiguración

COMPONENTES U.M. TOROMOCHO

- Componentes Proyectados
- Huella de la U.M. Toromocho (2019)
- Huella Final de la U.M.

LEYENDA

Capital de Distrito	Curva Primaria
Centro Poblado	Curva Secundaria
Vía Asfaltada	Área Poblada
Vía Afirmada	Laguna
Trocha Carrozable	Bofedal
Vía Férrea	Área Afectada por Terceros
Río	Límite Distrital
Quebrada	Límite Provincial
Nevados	Límite Departamental
	Área de Estudio

UBICACIÓN DE RECEPTORES			
Código de Estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S Este	Norte
M-1	San José de Galera	373201	8714313
M-2	Balcanes	375111	8714200
M-3	Rumichaca	375553	8709027
M-4	Alpamina	379751	8716202
M-5	Pucará	384889	8718659
M-7	Manuelita	377587	8716821
M-8	Viscas	376634	8719792

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA TOROMOCHO A 170 000 TPD

TÍTULO :

MAPA DE DISPERSIÓN DE CO -8 HORAS
Etapa de Operación

DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:
JUNIN	YAULI	YAULI, MOROCOCHA

ESCALA: 1:25,000

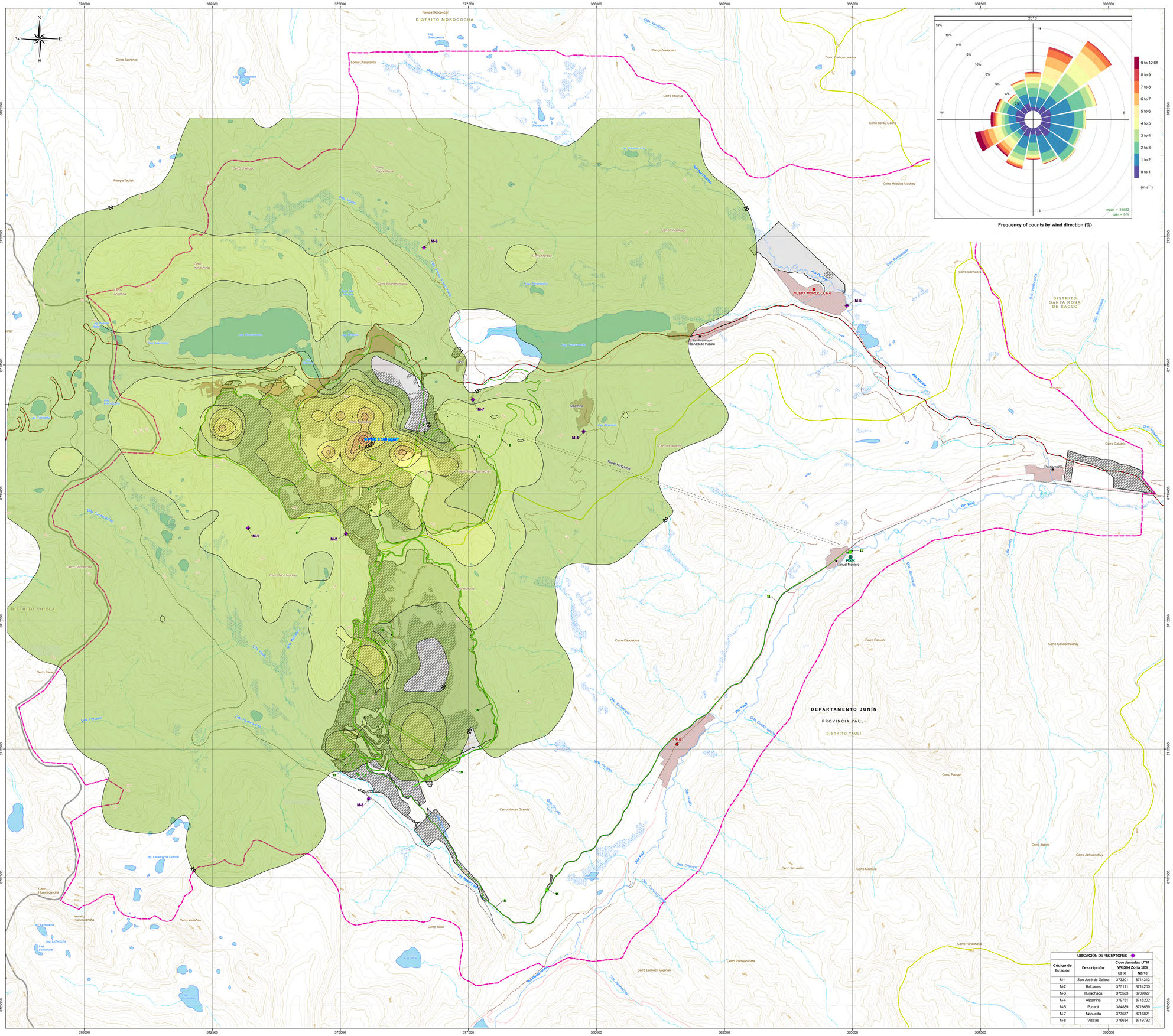
1,250 625 0 1,250 2,500 m

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

ELABORADO POR:	PROYECTO:	FECHA:	MAPA:
Walsh Perú ecology and environment, inc.	MIN-1711	Junio, 2020	11

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC)



LEYENDA

Punto de Máxima Concentración (PMC)

3 160 µg/m3

Concentraciones µg/m3

20
50
100
200
500
1000
1500
2000
2500

SILKE KARINA HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP. Nº 121642

COMPONENTES MODIFICATORIA EIA		
Nº	Nombre	Actividad Principal
1	Tajo	Reconfiguración
2	Depósito de Desmonte Oeste	
3	Depósito de Desmonte Este	
4	Depósito de Mineral de Baja Ley Este	
5	Depósito de Mineral de Baja Ley Oeste	
6	Grifo Mina	Nuevo componente
7	Polvorín	Nuevo componente
8	Nuevo Acceso Principal	Nuevo componente
9	Nueva Chancadora Primaria	Nuevo componente
10	Depósito de Suelo Orgánico Nº 4	Nuevo componente
11	Sistema de Suministro de Agua Tratada	Repotenciar
12	Planta Concentradora	Incorporación de equipos
13	Depósito de Desmonte Valle Norte (Cantera)	Reconfiguración
14	Depósito de Relaves	Reconfiguración

COMPONENTES U.M. TOROMOCHO

- Componentes Proyectados
- Huella de la U.M. Toromocho (2019)
- Huella Final de la U.M.

LEYENDA

Capital de Distrito		Curva Primaria	
Centro Poblado		Curva Secundaria	
Vía Asfaltada		Área Poblada	
Vía Afirmada		Laguna	
Trocha Carrozable		Bofedal	
Vía Férrea		Área Afectada por Terceros	
Río		Límite Distrital	
Quebrada		Límite Provincial	
Nevados		Límite Departamental	
		Área de Estudio	

UBICACIÓN DE RECEPTORES

Código de Estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S	
		Este	Norte
M-1	San José de Galera	373201	8714313
M-2	Balcanes	375111	8714200
M-3	Rumichaca	375553	8709027
M-4	Aparina	379751	8716202
M-5	Pucará	384889	8718659
M-7	Manuelita	377587	8716821
M-8	Viscas	376634	8719792

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA TOROMOCHO A 170 000 TPD

TÍTULO :

MAPA DE DISPERSIÓN DE NO2 -1 HORA
Etapa de Operación

DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:
JUNIN	YAULI	YAULI, MOROCOCHA

ESCALA: 1:25,000

1,250 625 0 1,250 2,500 m

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

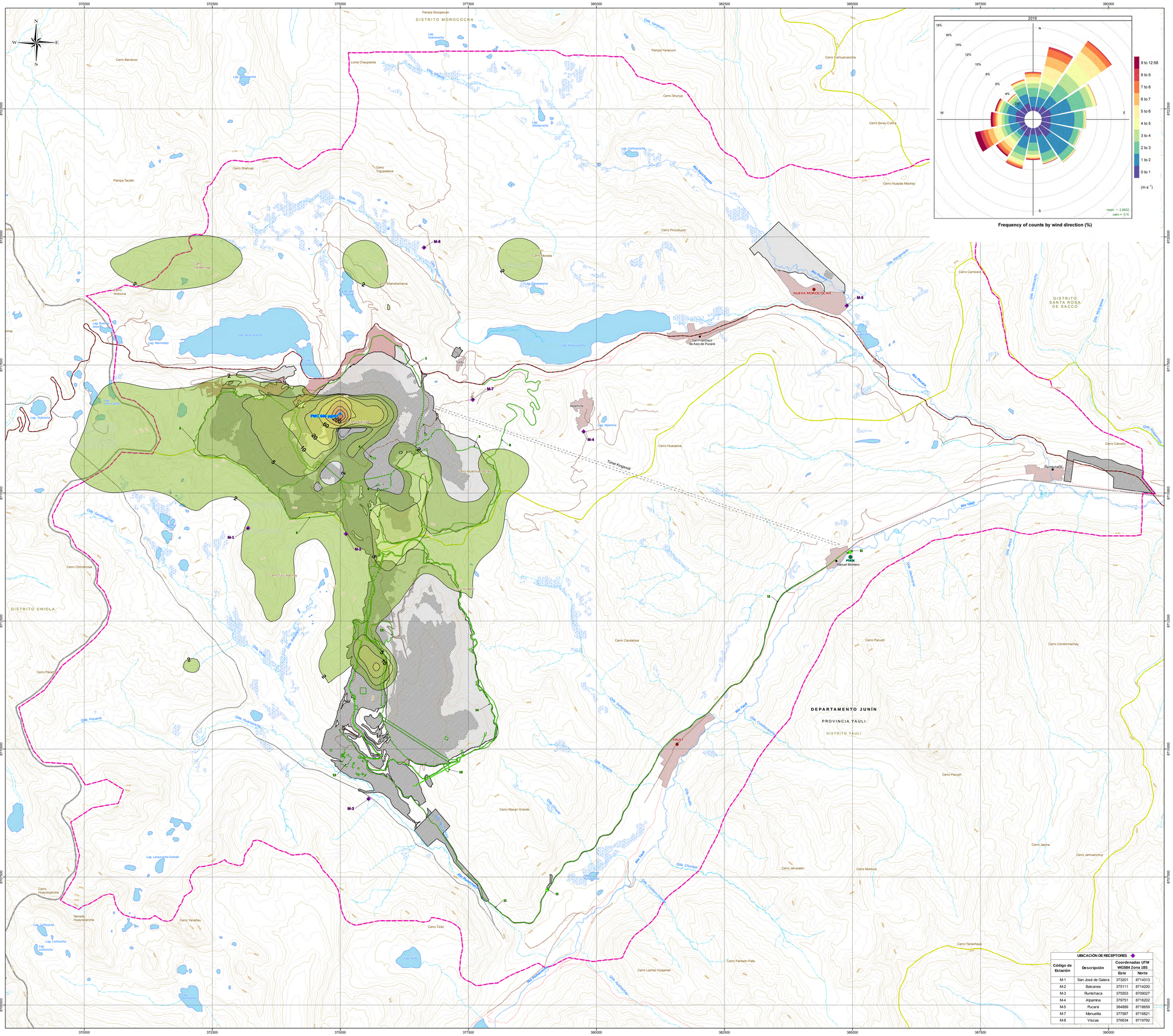
ELABORADO POR: Walsh Perú ecology and environment, inc.

PROYECTO: MIN-1711

FECHA: Junio, 2020

MAPA: 12

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN) Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC)



Frequency of counts by wind direction (%)

LEYENDA

Punto de Máxima Concentración (PMC)

666 µg/m3

Concentraciones µg/m3

2
5
10
20
50
100
200
300
400

SILKE KARINA HUAMANTINCO AJA
INGENIERA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP N° 121642

UBICACIÓN DE RECEPTORES

Código de Estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S Este	Norte
M-1	San José de Galera	373201	8714313
M-2	Balcanes	375111	8714200
M-3	Rumichaca	375553	8709027
M-4	Alpamina	379751	8716202
M-5	Pucará	384889	8718659
M-7	Manuelita	377587	8716821
M-8	Viscas	376634	8719792

COMPONENTES MODIFICATORIA EIA

N°	Nombre	Actividad Principal
1	Tajo	Reconfiguración
2	Depósito de Desmonte Oeste	
3	Depósito de Desmonte Este	
4	Depósito de Mineral de Baja Ley Este	
5	Depósito de Mineral de Baja Ley Oeste	
6	Grifo Mina	Nuevo componente
7	Polvorín	Nuevo componente
8	Nuevo Acceso Principal	Nuevo componente
9	Nueva Chancadora Primaria	Nuevo componente
10	Depósito de Suelo Orgánico N° 4	Nuevo componente
11	Sistema de Suministro de Agua Tratada	Repotenciar
12	Planta Concentradora	Incorporación de equipos
13	Depósito de Desmonte Valle Norte (Cantera)	Reconfiguración
14	Depósito de Relaves	Reconfiguración

COMPONENTES U.M. TOROMOCHO

- Componentes Proyectados
- Huella de la U.M. Toromocho (2019)
- Huella Final de la U.M.

LEYENDA

- Capital de Distrito
- Centro Poblado
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Trocha Carrozable
- Vía Férrea
- Río
- Quebrada
- Nevados
- Curva Primaria
- Curva Secundaria
- Área Poblada
- Laguna
- Bofedal
- Área Afectada por Terceros
- Límite Distrital
- Límite Provincial
- Límite Departamental
- Área de Estudio

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA TOROMOCHO A 170 000 TPD

TÍTULO :

MAPA DE DISPERSIÓN DE SO2 - 24 HORAS
Etapa de Operación

DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:
JUNIN	YAULI	YAULI, MOROCOCHA

ESCALA: 1:25,000

1,250 625 0 1,250 2,500 m

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

ELABORADO POR: Walsh Perú ecology and environment, inc.

PROYECTO: MIN-1711

FECHA: Junio, 2020

MAPA: 13

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC)

ANEXO 5-2
MODELO DE RUIDO Y VIBRACIONES

MODELO DE PROPAGACIÓN DE RUIDO Y ESTIMACIÓN DE VIBRACIONES PARA EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA TOROMOCHO A 170 000 TPD

Para:

CHINALCO

Elaborado por:

Walsh Perú
ecology and environment, inc.

Mayo, 2020

ÍNDICE

1.0. INTRODUCCIÓN 1

2.0. VALORES DE COMPARACIÓN 1

2.1. ESTÁNDARES PARA RUIDO AMBIENTAL 1
2.2. ESTÁNDARES PARA VIBRACIONES Y RUIDO POR VOLADURAS 2

3.0. MODELO DE RUIDO 4

3.1. INSTRUMENTAL Y SOFTWARE 4
3.2. SUPUESTOS Y PARÁMETROS DE MODELAMIENTO 4
3.3. COEFICIENTE DE INCERTIDUMBRE 5
3.4. ESCENARIOS DE MODELAMIENTO 6
3.4.1. CONSTRUCCIÓN 6
3.4.2. OPERACIÓN 3
3.5. FUENTES DE RUIDO 5
3.5.1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN 14
3.6. NIVELES DE RUIDO DE LÍNEA BASE 15
3.7. RESULTADOS DE LA MODELACIÓN DE RUIDO 17
3.7.1 ÁREA DE MODELAMIENTO 17
3.7.2 RECEPTORES 18

4.0. VIBRACIONES Y RUIDO POR VOLADURAS 21

4.1. DISEÑO DE VOLADURA 21
4.2. MODELO DE RUIDO Y VIBRACIONES POR VOLADURA 21
4.3. RESULTADOS 22

Lista de cuadros

Cuadro 1 Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido 1
Cuadro 2 Niveles de vibración máxima en tierra 2
Cuadro 3 Límites máximos para flujos de aire 2
Cuadro 4 Límites Norma DIN 4150-3 (1999). 3
Cuadro 5 Cronograma de construcción 1
Cuadro 6 Cronograma resumen de la etapa de operación 3
Cuadro 7 Plan de Minado 3
Cuadro 8 Fuentes de ruido Etapa de Construcción Área Concentradora (CO) 5
Cuadro 9 Fuentes de ruido Etapa de Construcción Área Depósito de Relaves (DR) 6
Cuadro 10 Fuentes de ruido Etapa de Construcción Área Nuevo Acceso Principal (AP) 6
Cuadro 11 Fuentes puntuales de ruido Etapa de Construcción 7
Cuadro 12 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área de Chancado Primario 8
Cuadro 13 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Molienda 9
Cuadro 14 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Flotación 9
Cuadro 15 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Remolienda 9
Cuadro 16 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Flotación Limpieza 9
Cuadro 17 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Flotación Scavenger 10
Cuadro 18 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Espesamiento 10
Cuadro 19 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Filtrado y Almacenamiento 10
Cuadro 20 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Bombeo Relave 10
Cuadro 21 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Sistema de Reactivos 11
Cuadro 22 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Mina Tajo 11

Cuadro 23 Fuentes puntuales de ruido en la Etapa de Operación 11
Cuadro 24 Datos para el modelamiento de ruido de tráfico 13
Cuadro 25 Medidas de prevención y mitigación para ruido. 14
Cuadro 26 Ubicación de receptores 15
Cuadro 27 Máximos valores de ruido diurno de LB, periodo 2014-2018 16
Cuadro 28 Máximos valores de ruido nocturno de LB, periodo 2014-2018 16
Cuadro 29 Resultados del modelamiento de ruido en etapa de construcción 17
Cuadro 30 Resultados del modelamiento de ruido en etapa de operación.....17
Cuadro 31 NPS Total Diurno en dBA en la etapa de construcción 18
Cuadro 32 NPS Total Nocturno en dBA en la etapa de construcción.....18
Cuadro 33 NPS Total Diurno en dBA en la etapa de operación 19
Cuadro 34 NPS Total Nocturno en dBA en la etapa de operación 19
Cuadro 35 Ubicación y cantidad de explosivo utilizado en cada voladura.....21
Cuadro 36 Constantes utilizadas para el modelo G. Berta y Oriard.....21
Cuadro 37 Constantes utilizadas para el modelo AS 2187.2-2006.....21
Cuadro 38 Resultados de vibraciones por voladuras (G. Berta, Oriard) 22
Cuadro 39 Resultados de vibraciones por voladuras (AS 2187.2 - 2006).....22
Cuadro 40 Resultados de vibraciones por voladuras (G. Berta, Oriard) – DIN 4150-3 (1999) 23
Cuadro 41 Resultados de vibraciones por voladuras (AS 2187.2 - 2006) - DIN 4150-3 (1999).....23

Lista de figuras

Figura 1 Límites establecidos en DIN 4150-3.....3
Figura 2 Coeficiente de incertidumbre del modelo desarrollado.....6
Figura 3 Ubicación de las fuentes de ruido en Etapa de Construcción. 7
Figura 4 Ubicación de las fuentes de ruido en Etapa de Operación.....12
Figura 5 Ubicación de las rutas de tránsito.....14
Figura 6 Ubicación de receptores. 16

1.0. INTRODUCCIÓN

Walsh Perú S.A. ha subcontratado los servicios de la empresa especializada CES LTDA para desarrollar un modelamiento de ruido y vibraciones generadas en las etapas de construcción y operación de las actividades relacionadas al incremento en la producción de la Unidad Minera Toromocho.

El presente informe muestra los resultados del modelamiento de ruido durante la construcción y operación del Proyecto para la Expansión de la Unidad Minera Toromocho, bajo las directrices de la norma ISO 9613[1]; asimismo, se presenta la estimación de ruido y vibraciones durante las actividades de voladura.

En particular, se evalúa el ruido emitido en dos escenarios: el primero producto de la maquinaria en la etapa de construcción y el segundo desde los distintos componentes que conforman el Proyecto en la etapa de operación, así como, el tráfico circulante por el nuevo acceso principal y accesos internos. Luego de modelar la inmisión de ruido producida en la etapa de construcción, se determinó que el máximo Nivel de Presión Sonora (NPS) alcanza un valor de 58 dBA en el receptor "M-3". Para la etapa de operación, se determinó que el máximo NPS es de 51 dBA, también en el receptor "M-3".

Para el caso de vibraciones, se analiza la intensidad de vibraciones en el suelo: Velocidad de Partícula Pico (VPP) y Niveles de Flujo de Aire (OP). La evaluación de vibraciones determinó que el receptor "M-2" es el más afectado con un valor de velocidad de partículas (VPP) de 24,8 mm/s (G. Berta) y 2,7 mm/s (AS 2187.2 - 2016). El valor máximo de flujo de aire (OP) alcanzó 114,8 dB (Oriard) y 126,1 dB (AS 2187.2 - 2016) en dicho receptor.

2.0. VALORES DE COMPARACIÓN

2.1. ESTÁNDARES PARA RUIDO AMBIENTAL

Los resultados de NPS fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido establecidos en el D.S. N° 085-2003-PCM. Estos niveles fueron determinados con el fin de proteger la salud humana. Los estándares de comparación consideran zonas de aplicación y horarios, que se establecen en el Cuadro 1.

Cuadro 1 Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido

Zonas de Aplicación	Valores Expresados en L_{AeqT}	
	Horario Diurno (07:01 a 22:00)	Horario Nocturno (De 22:01 a 07:00)
Zona Residencial	60	50
Zona Industrial	80	70

L_{AeqT}: Nivel de Presión Sonoro Continuo Equivalente con Ponderación A
Fuente: D.S. N° 085-2003-PCM.

[1] International Organization for Stadardization, ISO 9613-2:1996 Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation, 1996.

Se debe destacar, que la mayoría de los puntos de medición, serán comparados con el ECA para ruido de Zona Industrial, por encontrarse dentro de los límites de las operaciones mineras. Sin embargo, los puntos cercanos a zonas con presencia de población, serán comparados con Zona Residencial.

2.2. ESTÁNDARES PARA VIBRACIONES Y RUIDO POR VOLADURAS

Para efectos de evaluar los niveles de vibraciones estimados durante las operaciones de voladura, se empleará los estándares establecidos en la "Guía Ambiental para la Perforación y Voladuras en Operaciones Mineras" (DGAAM, 1995).

La vibración máxima de tierra no deberá exceder los siguientes límites en donde se encuentre cualquier vivienda, edificio público, colegio, iglesia, o edificios comunal o institucional fuera del área de voladura:

Cuadro 2 Niveles de vibración máxima en tierra

Distancia (D) desde el área de voladura en metros	Velocidad de partícula pico máxima permitida (V) para vibración de tierra en mm/segundo
0 a 91,4	31,75
91,7 a 1 524	25,4
1524,3 a más	19,05

Fuente: Guía Ambiental para la Perforación y Voladuras en Operaciones Mineras, DGAAM (1995)

Los flujos de aire como resultado de operaciones de voladura no deberán exceder los límites máximos que se consignan a continuación, en lugares donde haya viviendas, edificios públicos, colegios, iglesias o edificios comunales o institucionales fuera del área de voladura.

Cuadro 3 Límites máximos para flujos de aire

Límite inferior de frecuencia del sistema de medición, en Hz (± 3dB)	Nivel máximo, en dB
0,1 Hz o respuesta baja - plana	pico de 134
2 Hz o respuesta baja - plana	pico de 133
6 Hz o respuesta baja - plana	pico de 129
Respuesta ponderada tipo C	pico dBC de 105

Fuente: Guía Ambiental para la Perforación y Voladuras en Operaciones Mineras, DGAAM (1995)

El flujo de aire es un impulso transitorio que viaja a través de la atmósfera. Gran parte del chorro de aire producido por la voladura tiene una frecuencia por debajo de los 20 Hz y es inaudible para el oído humano. El chorro de aire audible se denomina “ruido”, mientras que aquellos con frecuencias por debajo de 20 Hz e inaudibles para el oído humano se denominan “concusiones” (sobrepresión). Sin embargo, todo chorro de aire producido por la voladura, tanto audible como inaudible, puede hacer que una estructura vibre de la misma manera que lo haría una vibración de tierra. No obstante, el chorro de aire de una voladura típica tiene menor potencial que las vibraciones de tierra para ocasionar daños a las estructuras.

Asimismo, se incluye la verificación del cumplimiento de los niveles de vibraciones bajo la normativa DIN 4150-3 del German Institute for Standardization, DIN 4150-3: 1999-02 Structural Vibrations - Part 3: Effects of vibration on structures, 1999. El empleo de esta norma permite evaluar la posible afectación de los lugares sensibles, ya que establece un límite específico para edificaciones de 5 mm/s para vibraciones de baja frecuencia y de corto plazo para edificios residenciales

Como se aprecia en el Cuadro 4, la norma también incluye los niveles recomendados (en cualquier rango de frecuencia) para el piso superior (PS) de una estructura. Sin embargo, para esta situación se indica que solo se deben medir las componentes horizontales (longitudinal y transversal) del movimiento.

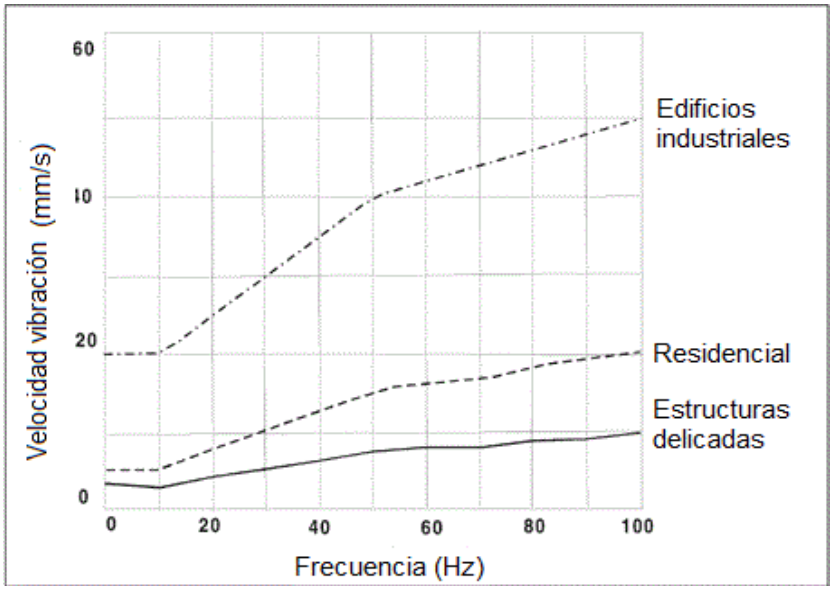
Cuadro 4 Límites Norma DIN 4150-3 (1999).

Tipo de edificación	Límites de velocidad de partícula (mm/s)			
	Frecuencia (Hz)			PS
	< 10	10 – 50	50 - 100	TF
Estructuras delicadas, sensibles a la vibración	3	3 – 8	8 – 10	8
Viviendas y edificios (construcciones residenciales)	5	5 – 15	15 – 20	15
Comercial e industrial (diseños robustos)	20	20 – 40	40 – 50	40

PS: Piso Superior
TF: Toda Frecuencia
Fuente (Norma DIN 1999)

La norma indica que se deben medir los tres componentes del vector velocidad de partícula (longitudinal, transversal y vertical) en el primer piso (planta baja) de la estructura, en los cimientos de la pared exterior o en esta misma pared. Los valores límites establecidos por ella están en función de la velocidad pico de partícula (VPP). La Figura 1 muestra los límites establecidos por esta norma.

Figura 1 Límites establecidos en DIN 4150-3



Fuente (Norma DIN 1999)

3.0. MODELO DE RUIDO

3.1. INSTRUMENTAL Y SOFTWARE

Para el desarrollo del modelamiento de ruido se utilizó el Software CadnaA versión 2017 (build 157.4702) de la compañía Datakustik GmbH.

CadnaA (Computer Aided Noise Abatement) es un software líder para la modelación, calculo y evaluación de ruido ambiental. Se puede utilizar de manera efectiva en proyectos de cualquier escala, desde un modelo de pocos receptores en un pequeño vecindario hasta mapas de ruido de países enteros. Las fuentes de ruido comprenden carreteras, trenes, aviones y ruido industrial. Se adjunta un certificado de conformidad de acuerdo a las normas DIN 45687:200605[2] e ISO 17534-3:2015[3] (Anexo A).

3.2. SUPUESTOS Y PARÁMETROS DE MODELAMIENTO

El parámetro descriptor para la propagación sonora definido por la Norma ISO 9613 es el Nivel de Presión Sonora Continuo equivalente L_{fT}(DW) con viento descendente o bajo condiciones de inversión de temperatura, es decir, la inmisión sonora sobre cada uno de los receptores evaluados implica que, independiente de la dirección del viento real, los valores obtenidos consideran la dirección del viento a favor de la propagación, en dirección a la ubicación del receptor evaluado (peor escenario).

En general los modelos desarrollados de acuerdo con los procedimientos establecidos por la Norma ISO 9613 consideran, los siguientes supuestos:

- Dirección del viento, soplando de la fuente al receptor, dentro de un ángulo de 45° de la vía que conecta el centro de la fuente de ruido y el centro del área especificada.

- Velocidad del viento entre aproximadamente 1 y 5 m/s, tomada a la altura de entre 3 y 11 m por encima del suelo.

- Propagación (en cualquier dirección próxima a la horizontal) bajo una capa térmica densamente formada y desarrollada.

Para la configuración del modelo se ha empleado los siguientes parámetros:

- Altura y ubicación de componentes. Fuente: Capítulo 2.0 Descripción del proyecto de la MEIA de la UM Toromocho.

[2] German Institute for Standardization, DIN 45687:2006-05 Acoustics - Software products for the calculation of the sound propagation outdoors - Quality requirements and test conditions, 2006.
[3] International Organization for Standardization, ISO/TR 17534-3:2015 Acoustics — Software for the calculation of sound outdoors — Part 3: Recommendations for quality assured implementation of ISO 9613-2 in software according to ISO 17534-1, 2015.

- Absorción del terreno: Se consideró el factor de suelo G=1 correspondiente a suelo blando y todos los suelos porosos adecuados para el crecimiento de vegetación, tales como tierras cultivables, debido también a que la mayor parte del área de estudio está cubierta por pastos naturales u otro tipo de vegetación. Fuente: Factor calculado con el método de cálculo ISO 9613-2.

- Topografía del área de modelamiento: Fuente: Curvas de nivel obtenidas desde el modelo ASTER cada 10 metros y topografía proporcionada por Chinalco.

- Reflexión: Cuando una onda sonora se refleja en un plano, parte de la energía se trasmite al obstáculo y otra parte es reflejada. Para el presente estudio se consideró Reflexiones de hasta orden 3. Se consideraron reflexiones de hasta tercer orden para conseguir mayor exactitud en los resultados obtenidos; no obstante que la propagación sonora es al aire libre y bastaría con reflexiones de primer orden para obtener una modelación satisfactoria.

- Se consideran las fuentes de tipo puntual, ubicadas a 1,5 metros de altura sobre el terreno. El cálculo se realiza bajo la norma ISO 9613[4] [5].

- Información meteorología: promedio anual de temperatura (10ºC) y humedad de temperatura y de humedad relativa promedio anual (70%). Fuente: Capítulo 3.2.1 Clima de la MEIA de la UM Toromocho.

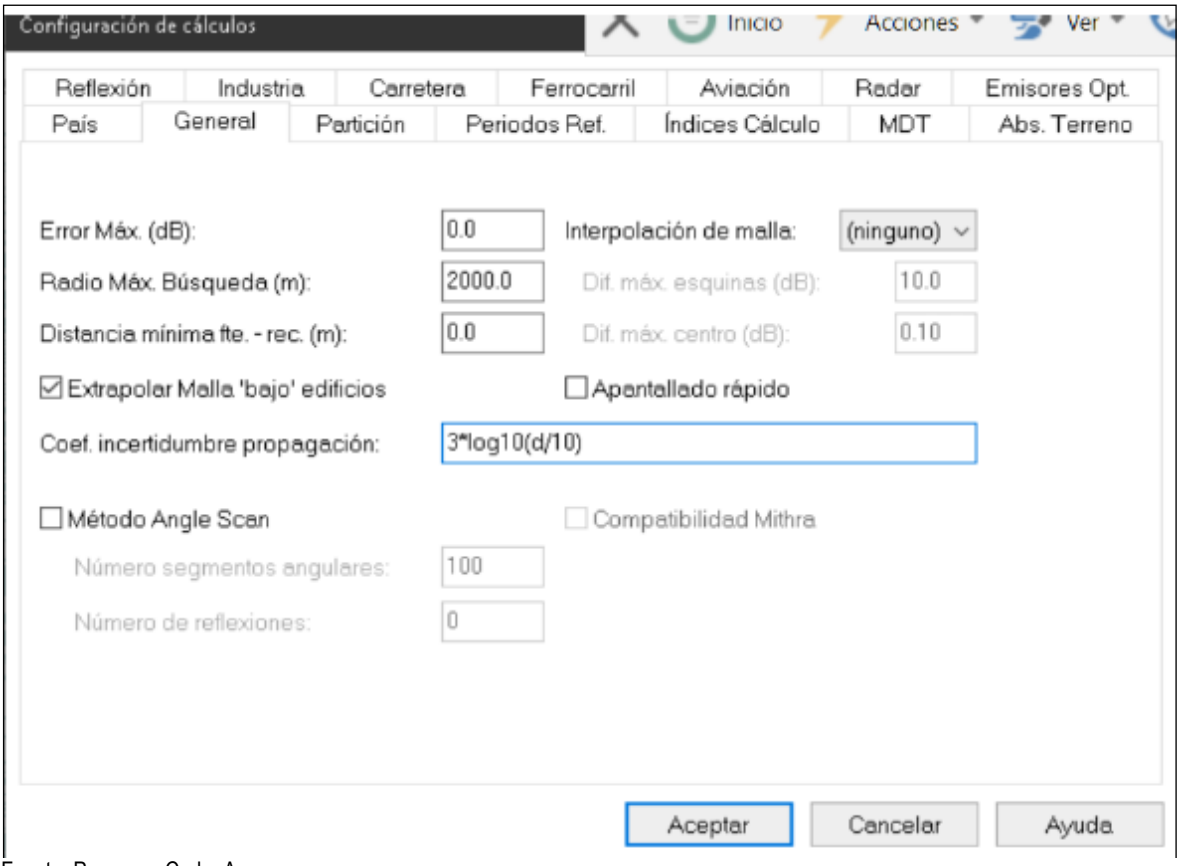
3.3. COEFICIENTE DE INCERTIDUMBRE

El software de modelación utilizado (CadnaA), cuenta con certificación del cumplimiento de las Normas DIN 45687 " Akustik - Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmission imFreien - Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen" e ISO/TR 17534-3:2015 "Acoustics - Software for the calculation of sound outdoors -- Part 3: Recommendations for quality assured implementation of ISO 9613-2 in software according to ISO 17534-1". El nivel resultante calculado con software CadnaA difiere del nivel establecido en las normativas evaluadas, para los casos de prueba, en menos de 0,1 dB (ref.: TDS9010 December 2015 A – CadnaA 4.6.153 Test Report DIN&ISO EN.pdf).

Por otro lado, en la Figura 2 se muestra el coeficiente de incertidumbre de propagación del sonido para el modelo desarrollado.

[4] International Organization for Standardization, ISO 9613-2:1996 Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation, 1996.

Figura 2 Coeficiente de incertidumbre del modelo desarrollado



Fuente: Programa CadnaA

3.4. ESCENARIOS DE MODELAMIENTO

La operación de la UM Toromocho consiste en la extracción del mineral vía movimiento de tierras convencional, es decir: perforación, voladura, carguío, acarreo y transporte. El material de desmonte es transportado y dispuesto finalmente en los depósitos de desmonte. Por otro lado, el mineral es sometido a un proceso de chancado, molienda, flotación, espesamiento y filtrado, para producir concentrado de cobre.

El Proyecto de expansión de la UM Toromocho se iniciará con una etapa de construcción de infraestructura, de modo que se pueda incrementar el procesamiento de mineral a 170 000 tpd durante la etapa de producción.

3.4.1. CONSTRUCCIÓN

La etapa de construcción del proyecto de expansión se centrará principalmente en actividades de ampliación y mejoramiento de algunos componentes mineros existentes, actualmente en operación. Asimismo, los demás componentes mineros actualmente en operación, seguirán funcionando tal cual ha sido declarado en el EIA2010 y sus modificatorias. El proceso de construcción se estima en 16 meses.

Se precisa que el escenario de construcción solo contiene las fuentes de emisión sonora del proyecto. Sin embargo, el efecto acumulativo y sinérgico con la etapa de operación actual de la UM, ha sido considerado mediante la suma de los resultados obtenidos del modelamiento para la construcción del Proyecto con los máximos niveles de ruido halladas durante los monitoreos realizados por Chinalco durante el periodo (2014-2018) en cada estación de monitoreo. Esto se fundamenta en el hecho de que las mediciones de LB ya contienen los aportes de las fuentes de emisiones sonoras de la UM, así como otras fuentes naturales y antrópicas ajenas a la operación de la UM.

Las principales actividades de construcción corresponden a la preparación de las áreas donde se construirán las ampliaciones y modificaciones en los componentes propuestos en la presente MEIA. Esto consistirá principalmente en actividades de limpieza del área, remoción de suelo orgánico (topsoil), y movimiento de tierra en general (nivelación, excavaciones y relleno de materiales entre otras actividades particulares), cimentaciones, losas, revestimientos y otras requeridas para la instalación de cada uno de los elementos propuestos.

En este escenario se considera las actividades realizadas en el tercer trimestre del primer año de la etapa de construcción, ya que se presenta la mayor cantidad de actividades en paralelo. En el peor escenario el total de fuentes actúa de manera simultánea.

En el Cuadro 5 se muestra el cronograma de las actividades de construcción propuestas.

Cuadro 5 Cronograma de construcción

Descripción	Tiempo											
	Año 1				Año 2				Año 3			
	1T	2T	3T	4T	1T	2T	3T	4T	1T	2T	3T	4T
Planta concentradora												
Área 2010: Chancado Primario												
Área 2115: Molienda												
Área 2212: Flotacion Bulk Cleaner												
Celda de Flotación Limpieza Bulk Cleaner												
Soplador Flotación Limpieza Bulk Cleaner												
Área 2213: Limpieza Scavenger de cobre												
Celda de Flotación Limpieza Scavenger Cobre												
Soplador de Flotación Limpieza Scavenger												
Área 2214: Segunda limpieza de Cu												
Circuito de Limpieza Secundaria/Terciaria												
Sistema de Limpieza Secundaria/Terciaria												
Área 2215: Remolienda de cobre												
Batería de Hidrociclones de Remolienda												
Bombas Hidrociclones de Remolienda												
Área 2460: Espesamiento de concentrado de cobre												
Espesador de concentrado de cobre												
Filtro de concentrado de cobre incluye tanque de alimentación												
Sala eléctrica área de bombas de relaves (incluye transformadores y subestaciones unitarias)												
Área 2460: Planta de filtrado de concentrado de cobre												
Filtro de concentrado de cobre												
Área 2562: Bombas de desplazamiento positivo												
Área 7010 – General suministro de energía eléctrica												
Salas eléctricas (incluye transformadores y subestaciones unitarias)												

024228

Descripción	Tiempo											
	Año 1				Año 2				Año 3			
	1T	2T	3T	4T	1T	2T	3T	4T	1T	2T	3T	4T
Depósito de Relaves												
Plantas de filtrado de relaves 1,2 y 3												
Tuberías de relaves												
Otra Infraestructura Relacionada con Toromocho												
Nuevo Acceso Principal	■	■	■	■	■							
Grifo mina	■											
Polvorín	■											
Tubería de abastecimiento de agua cruda	■	■	■	■								
Depósito de suelo orgánico (habilitación)	■											

Fuente: Minera Chinalco S.A.

024229

3.4.2. OPERACIÓN

Las operaciones de la Unidad Minera Toromocho incluyen el minado, procesamiento y beneficio de mineral de cobre. Con la nueva capacidad de procesamiento de hasta 170 000 tpd de mineral, el nuevo plan de minado está planificado para tener 24 años de vida útil (Ver Cuadro 6).

Cuadro 6 Cronograma de la etapa de operación

Etapa	Tiempo de Ejecución – 24 Años																								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Construcción																										
Arranque																										
Operación																										

Fuente: Minera Chinalco Perú 2019

En el cuadro siguiente se muestra el plan de minado.

Cuadro 7 Plan de Minado

Año	Mineral		Mineral de baja ley		Roca de desmonte	
	Cantidad (kt)	Destino	Cantidad (kt)	Destino	Cantidad (kt)	Destino
0	32 866	Chancadora Primaria	28 472	DMBL Sur - Este	49 676	Depósito de desmonte Sureste
1	41 884	Chancadora Primaria	22 902	DMBL Sur	18 533	Depósito de desmonte Oeste
			32 208	DMBL Sur - Este	19 523	Depósito de desmonte Este
2	50 158	Chancadora Primaria	27 553	DMBL Sur	10 541	Depósito de desmonte Oeste
			35 694	DMBL Sur - Este	11 104	Depósito de desmonte Este
3	62 050	Chancadora Primaria	11 381	DMBL Sur	4 954	Depósito de desmonte Oeste
			51 445	DMBL Sur - Este	5 219	Depósito de desmonte Este
4	62 050	Chancadora Primaria	42 893	DMBL Sur - Este	14 662	Depósito de desmonte Oeste
					15 445	Depósito de desmonte Este
5	62 050	Chancadora Primaria	36 297	DMBL Sur - Este	17 874	Depósito de desmonte Oeste
					18 829	Depósito de desmonte Este
6	62 220	Chancadora Primaria	20 320	DMBL Sur - Este	25 753	Depósito de desmonte Oeste
					27 128	Depósito de desmonte Este
7	62 050	Chancadora Primaria	10 318	DMBL Sur - Este	30 526	Depósito de desmonte Oeste
					32 156	Depósito de desmonte Este
8	62 050	Chancadora Primaria	1 027	DMBL Sur - Este	35 051	Depósito de desmonte Oeste
					36 922	Depósito de desmonte Este
9	62 050	Chancadora	10 550	DMBL Sur -	30 413	Depósito de desmonte Oeste

Año	Mineral		Mineral de baja ley		Roca de desmonte	
	Cantidad (kt)	Destino	Cantidad (kt)	Destino	Cantidad (kt)	Destino
		Primaria		Este	32 037	Depósito de desmonte Este
10	62 220	Chancadora Primaria	2 627	DMBL Sur - Este	34 369	Depósito de desmonte Oeste
					36 204	Depósito de desmonte Este
11	62 050	Chancadora Primaria	10 314	DMBL Sur - Este	30 528	Depósito de desmonte Oeste
					32 157	Depósito de desmonte Este
12	62 220	Chancadora Primaria	3 217	DMBL Sur - Este	33 902	Depósito de desmonte Oeste
					35 711	Depósito de desmonte Este
13	62 050	Chancadora Primaria	12 743	DMBL Sur - Este	29 345	Depósito de desmonte Oeste
					30 912	Depósito de desmonte Este
14	62 220	Chancadora Primaria	4 207	DMBL Sur - Este	26 470	Depósito de desmonte Oeste
					27 883	Depósito de desmonte Este
15	62 050	Chancadora Primaria	1 615	DMBL Sur - Este	27 654	Depósito de desmonte Oeste
					29 131	Depósito de desmonte Este
16	62 050	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	28 441	Depósito de desmonte Oeste
					29 959	Depósito de desmonte Este
17	62 050	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	28 441	Depósito de desmonte Oeste
					29 959	Depósito de desmonte Este
18	62 220	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	28 519	Depósito de desmonte Oeste
					30 041	Depósito de desmonte Este
19	62 050	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	19 553	Depósito de desmonte Oeste
					20 597	Depósito de desmonte Este
20	62 050	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	19 553	Depósito de desmonte Oeste
					20 597	Depósito de desmonte Este
21	62 050	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	10 665	Depósito de desmonte Oeste
					11 235	Depósito de desmonte Este
22	62 220	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	8 197	Depósito de desmonte Oeste
					8 634	Depósito de desmonte Este
23	62 050	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	8 952	Depósito de desmonte Oeste
					9 429	Depósito de desmonte Este
24	49 355	Chancadora Primaria	0	DMBL Sur - Este	0	Depósito de desmonte Oeste
					0	Depósito de desmonte Este

DMBL: Depósito de mineral de baja ley
Fuente: Minera Chinalco Perú

De acuerdo al Plan de Minado, el año base escogido para el escenario correspondiente a la etapa de operación fue el Año 6, que alcanzará una capacidad de procesamiento de 62 220 kt de mineral, 20 320 kt de mineral de baja ley, 52 881 kt de roca de desmontes, y un total de 135 421 kt de material a mover.

Por otro lado, se precisa que el escenario de operación solo contiene las fuentes de emisiones sonoras del Proyecto. Sin embargo, el efecto acumulativo y sinérgico con la etapa de operación

actual de la UM, ha sido considerado mediante la suma de los resultados obtenidos del modelamiento para la operación del proyecto con los máximos niveles de ruido hallados durante los monitoreos realizados por Chinalco durante el periodo 2014-2018 en cada estación de monitoreo (receptor de interés). Esto se fundamenta en el hecho de que las mediciones de LB ya contienen los aportes de las fuentes sonoras de la UM, así como otras fuentes naturales y antrópicas ajenas a la operación de la UM.

3.5. FUENTES DE RUIDO

Las fuentes de ruido para la etapa de construcción corresponden a la maquinaria utilizada en el desarrollo de esta actividad. Se identificaron tres sectores, el Área Concentradora (CO) que incluye el sector de Chancado Primario y la Planta Concentradora, el Área Deposito de Relaves (DR) y el Área Nuevo Acceso Principal (AP). Se adjunta una lista con la maquinaria a utilizar en cada componente del proyecto (Cuadro 8, Cuadro 9 y Cuadro 10) y su homologación con el estándar BS 5228-1:2009[5].

Cuadro 8 Fuentes de ruido Etapa de Construcción Área Concentradora (CO)

Área concentradora						
Maquinaria	**Cantidad**	**BS 5228**	**Potencia (kW)**	**Capacidad (kg,t)**	**LAeq 10 m (dBA)**	**Potencia acústica LwA (dBA)**
Tractor D6	1	C.2 - 11	179	28 t	79	107
Tractor D8	1	C.2 - 10	239	41 t	80	108
Excavadora 336	2	C.2 - 14	226	40 t	82	110
Motoniveladora	1	D.3 - 75	168	—	84	112
Cisterna de combustible	1	C.4 - 15	—	11 t	76	104
Cisterna de agua	2	C.4 - 89	—	—	82	110
Volquetes	10	C.7 - 15	227	21 t	89	117
Rodillo liso (10 ton)	2	C.2 - 38	145	18 t	76	104
Retroexcavadora	1	C.4 - 14	62	9 t	67	95
Grúa Manitowoc (400 t)	1	C.4 - 38	610	400 t	78	106
Grúa telescópica (200 t)	3	C.4 - 41	280	100 t	76	104
Grúa camión (20 t)	3	C.4 - 45	260	55 t	87	115
Minicargador	2	D.3 - 1	41	—	78	106
Camión Cama Baja (100 t)	1	C.11 - 18	216	32 t	88	116
Camión plataforma (100 t)	1	C.11 - 18	216	32 t	88	116
Manlift (120 pies)	3	C.4 - 57	35	8 t	72	100
Total Potencia Acústica LwA (dBA)				**124**		

Fuente: CES LTDA, 2020

[5] BSI British Standards, BS 5228-1:2009 Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites - Part 1: Noise, 2009.

Cuadro 9 Fuentes de ruido Etapa de Construcción Área Depósito de Relaves (DR)

Área Deposito de Relaves						
Maquinaria	**Cantidad**	**BS 5228**	**Potencia (kW)**	**Capacidad (kg,t)**	**LAeq 10 m (dBA)**	**Potencia acústica LwA (dBA)**
Tractor D6	3	C.2 - 11	179	28 t	84	112
Tractor D8	3	C.2 - 10	239	41 t	85	113
Tractor D10	3	C.6 - 28	354	48 t	90	118
Excavadora 336	3	C.2 - 14	226	40 t	84	112
Motoniveladora	3	D.3 - 75	168	-	89	117
Cisterna de Combustible	2	C.4 - 15	—	11 t	79	107
Cisterna de agua	2	C.4 - 89	—	—	82	110
Volquetes	12	C.7 - 15	227	21 t	90	118
Rodillo liso (10 t)	3	C.2 - 38	145	18 t	78	106
Retroexcavadora	2	C.4 - 14	62	9 t	70	98
Grúa Manitowoc (400 t)	3	C.4 - 38	610	400 t	83	111
Grúa telescópica (200 t)	3	C.4 - 41	280	100 t	76	104
Grúa camión (20 t)	3	C.4 - 45	260	55 t	87	115
Minicargador	2	D.3 - 1	41	—	78	106
Camión Cama Baja (100 t)	2	C.11 - 18	216	32 t	91	119
Camión plataforma (100 t)	2	C.11 - 18	216	32 t	91	119
Manlift (120 pies)	3	C.4 - 57	35	8 t	72	100
Total Potencia Acústica LwA (dBA)				**127**		

Fuente: CES LTDA 2020.

Cuadro 10 Fuentes de ruido Etapa de Construcción Área Nuevo Acceso Principal (AP)

Área Nuevo Acceso Principal						
Maquinaria	**Cantidad**	**BS 5228**	**Potencia (kW)**	**Capacidad (kg,t)**	**LAeq 10 m (dBA)**	**Potencia acústica LwA (dBA)**
Tractor D6	1	C.2 - 11	179	28 t	79	107
Cargador frontal	1	C.9 - 7	597	94 t	90	118
Volquete de 15m3	1	C.7 - 15	227	21 t	79	107
Motoniveladora	1	D.3 - 75	168	-	84	112
Camión cisterna	1	C.4 - 89	—	—	79	107
Rodillo liso vibratorio	1	C.2 - 38	145	18 t	73	101
Total Potencia Acústica LwA (dBA)				**120**		

Fuente: CES LTDA 2020.

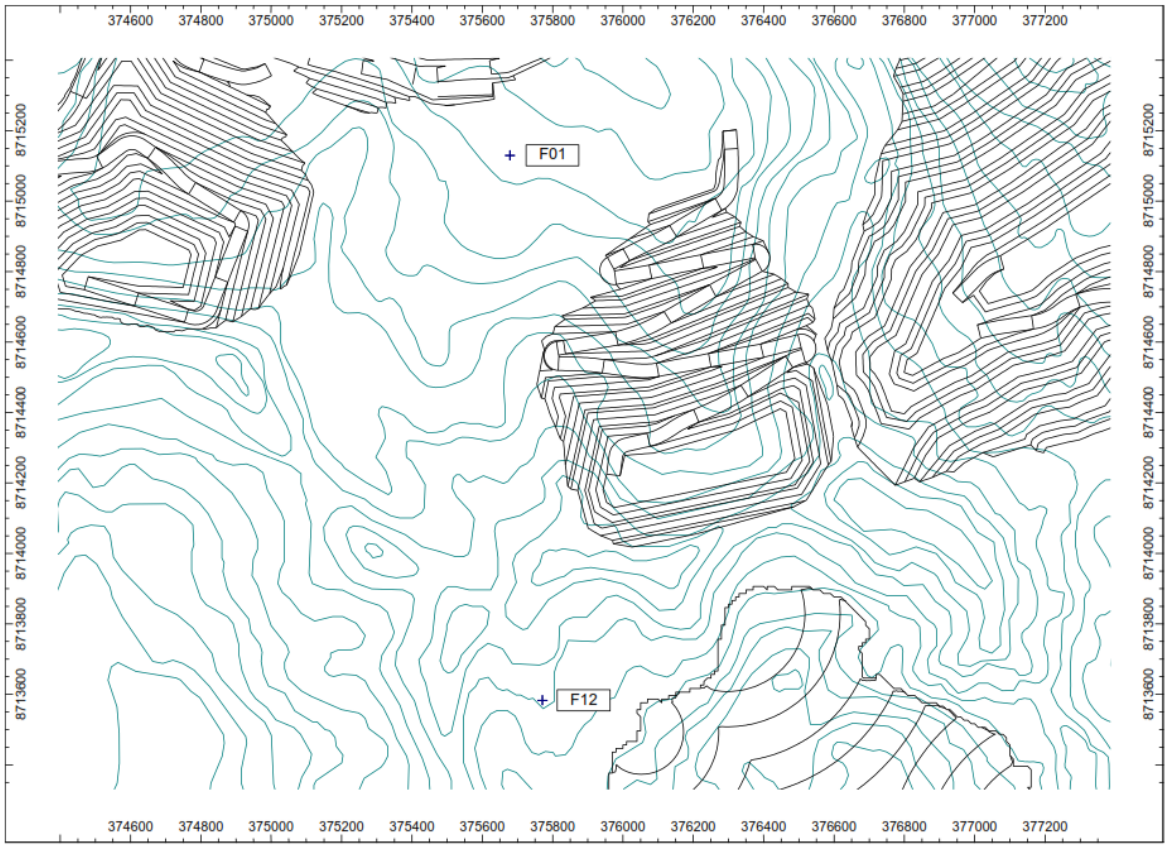
Asimismo, se adjunta la lista con el resumen de las fuentes de ruido, su potencia sonora (Cuadro 11) y su ubicación en el modelo (Figura 3).

Cuadro 11 Fuentes puntuales de ruido Etapa de Construcción

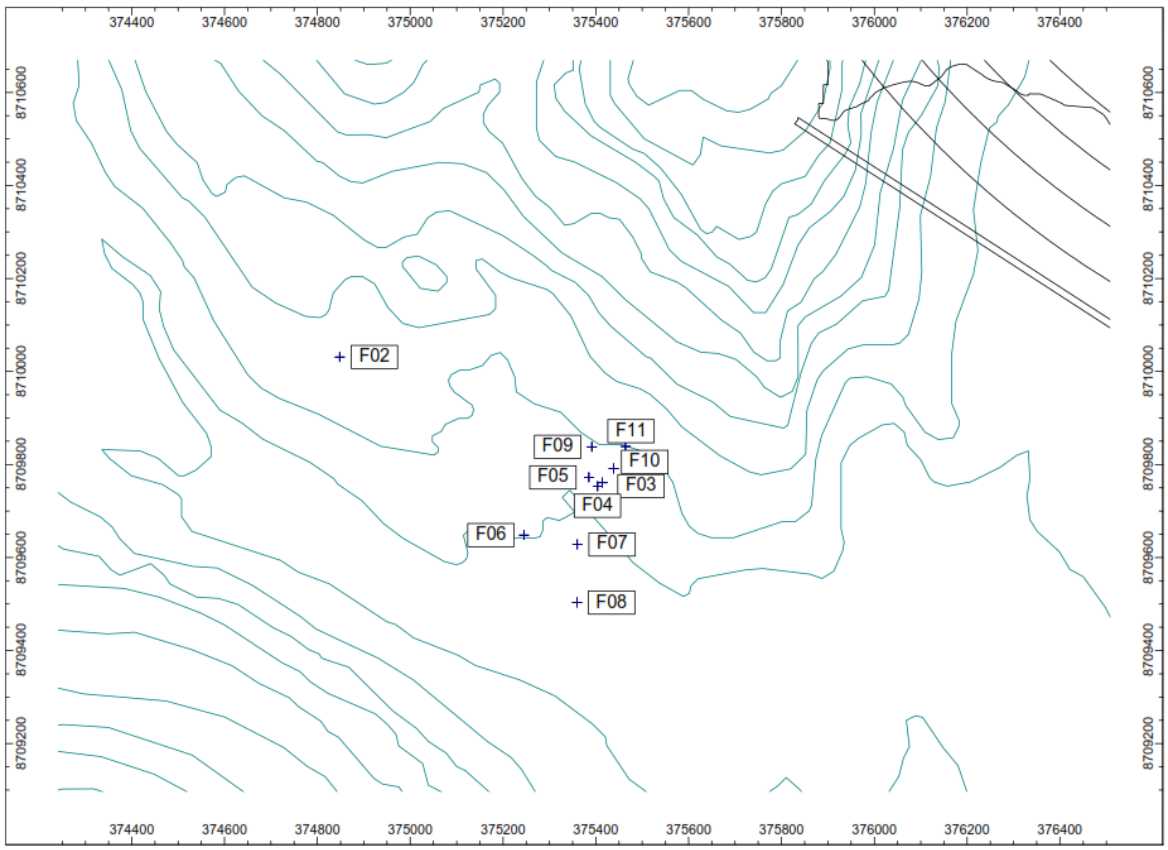
Área	ID	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84		LAeq 10 m (dBA)	Potencia acústica LwA (dBA)
			Este (m)	Norte (m)		
CO	F01	Área 2010: Chancado Primario	375 678	8 715 130	96	124
	F02	Área 2115: Molienda	374 848	8 710 031	96	124
	F03	Área 2212: Flotación Bulk Cleaner	375 414	8 709 761	96	124
	F04	Área 2213: Limpieza Scavenger de cobre	375 404	8 709 753	96	124
	F05	Área 2214: Segunda limpieza de Cu	375 385	8 709 772	96	124
	F06	Área 2215: Remolienda de cobre	375 245	8 709 648	96	124
	F07	Área 2460: Espesamiento de concentrado de cobre	375 360	8 709 628	96	124
	F08	Área 2460: Planta de filtrado	375 359	8 709 503	96	124
	F09	Área 2562: Bombas de relave	375 391	8 709 838	96	124
	F10	Área 7010 – General suministro de energía eléctrica	375 438	8 709 791	96	124
DR	F11	Área 2563 –Línea de relave	375 464	8 709 839	99	127
AP	F12	Nuevo Acceso Principal	375 771	8 713 583	92	120

Fuente: CES LTDA 2020.

Figura 3 Ubicación de las fuentes de ruido en Etapa de Construcción.



Fuente: CES LTDA 2020.



Fuente: CES LTDA 2020.

Las fuentes de ruido para la etapa de operación corresponden a los componentes mineros de cada área más el ruido producido por el flujo vehicular por el nuevo acceso principal y los caminos interiores de la mina. Se identifican once sectores: Chancado Primario, Molienda, Flotación, Remolienda, Flotación Limpieza, Flotación Scavenger, Espesamiento, Filtrado y Almacenamiento, Bombeo de Relave, Sistemas Reactivos y Mina Tajo. Se adjunta una lista con la maquinaria a utilizar (Cuadro 12 al Cuadro 22).

Cuadro 12 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área de Chancado Primario

Área Chancado Primario				
Maquinaria	**Cantidad**	**BS 5228**	**LAeq 10 m (dBA)**	**Potencia acústica LwA (dBA)**
Chancadora giratoria cónica	1	FP-17 FP-18 FP-15	77	105
Grúa de brazo giratorio (jib crane)	1			
Rompedor de rocas	1			
Tolva de descarga	1			
Tolva de mineral chancado	1			
Alimentador de placas	1			
Electroimán auto-limpiante	1			
Balanza	1			
Fajas transportadoras	2			
Sistema de control de emisiones	1			
Sistema colector de polvo	1			

Fuente: CES LTDA 2020.

Cuadro 13 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Molienda

Área Molienda				
Maquinaria	**Cantidad**	**BS 5228**	**LAeq 10 m (dBA)**	**Potencia acústica LwA (dBA)**
Sistema de fajas transportadoras	2	FP-15 FP-18 FP-2	79	107
Tolva de alimentación	2			
Chancadora de piedras (pebbles)	2			
Chute de descarga	8			
Chute de transferencia	2			
Faja Alimentadora	2			
Tecle monorriel	2			

Fuente: CES LTDA 2020.

Cuadro 14 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Flotación

Área Flotación				
Maquinaria	**Cantidad**	**BS 5228**	**LAeq 10 m (dBA)**	**Potencia acústica LwA (dBA)**
Celdas de flotación tipo tanque	7	FP-10 FP-9	70	98
Tanques	2			
Bombas	5			
Soplador de aire	2			
Celdas de flotación tipo DRF	4			
Tanques	3			
Bombas	5			

Fuente: CES LTDA 2020.

Cuadro 15 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Remolienda

Área Remolienda				
Maquinaria	**Cantidad**	**BS 5228**	**LAeq 10 m (dBA)**	**Potencia acústica LwA (dBA)**
Nido de hidrociclones	1	FP-6	71	99
Molino vertical	1			
Cajón de bombas	1			
Bombas	5			

Fuente: CES LTDA 2019.

Cuadro 16 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Flotación Limpieza

Área Flotación Limpieza				
Maquinaria	**Cantidad**	**BS 5228**	**LAeq 10 m (dBA)**	**Potencia acústica LwA (dBA)**
Celdas de flotación tipo DFR	6	FP-10 FP-9	70	98
Cajón de bombas	2			
Bombas	5			
Soplador de aire	1			

Fuente: CES LTDA 2020.

Cuadro 17 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Flotación Scavenger

Área Flotación Scavenger				
Maquinaria	**Cantidad**	**BS 5228**	**LAeq 10 m (dBA)**	**Potencia acústica LwA (dBA)**
Celdas de flotación tipo tanque	7	FP-10 FP-9	70	98
Cajón de bombas	2			
Bombas	5			
Soplador de aire	1			

Fuente: CES LTDA 2020.

Cuadro 18 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Espesamiento

Área Espesamiento				
Maquinaria	**Cantidad**	**BS 5228**	**LAeq 10 m (dBA)**	**Potencia acústica LwA (dBA)**
Espesador de cobre tipo High Rate	1	C.11 - 1	88	116
Tanque de alimentación	1			
Tanque de distribución	1			
Bombas	5			

Fuente: CES LTDA 2020.

Cuadro 19 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Filtrado y Almacenamiento

Área Filtrado y Almacenamiento				
Maquinaria	**Cantidad**	**BS 5228**	**LAeq 10 m (dBA)**	**Potencia acústica LwA (dBA)**
Filtro prensa	1	FP-14	72	100
Tanque de alimentación al filtro	1			
Compresor de aire	1			
Bombas	2			
Tecle monorriel	1			
Balanza para pesaje de vagones	1			
Compresor de aire	1			

Fuente: CES LTDA 2020.

Cuadro 20 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Bombeo Relave

Área Bombeo Relave				
Maquinaria	**Cantidad**	**BS 5228**	**LAeq 10 m (dBA)**	**Potencia acústica LwA (dBA)**
Bombas de desplazamiento positivo	6	C.11 - 1	95	123
Bombas centrífugas de carga	6			
Tanque de almacenamiento	1			
Agitador para tanque de almacenamiento	1			

Fuente: CES LTDA 2020.

Cuadro 21 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Sistema de Reactivos

Área Sistema de Reactivos				
Maquinaria	**Cantidad**	**BS 5228**	**LAeq 10 m (dBA)**	**Potencia acústica LwA (dBA)**
Tanques de distribución de lechada de cal	3	C.11 - 1	94	122
Bomba sumidero de tanques	3			
Bombas	6			
Ducha lava ojos	3			

Fuente: CES LTDA 2020.

Cuadro 22 Fuentes de ruido en la Etapa de Operación Área Mina Tajo

Área Mina Tajo				
Maquinaria	**Cantidad**	**BS 5228**	**LAeq 10 m (dBA)**	**Potencia acústica LwA (dBA)**
PV351	5	C.9 - 2	99	127
Roc L8	3	C.9 - 2		
Bulldozer CAT D11	7	C.6 - 28		
Wheeldozer CAT 854K	6	C.9 - 7		
Motorgrader CAT16M	1	C.6 - 31		
Motorgrader CAT24M	5	C.6 - 31		
Water Truck CAT 777G-F	5	C.6 - 37		
Excavator (CAT 390DL)	3	C.2 - 2		
Front Loader CAT 992K	1	C.9 - 7		
Truck CAT 777 F-G	6	C.9 - 23		
Compactor CAT CS76	3	C.2 - 37		
Camión Remolcador CAT793B	1	C.9 - 23		
Manipulador de Cables	2	C.2 - 2		
Excavator CAT 374	1	C.2 - 2		
Minicargador BOBCAT	1	C.2 - 8		
Camión Plataforma / Grúa	1	C.2 - 34		
Camión Cablero	1	C.2 - 34		
Loader CAT 930K	2	C.2 - 28		

Fuente: CES LTDA 2020.

Finalmente, se adjunta la lista con el resumen de las fuentes de ruido y su potencia sonora (Cuadro 23) y su ubicación en el modelo (Figura 4).

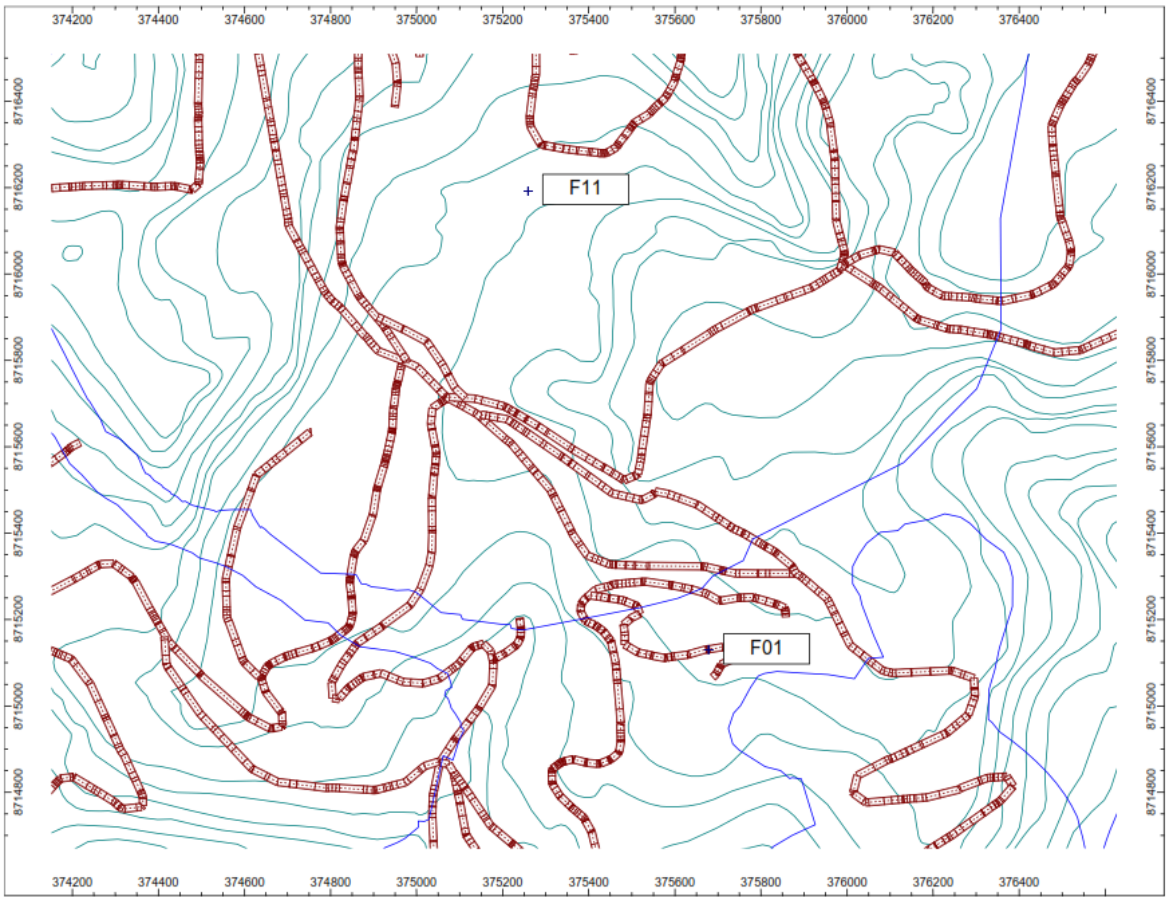
Cuadro 23 Fuentes puntuales de ruido en la Etapa de Operación

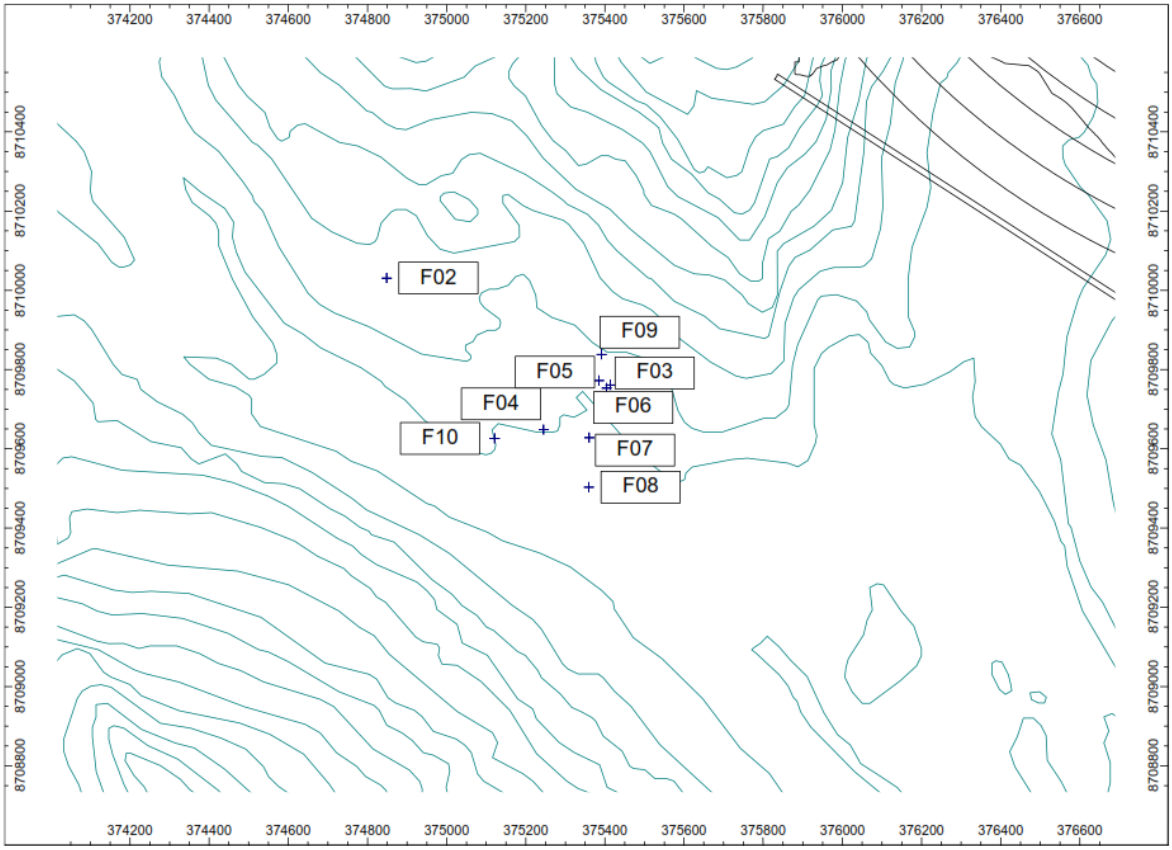
ID	**Descripción**	**Coordenadas UTM WGS 84**		**LAeq 10 m (dBA)**	**Potencia acústica LwA (dBA)**
		Este (m)	**Norte (m)**		
F01	Chancado Primario	375 678	8 715 130	77	105
F02	Molienda	374 848	8 710 031	79	107
F03	Flotación bulk cleaner	375 414	8 709 761	70	98
F04	Remolienda de cobre	375 245	8 709 648	71	99
F05	Flotación segunda limpieza	375 385	8 709 772	70	98

ID	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84		LAeq 10 m (dBA)	Potencia acústica LwA (dBA)
		Este (m)	Norte (m)		
F06	Flotación cleaner scavenger	375 404	8 709 753	70	98
F07	Espesamiento concentrado	375 360	8 709 628	88	116
F08	Filtrado y almacenamiento	375 359	8 709 503	72	100
F09	Bombeo relave	375 391	8 709 838	95	123
F10	Sistema de reactivos	375 121	8 709 626	94	122
F11	Mina Tajo	375 259	8 716 192	99	127

Fuente: CES LTDA 2020.

Figura 4 Ubicación de las fuentes de ruido en Etapa de Operación.





Fuente: CES LTDA 2020.

Para la evaluación del ruido de tráfico que transita por el nuevo acceso principal y el sector Mina Tajo (Figura 5), se realizó la predicción utilizando el modelo francés NMPB-Routes-96 con los siguientes datos (Cuadro 24). Para este caso se consideró el tipo de fuente lineal.

Cuadro 24 Datos para el modelamiento de ruido de tráfico

Datos	Nuevo Acceso Principal	Mina Tajo	Depósitos de Desmonte
Cantidad de vehículos	94 con 29,8 % de vehículos pesados	0,3 con 100% de vehículos pesados	2 con 100% de vehículos pesados
Velocidad de circulación	35 km/h	35 km/h	35 km/h
Tipo de asfalto	UE: Pavimento de textura gruesa 14 metros de ancho	UE: Pavimento de textura gruesa 14 metros de ancho	UE: Pavimento de textura gruesa 14 metros de ancho

Fuente: Minera Chinalco S.A.

Figura 5 Ubicación de las rutas de tránsito.

Fuente: Google Earth.

En el Anexo B se presenta la Lista de fuentes de ruido, tanto para la etapa de construcción y operación.

3.5.1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El modelamiento de ruido se hizo bajo un escenario conservador en el cual, se considera la emisión sonora real de equipos y maquinaria que se emplearán tanto en la etapa de construcción como de operación del proyecto, las cuales están dadas principalmente por las características y potencia de las fuentes sonoras. Sin embargo, en la UM Toromocho se aplican las siguientes medidas de prevención y mitigación para el control de ruido:

Cuadro 25 Medidas de prevención y mitigación para ruido.

Medida Ambiental	Etapa del proyecto	Tipo de medida
• Se tiene implementado un programa de mantenimiento técnico periódico de la maquinaria y equipos que se utilizan.	Construcción y operación	Prevención
• Las actividades de molienda y actividades anexas se ejecutan dentro de ambientes semi-cerrados.	Operación	Minimización
• Se continuará con la aplicación del programa de voladuras, y se optimizarán las actividades de voladura para que la perturbación se realice en el menor periodo de tiempo posible.	Operación	Prevención
• La zona de la voladura es señalizada correctamente, a fin de mantener a los trabajadores a una distancia segura.	Operación	Prevención

Medida Ambiental	Etapa del proyecto	Tipo de medida
• En las actividades de extracción de minerales en el tajo, se aplicará la técnica de voladuras controladas a cielo abierto, a fin de minimizar la generación de ruidos y vibraciones.	Operación	Minimización

Fuente: Capítulo 6. Estrategia de Manejo Ambiental de la MEIA de la UM Toromocho. Walsh Perú S.A., 2019

3.6. NIVELES DE RUIDO DE LÍNEA BASE

Los niveles de ruido de LB están constituidos por las mediciones realizadas antes de la ejecución del Proyecto, en estaciones de monitoreo diseñadas en el EIA del Proyecto Toromocho, aprobado el 14 de diciembre de 2010, mediante Resolución Directoral Nº 411-2010-MEM/AAM (EIA-2010). Tomando en cuenta los niveles de ruido presentados en la LB, para el presente estudio se empleó los máximos niveles de ruido obtenidos durante el periodo 2014-2018 en cada estación de monitoreo, que para el presente estudio denominaremos como "receptor de interés".

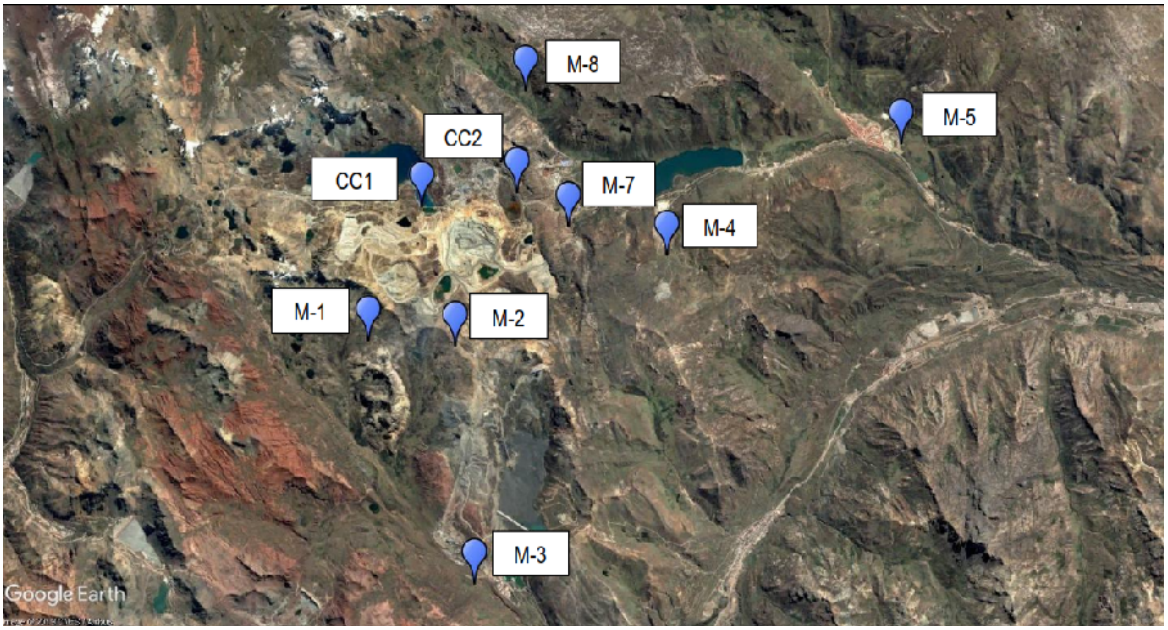
Ver la ubicación de los receptores de interés en el Cuadro 26 y en la Figura 6. Los resultados de LB se aprecian en los cuadros 27 y 28.

Cuadro 26 Ubicación de receptores de interés.

Receptor	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84, 18L		Altitud (m.s.n.m.)	Zona de Aplicación
		Este (m)	Norte (m)		
M-1	San José de Galera	373 201	8 714 313	4751,50	Industrial
M-2	Balcanes	375 111	8 714 200	4876,50	Industrial
M-3	Rumichaca	375 553	8 709 027	4505,90	Industrial
M-4	Alpamina	379 751	8 716 202	4540,24	Industrial
M-5	Pucará	384 889	8 718 659	4226,50	Residencial
M-7	Manuelita	377 587	8 716 821	4516,84	Industrial
M-8	Viscas	376 634	8 719 792	4576,50	Industrial
CC1	Carretera Central	374 362	8 717 249	4633,58	Industrial
CC2	Carretera Central	376 454	8 717 568	4526,50	Industrial

Fuente: Walsh Perú S.A., 2020.

Figura 6 Ubicación de receptores de interés.



Fuente: Google Earth, 2020.

Cuadro 27 Máximos valores de ruido diurno de LB, periodo 2014-2018

Receptor	Zona de aplicación	NPS Línea Base (dBA)	ECA-Ruido (dBA)
M-1	Industrial	55,3	80
M-2	Industrial	56,7	80
M-3	Industrial	64,6	80
M-4	Industrial	57,9	80
M-5	Residencial	57,1	60
M-7	Industrial	56,4	80
M-8	Industrial	53,7	80
CC1	Industrial	59,1	80
CC2	Industrial	65,9	80

Fuente: MEIA para la Expansión de la Unidad Minera Toromocho a 170 000 TPD

Cuadro 28 Máximos valores de ruido nocturno de LB, periodo 2014-2018

Receptor	Zona de aplicación	NPS Línea Base (dBA)	ECA-Ruido (dBA)
M-1	Industrial	57,4	80
M-2	Industrial	51,7	80
M-3	Industrial	67,2	80
M-4	Industrial	55,2	80
M-5	Residencial	58,1	50
M-7	Industrial	52,1	80
M-8	Industrial	56,2	80
CC1	Industrial	63,5	80
CC2	Industrial	66,2	80

Fuente: MEIA para la Expansión de la Unidad Minera Toromocho a 170 000 TPD.

En los años de evaluación no se ha sobrepasado el ECA – Ruido vigente para zona industrial, que indica 80 dB para el horario diurno y 70 dB para el horario nocturno. Se aplica zona industrial en vista de las operaciones mineras que se realizan. Por otro lado, la estación o receptor Pucará M-5 está considerada zona residencial y tal como se aprecia en el Cuadro 28, el valor de ruido nocturno excedió su ECA de 50 dBA (valor correspondiente al año 2017).

3.7. RESULTADOS DE LA MODELACIÓN DE RUIDO

3.7.1 ÁREA DE MODELAMIENTO

Se presenta a continuación los resultados de la modelación en etapa de construcción (Cuadro 29) y en etapa de operación (Cuadro 30). Estos resultados representan solo el aporte de niveles sonoros generados por las fuentes nuevas (proyecto) sobre el área de influencia.

Cuadro 29 Resultados del modelamiento de ruido en etapa de construcción

Receptor	Coordenadas UTM WGS 84			Altitud (m.s.n.m.)	NPS proyectado (dBA)	Zonificación	ECA-Ruido	
	Este (m)	Norte (m)	Huso				Diurno (dBA)	Nocturno (dBA)
M-1	373 201	8 714 313	18L	4751,50	0	Industrial	80	70
M-2	375 111	8 714 200		4876,50	35	Industrial	80	70
M-3	375 553	8 709 027		4505,90	58	Industrial	80	70
M-4	379 751	8 716 202		4540,24	0	Industrial	80	70
M-5	384 889	8 718 659		4226,50	0	Residencial	60	50
M-7	377 587	8 716 821		4516,84	0	Industrial	80	70
M-8	376 634	8 719 792		4576,50	0	Industrial	80	70
CC1	374 362	8 717 249		4633,58	0	Industrial	80	70
CC2	376 454	8 717 568		4526,50	0	Industrial	80	70

Fuente: CES LTDA 2020.

Cuadro 30 Resultados del modelamiento de ruido en etapa de operación

Receptor	Coordenadas UTM WGS 84			Altitud (m.s.n.m.)	NPS proyectado (dBA)	Zonificación	ECA-Ruido	
	Este (m)	Norte (m)	Huso				Diurno (dBA)	Nocturno (dBA)
M-1	373 201	8 714 313	18L	4751,50	10	Industrial	80	70
M-2	375 111	8 714 200		4876,50	38	Industrial	80	70
M-3	375 553	8 709 027		4505,90	51	Industrial	80	70
M-4	379 751	8 716 202		4540,24	25	Industrial	80	70
M-5	384 889	8 718 659		4226,50	0	Residencial	60	50
M-7	377 587	8 716 821		4516,84	28	Industrial	80	70
M-8	376 634	8 719 792		4576,50	0	Industrial	80	70
CC1	374 362	8 717 249		4633,58	36	Industrial	80	70
CC2	376 454	8 717 568		4526,50	34	Industrial	80	70

Fuente: CES LTDA 2020.

Los resultados obtenidos muestran que el mayor aporte proyectado de ruido durante la etapa de construcción y operación del Proyecto, ocurriría en el receptor M-3 ubicado en el sector conocido como Rumichaca. También se aprecia que, en algunos lugares, el aporte de ruido llega a ser "0 dBA", debido principalmente a la distancia que existe entre las fuentes y los receptores, así como, a las colinas que actúan como barreras naturales de ruido.

3.7.2 RECEPTORES

Los Cuadros del 31 al 34 muestran los niveles de ruido estimados en cada receptor, también se presentan los niveles de LB y la suma logarítmica[6] de ruido (NPS total). Se precisa que para estimar los valores totales se empleó los máximos niveles de ruido obtenidos durante el periodo 2014-2018 en cada receptor (estación de monitoreo).

Cuadro 31 NPS Total Diurno en dBA en la etapa de construcción

Receptor	Zona	NPS Línea Base (dBA)	NPS proyectado (dBA)	NPS Total (dBA)	ECA-Ruido (dBA)
M-1	Industrial	55,3	0	55,3	80
M-2	Industrial	56,7	35,3	56,7	80
M-3	Industrial	64,6	58,0	65,5	80
M-4	Industrial	57,9	0	57,9	80
M-5	Residencial	57,1	0	57,1	60
M-7	Industrial	56,4	0	56,4	80
M-8	Industrial	53,7	0	53,7	80
CC1	Industrial	59,1	0	59,1	80
CC2	Industrial	65,9	0	65,9	80

Fuente: CES LTDA 2019.

Cuadro 32 NPS Total Nocturno en dBA en la etapa de construcción

Receptor	Zona	NPS Línea Base (dBA)	NPS proyectado (dBA)	NPS Total (dBA)	ECA-Ruido (dBA)
M-1	Industrial	57,4	0	57,4	70
M-2	Industrial	51,7	35,3	51,8	70
M-3	Industrial	67,2	58,0	67,7	70
M-4	Industrial	55,2	0	55,2	70
M-5	Residencial	58,1	0	58,1	50
M-7	Industrial	52,1	0	52,1	70
M-8	Industrial	56,2	0	56,2	70
CC1	Industrial	63,5	0	63,5	70
CC2	Industrial	66,2	0	66,2	70

Fuente: CES LTDA 2019.

[6] Debido al hecho de que los decibeles son valores logarítmicos, la suma no puede realizarse de forma directa (aritmética). Por lo que la forma de sumar decibeles es convertir cada valor de dB(A) en su valor lineal, sumar esos valores lineales y convertir el resultado del nuevo valor en dB(A), usando la siguiente ecuación:

$$LAeq_{DT} = 10\log_{10}(10^{\frac{LAeq_{fuente}}{10}} + 10^{\frac{LAeq_{actual}}{10}})$$

Cuadro 33 NPS Total Diurno en dBA en la etapa de operación

Receptor	Zona	NPS Línea Base (dBA)	NPS proyectado (dBA)	NPS Total (dBA)	ECA-Ruido (dBA)
M-1	Industrial	55,3	10	55,3	80
M-2	Industrial	56,7	38	56,8	80
M-3	Industrial	64,6	51	64,8	80
M-4	Industrial	57,9	25	57,9	80
M-5	Residencial	57,1	0	57,1	60
M-7	Industrial	56,4	28	56,4	80
M-8	Industrial	53,7	0	53,7	80
CC1	Industrial	59,1	36	59,1	80
CC2	Industrial	65,9	34	65,9	80

Fuente: CES LTDA 2019.

Cuadro 34 NPS Total Nocturno en dBA en la etapa de operación

Receptor	Zona	NPS Línea Base (dBA)	NPS proyectado (dBA)	NPS Total (dBA)	ECA-Ruido (dBA)
M-1	Industrial	57,4	10	57,4	70
M-2	Industrial	51,7	38	51,9	70
M-3	Industrial	67,2	51	67,3	70
M-4	Industrial	55,2	25	55,2	70
M-5	Residencial	58,1	0	58,1	50
M-7	Industrial	52,1	28	52,1	70
M-8	Industrial	56,2	0	56,2	70
CC1	Industrial	63,5	36	63,5	70
CC2	Industrial	66,2	34	66,2	70

Fuente: CES LTDA 2019.

Tal y como se aprecia en los cuadros anteriores, los máximos niveles de ruido presentados en la línea base y ubicados en Zona Industrial, cumplen con los ECA-Ruido en horario diurno (80 dBA) y nocturno (70 dBA). Sin embargo, en el horario nocturno los receptores ubicados en el sector de Rumichaca (M-3) y la Carretera Central (CC1 y CC2) muestran niveles cercanos al ECA para este periodo de medición.

Los niveles de ruido totales en estos puntos no exceden los ECA para horario diurno y nocturno, durante la construcción solo dos de ellos recibirían el aporte de las actividades en esta etapa y no ocasionarían variaciones significativas a los niveles actuales. En operación del Proyecto, el aporte de ruido alcanza más puntos o receptores, pero tampoco generarían variaciones significativas de sus niveles actuales.

Respecto al receptor M-5, ubicado en zona residencial en Pucará, mostró niveles de ruido ambiental altos en el periodo diurno y nocturno, incluso excediendo su ECA-Ruido nocturno (50 dBA). Durante la construcción y operación, no se presentarán cambios debido a las actividades del Proyecto, en los niveles basales registrados en este punto, ya que como se observa en los cuadros anteriores, los aportes de ruido estimados por el modelo son “0 dBA”.

Cabe resaltar que los resultados de niveles de ruido total en la etapa de operación representan un escenario conservador, ya que los valores de línea base ya contienen el aporte de las fuentes que actualmente operan en el Proyecto y que también han sido consideradas en el modelo.

En el Anexo C se adjuntan los mapas de modelamiento de ruido que incluyen los receptores, componentes y rosa de vientos. Se esclarece que estos mapas solo representan el aporte de las fuentes del proyecto, y que el ruido estimado tiene el mismo valor en horario diurno o nocturno.

4.0. VIBRACIONES Y RUIDO POR VOLADURAS

4.1. DISEÑO DE VOLADURA

El método de minado superficial es a tajo abierto y con una altura de banco de 15 metros. Cada taladro se cargará con ANFO u otro explosivo similar para la voladura posterior. El volumen de voladura promedio será de 400 000 t de roca al día y empleará aproximadamente 136 000 kg de explosivo al día. Se anticipa que la cantidad de explosivo a emplear en cada taladro será aproximadamente 800 kg, con un tamaño de voladura máximo estimado (basado en 250 taladros) de 200 000 kg. Cabe resaltar que la voladura se efectuará de acuerdo con un cronograma predefinido, el cual será determinado en base a la planificación continua de minados.

4.2. MODELO DE RUIDO Y VIBRACIONES POR VOLADURA

La evaluación de vibraciones y ruido generados por las voladuras en la etapa de operación, se realizó mediante la estimación de la propagación de la VPP en mm/s y el OP en dB. A continuación, se muestra la ubicación del punto de voladura más cercano a los receptores (Cuadro 29), y las constantes empleadas en las ecuaciones considerando cargas de aproximadamente 800 kg de explosivo (Cuadro 35 y Cuadro 36).

Cuadro 35 Ubicación y cantidad de explosivo utilizado en cada voladura

Coordenadas UTM WGS 84			Cantidad explosivo (kg)
Este (m)	Norte (m)	Huso	
374 752	8 715 450	18L	800

Cuadro 36 Constantes utilizadas para el modelo G. Berta y Oriard

Método	Velocidad de Partículas Pico	
	Parámetro	Valor
G. Berta / Oriard	Rendimiento de transmisión de energía	0,4
	Energía específica del explosivo (Mj/kg)	13,4
	Constante característica del terreno	0,01
	Densidad de la roca (kg/m^3)	2 590
	Velocidad de propagación roca (m/s)	3 092
	Densidad del explosivo (kg/m^3)	1 370
	Velocidad de detonación (m/s)	5 800
	Relación diámetro barreno/carga	1,06

Cuadro 37 Constantes utilizadas para el modelo AS 2187.2-2006

Método	Velocidad de Partícula Pico		Flujo de Aire	
	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
AS 2187.2 – 2006	Constante de sitio	50	Constante de sitio	1140
	Exponente de sitio	-1,45	Exponente de sitio	-1,6

4.3. RESULTADOS

Se presentan los valores de VPP y OP en los receptores utilizando la normativa por G. Berta[7] y Oriard[8] (Cuadro 38) y AS 2187.2 – 2006[9] (Cuadro 39). Se hace la comparación con los niveles máximos permitidos para vibraciones en el suelo y el nivel máximo permitido para un límite inferior de frecuencia de 6 Hz, establecidos en la "Guía Ambiental para la Perforación y Voladuras en Operaciones Mineras" (DGAAM, 1995).

Cuadro 38 Resultados de vibraciones por voladuras (G. Berta, Oriard)

Receptor	Coordenadas UTM WGS 84			Distancia (m)	VPP (mm/s)	OP (dB)	Niveles Máximos Permitidos	
	Este (m)	Norte (m)	Huso				VPP (mm/s)	OP (dB)
M-1	373 201	8 714 313	18L	1923,11	16,3	111,0	19	129
M-2	375 111	8 714 200		1300,53	24,8	114,8	25,4	129
M-3	375 553	8 709 027		6472,75	4,5	99,4	19	129
M-4	379 751	8 716 202		5055,25	5,8	101,8	19	129
M-5	384 889	8 718 659		10632,80	2,7	94,7	19	129
M-7	377 587	8 716 821		3149,11	9,7	106,3	19	129
M-8	376 634	8 719 792		4732,32	6,3	102,4	19	129
CC1	374 362	8 717 249		1840,79	17,1	111,4	19	129
CC2	376 454	8 717 568		2717,12	11,3	107,7	19	129

Fuente: CES LTDA 2020.

Cuadro 39 Resultados de vibraciones por voladuras (AS 2187.2 - 2006)

Receptor	Coordenadas UTM WGS 84			Distancia (m)	VPP (mm/s)	OP (dB)	Niveles Máximos Permitidos	
	Este (m)	Norte (m)	Huso				VPP (mm/s)	OP (dB)
M-1	373 201	8 714 313	18L	1923,11	1,4	121,2	19	129
M-2	375 111	8 714 200		1300,53	2,7	126,1	25,4	129
M-3	375 553	8 709 027		6472,75	0,2	105,9	19	129
M-4	379 751	8 716 202		5055,25	0,3	109,0	19	129
M-5	384 889	8 718 659		10632,80	0,1	99,7	19	129
M-7	377 587	8 716 821		3149,11	0,7	115,0	19	129
M-8	376 634	8 719 792		4732,32	0,3	109,9	19	129
CC1	374 362	8 717 249		1840,79	1,6	121,8	19	129
CC2	376 454	8 717 568		2717,12	0,8	116,9	19	129

Fuente: CES LTDA 2020.

Para la evaluación de vibraciones (etapa de operación), se determina que el receptor identificado como “M-2” es el más afectado con un valor de velocidad de partículas (VPP) de 24,8 mm/s (G. Berta) y 2,7 mm/s (AS2187.2 - 2016). El valor máximo de flujo de aire (OP) alcanza 114,8 dB (Oriard) y 126,1 dB (AS2187.2 - 2006) en el receptor identificado como “M-2”.

[7] Instituto Geologico y Minero de España, Manual de perforación y voladura de rocas, 1987.
[8] Oriard, L.L., The Effects of Vibrations and Environmental Forces, 1999.
[9] Australian Standard, AS 2187.2 - 2006 Explosives—Storage and use Part 2: Use of explosives, 2006.

Los niveles de vibraciones en el suelo serán menores al nivel máximo permitido de 19,0 mm/s para receptores ubicados a más de 1300 m de las voladuras. Asimismo, los niveles de flujo de aire serán menores al nivel máximo permitido de 129 dBL para un límite inferior de 6 Hz.

Se precisa que, no se realiza la evaluación simultánea del ruido generado por voladuras y el ruido generado por otras fuentes del Proyecto, porque las voladuras corresponden a fuentes impulsivas que actúan en una fracción de segundo, por lo que se evalúan en decibeles lineales (dBL), es decir, sin escala de ponderación. Por el contrario, las otras fuentes, lineales y puntuales tienen tiempos de operación más prolongados, mayores a 1 minuto, y se evalúan, generalmente, en escala de ponderación A.

Para evaluar voladuras se requiere de un instrumento especial, que debe cumplir normas para medir voladuras (espectro de frecuencia más bajo, mayor energía, etc.), se mide con otra escala y con tiempos de respuesta más rápidos.

Asimismo, en los Cuadros 40 y 41 se hace la verificación del cumplimiento de los niveles de vibraciones bajo la normativa empleada referencialmente: DIN 4150-3 ya que, con excepción del punto M-5 ubicado en Pucará, el resto de puntos no presentan infraestructuras que puedan ser afectadas por los efectos de las voladuras realizadas en el Tajo.

Cuadro 40 Resultados de vibraciones por voladuras (G. Berta, Oriard) – DIN 4150-3 (1999)

Receptor	Coordenadas UTM WGS 84			Distancia (m)	VPP (mm/s)	Norma DIN 4150 (mm/s)
	Este (m)	Norte (m)	Huso			
M-1	373 201	8 714 313	18L	1923,11	16,3	20
M-2	375 111	8 714 200		1300,53	24,8	20
M-3	375 553	8 709 027		6472,75	4,5	20
M-4	379 751	8 716 202		5055,25	5,8	20
M-5	384 889	8 718 659		10632,80	2,7	5,0
M-7	377 587	8 716 821		3149,11	9,7	20
M-8	376 634	8 719 792		4732,32	6,3	20
CC1	374 362	8 717 249		1840,79	17,1	20
CC2	376 454	8 717 568		2717,12	11,3	20

Fuente: CES LTDA 2020.

Cuadro 41 Resultados de vibraciones por voladuras (AS 2187.2 - 2006) - DIN 4150-3 (1999)

Receptor	Coordenadas UTM WGS 84			Distancia (m)	VPP (mm/s)	Norma DIN 4150 (mm/s)
	Este (m)	Norte (m)	Huso			
M-1	373 201	8 714 313	18L	1923,11	1,4	20
M-2	375 111	8 714 200		1300,53	2,7	20
M-3	375 553	8 709 027		6472,75	0,2	20
M-4	379 751	8 716 202		5055,25	0,3	20
M-5	384 889	8 718 659		10632,80	0,1	5,0
M-7	377 587	8 716 821		3149,11	0,7	20
M-8	376 634	8 719 792		4732,32	0,3	20
CC1	374 362	8 717 249		1840,79	1,6	20
CC2	376 454	8 717 568		2717,12	0,8	20

Fuente: CES LTDA 2020.

La comparación con la norma DIN 4150-3 (1999) muestra que el receptor “M-2” es el más afectado con un valor de velocidad de partículas (VPP) de 24,8 mm/s (G. Berta) siendo superior al valor límite de 20 mm/s; sin embargo, el resultado obtenido por la metodología AS2187.2 – 2016 en este mismo punto (2,7 mm/s) es inferior a la Norma DIN 4150-3 (1999).

GLOSARIO

Concepto	Definición
dB	Unidad adimensional usada para expresar 10 veces el logaritmo de base 10 de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia.
dBA	Unidad adimensional usada para expresar un nivel en dB con el filtro de ponderación de frecuencias A.
NPS	Nivel de Presión Sonora: 20 veces el logaritmo de base 10 de la razón entre la presión sonora (en Pa) y la presión sonora de referencia (20µPa). Se expresa en decibeles (dB o dBA).
Lw	Nivel de Potencia Sonora: 10 veces el logaritmo de base 10 de la razón entre la potencia sonora (W) y la potencia sonora de referencia (10^{-12}W). Se expresa en decibeles (dB o dBA).
PPV	La intensidad de las vibraciones en el suelo, el cual es un efecto elástico medido en unidades de velocidad de partícula pico (VPP), es definida como la velocidad de excitación de las partículas en el suelo, resultando en un movimiento vibratorio. Se expresa en mm/s.
OP	Los niveles de flujo de aire (OP, por sus siglas en inglés) corresponden a las ondas de presión que viajan en el aire, producto de la acción directa del explosivo en la atmósfera o la acción indirecta de un material confinado sometido a una carga explosiva; el flujo de aire consiste, principalmente, en energía acústica con una frecuencia menor a 20 Hz, el cual no es percibido por el oído humano. Se expresa en dB.

Fuente: CES LTDA 2020.

ANEXO A
CERTIFICADO DE CONFORMIDAD CADNAA

DataKustik

Test Report according to DIN 45687 and ISO 17534

for the software package

CadnaA

release 4.6.153

The standard DIN 45687 "Acoustics - Software products for the calculation of the sound propagation outdoors - Quality requirements and test conditions" (German title: "Akustik - Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmission im Freien - Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen", issue date: 2006-05) demands from the software producer - besides the declaration of conformity - a test report.

Furthermore, the test cases from ISO/TR 17534-3:2015 "Acoustics -- Software for the calculation of sound outdoors -- Part 3: Recommendations for quality assured implementation of ISO 9613-2 in software according to ISO 17534-1" refering to ISO 9613-2 have also been included.

The test report contains a list of normative and informative test cases having been checked using the stated software release. So-called normative test cases are such published by a standardization organization (e.g. a national or an international standardization body) in digital or paper form. Due to the fact that for a number of calculation standards such test cases have not been published by the respective standardization body, these calculation procedures are checked using internal test cases (set up by DataKustik). These test scenarios comply with the requirements for normative test cases.

Attached to this test report are the appendices A (for normative test cases) and B (for internal test cases).

Formal Declaration

We hereby declare that the correct calculation has been checked using the normative and internal test cases when assessing the above mentioned **CadnaA** release. With respect to the requirements of quality assurance according to DIN 45687 and ISO 17534, the correctness of the calculation results with the test cases listed in Appendices A and B is rechecked prior to release to each future release of the software.

Greifenberg, 1 December 2015

DataKustik

DataKustik GmbH

Software, Technische Dokumentation und Ausbildung für den Immissionsschutz

Gewerbering 5, D-86926 Greifenberg

Dipl.-Phys. Dr. rer.nat. Wolfgang Probst
Managing Director

CES LTDA.
Malaquías Concha 086, Providencia, Santiago, Chile
Fono (562) 2 634 2702 / (562) 2 665 2728

info@cesltda.cl
www.cesltda.cl
www.ruidoocupacional.cl

Appendix A: Normative Test Cases for **CadnaA** (new test cases in red text)

Type	Calculation Procedure	Origin (Country)	Number of Test Cases
Industry	VDI 2714	D	8
	Nordic 96 - industry	DK, N, S, FIN	5
	ISO 9613-2	-	19
Road	RLS-90	D	26
	VBUS	D	14
	RVS	A	22
	SonRoad	CH	7
	TNM	USA	5
Railway	Schall 03 (1990)	D	22
	Schall 03 (2014)	D	39
	Transrapid	D	10
	CRN	UK	5
	S 5011	A	10
Aircraft	DIN 45684	D	1
	ECAC2	EU	1
	AzB75	D	2
	AzB08 (test airport)	D	2
Sum:			199

Criterion
The resulting level calculated with the **CadnaA** release mentioned above differs from the level stated by the test cases by less than 0.1 dB.

DataKustik

Appendix B: Internal Test Cases for **CadnaA** (new test cases in red text)

Type	Calculation Procedure	Origin (Country)	Number of Test Cases
Industry	VDI 2714/2720	D	2 each (Σ 32)
	ISO 9613 (spectral)	-	
	ISO 9613 (simplified)	-	
	ÖAL 28	A	
	DIN 18005 (1987)	D	
	Nordic 96 - industry	DK, N, S, FIN	
	Nord 2000	DK, N	
	Ljud fran vindkraftverk	S	
	BS 5228	UK	
	Harmonoise	EU	
	Concawe	-	
	NMPB 08 (CNA)	F	
	NMPB 08 (DLL)	F	
	CNOSSOS-EU	EU	
	Schall 03 (2014)	D	
	HJ 2.4 - 2009	CN	
	tennis (ISO 9613, simplif.)	D	1 each (Σ 2)
	optimizable source (2*pi*r², 2D distance)	D	
Road	RLS-90	D	3 each (Σ 42)
	RVS 4.02	A	
	STL 86	CH	
	DIN 18005 (1987)	D	
	Nordic 96 - road	DK, N, S, FIN	
	NMPB 96	F	
	NMPB 08 (CNA)	F	
	NMPB 08 (DLL)	F	
	CNOSSOS-EU	EU	
	CRTN	UK	
	TNM	USA	
	Czech Method	CZ	
	SonRoad	CH	
	HJ 2.4 - 2009	CN	
	crossing (RLS-90)	D	2 each (Σ 6)
	crossing (STL 86)	CH	
	crossing (CNOSSOS)	EU	

DataKustik

	Parking Lot (RLS-90) Parking Lot (ISO 9613)	D D	2 each (Σ 4)
Railway	Schall 03 (1990) Schall 03 (2014) ONR 305011 DIN 18005 (1987) Nordic 96 - railway Semibel CRN SRM II NMPB-Fer NMPB-Fer 08 (CNA) NMPB-Fer 08 (DLL) CNOSSOS-EU FTA/FRA	D D A D DK, N, S, FIN CH UK NL (EU) F F F EU USA	3 each (Σ 39)
Aircraft	AzB08 / ICAN ECAC Doc.29, 2nd ed. DIN 45684 - 2006 DIN 45684 - 2011 ÖAL 24 ECAC Doc.29, 3rd ed. INM CNOSSOS-EU	D EU D D A EU USA EU	4 2 2 2 2 2 2 2 Σ 18
Sum:			143

Criterion
The resulting level calculated with the **CadnaA** release mentioned above differs from the level stated by the test cases by less than 0.1 dB.

ANEXO B
LISTA DE FUENTES DE RUIDO

LISTA DE FUENTES DE RUIDO

Tabla A: Etapa de construcción

Área	ID	Descripción	Coordenadas UTM		LAeq 10 m (dBA)	Potencia acústica LwA (dBA)	Tipo de fuente
			Este (m)	Norte (m)			
CO	F01	Área 2010: Chancado	375678	8715130	96,0	124	Puntual
	F02	Área 2115: Molienda	374848	8710031	96,0	124	Puntual
	F03	Área 2212: Flotación Bulk Cleaner	375414	8709761	96,0	124	Puntual
	F04	Área 2213: Limpieza	375404	8709753	96,0	124	Puntual
	F05	Área 2214: Segunda limpieza de Cu	375385	8709772	96,0	124	Puntual
	F06	Área 2215: Remolienda de cobre	375245	8709648	96,0	124	Puntual
	F07	Área 2460: Espesamiento de	375360	8709628	96,0	124	Puntual
	F08	Área 2460: Planta de filtrado	375359	8709503	96,0	124	Puntual
	F09	Área 2562: Bombas de	375391	8709838	96,0	124	Puntual
	F10	Área 7010 – General suministro de energía	375438	8709791	96,0	124	Puntual
DR	F11	Área 2563 –Línea de relave	375464	8709839	99,0	127	Puntual
AP	F12	Acceso Nuevo	375771	8713583	92,0	120	Puntual*

Se evalúa como un tipo de fuente puntual debido a la maquinaria empleada.
Fuente: CES LTDA 2019.

Tabla B: Etapa de Operación

ID	Descripción	Coordenadas UTM		LAeq 10 m (dBA)	Potencia acústica LwA (dBA)	Tipo de fuente
		Este (m)	Norte (m)			
F01	Chancado Primario	375678	8715130	77,0	105	Puntual
F02	Molienda	374848	8710031	79,0	107	Puntual
F03	Flotación	375414	8709761	70,0	98	Puntual
F04	Remolienda	375245	8709648	71,0	99	Puntual
F05	Flotación limpieza	375385	8709772	70,0	98	Puntual
F06	Flotación Scavenger	375404	8709753	70,0	98	Puntual
F07	Espesamiento	375360	8709628	88,0	116	Puntual
F08	Filtrado y almacenamiento	375359	8709503	72,0	100	Puntual
F09	Bombeo relave	375391	8709838	95,0	123	Puntual
F10	Sistema de reactivos	375138	8709734	94,0	122	Puntual
F11	Mina Tajo	375259	8716192	99,0	127	Puntual

Fuente: CES LTDA 2019.

ANEXO C
MAPAS DE MODELAMIENTO DE RUIDO

ETAPA CONSTRUCCIÓN					
Código ♦	Coordenadas UTM (WGS-84) Zona 18S Este	Norte	NPS Proyectado (dBA)	ECA-Ruido Diurno (dBA)	Nocturno (dBA)
M-1	373201	8714313	0	80	70
M-2	375111	8714200	35	80	70
M-3	375553	8709027	58	80	70
M-4	379751	8716202	0	80	70
M-5	384889	8718659	0	60	50
M-7	377587	8716821	0	80	70
M-8	376634	8719792	0	80	70
CC1	374362	8717249	0	80	70
CC2	376454	8717568	0	80	70

NPS: Nivel de Presión Sonora

SILKE KARINA HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP. Nº 121642

NIVEL DE PRESIÓN SONORA

60
65
70
75
80

COMPONENTES MODIFICATORIA EIA

Nº	Nombre	Actividad Principal
1	Tajo	Reconfiguración
2	Depósito de Desmonte Oeste	
3	Depósito de Desmonte Este	
4	Depósito de Mineral de Baja Ley Este	
5	Depósito de Mineral de Baja Ley Oeste	
6	Grifo Mina	Nuevo componente
7	Polvorín	Nuevo componente
8	Nuevo Acceso Principal	Nuevo componente
9	Nueva Chancadora Primaria	Nuevo componente
10	Depósito de Suelo Orgánico Nº 4	Nuevo componente
11	Sistema de Suministro de Agua Tratada	Repotenciar
12	Planta Concentradora	Incorporación de equipos
13	Depósito de Desmonte Valle Norte (Cantera)	Reconfiguración
14	Depósito de Relaves	Reconfiguración

COMPONENTES U.M. TOROMOCHO

- Componentes Proyectados
- Huella de la U.M. Toromocho (2019)
- Huella Final de la U.M.

LEYENDA

- Capital de Distrito
- Centro Poblado
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Trocha Carrozable
- Vía Férrea
- Río
- Quebrada
- Nevados
- Curva Primaria
- Curva Secundaria
- Área Poblada
- Laguna
- Bofedal
- Área Afectada por Terceros
- Límite Distrital
- Límite Provincial
- Límite Departamental
- Área de Estudio

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA TOROMOCHO A 170 000 TPD

TÍTULO :

MAPA DE MODELAMIENTO DE RUIDO
Etapa Construcción

DEPARTAMENTO: JUNIN | PROVINCIA: YAULI | DISTRITO: YAULI, MOROCOCHA

ESCALA: 1:25,000

1,250 625 0 1,250 2,500 m

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

ELABORADO POR: Walsh Perú ecology and environment, inc.

PROYECTO: MIN-1711

FECHA: Junio, 2020

MAPA: 01

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC)

024262

SILKE KARINA HUAMANTINCO ALVA
INGENIERA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP. Nº 121642

NIVEL DE PRESIÓN SONORA

45
50
55
60
65
70
75
80

COMPONENTES MODIFICATORIA EIA

Nº	Nombre	Actividad Principal
1	Tajo	Reconfiguración
2	Depósito de Desmonte Oeste	
3	Depósito de Desmonte Este	
4	Depósito de Mineral de Baja Ley Este	
5	Depósito de Mineral de Baja Ley Oeste	
6	Grifo Mina	Nuevo componente
7	Polvorín	Nuevo componente
8	Nuevo Acceso Principal	Nuevo componente
9	Nueva Chancadora Primaria	Nuevo componente
10	Depósito de Suelo Orgánico Nº 4	Nuevo componente
11	Sistema de Suministro de Agua Tratada	Repotenciar
12	Planta Concentradora	Incorporación de equipos
13	Depósito de Desmonte Valle Norte (Cantera)	Reconfiguración
14	Depósito de Relaves	Reconfiguración

COMPONENTES U.M. TOROMOCHO

Componentes Proyectados
Huella de la U.M. Toromocho (2019)
Huella Final de la U.M.

LEYENDA

Capital de Distrito
Centro Poblado
Vía Asfaltada
Vía Afirmada
Trocha Carrozable
Vía Férrea
Río
Quebrada
Nevados
Curva Primaria
Curva Secundaria
Área Poblada
Laguna
Bofedal
Área Afectada por Terceros
Límite Distrital
Límite Provincial
Límite Departamental
Área de Estudio

ETAPA OPERACIÓN

Código	Coordenadas UTM (WGS-84) Zona 18S		NPS Proyectado (dBA)	ECA-Ruido	
	Este	Norte		Diurno (dBA)	Nocturno (dBA)
M-1	373201	8714313	0	80	70
M-2	375111	8714200	38	80	70
M-3	375553	8709027	51	80	70
M-4	379751	8716202	25	80	70
M-5	384889	8718659	0	60	50
M-7	377587	8716821	28	80	70
M-8	376634	8719792	0	80	70
CC1	374362	8717249	36	80	70
CC2	376454	8717568	34	80	70

NPS: Nivel de Presión Sonora

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA UNIDAD MINERA TOROMOCHO A 170 000 TPD

TÍTULO :

MAPA DE MODELAMIENTO DE RUIDO
Etapa Operación

DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:
JUNIN	YAULI	YAULI, MOROCOCHA

ESCALA: 1:25,000

1,250 625 0 1,250 2,500 m

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

CLIENTE: CHINALCO

ELABORADO POR:	PROYECTO:	FECHA:	MAPA:
Walsh Perú ecology and environment, inc.	MIN-1711	Junio, 2020	02

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC)

ANEXO 5-3
DETERMINACIÓN DE ZONA DE MEZCLA Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS

DETERMINACIÓN DE ZONA DE MEZCLA Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS

Presentada a:

Elaborado por:

Walsh Perú
ecology and environment, inc.
Alexander Fleming 187. Urb. Higuereta, Surco, Lima 33, Perú
Telefono: 7024848, Fax: 7024846 Anexo 300
E-mail: postmast@walshp.com.pe
http://www.walshp.com.pe

Octubre, 2019

ÍNDICE

1.0. INTRODUCCIÓN 1
2.0. OBJETIVOS 1
2.1. OBJETIVO GENERAL 1
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 1
3.0. AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA 2
4.0. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE MEZCLA 2
4.1. INTRODUCCIÓN 2
4.2. DATOS HIDROLÓGICOS 3
4.3. CÁLCULO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EXTENSIÓN DE LA ZONA DE MEZCLA 3
4.4. RESULTADOS DE LA EXTENSIÓN DE LA ZONA DE MEZCLA EN LOS VERTIMIENTOS 4
5.0. CALCULO DE LA DILUCIÓN DE UN VERTIMIENTO A UN RÍO Y EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS ECA-AGUA 5
5.1. PARÁMETROS CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO 6
5.2. PARÁMETROS Y CONDICIONES INICIALES 6
5.3. CÁLCULO PARA BALANCE DE MASAS 7
5.4. RESULTADOS Y EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL VERTIMIENTO SOBRE EL CUERPO RECEPTOR 7
6.0. CONCLUSIONES 10

Lista de cuadros

CUADRO 1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS. 2
CUADRO 2 DATOS HIDROLÓGICOS DEL CUERPO RECEPTOR (*) 3
CUADRO 3 LONGITUD DE ZONA DE MEZCLA EN EL CUERPO RECEPTOR 4
CUADRO 4 UBICACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL DE LOS VERTIMIENTOS DOMÉSTICOS 5
CUADRO 5 LMP PARA DESCARGA DE EFLUENTES LÍQUIDOS DE ACTIVIDADES MINERO – METALÚRGICAS (D.S. Nº 010-2010-MINAM) 6
CUADRO 6 RESULTADOS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA (TEMPORADA SECA) 6
CUADRO 7 CAUDAL CRÍTICO DE LAS AGUAS RESIDUALES 7
CUADRO 8 BALANCE DE MASA Y EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL ECA-AGUA AGUAS ABAJO DEL VERTIMIENTO PTARD-C2 8
CUADRO 9 BALANCE DE MASA Y EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL ECA-AGUA AGUAS ABAJO DEL VERTIMIENTO PTARD-T1 / PTARD-T2 8
CUADRO 10 CONCENTRACIONES MÁXIMAS ADMISIBLES EN LOS EFLUENTES DOMÉSTICOS DE LOS VERTIMIENTOS PTARD-T1 Y PTARD-T2 PARA CUMPLIMIENTO DE ECA-AGUA 9
CUADRO 11 UBICACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL DE LOS VERTIMIENTOS DOMÉSTICOS 10
CUADRO 12 CONCENTRACIONES DE VERTIMIENTO EN LOS EFLUENTES DOMÉSTICOS PARA CUMPLIMIENTO DE ECA-AGUA 10

DETERMINACIÓN DE ZONA DE MEZCLA Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS

1.0. INTRODUCCIÓN

El cálculo numérico de vertimiento de aguas residuales tratadas (determinación de zona de mezcla y evaluación del impacto del vertimiento), se realizó utilizando modelos matemáticos del comportamiento de la descarga de un vertimiento en un cuerpo receptor considerando lo establecido en la "Guía para la determinación de la zona de mezcla y la evaluación del impacto de un vertimiento de aguas residuales tratadas a un cuerpo natural de agua" publicada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en agosto de 2017 (R.J. Nº 108-2017-ANA).

Como valores de comparación se toman los parámetros establecidos en los Decretos Supremos Nº 010-2010-MINAM (Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero - Metalúrgicas), y Nº 003-2010-MINAM (Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domésticas o Municipales); así como también, los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua (D.S. Nº 004-2017-MINAM).

2.0. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el cálculo numérico para la determinación de zona de mezcla y evaluación del impacto del vertimiento doméstico (descarga de aguas residuales domésticas tratadas).

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la zona de mezcla.
- Simular el comportamiento de la descarga de un vertimiento de aguas residuales domésticas en agua superficial en forma unidimensional, para la determinación de la calidad de agua mediante el uso de los modelos físico-químicos e hidrodinámicos.
- Calcular las concentraciones resultantes producto de la descarga y comparar los resultados obtenidos con los valores Estándar de Calidad de Agua Nacionales para Agua (ECA-Agua).

3.0. AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA

El Cuadro 1 muestra la ubicación de los puntos de vertimiento de los efluentes domésticos provenientes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD).

Cuadro 1 Ubicación de los puntos de vertimiento de aguas residuales domésticas.

Punto de Vertimiento	Cuerpo receptor	Coordenadas UTM (WGS 84)	
		Este (m)	Norte (m)
PTARD-C2 (1)	Río Pucará	384 585	8 719 139
PTARD-T1 (2)	Quebrada Viscas	377 695	8 717 924
PTARD-T2 (2)	Quebrada Viscas	377 695	8 717 924

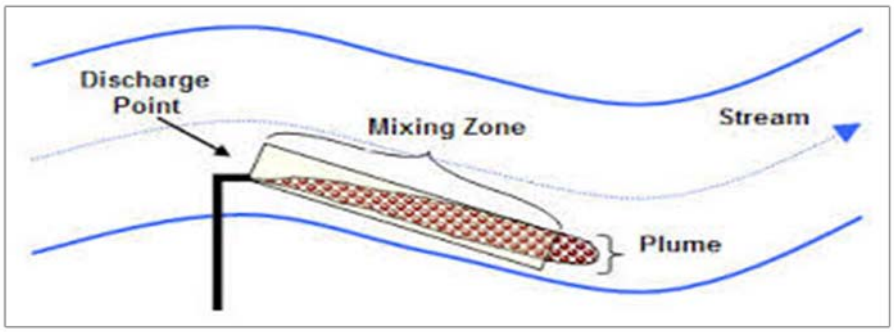
(1) Coordenada de Vertimiento de Agua Residual Tratada, de acuerdo a la R.D. Nº 093-2019-ANA-DGCRH.
(2) El vertimiento se descarga a un canal que conduce el efluente tratado hacia la quebrada Viscas.
Fuente: Chinalco, 2019.

4.0. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE MEZCLA

Para la determinación de la zona de mezcla se ha tomado como referencia la "Guía para la determinación de la zona de mezcla y la evaluación del impacto de un vertimiento de aguas residuales tratadas a un cuerpo natural de agua" publicada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en agosto del 2017 (R.J. Nº 108-2017-ANA).

4.1. INTRODUCCIÓN

La zona de mezcla es aquel volumen de agua en el cuerpo receptor donde se logra la dilución del vertimiento por procesos hidrodinámicos y de dispersión, sin considerar otros factores como el decaimiento bacteriano, sedimentación, asimilación en materia orgánica y precipitación química. El propósito de la zona de mezcla es utilizar la capacidad de dilución del cuerpo receptor permitiendo una región limitada donde las concentraciones puedan exceder los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, lo que implica un uso limitado del agua en esta región.



La longitud de la zona de mezcla dependerá de la ubicación del punto de vertimiento, las características hidráulicas del cuerpo receptor y la turbulencia del cuerpo de agua que está en función de la velocidad flujo, la profundidad y las características morfológicas del cauce.

4.2. DATOS HIDROLÓGICOS

Se realizó la medición de parámetros hidrológicos de caudal, velocidad, profundidad y ancho del cuerpo receptor durante el monitoreo en temporada seca, los valores obtenidos se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2 Datos hidrológicos del cuerpo receptor (*)

Tipo de efluente	Cuerpo Receptor	Caudal (m^3/s)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Velocidad (m/s)	Pendiente de cauce (m/m)
Doméstico	Río Pucará	0,518	6,0	0,61	0,1	0,007
Doméstico	Quebrada Viscas	0,009	0,7	0,07	0,2	0,016

(*) Datos tomados en campo.
Elaboración: Walsh Perú S.A., 2019

4.3. CÁLCULO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EXTENSIÓN DE LA ZONA DE MEZCLA

Para el cálculo de la extensión de la zona de mezcla aguas abajo del vertimiento se propone el método simplificado desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA), que puede ser adoptado para descargas superficiales en la orilla o en el centro del cuerpo de agua lótico.

Para el Proyecto se ha considerado que el vertimiento se realiza a orillas de los cuerpos receptores; por lo cual se aplicará la siguiente fórmula.

$$L_{ZdM} = \frac{(W_{min})^2 \, u}{2 \pi D_y}$$

Donde,

- L_{ZdM} : Longitud de la zona de mezcla en metros.
- Wmin : Ancho del río aguas abajo del vertimiento en metros en temporada de estiaje.
- u : Velocidad de flujo promedio, en metros por segundo, del río aguas abajo del vertimiento en temporada de estiaje.
- Dy : Coeficiente de dispersión lateral aguas abajo del vertimiento en temporada de estiaje y se calcula con:

$$D_y = cdu^*$$

Donde,

c : Factor de irregularidad del cauce:
c = 0,1 para ríos rectos con cauce rectangular
c = 0,3 para ríos canalizados
c = 0,6 para cauces naturales con serpentear moderado
c = 1,0 para cauces naturales con serpentear significante
c > 1,0 para ríos con cambios de dirección bruscos de 90° o mayor
Respecto a la variable "c" se ha considerado el valor 0,6 para cauces naturales con serpentear moderado.

d : Profundidad promedio del río aguas abajo del vertimiento en metros en temporada de estiaje

u* : Velocidad de corte en metros por segundo, que se calcula con:

$$u* = \sqrt{gds}$$

Donde,

g : Aceleración por gravedad = 9,80665 m * s^2

s : Pendiente del cauce aguas abajo del vertimiento (m/m)

4.4. RESULTADOS DE LA EXTENSIÓN DE LA ZONA DE MEZCLA EN LOS VERTIMIENTOS

Considerando los datos de la sección 4.2 y las fórmulas de la sección 4.3 se obtiene la siguiente longitud de zona de mezcla para los vertimientos, la cual se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3 Longitud de zona de mezcla en el cuerpo receptor

Tipo de efluente	Punto de vertimiento	Cuerpo receptor	PUNTO DE VERTIMIENTO Coordenadas UTM (WGS 84)		Longitud de Zona de Mezcla (LZM)
			Este (m)	Norte (m)	
Doméstico	PTARD-C2	Río Pucará	384 585	8 719 139	7,65
Doméstico	PTARD-T1(*)	Quebrada Viscas	377 695	8 717 924	3,54
Doméstico	PTARD-T2 (*)	Quebrada Viscas	377 695	8 717 924	3,54

(*) El vertimiento se descarga a un canal que conduce el efluente tratado hacia la quebrada Viscas.
Elaboración: Walsh Perú S.A., 2019.

Como se observa en el Cuadro 3, los resultados de LZM son pequeños, por lo que consideramos uno de los criterios del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (R.J. Nº 010-2016-ANA) para la ubicación de los puntos de control de la calidad del cuerpo receptor de un vertimiento de aguas residuales en cuerpos de agua lótico: "*Los puntos de control en el cuerpo receptor lótico se ubican fuera de la zona de mezcla: un punto aguas arriba a una distancia de 50 metros del vertimiento y un punto aguas abajo a una distancia de 200 metros en la*

misma orilla donde se realiza el vertimiento"; sin embargo para los puntos de control aguas abajo se tendrán en cuenta las siguientes LZM:

- *PTARD-T1/ PTARD-T2*: LZM = 100 m aguas abajo, ya que a 170 m aguas abajo la quebrada Viscas comienza a bifurcarse.
- *PTARD-C2*: LZM = 50 m, ya que a 70 m aguas abajo hay un tributario hídrico que descarga en el río Pucará.

En el Cuadro 4 se presenta la descripción y coordenadas de los puntos control considerando lo indicado en los párrafos anteriores.

Cuadro 4 Ubicación de Puntos de Control de los vertimientos domésticos

Punto de vertimiento	Puntos de Control			
	Código	Descripción	Coordenadas UTM (WGS 84)	
			Este (m)	Norte (m)
PTARD-C2	P-1A	Río Pucará, 50 m aguas arriba del punto de vertimiento PTARD - C2	384 553	8 719 152
	P-2A	Río Pucará, 50 m aguas abajo del punto de vertimiento PTARD - C2	384 604	8 719 092
PTARD-T1 / PTARD-T2	R-14AA	Quebrada Viscas, 50 m aguas arriba del vertimiento PTARD-T1/PTARD-T2	377 646	8 717 922
	R-14AB	Quebrada Viscas, 100 m aguas abajo del vertimiento PTARD-T1/PTARD-T2	377 782	8 717 982

m: metros.

5.0. CALCULO DE LA DILUCIÓN DE UN VERTIMIENTO A UN RÍO Y EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS ECA-AGUA

Para la determinación de la dilución del vertimiento de aguas tratadas se ha tomado como referencia la "Guía para la determinación de la zona de mezcla y la evaluación del impacto de un vertimiento de aguas residuales tratadas a un cuerpo natural de agua" publicada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en agosto de 2017.

Es importante indicar que para la evaluación de los vertimientos domésticos no se está considerando los parámetros establecidos en el D.S. Nº 010-2010-MINAM como: cianuro total, cromo hexavalente, mercurio total, cadmio total, arsénico total, cobre total, hierro disuelto, plomo total y zinc total, ya que éstos se generan únicamente por actividades industriales y no por las descargas domésticas provenientes de los campamentos que incluyen a las aguas grises (lavandería, cocina, ducha) y aguas negras (uso de inodoro).

Asimismo, debido a que se trata de un efluente doméstico se está incluyendo de manera referencial los LMP de los parámetros: coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno de acuerdo al D.S. Nº 003-2010-MINAM (Límites Máximos Permisible para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales).

5.1. PARÁMETROS CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO

Aguas Residuales Domésticas

Los parámetros considerados para el presente estudio son los establecidos en los Decretos Supremos Nº 010-2010-MINAM (Límites Máximo Permisible para descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas); Nº 003-2010-MINAM (Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domésticas o Municipales), así como los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (D.S. Nº 004-2017-MINAM).

Cuadro 5 LMP para descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas (D.S. Nº 010-2010-MINAM)

Parámetro	Unidad	Límite Máximo Permisible
pH	Unidad de pH	6 - 9
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	50
Aceites y Grasas	mg/L	20
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	100 (*)
Demanda química de oxígeno	mg/L	200 (*)
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	10 000 (*)

(*) Se considera de manera referencial LMP establecido en D.S. N° 003-2010-MINAM
Elaboración: Walsh Perú S.A., 2019.

5.2. PARÁMETROS Y CONDICIONES INICIALES

Cuerpo Receptor

Para las condiciones iniciales del cuerpo receptor se tomarán como referencia los resultados de ensayo obtenidos de calidad de agua en monitoreos durante la época seca de los puntos de control denominados “P-1” (coordenadas 384 506 E / 8 719 154 N) ubicado a aproximadamente 98 m aguas arriba del punto de vertimiento PTARD-C2; y de la línea base del punto “R-14” (coordenadas 377 691 E / 8 717 906 N) ubicado en el futuro punto de vertimiento PTARD-T1/PTARD-T2 (ver Anexo 1 Calidad de agua-temporada seca), los cuales se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6 Resultados de monitoreo de calidad de agua (temporada seca)

Parámetros	Unidad	Punto de Muestreo	
		P-1	R-14
pH	Unid. pH	8,42	6,47
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<2,6	<2,6
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	7,7	<4,5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	<3	106
Aceites y Grasas	mg/L	<0,4	<0,4
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	23	<1,8

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2019.

Aguas Residuales Tratadas

Para el caudal crítico de los puntos de vertimiento de las aguas residuales tratadas se ha considerado los caudales establecidos en sus respectivas autorizaciones de vertimiento vigentes[1].

Cuadro 7 Caudal crítico de las aguas residuales

Punto de vertimiento	Tipo de efluente	Caudal crítico (m^3/s)
PTARD-C2	**Doméstico**	0,000928
PTARD-T1(*)	**Doméstico**	0,001741
PTARD-T2 (*)	**Doméstico**	0,001940

(*) El vertimiento se descarga a un canal que conduce el efluente tratado hacia la quebrada Viscas.
Elaboración: Walsh Perú S.A., 2019.

Las concentraciones críticas están basadas en los parámetros y concentraciones referidos al LMP de vertimientos de aguas residuales (ver Cuadro 5).

5.3. CÁLCULO PARA BALANCE DE MASAS

Para la determinación de concentración aguas abajo de la zona de mezcla mediante el balance de masas.

$$C_0 = \frac{(C_{RH} \cdot Q_{RH,crit}) + (C_{vert} \cdot Q_{vert})}{(Q_{RH,crit} + Q_{vert})}$$

C_0 : Concentración calculada en el límite de la zona de mezcla.
C_{RH} : Concentración en el cuerpo receptor aguas arriba
$Q_{RH,crit}$: Caudal crítico del cuerpo receptor aguas arriba
$C_{Vert.}$: Concentración máxima de aguas residuales tratadas
Q_{Vert} : Caudal máximo de vertimiento

5.4. RESULTADOS Y EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL VERTIMIENTO SOBRE EL CUERPO RECEPTOR

Los resultados se evalúan con los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (D.S. Nº 004-2017-MINAM), Categoría 3 – Riego de Vegetales y Bebida de Animales; mientras que, para el caso de Sólidos Totales en Suspensión se consideró el valor de la Categoría 4 ya que este parámetro no presenta valor estándar para la Categoría 3. En los Cuadros 8 y 9 se presentan las evaluaciones de impacto en cada vertimiento sobre el cuerpo receptor.

[1] *PTARD-C2*: R.D. N° 129-2016-ANA-DGCRH y 194-2016-ANA-DGCRH
PTARD-T1: R.D. N° 268-2016-ANA-DGCRH
PTARD-T2: R.D. N° 198-2016-ANA-DGCRH

Cuadro 8 Balance de masa y evaluación del cumplimiento del ECA-Agua aguas abajo del vertimiento PTARD-C2

Parámetros	Concentración aguas arriba del vertimiento (estación P-1)	Efluente Doméstico PTARD-C2	Concentración aguas debajo de LZM	ECA Categoría 3	Evaluación
Caudal (m³/s)	0,518	0,000928		**--**	---
pH	8,42	6 (*)	8,4	**6.5 – 8.5**	CUMPLE ECA-AGUA
Sólidos Totales en Suspensión	3	50 (*)	3	**≤ 100** (***)	CUMPLE ECA-AGUA
Aceites y Grasas	0,4	20 (*)	0,4	**5**	CUMPLE ECA-AGUA
Coliformes Termotolerantes	23	10 000 (**)	40,8	**2000**	CUMPLE ECA-AGUA
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2,6	100 (**)	2,8	**15**	CUMPLE ECA-AGUA
Demanda Química de Oxígeno	7,7	200 (**)	8,0	**40**	CUMPLE ECA-AGUA

(*) LMP para descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas (D.S. Nº 010-2010-MINAM)
(**) LMP referencial establecido en D.S. N° 003-2010-MINAM
(***) ECA correspondiente a la Categoría 4 (Conservación de ambiente acuático: Rios de Sierra)
Elaboración: Walsh Perú S.A., 2019.

Cuadro 9 Balance de masa y evaluación del cumplimiento del ECA-Agua aguas abajo del vertimiento PTARD-T1 / PTARD-T2

Parámetros	Concentración aguas arriba del vertimiento (estación R-14)	Efluente Doméstico PTARD-T1	Efluente Doméstico PTARD-T2	Concentración aguas abajo de LZM	ECA	Evaluación
Caudal (m³/s)	0,009	0,001741	0,00194		**--**	---
pH	6,47	6,0 (*)	6,0 (*)	6,3	**6.5 – 8.5**	DEBAJO DE RANGO ECA-AGUA
Sólidos Totales en Suspensión	106	50 (*)	50 (*)	89,7	**≤ 100** (***)	CUMPLE ECA-AGUA
Aceites y Grasas	0,4	20 (*)	20 (*)	6	**5**	EXCEDE ECA AGUA
Coliformes Termotolerantes	1,8	10 000 (**)	10 000 (**)	2904	**2000**	EXCEDE ECA AGUA
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5	100 (**)	100 (**)	33	**15**	EXCEDE ECA AGUA
Demanda Química de Oxígeno	5	200 (**)	200 (**)	62	**40**	EXCEDE ECA AGUA

(*) LMP para descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas (D.S. Nº 010-2010-MINAM)
(**) LMP referencial establecido en D.S. N° 003-2010-MINAM
(***) ECA correspondiente a la Categoría 4 (Conservación de ambiente acuático: Rios de Sierra)
Elaboración: Walsh Perú S.A., 2019.

024273

De los resultados del Cuadro 8, las aguas residuales tratadas domésticas del vertimiento PTARD-C2 no varían la calidad del agua del río Pucará durante la época más desfavorable (época seca) y considerando las concentraciones críticas del efluente (valores LMP) ya que cumplen con sus respectivos ECA aguas abajo de la zona de mezcla.

De los resultados del Cuadro 9 se concluye que el vertimiento en el escenario más crítico (vertimiento simultáneo de PTARD-T1 y PTARD-T2) variaría la calidad del agua de la quebrada Viscas durante la época más desfavorable (época seca) en los parámetros: pH, Aceites & Grasas, Coliformes Termotolerantes, DBO5 y DQO ya que no cumplen con sus respectivos ECA aguas abajo del vertimiento, por lo que para eliminar el riesgo de impactos no aceptables se ha considerado la alternativa de reducción de las concentraciones de vertimiento a través de un mayor nivel de tratamiento de estos parámetros críticos. Para determinar estas concentraciones admisibles en los vertimientos de los parámetros críticos se aplica nuevamente el balance de masas de la sección 5.3, estas concentraciones se presentan en el Cuadro 10.

Cuadro 10 Concentraciones máximas admisibles en los efluentes domésticos de los vertimientos PTARD-T1 y PTARD-T2 para cumplimiento de ECA-Agua

Parámetros	Concentración aguas arriba del vertimiento (estación R-13)	Efluente Doméstico PTARD-T1	Efluente Doméstico PTARD-T2	Concentración aguas abajo de LZM	ECA	Evaluación
Caudal (m^3/s)	0,009	0,001741	0,00194		**--**	---
pH	6,47	6,5	6,5	6,5	**6.5-8.5**	CUMPLE ECA-AGUA
Aceites y Grasas	0,4	17	17	5	**5**	CUMPLE ECA-AGUA
Coliformes Termotolerantes	1,8	6800	6800	1975	**2000**	CUMPLE ECA-AGUA
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5	40	40	15	**15**	CUMPLE ECA-AGUA
Demanda Química de Oxígeno	5	125	125	40	**40**	CUMPLE ECA-AGUA

6.0. CONCLUSIONES

- De los cálculos para la longitud de zona de mezcla se deberá considerar los siguientes puntos de control.

Cuadro 11 Ubicación de Puntos de Control de los vertimientos domésticos

Punto de vertimiento	Puntos de Control			
	Código	Descripción	Coordenadas UTM (WGS 84)	
			Este (m)	Norte (m)
PTARD-C2	P-1A	Río Pucará, 50 m aguas arriba del punto de vertimiento PTARD - C2	384 553	8 719 152
	P-2A	Río Pucará, 50 m aguas abajo del punto de vertimiento PTARD - C2	384 604	8 719 092
PTARD-T1 / PTARD-T2	R-14AA	Quebrada Viscas, 50 m aguas arriba del vertimiento PTARD-T1/PTARD-T2	377 646	8 717 922
	R-14AB	Quebrada Viscas, 100 m aguas abajo del vertimiento PTARD-T1/PTARD-T2	377 782	8 717 982

m: metros.

- De los resultados de los Cuadros 8, 9 y 10, las concentraciones de vertimiento para no variar la calidad de las aguas de los cuerpos receptores (río Pucará y quebrada Viscas) son las que presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 12 Concentraciones de vertimiento en los efluentes domésticos para cumplimiento de ECA-Agua

Parámetros	Unidad	Puntos de Vertimiento		
		PTARD-C2	PTARD-T1	PTARD-T2
pH	Unid. pH	6 – 9 (*)	6.5 – 9.0	6.5 – 9.0
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	50 (*)	50 (*)	50 (*)
Aceites y Grasas	mg/L	20 (*)	17	17
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	10 000 (*)	6 800	6 800
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100 (*)	40	40
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200 (*)	125	125

(*) Se mantiene concentración LMP de Cuadro 5 (D.S. N° 010-2010-MINAM).
Elaboración: Walsh Perú S.A., 2019.

ANEXO 1
CALIDAD DE AGUA (TEMPORADA SECA)

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1819621

WALSH PERU S.A.

Calle Alexander Fleming 187, Urbanización Higuereta. Santiago de Surco

ENV / MO-346323-014

PROCEDENCIA : Chinalco - Toromocho

Fecha de Recepción SGS : 17-09-2018

Fecha de Ejecución : Del 17-09-2018 al 26-09-2018

Muestreo Realizado Por : Personal de Operaciones de SGS

Estación de Muestreo
R-14

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 26/09/2018

Rocio J. Manrique Torres
C.I.P. 136634
Coordinador de Laboratorio

Roberto C. Arista Gonzales
C.B.P. 6085
Supervisor de Laboratorio-Microbiología

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1819621

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	R-14
	8717906N / 377691E
FECHA DE MUESTREO	16/09/2018
HORA DE MUESTREO	11:00:00
CATEGORIA	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA	AGUA SUPERFICIAL

Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Análisis de Campo					
Conductividad	EW_APHA2510B_OPE	µS/cm	--	--	795.00
Temperatura.	EW_APHA2550B	°C	--	--	11.50
Potencial de Hidrógeno.	EW_APHA4500HB_OPE	pH	--	--	6.47
Oxígeno Disuelto.	EW_ASTMD888	mg/L	--	--	6.35
Análisis Fisicoquímicos					
Color Verdadero	EW_APHA2120C_DIS	UC	0.6	1.0	<1.0
Bicarbonatos	EW_APHA2320B	mg HCO3/L	0.6	1.2	6.4
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mg/L	1.8	4.5	<4.5
Aceites y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	<0.4
Fenoles	EW_EPA420_2_4	mg/L	0.0002	0.0005	<0.0005
S.A.A.M.(Detergentes)	EW_ISO16265	mg/L	0.020	0.050	<0.050
Cianuro WAD	EW_OIA1677	mg/L	0.0003	0.0008	0.0767
Aniones					
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	6.932
Fluoruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.002	0.004	0.499
Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.016	0.052	1.203
Nitrito (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002	<0.002
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	421.96
Análisis Microbiológicos					
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	<1.8
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helmintos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0
Metales Totales					
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	4.358
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	0.01333
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.12788
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0256
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00064
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00252
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.034
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.03164
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	100.294

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1819621

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	R-14
	8717906N / 377691E
FECHA DE MUESTREO	16/09/2018
HORA DE MUESTREO	11:00:00
CATEGORIA	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA	AGUA SUPERFICIAL

Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Metales Totales					
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.01217
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0018
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.01967
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	1.59715
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0037
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.3316
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	0.337
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00061
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	26.4947
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0056
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0092
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00007
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	33.479
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	6.81609
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00261
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0206
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.002509
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.1894
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	3.98
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0081
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	11.76 *
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	5.50
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	8.988
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00009
Tantalio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thorio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1819621

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	R-14
	8717906N / 377691E
FECHA DE MUESTREO	16/09/2018
HORA DE MUESTREO	11:00:00
CATEGORIA	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA	AGUA SUPERFICIAL

Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Metales Totales					
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0112
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000977
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0022
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0017
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00059
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	8.3455
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045
Aldicarb					
Aldicarb	EW_EPA538	µg/L	0.03	0.10	<0.10
Bifenilos Policlorados					
Bifenilos Policlorados (PCB)	EW_EPA8082_CONG_UG_L	µg/L	0.003	0.010	<0.010
Pesticidas organoclorados y organofosforados					
4,4-DDD	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
4,4-DDE	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Aldrin	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Aldrin+Dieldrin	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Alfa BHC	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Alfa Clordano	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Beta BHC	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Clordano (Total de Isómeros)	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
DDT (Suma de 4,4-DDD y 4,4-DDE)	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.0000003	0.0000008	<0.0000008
Delta BHC	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.0000003	0.0000008	<0.0000008
Dieldrin	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.0000006	0.0000018	<0.0000018
Endosulfan	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Endosulfan Sulfato	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Endrin	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.0000010	0.0000020	<0.0000020
Endrin Aldehido	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Endrin Cetona	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Gamma Clordano	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Heptacloro	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Heptacloro epóxido	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1819621

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	R-14
	8717906N / 377691E
FECHA DE MUESTREO	16/09/2018
HORA DE MUESTREO	11:00:00
CATEGORIA	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA	AGUA SUPERFICIAL

Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Pesticidas organoclorados y organofosforados					
Heptacloro+Heptacloro Epoxido	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Lindano	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Malation	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Metamidofos	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Metoxicloro	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
Paratión	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002
O,O,O-trietilfosforotioate	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003 *
Aspon	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Azinfos Etil	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0025	0.0075	<0.0075 *
Bolstar	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Bromofos Etil	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Bromofos Metil	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Carbofenotión	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Clorfenvinfos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *
Clorpirifos Metil	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Crotoxifos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *
Demeton	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *
Diazinon	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Diclofention	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Diclorvos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Dicrotofos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *
Dioxation	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0025	0.0075	<0.0075 *
Disulfoton	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Endosulfan II	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
EPN	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0025	0.0075	<0.0075 *
Etión	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Etoprop	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *
Famfur	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0015	0.0045	<0.0045 *
Fenitrotion	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Fentión	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Fonofos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Forate	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Fosmet	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1819621

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	R-14
	8717906N / 377691E
FECHA DE MUESTREO	16/09/2018
HORA DE MUESTREO	11:00:00
CATEGORIA	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA	AGUA SUPERFICIAL

Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Pesticidas organoclorados y organofosforados					
Fospamidon	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0015	0.0045	<0.0045 *
Hexametilfosforamida	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *
Leptofos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Merfos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Metil Paration	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Mevinfos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *
Mirex	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Monocrotofos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *
Naled	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *
Oxiclordano Isomero	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Pirimifos Metil	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Ronnel	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Sulfotep	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
TEPP	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.002	0.006	<0.006 *
Terbufos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Tionazin	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *
TOCP	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0025	0.0075	<0.0075 *
Tokution	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *
Tricloranato	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1819621

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Cianuro WAD	mg/L	0.0008	<0.0008		100 - 110%	97 - 100%	0 - 1%
S.A.A.M.(Detergentes)	mg/L	0.050	<0.050	0%	93 - 108%	98 - 102%	
Fenoles	mg/L	0.0005	<0.0005		97%	104%	1%
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	1 - 8%	99%	94%	2%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0 - 8%	101%	95%	1%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 7%	104 - 107%	103%	2%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 8%	100 - 101%	99%	0%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 7%	95 - 97%	95%	0%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 4%	97 - 99%	100%	2%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0 - 8%	98 - 101%	99%	1%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 7%	99 - 103%	100%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	1 - 6%	102 - 103%	108%	5%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0 - 8%	100 - 106%	108%	5%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 8%	97 - 108%	101%	2%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 5%	99%	99%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0 - 8%	101 - 104%	98%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 8%	95 - 103%	95%	0%
Estaño Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 2%	102 - 109%	102%	2%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 7%	94 - 105%	100%	1%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0 - 4%	100%	100%	1%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0 - 3%	106 - 108%	100%	0%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	97 - 103%	109%	2%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0 - 3%	97 - 101%	100%	3%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0 - 8%	98 - 105%	97%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0 - 8%	104 - 108%	103%	0%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 4%	97 - 106%	97%	2%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 3%	101 - 103%	98%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0 - 6%	103 - 105%	100%	1%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 6%	101 - 109%	98%	1%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0 - 7%	99%	98%	0%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 7%	94 - 102%	106%	3%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0 - 1%	97 - 106%	97%	1%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 5%	99 - 105%	100%	4%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0 - 6%	98 - 104%	104%	0%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 8%	102 - 106%	103%	3%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 8%	101%	106%	1%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	0 - 7%	103 - 105%	105%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	97 - 101%	97%	0%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	0 - 8%	103%	95%	1%
Silicio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 8%	103%	95%	1%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0 - 8%	98 - 104%	97%	2%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 8%	99 - 101%	100%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	93 - 101%	97%	0%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	99 - 106%	102%	1%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0 - 8%	101 - 108%	102%	5%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 7%	101%	99%	4%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0 - 6%	101 - 105%	99%	0%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 2%	97 - 101%	95%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 4%	101 - 104%	93%	5%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 8%	98 - 101%	98%	2%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0 - 8%	99 - 103%	100%	1%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0 - 4%	102 - 104%	107%	1%
Aceites y Grasas	mg/L	0.4	<0.4	0%	112%	112%	
Aldicarb	µg/L	0.10	<0.10		87%	114%	1%
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0.010	<0.010		99%	96%	3%
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	4.5	<4.5		104%	100%	0%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	6%	103 - 107%		
O,O,O-trietilfosforotioate	mg/L	0.0003	<0.0003				
Aspon	mg/L	0.0015	<0.0015		100%	100%	0%
Azinfos Etil	mg/L	0.0075	<0.0075				
Bolstar	mg/L	0.0015	<0.0015				
Bromofos Etil	mg/L	0.0015	<0.0015				
Bromofos Metil	mg/L	0.0015	<0.0015				
Carbofenotión	mg/L	0.0015	<0.0015				
Clorfenvinfos	mg/L	0.003	<0.003				
Clorpirifos Metil	mg/L	0.0015	<0.0015				
Crotoxifos	mg/L	0.003	<0.003		100%	100%	0%
Demeton	mg/L	0.003	<0.003				
Diazinon	mg/L	0.0015	<0.0015				
Diclofention	mg/L	0.0015	<0.0015				

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1819621

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Diclorvos	mg/L	0.0015	<0.0015				
Dicrotofos	mg/L	0.003	<0.003		100%	100%	0%
Dioxation	mg/L	0.0075	<0.0075				
Disulfoton	mg/L	0.0015	<0.0015		100%	100%	0%
Endosulfan II	mg/L	0.0015	<0.0015		100%	100%	0%
EPN	mg/L	0.0075	<0.0075				
Etión	mg/L	0.0015	<0.0015				
Etoprop	mg/L	0.003	<0.003				
Famfur	mg/L	0.0045	<0.0045		100%	100%	0%
Fenitrotion	mg/L	0.0015	<0.0015		100%	100%	0%
Fentión	mg/L	0.0015	<0.0015				
Fonofos	mg/L	0.0015	<0.0015		100%	100%	0%
Forate	mg/L	0.0015	<0.0015				
Fosmet	mg/L	0.0015	<0.0015				
Fospamidon	mg/L	0.0045	<0.0045				
Hexametilfosforamida	mg/L	0.003	<0.003				
Leptofos	mg/L	0.0015	<0.0015				
Merfos	mg/L	0.0015	<0.0015				
Metil Paration	mg/L	0.0015	<0.0015		100%	100%	0%
Mevinfos	mg/L	0.003	<0.003				
Mirex	mg/L	0.0015	<0.0015				
Monocrotofos	mg/L	0.003	<0.003				
Naled	mg/L	0.003	<0.003				
Oxiclordano Isomero	mg/L	0.0015	<0.0015				
Pirimifos Metil	mg/L	0.0015	<0.0015				
Ronnel	mg/L	0.0015	<0.0015				
Sulfotep	mg/L	0.0015	<0.0015		100%	100%	0%
TEPP	mg/L	0.006	<0.006				
Terbufos	mg/L	0.0015	<0.0015				
Tionazin	mg/L	0.003	<0.003		100%	100%	0%
TOCP	mg/L	0.0075	<0.0075				
Tokution	mg/L	0.0015	<0.0015				
Tricloranato	mg/L	0.0015	<0.0015				
Bicarbonatos	mg HCO3/L	1.2	<1.2	0 - 1%	91 - 105%		
Cloruro	mg/L	0.050	<0.050		100 - 102%	100%	0%
Fluoruro	mg/L	0.004	<0.004		99 - 100%	100%	0 - 1%
Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	mg/L	0.052	<0.052		101 - 106%	99%	1%
Nitrito (como N)	mg/L	0.002	<0.002		100 - 105%	99 - 100%	1 - 2%
Sulfato	mg/L	0.03	<0.03		99 - 100%	100%	0%
Color Verdadero	UC	1.0	<1.0	0%	95%		
4,4-DDD	mg/L	0.000002	<0.000002		94%	88%	4%
4,4-DDE	mg/L	0.000002	<0.000002		102%	93%	7%
Aldrin	mg/L	0.000002	<0.000002		105%	96%	6%
Aldrin+Dieldrin	mg/L	0.000002	<0.000002		101%	95%	4%
Alfa BHC	mg/L	0.000002	<0.000002		103%	96%	8%
Alfa Clordano	mg/L	0.000002	<0.000002		103%	96%	3%
Beta BHC	mg/L	0.000002	<0.000002		103%	97%	1%
Clordano (Total de Isómeros)	mg/L	0.000002	<0.000002		101%	97%	3%
DDT (Suma de 4,4-DDD y 4,4-DDE)	mg/L	0.0000008	<0.0000008		98%	91%	5%
Delta BHC	mg/L	0.000002	<0.000002		94%	94%	5%
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0.0000008	<0.0000008		103%	101%	0%
Dieldrin	mg/L	0.0000018	<0.0000018		97%	93%	1%
Endosulfan	mg/L	0.000002	<0.000002		97%	97%	3%
Endosulfan Sulfato	mg/L	0.000002	<0.000002		97%	92%	0%
Endrin	mg/L	0.0000020	<0.0000020		92%	93%	6%
Endrin Aldehido	mg/L	0.000002	<0.000002		101%	102%	1%
Endrin Cetona	mg/L	0.000002	<0.000002		94%	98%	1%
Gamma Clordano	mg/L	0.000002	<0.000002		99%	97%	3%
Heptacloro	mg/L	0.000002	<0.000002		100%	93%	7%
Heptacloro epóxido	mg/L	0.000002	<0.000002		100%	92%	8%
Heptacloro+Heptacloro Epoxido	mg/L	0.000002	<0.000002		100%	93%	8%
Lindano	mg/L	0.000002	<0.000002		103%	97%	1%
Malation	mg/L	0.000002	<0.000002		90%	91%	3%
Metamidofos	mg/L	0.000002	<0.000002		97%	95%	4%
Metoxicloro	mg/L	0.000002	<0.000002		100%	95%	1%
Paratión	mg/L	0.000002	<0.000002		97%	94%	1%

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1819621

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2120C_DIS	Callao	Color Verdadero	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed.: 2017. Color. Spectrophotometric-Single-Wavelenght Method (Proposed)
EW_APHA2320B	Callao	Bicarbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23rd Ed: 2017. Alkalinity Titration Method
EW_APHA2510B_OPE	Callao	Conductividad.	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510-B, 23rd Ed: 2017. Conductivity: Laboratory Method
EW_APHA2550B	Callao	Temperatura.	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550-B; 23rd Ed: 2017. Temperature, Laboratory and Field Method
EW_APHA4500HB_OPE	Callao	Potencial de Hidrógeno.	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 2017; 23rd Ed. pH Value. Electrometric Method.
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;23rd Ed: 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 23rd Ed. 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_ASTMD3921	Callao	Aceites y Grasas	ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011).Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water -(Validado)2014
EW_ASTMD888	Callao	Oxígeno Disuelto.	ASTM D 888-12 e1, 2013 Standard Test Methods for Dissolved Oxygen in Water Test Method C Instrumental Probe Procedure Luminescence Based Sensor.
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA 200.8, Rev 5.4: 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.
EW_EPA300_0	Callao	Cloruro	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography.
EW_EPA300_0	Callao	Fluoruro	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography.
EW_EPA300_0	Callao	Nitrito (como N)	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography.
EW_EPA300_0	Callao	Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography.
EW_EPA300_0	Callao	Sulfato	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography.
EW_EPA420_2_4	Callao	Fenoles	EPA Method 420.2:1974 Phenolics- Colorimetric, Automated 4-AAPWith Distillation // EPA Method 420.4 Rev. 01:1993 Determination of Total Recoverable Phenolics By Semi-Automated Colorimetry. Validado 2013.
EW_EPA538	Callao	Aldicarb	US EPA Method 538 Rev.1:2009 Determination of Selected Organic Contaminants in Drinking Water by Direct Aqueous Injection-Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry (DAI-LC/MS/MS).Validado-2016.
EW_EPA8082_CONG_UG_L	Callao	Bifenilos Policlorados	EPA 8082A, Rev. 1: 2007. Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by Gas Chromatography
EW_EPA8270_CHLOPHOS	Callao	Pesticidas organoclorados y organofosforados	EPA 8270E. Rev. 6:2017. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry
EW_EPA8270_PEST_MG_L	Callao	Pesticidas organoclorados y organofosforados	EPA 8270E. Rev. 6:2017. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry
EW_ISO16265	Callao	S.A.A.M.(Detergentes)	ISO 16265; 1st.Ed: 2009. Determination of Methylene blue active substances (MBAS) index-Method using CFA (validado).
EW_OIA1677	Callao	Cianuro WAD	EPA Method OIA-1677-09:2010, DW Avaliable Cyanide by Flow Injection, Ligande Exchange and Amperometry.(Validado) 2016

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1819621

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_SGS_MAC04_CX	Cajamarca	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	SGS-MAC-ME-04-Rev.01. Detección y/o cuantificación de huevos de helmintos. (Validado).

Notas:
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.
En el caso de análisis de campo la fecha de ejecución del mismo corresponde a la fecha de muestreo.
(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fé publica y se regula por las disposiciones civilies y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestas han sido tomadas.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1609941

MINERA CHINALCO PERU S.A.

Av. El Derby N° 250 Piso 8 Santiago de Surco - Lima - Lima

ENV / LB-342013-003

PROYECTO TOROMOCHO

Fecha de Recepción SGS : 03-06-2016 07:45

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
R-14

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 10/06/2016

Rocio J. Manrique Torres
CIP 136634
Coordinador de Laboratorio

Roberto C. Arista Gonzáles
C.B.P. 6085
Supervisor de Laboratorio-Microbiología

SGS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1609941

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					R-14
FECHA DE MUESTREO					02/06/2016
HORA DE MUESTREO					09:50:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado**
Análisis Fisicoquímicos					
Dureza Total	EW_APHA2340C	mgCaCO3/L	0.5	1.1	325.2
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg/L	1	3	106
Cromo Hexavalente Total	EW_APHA3500CRB	mg/L	0.002	0.005	<0.005
Sulfuro	EW_APHA4500S2D	mg/L	0.001	0.002	<0.002
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mg/L	3	9	11
Cianuro WAD	EW_OIA1677	mg/L	0.001	0.002	<0.002
Análisis de Aniones					
Bromuro	EW_EPA300_0	mg/L	0.014	0.042	<0.042
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	16.510
Fluoruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.002	0.004	0.401
Fosfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.019	0.038	<0.038
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.007	0.014	0.354
Nitrito (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002	0.091
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	497.96
Análisis Microbiológicos					
Numeración de Coliformes Totales	EW_APHA9221B	NMP/100 mL	--	--	170
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	4.5
Metales Totales					
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.02	0.06	5.99
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0025	0.0039
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.268
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.020
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0005
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00016	0.00048
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.01	0.03	0.06
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0210
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	65.559
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00464
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0013
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00007	0.00022	0.02978
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	5.516

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1609941

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					R-14
FECHA DE MUESTREO					02/06/2016
HORA DE MUESTREO					09:50:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado**
Metales Totales					
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	<0.006
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0010	0.0030	<0.0030
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.3423
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.2	0.6	<0.6
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00134
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	49.908
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0021
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0009	0.0027	0.0075
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	43.475
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0006	0.0019	9.2109
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00014	0.00044	0.00238
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.0171
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0568
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.2	0.6	3.6
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0089
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.005	<0.005
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	11.04 *
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	5.16
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.02	0.06	9.66
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Tantalio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thorio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	0.00036
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.01	0.03	<0.03
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00276
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	<0.006

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1609941

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					R-14
FECHA DE MUESTREO					02/06/2016
HORA DE MUESTREO					09:50:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado**
Metales Totales					
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00029
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	8.8266
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045

SGS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1609941

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	Fecha de Análisis	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Cianuro WAD	mg/L	0.002	03/06/2016	<0.002		101 - 105%	103 - 104%	1 - 2%
Dureza Total	mgCaCO3/L	1.1	03/06/2016	<1.1	0 - 5%	98 - 100%		
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	3	03/06/2016	<3	0 - 6%	98 - 101%		
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	9	03/06/2016	<9	0 - 9%	103%	98%	2%
Aluminio Total	mg/L	0.06	03/06/2016	<0.06	0 - 5%	NA - 99%	NA - 92%	NA - 0%
Antimonio Total	mg/L	0.0025	03/06/2016	<0.0025	1 - 3%	96 - 101%	96 - 101%	0%
Arsénico Total	mg/L	0.003	03/06/2016	<0.003	2 - 3%	98 - 99%	97 - 99%	0 - 5%
Bario Total	mg/L	0.006	03/06/2016	<0.006	0%	100 - 102%	100 - 101%	0 - 5%
Berilio Total	mg/L	0.0003	03/06/2016	<0.0003	0%	97 - 100%	95%	0 - 2%
Bismuto Total	mg/L	0.00016	03/06/2016	<0.00016	0%	97 - 99%	95 - 99%	0 - 1%
Boro Total	mg/L	0.03	03/06/2016	<0.03	0%	96 - 104%	93%	0 - 1%
Cadmio Total	mg/L	0.0006	03/06/2016	<0.0006	0%	98 - 103%	97 - 101%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	03/06/2016	<0.009	1 - 2%	99 - 103%	99 - 100%	1 - 7%
Cerio Total	mg/L	0.00024	03/06/2016	<0.00024	0%	100 - 101%	98 - 99%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	03/06/2016	<0.0003	0%	94 - 96%	94 - 99%	1 - 2%
Cobalto Total	mg/L	0.00022	03/06/2016	<0.00022	0 - 3%	99 - 100%	95 - 97%	0 - 2%
Cobre Total	mg/L	0.003	03/06/2016	<0.003	0%	94 - 96%	95%	1%
Cromo Total	mg/L	0.006	03/06/2016	<0.006	0%	92 - 100%	92 - 97%	0 - 3%
Estaño Total	mg/L	0.0030	03/06/2016	<0.0030	0%	99 - 109%	97 - 101%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.0009	03/06/2016	<0.0009	0 - 2%	105 - 107%	102%	0 - 1%
Fósforo Total	mg/L	0.6	03/06/2016	<0.6	0%	NA - 96%	NA - 95%	NA - 0%
Galio Total	mg/L	0.00012	03/06/2016	<0.00012	0%	99 - 100%	97 - 98%	0%
Germanio Total	mg/L	0.0006	03/06/2016	<0.0006	0%	95 - 105%	96 - 101%	0 - 1%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	03/06/2016	<0.00015	0%	97 - 98%	96 - 99%	0 - 2%
Hierro Total	mg/L	0.003	03/06/2016	<0.003	0 - 2%	98%	98 - 101%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	03/06/2016	<0.0015	0%	103 - 105%	97 - 101%	0%
Litio Total	mg/L	0.0027	03/06/2016	<0.0027	0%	96 - 98%	94 - 99%	0 - 1%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	03/06/2016	<0.00006	0%	98 - 101%	96 - 99%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	03/06/2016	<0.003	0 - 1%	103 - 107%	105 - 106%	0 - 1%
Manganeso Total	mg/L	0.0019	03/06/2016	<0.0019	1 - 3%	100 - 103%	91 - 100%	0%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	03/06/2016	<0.00009	0%	100%	96 - 97%	0 - 1%
Molibdeno Total	mg/L	0.00044	03/06/2016	<0.00044	1 - 5%	98 - 101%	91 - 96%	0 - 2%
Niobio Total	mg/L	0.0015	03/06/2016	<0.0015	0%	93 - 101%	96%	2%
Niquel Total	mg/L	0.0013	03/06/2016	<0.0013	0 - 1%	99%	98 - 100%	0 - 5%
Plata Total	mg/L	0.0006	03/06/2016	<0.0006	0%	99 - 100%	99%	0%
Plomo Total	mg/L	0.0009	03/06/2016	<0.0009	0%	104 - 106%	100%	0 - 1%
Potasio Total	mg/L	0.6	03/06/2016	<0.6	1 - 2%	NA - 101%	NA - 99%	NA - 0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	03/06/2016	<0.0009	0 - 2%	101 - 105%	99 - 104%	0 - 2%
Selenio Total	mg/L	0.005	03/06/2016	<0.005	0%	98 - 100%	97 - 99%	0%
Silice Total	mg/L	0.27	03/06/2016	<0.27	2 - 4%	NA - 96%	NA - 94%	NA - 0%
Silicio Total	mg/L	0.13	03/06/2016	<0.13	2 - 4%	NA - 96%	NA - 94%	NA - 0%
Sodio Total	mg/L	0.06	03/06/2016	<0.06	1%	100 - 104%	101 - 102%	0%
Talio Total	mg/L	0.00009	03/06/2016	<0.00009	0%	100%	97 - 99%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	03/06/2016	<0.0021	0%	98 - 101%	95 - 99%	0 - 2%
Teluro Total	mg/L	0.003	03/06/2016	<0.003	0%	99 - 100%	98 - 99%	0 - 1%
Thorio Total	mg/L	0.00019	03/06/2016	<0.00019	0%	101 - 103%	99 - 102%	0 - 1%
Titanio Total	mg/L	0.03	03/06/2016	<0.03	0%	NA - 99%	NA - 100%	NA - 0%
Uranio Total	mg/L	0.00012	03/06/2016	<0.00012	0%	99 - 106%	97%	0%
Vanadio Total	mg/L	0.006	03/06/2016	<0.006	0%	98 - 100%	97 - 99%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	03/06/2016	<0.0006	0%	98 - 100%	98%	0 - 1%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	03/06/2016	<0.00006	0%	98 - 101%	98 - 99%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	03/06/2016	<0.0026	1 - 2%	98 - 103%	92 - 95%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	03/06/2016	<0.00045	0%	100 - 102%	98 - 99%	1 - 2%
Cromo Hexavalente Total	mg/L	0.005	03/06/2016	<0.005	0%	98 - 103%	88 - 92%	0 - 3%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	03/06/2016	<2.6	1%	99 - 102%		
Sulfuro	mg/L	0.002	03/06/2016	<0.002		96 - 101%	107 - 110%	13 - 14%
Bromuro	mg/L	0.042	03/06/2016	<0.042	0%	101%	103%	0%
Cloruro	mg/L	0.050	03/06/2016	<0.050	0 - 1%	100 - 101%	96%	0%
Fluoruro	mg/L	0.004	03/06/2016	<0.004	1%	94 - 97%	103%	1%
Fosfato	mg/L	0.038	03/06/2016	<0.038	0%	100%	102%	0%
Nitrato (como N)	mg/L	0.014	03/06/2016	<0.014	0%	100%	105%	1%
Nitrito (como N)	mg/L	0.002	03/06/2016	<0.002	1%	98 - 99%	102%	1%
Sulfato	mg/L	0.03	03/06/2016	<0.03	0%	97 - 99%	105%	2%

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1609941

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2340C	Callao	Dureza Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340-C: 2012; 22nd Ed. - Hardness: EDTA Titrimetric Method.
EW_APHA2540D	Callao	Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D: 2012; 22nd Ed. - Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C
EW_APHA3500CRB	Callao	Cromo Hexavalente Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-CR-B: 2012; 22nd Ed. - Chromium. Colorimetric Method
EW_APHA4500S2D	Callao	Sulfuro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 S2 - D: 2012; 22nd Ed. - Sulfide. Methylene Blue Method
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B: 2012; 22nd Ed. - Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 2012; 22nd Ed. - Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
EW_APHA9221B	Callao	Numeración de Coliformes totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221B, 22nd Ed. 2012; Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 22nd Ed. 2012; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA 200.8: 1994 Rev 5.4 Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.
EW_EPA300_0	Callao	Aniones	EPA 300.0:1993; Rev. 2.1.- Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography.
EW_OIA1677	Callao	Cianuro WAD	EPA Method OIA-1677, DW Avaliable Cyanide by Flow Injection, Ligande Exchange and Amperometry.

Notas:
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.
Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.
SGS del Perú SAC Laboratorios está acreditado por Indecopi conforme a los requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se encuentra en www.indecopi.gob.pe.
Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1819868

WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES

CAL.ALEXANDER FLEMING NRO. 187 URB. HIGUERETA LIMA - LIMA - SANTIAGO DE SURCO

ENV / MO-346323-021

PROCEDENCIA : Chinalco - Toromocho

Fecha de Recepción SGS : 20-09-2018

Fecha de Ejecución : Del 20-09-2018 al 27-09-2018

Muestreo Realizado Por : Personal de Operaciones de SGS

Estación de Muestreo
P-1
P-2

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 27/09/2018

Rocio J. Manrique Torres
C.I.P. 136634
Coordinador de Laboratorio

Roberto C. Arista Gonzales
C.B.P. 6085
Supervisor de Laboratorio-Microbiología

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1819868

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					P-1	P-2
					8719154N / 384506E	8719071N / 384614E
FECHA DE MUESTREO					19/09/2018	19/09/2018
HORA DE MUESTREO					14:20:00	15:40:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado**	**Resultado**
Análisis de Campo						
Conductividad	EW_APHA2510B_OPE	µS/cm	--	--	401.00	402.00
Temperatura.	EW_APHA2550B	°C	--	--	12.00	12.80
Potencial de Hidrógeno.	EW_APHA4500HB_OPE	pH	--	--	8.64	8.68
Oxígeno Disuelto.	EW_ASTMD888	mg/L	--	--	8.58	8.10
Análisis Fisicoquímicos						
Color Verdadero	EW_APHA2120C_DIS	UC	0.6	1.0	13.2	16.3
Bicarbonatos	EW_APHA2320B	mg HCO3/L	0.6	1.2	157.3	154.3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mg/L	1.8	4.5	7.7	10.9
Aceites y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	<0.4	<0.4
Fenoles	EW_EPA420_2_4	mg/L	0.0002	0.0005	<0.0005	<0.0005
S.A.A.M.(Detergentes)	EW_ISO16265	mg/L	0.020	0.050	<0.050	<0.050
Cianuro WAD	EW_OIA1677	mg/L	0.0003	0.0008	0.0021	0.0053
Aniones						
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	0.967	1.172
Fluoruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.002	0.004	0.075	0.093
Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.016	0.052	<0.052	<0.052
Nitrito (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002	0.002	0.004
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	81.70	84.13
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	23	11
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helmintos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0	0
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	0.027
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00123	0.00134
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00542	0.00616
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0296	0.0307
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	69.366	71.444

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1819868

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					P-1	P-2
					8719154N / 384506E	8719071N / 384614E
FECHA DE MUESTREO					19/09/2018	19/09/2018
HORA DE MUESTREO					14:20:00	15:40:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado**	**Resultado**
Metales Totales						
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.00008
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00164	0.00229
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.8694	0.9066
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	0.049	0.050
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	<0.00012
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.0630	0.0743
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0014	0.0014
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	17.625	18.190
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.01949	0.02082
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00383	0.00395
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0022	0.0025
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	1.20	1.25
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0013	0.0015
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	5.57 *	5.51 *
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	2.60	2.57
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	4.622	5.857
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1819868

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					P-1	P-2
					8719154N / 384506E	8719071N / 384614E
FECHA DE MUESTREO					19/09/2018	19/09/2018
HORA DE MUESTREO					14:20:00	15:40:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado**	**Resultado**
Metales Totales						
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000314	0.000336
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0102	0.0143
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045
Aldicarb						
Aldicarb	EW_EPA538	µg/L	0.03	0.10	<0.10	<0.10
Bifenilos Policlorados						
Bifenilos Policlorados (PCB)	EW_EPA8082_CONG_UG_L	µg/L	0.003	0.010	<0.010	<0.010
Pesticidas organoclorados y organofosforados						
4,4-DDD	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
4,4-DDE	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Aldrin	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Aldrin+Dieldrin	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Alfa BHC	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Alfa Clordano	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Beta BHC	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Clordano (Total de Isómeros)	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
DDT (Suma de 4,4-DDD y 4,4-DDE)	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.0000003	0.0000008	<0.0000008	<0.0000008
Delta BHC	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.0000003	0.0000008	<0.0000008	<0.0000008
Dieldrin	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.0000006	0.0000018	<0.0000018	<0.0000018
Endosulfan	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Endosulfan Sulfato	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Endrin	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.0000010	0.0000020	<0.0000020	<0.0000020
Endrin Aldehido	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Endrin Cetona	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Gamma Clordano	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Heptacloro	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Heptacloro epóxido	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1819868

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					P-1	P-2
					8719154N / 384506E	8719071N / 384614E
FECHA DE MUESTREO					19/09/2018	19/09/2018
HORA DE MUESTREO					14:20:00	15:40:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado**	**Resultado**
Pesticidas organoclorados y organofosforados						
Heptacloro+Heptacloro Epoxido	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Lindano	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Malation	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Metamidofos	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Metoxicloro	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
Paratión	EW_EPA8270_CHLOPHOS	mg/L	0.000001	0.000002	<0.000002	<0.000002
O,O,O-trietilfosforotioate	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003 *	<0.0003 *
Aspon	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Azinfos Etil	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0025	0.0075	<0.0075 *	<0.0075 *
Bolstar	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Bromofos Etil	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Bromofos Metil	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Carbofenotión	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Clorfenvinfos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *	<0.003 *
Clorpirifos Metil	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Crotoxifos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *	<0.003 *
Demeton	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *	<0.003 *
Diazinon	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Diclofention	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Diclorvos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Dicrotofos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *	<0.003 *
Dioxation	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0025	0.0075	<0.0075 *	<0.0075 *
Disulfoton	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Endosulfan II	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
EPN	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0025	0.0075	<0.0075 *	<0.0075 *
Etión	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Etoprop	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *	<0.003 *
Famfur	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0015	0.0045	<0.0045 *	<0.0045 *
Fenitrotion	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Fentión	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Fonofos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Forate	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Fosmet	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1819868

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					P-1	P-2
					8719154N / 384506E	8719071N / 384614E
FECHA DE MUESTREO					19/09/2018	19/09/2018
HORA DE MUESTREO					14:20:00	15:40:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado**	**Resultado**
Pesticidas organoclorados y organofosforados						
Fospamidon	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0015	0.0045	<0.0045 *	<0.0045 *
Hexametilfosforamida	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *	<0.003 *
Leptofos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Merfos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Metil Paration	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Mevinfos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *	<0.003 *
Mirex	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Monocrotofos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *	<0.003 *
Naled	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *	<0.003 *
Oxiclordano Isomero	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Pirimifos Metil	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Ronnel	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Sulfotep	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
TEPP	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.002	0.006	<0.006 *	<0.006 *
Terbufos	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Tionazin	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.001	0.003	<0.003 *	<0.003 *
TOCP	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0025	0.0075	<0.0075 *	<0.0075 *
Tokution	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *
Tricloranato	EW_EPA8270_PEST_MG_L	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015 *	<0.0015 *

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1819868

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Cianuro WAD	mg/L	0.0008	<0.0008		97 - 100%	97 - 105%	0 - 1%
Conductividad	µS/cm	--		0 - 1%	100%		
Potencial de Hidrógeno.	pH	--		0 - 1%	100%		
S.A.A.M.(Detergentes)	mg/L	0.050	<0.050	0%	99 - 111%	97 - 103%	
Fenoles	mg/L	0.0005	<0.0005		96%	103%	0%
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	0 - 7%	102%	102%	2%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0 - 6%	101%	97%	5%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 8%	93 - 107%	101%	2%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 7%	97 - 100%	99%	0%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 4%	91 - 100%	94%	0%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 7%	97 - 99%	103%	1%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0 - 2%	96 - 100%	99%	1%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 5%	101 - 103%	99%	2%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0 - 6%	102 - 105%	102%	1%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0 - 7%	100%	107%	8%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 8%	91 - 99%	106%	0%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 8%	100 - 108%	100%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0 - 5%	106 - 109%	98%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	100 - 103%	95%	2%
Estaño Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	96 - 102%	101%	2%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 8%	103 - 107%	102%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0 - 6%	92%	95%	0%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0 - 7%	104%	99%	0%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	105 - 108%	92%	4%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	103 - 107%	99%	9%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	1 - 6%	100 - 102%	98%	2%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0 - 5%	98 - 102%	103%	0%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 8%	97 - 101%	100%	2%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 6%	106 - 108%	98%	6%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0 - 8%	101 - 105%	101%	1%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 7%	99 - 103%	97%	1%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0 - 7%	97 - 99%	95%	2%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 7%	104 - 106%	97%	0%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	101 - 102%	97%	0%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 5%	99 - 101%	101%	6%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0 - 8%	100 - 104%	99%	0%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 6%	105 - 107%	102%	1%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 4%	101%	101%	1%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	0 - 8%	101 - 105%	103%	2%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0 - 3%	97 - 106%	98%	0%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	0 - 6%	100%	99%	0%
Silicio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 6%	100%	99%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0 - 8%	100 - 104%	108%	1%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 6%	101 - 102%	100%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	100 - 108%	101%	1%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	99 - 101%	100%	1%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	103 - 106%	103%	0%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 6%	106%	97%	2%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0 - 8%	99 - 101%	99%	1%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 4%	101 - 103%	98%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	104 - 106%	102%	1%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 6%	100 - 104%	99%	2%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0 - 5%	99 - 103%	98%	1%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	100 - 102%	103%	0%
Aceites y Grasas	mg/L	0.4	<0.4	0%	108%	108%	
Aldicarb	µg/L	0.10	<0.10		87%	114%	1%
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0.010	<0.010		108%	109%	0%
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	4.5	<4.5		103%	98%	0%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	0%	97 - 100%		
O,O,O-trietilfosforotioate	mg/L	0.0003	<0.0003				
Aspon	mg/L	0.0015	<0.0015		100%	100%	0%
Azinfos Etil	mg/L	0.0075	<0.0075				
Bolstar	mg/L	0.0015	<0.0015				
Bromofos Etil	mg/L	0.0015	<0.0015				
Bromofos Metil	mg/L	0.0015	<0.0015				
Carbofenotión	mg/L	0.0015	<0.0015				
Clorfenvinfos	mg/L	0.003	<0.003				
Clorpirifos Metil	mg/L	0.0015	<0.0015				
Crotoxifos	mg/L	0.003	<0.003		100%	100%	0%
Demeton	mg/L	0.003	<0.003				

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1819868

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Diazinon	mg/L	0.0015	<0.0015				
Diclofention	mg/L	0.0015	<0.0015				
Diclorvos	mg/L	0.0015	<0.0015				
Dicrotofos	mg/L	0.003	<0.003		100%	100%	0%
Dioxation	mg/L	0.0075	<0.0075				
Disulfoton	mg/L	0.0015	<0.0015		100%	100%	0%
Endosulfan II	mg/L	0.0015	<0.0015		100%	100%	0%
EPN	mg/L	0.0075	<0.0075				
Etión	mg/L	0.0015	<0.0015				
Etoprop	mg/L	0.003	<0.003				
Famfur	mg/L	0.0045	<0.0045		100%	100%	0%
Fenitrotion	mg/L	0.0015	<0.0015		100%	100%	0%
Fentión	mg/L	0.0015	<0.0015				
Fonofos	mg/L	0.0015	<0.0015		100%	100%	0%
Forate	mg/L	0.0015	<0.0015				
Fosmet	mg/L	0.0015	<0.0015				
Fospamidon	mg/L	0.0045	<0.0045				
Hexametilfosforamida	mg/L	0.003	<0.003				
Leptofos	mg/L	0.0015	<0.0015				
Merfos	mg/L	0.0015	<0.0015				
Metil Paration	mg/L	0.0015	<0.0015		100%	100%	0%
Mevinfos	mg/L	0.003	<0.003				
Mirex	mg/L	0.0015	<0.0015				
Monocrotofos	mg/L	0.003	<0.003				
Naled	mg/L	0.003	<0.003				
Oxiclordano Isomero	mg/L	0.0015	<0.0015				
Pirimifos Metil	mg/L	0.0015	<0.0015				
Ronnel	mg/L	0.0015	<0.0015				
Sulfotep	mg/L	0.0015	<0.0015		100%	100%	0%
TEPP	mg/L	0.006	<0.006				
Terbufos	mg/L	0.0015	<0.0015				
Tionazin	mg/L	0.003	<0.003		100%	100%	0%
TOCP	mg/L	0.0075	<0.0075				
Tokution	mg/L	0.0015	<0.0015				
Tricloranato	mg/L	0.0015	<0.0015				
Bicarbonatos	mg HCO3/L	1.2	<1.2	0%	106%		
Cloruro	mg/L	0.050	<0.050		100 - 103%	100%	0%
Fluoruro	mg/L	0.004	<0.004		99 - 100%	100%	0 - 1%
Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	mg/L	0.052	<0.052		101 - 106%	100%	1%
Nitrito (como N)	mg/L	0.002	<0.002		100 - 105%	99%	2%
Sulfato	mg/L	0.03	<0.03		99 - 100%	100%	0%
Color Verdadero	UC	1.0	<1.0	0%	102%		
4,4-DDD	mg/L	0.000002	<0.000002		94%	88%	4%
4,4-DDE	mg/L	0.000002	<0.000002		102%	93%	7%
Aldrin	mg/L	0.000002	<0.000002		105%	96%	6%
Aldrin+Dieldrin	mg/L	0.000002	<0.000002		101%	95%	4%
Alfa BHC	mg/L	0.000002	<0.000002		103%	96%	8%
Alfa Clordano	mg/L	0.000002	<0.000002		105%	96%	6%
Beta BHC	mg/L	0.000002	<0.000002		103%	96%	8%
Clordano (Total de Isómeros)	mg/L	0.000002	<0.000002		102%	97%	4%
DDT (Suma de 4,4-DDD y 4,4-DDE)	mg/L	0.0000008	<0.0000008		98%	91%	5%
Delta BHC	mg/L	0.000002	<0.000002		94%	94%	5%
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0.0000008	<0.0000008		103%	101%	0%
Dieldrin	mg/L	0.0000018	<0.0000018		97%	93%	1%
Endosulfan	mg/L	0.000002	<0.000002		99%	97%	3%
Endosulfan Sulfato	mg/L	0.000002	<0.000002		97%	92%	0%
Endrin	mg/L	0.0000020	<0.0000020		92%	93%	6%
Endrin Aldehido	mg/L	0.000002	<0.000002		101%	102%	1%
Endrin Cetona	mg/L	0.000002	<0.000002		94%	98%	1%
Gamma Clordano	mg/L	0.000002	<0.000002		99%	97%	3%
Heptacloro	mg/L	0.000002	<0.000002		100%	93%	7%
Heptacloro epóxido	mg/L	0.000002	<0.000002		105%	96%	6%
Heptacloro+Heptacloro Epoxido	mg/L	0.000002	<0.000002		103%	95%	7%
Lindano	mg/L	0.000002	<0.000002		103%	96%	8%
Malation	mg/L	0.000002	<0.000002		90%	91%	3%
Metamidofos	mg/L	0.000002	<0.000002		103%	96%	8%
Metoxicloro	mg/L	0.000002	<0.000002		100%	95%	1%
Paratión	mg/L	0.000002	<0.000002		97%	94%	1%

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1819868

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2120C_DIS	Callao	Color Verdadero	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed.: 2017. Color. Spectrophotometric-Single-Wavelenght Method (Proposed)
EW_APHA2320B	Callao	Bicarbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23rd Ed: 2017. Alkalinity Titration Method
EW_APHA2510B_OPE	Callao	Conductividad.	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510-B, 23rd Ed: 2017. Conductivity: Laboratory Method
EW_APHA2550B	Callao	Temperatura.	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550-B; 23rd Ed: 2017. Temperature, Laboratory and Field Method
EW_APHA4500HB_OPE	Callao	Potencial de Hidrógeno.	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 2017; 23rd Ed. pH Value. Electrometric Method.
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;23rd Ed: 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 23rd Ed. 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_ASTMD3921	Callao	Aceites y Grasas	ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011).Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water -(Validado)2014
EW_ASTMD888	Callao	Oxígeno Disuelto.	ASTM D 888-12 e1, 2013 Standard Test Methods for Dissolved Oxygen in Water Test Method C Instrumental Probe Procedure Luminescence Based Sensor.
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA 200.8, Rev 5.4: 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.
EW_EPA300_0	Callao	Cloruro	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography.
EW_EPA300_0	Callao	Fluoruro	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography.
EW_EPA300_0	Callao	Nitrito (como N)	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography.
EW_EPA300_0	Callao	Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography.
EW_EPA300_0	Callao	Sulfato	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography.
EW_EPA420_2_4	Callao	Fenoles	EPA Method 420.2:1974 Phenolics- Colorimetric, Automated 4-AAPWith Distillation // EPA Method 420.4 Rev. 01:1993 Determination of Total Recoverable Phenolics By Semi-Automated Colorimetry. Validado 2013.
EW_EPA538	Callao	Aldicarb	US EPA Method 538 Rev.1:2009 Determination of Selected Organic Contaminants in Drinking Water by Direct Aqueous Injection-Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry (DAI-LC/MS/MS).Validado-2016.
EW_EPA8082_CONG_UG_L	Callao	Bifenilos Policlorados	EPA 8082A, Rev. 1: 2007. Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by Gas Chromatography
EW_EPA8270_CHLOPHOS	Callao	Pesticidas organoclorados y organofosforados	EPA 8270E. Rev. 6:2017. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry
EW_EPA8270_PEST_MG_L	Callao	Pesticidas organoclorados y organofosforados	EPA 8270E. Rev. 6:2017. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry
EW_ISO16265	Callao	S.A.A.M.(Detergentes)	ISO 16265; 1st.Ed: 2009. Determination of Methylene blue active substances (MBAS) index-Method using CFA (validado).
EW_OIA1677	Callao	Cianuro WAD	EPA Method OIA-1677-09:2010, DW Avaliable Cyanide by Flow Injection, Ligande Exchange and Amperometry.(Validado) 2016

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1819868

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_SGS_MAC04_CX	Cajamarca	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	SGS-MAC-ME-04-Rev.01. Detección y/o cuantificación de huevos de helmintos. (Validado).

Notas:
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.
En el caso de análisis de campo la fecha de ejecución del mismo corresponde a la fecha de muestreo.
(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fé publica y se regula por las disposiciones civilies y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestas han sido tomadas.

AUTORIZACIÓN DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS
REPORTE DE MONITOREO EN LOS PUNTOS DE CONTROL DEL EFLUENTE TRATADO Y CUERPO RECEPTOR

Número de la Resolución Directoral que Autoriza Vertimiento	:	R.D.-0129-2016-ANA-DGCRH
Razón Social del Titular de la Autorización	:	COMPAÑÍA MINERA CHINALCO PERÚ S.A.
RUC del Titular de la Autorización	:	20506675457
Fecha de Muestreo (DD/MM/AÑO)	:	17/07/2018
Nombre del Laboratorio de Análisis	:	ALS LS PERU S.A.C.
Número del Informe de Ensayo Analítico	:	55182-2018

Código del Punto de Control				P-1	P-2	PTARD-C2
Coordenada Norte (UTM-WGS84)			m	8719154.00	8719035.00	8719139.00
Coordenada Este (UTM-WGS84)			m	384506.00	384626.00	384585.00
Hora de Muestreo			hh:mm (24h)	10:35	11:10	10:50
Caudal de aguas residuales			L/s	157.4	157.7	0.24
Volumen			m³	0	0	3868
PARÁMETROS				P-1	P-2	PTARD-C2
Parámetros Físicos	Parámetros Físicos	Demanda Bioquímica de Oxigeno en cinco días	mg O2 /L	<5	<5	10
		Demanda Química de Oxigeno	mg O2 /L	<5	<5	35
		Oxigeno Disuelto	mg O2 /L	9,10	9,63	
		pH	Unidad de pH	8,42	8,32	7,57
		Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	<5	<5	7
		Temperatura	ºCelsius	6,3	5,9	11
Parámetros Orgánicos	Parámetros Orgánicos	Aceites y grasas (MEH)	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5
Parámetros Microbiológicos	Parámetros Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100mL	4	170	<1,8
		Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100mL	700	490	

Observaciones:	- El sistema solicita el volumen acumulado para puntos de control, pero no aplica.

Representante del titular de la Autorización
Firma

AUTORIZACIÓN DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS
REPORTE DE MONITOREO EN LOS PUNTOS DE CONTROL DEL EFLUENTE TRATADO Y CUERPO RECEPTOR

Número de la Resolución Directoral que Autoriza Vertimiento	:	R.D.-0129-2016-ANA-DGCRH
Razón Social del Titular de la Autorización	:	COMPAÑÍA MINERA CHINALCO PERÚ S.A.
RUC del Titular de la Autorización	:	20506675457
Fecha de Muestreo (DD/MM/AÑO)	:	12/07/2017
Nombre del Laboratorio de Análisis	:	SGS DEL PERÚ S.A.C.
Número del Informe de Ensayo Analítico	:	LB 343090-007_2017-07-12

Código del Punto de Control				P-1	P-2	PTARD-C2
Coordenada Norte (UTM-WGS84)			m	8719154.00	8719035.00	8719139.00
Coordenada Este (UTM-WGS84)			m	384506.00	384626.00	384585.00
Hora de Muestreo			hh:mm (24h)	10:21	10:59	10:43
Caudal de aguas residuales			L/s	134.25	141.53	0.23
Volumen			m³	0	0	7688.12
PARÁMETROS				P-1	P-2	PTARD-C2
Parámetros Físicos	Parámetros Físicos	Demanda Bioquímica de Oxigeno en cinco días	mg O2 /L	<2,6	<2,6	<2,6
		Demanda Química de Oxigeno	mg O2 /L	5,3	9,4	8,1
		Oxigeno Disuelto	mg O2 /L	7,42	7,68	
		pH	Unidad de pH	8,23	8,26	7,67
		Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	<3	<3	<3
		Temperatura	ºCelsius	6	6,32	10,51
Parámetros Orgánicos	Parámetros Orgánicos	Aceites y grasas (MEH)	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5
Parámetros Microbiológicos	Parámetros Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100mL	13	13	<1,8
		Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100mL	33	33	

Observaciones:	

Representante del titular de la Autorización
Firma

ANEXO 5-4
MATRICES DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

ANEXO 5.4-1
MATRIZ DE IMPACTOS ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

CHINALCO

Walsh

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

COMPONENTES AMBIENTALES		IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS	PLANTA CONCENTRADORA (BENEFICIO)											DEPÓSITO DE RELAVES								OTRA INFRAESTRUCTURA RELACIONADA CON TOROMOCHO																			
			CHANCADORA PRIMARIA					PLANTA CONCENTRADORA						SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE RELAVES (PLANTAS DE FILTRADO Y ULTRAESPESADO; SISTEMA DE TUBERÍAS Y ESTRUCTURAS)								NUEVO ACCESO PRINCIPAL				GRIFO MINA				POLVORÍN				TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CRUDA Y ESTACIONES DE BOMBEO.							
			Movilización de equipos y materiales.	Movimientos de tierra (corte, relleno y nivelación) para habilitación de nuevos caminos de acceso.	Movimientos de tierra para conformación de plataformas.	Construcción de estructuras de concreto armado y metálica.	Instalación de equipos mecánicos y eléctricos.	Movilización de equipos y materiales.	Movimientos de tierra (corte, relleno y nivelación) para habilitación de nuevos caminos de acceso.	Movimientos de tierra para la conformación de plataformas	Construcción de estructuras de concreto armado y metálica.	Instalación de equipos mecánicos y eléctricos.	Movilización de equipos y materiales.	Desbroce.	Movimiento de tierras (corte, relleno y nivelación) para habilitación de nuevos caminos de acceso.	Movimientos de tierra para conformación de plataformas.	Construcción de estructuras de concreto armado y metálica.	Instalación de equipos mecánicos y eléctricos.	Instalación de tuberías y equipos.	Construcción de Presas/Diques.	Movilización de equipos y materiales.	Desbroce.	Movimientos de tierra (remoción de capa vegetal, cortes y relleno) y conformación de la superficie de rodadura.	Construcción de obras de drenaje (cunetas, alcantarillas, canales y drenes franceses).	Movilización de equipos y materiales	Movimientos de tierra para conformación de plataforma para el grifo y modificación de la actual vía.	Construcción de estructuras de concreto	Instalación de equipos mecánicos y eléctricos.	Movilización de equipos y materiales	Movimientos de tierra (nivelación)	Construcción de piso de concreto.	Instalación de contenedor.	Desbroce.	Movimientos de tierra (corte, relleno y nivelación) para habilitación de accesos	Movimientos de tierra para conformación de plataformas	Instalación de tubería y equipos de bombeo.
MEDIO FÍSICO	AIRE	Alteración de la calidad del aire	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Incremento de niveles sonoros	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Afectaciones por la generación de vibraciones																																				
	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																																				
		Alteración de la calidad del agua subterránea																																				
	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural																							■													
	HIDROGEOLOGÍA	Alteración del nivel freático																																				
	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																							■													
		Modificación del relieve																							■												■	
	SUELO	Pérdida de suelos													■	■									■										■	■	■	
		Compactación de suelos		■	■				■	■					■	■									■			■			■				■	■		
	PAISAJE	Alteración del paisaje				■	■				■	■								■	■		■	■	■			■	■	■			■		■	■	■	■
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN	Pérdida de cobertura vegetal												■									■												■			
	FAUNA	Ahuyentamiento de la fauna silvestre		■	■				■	■				■	■					■	■		■	■											■			
		Perturbación a la fauna silvestre.																																				
		Afectación a la fauna acuática																																				
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL	ADQUISICIÓN DE FUERZA DE TRABAJO	Incremento de oportunidades de empleo para la población del área de influencia	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ADQUISICIÓN DE BIENES Y SERVICIOS	Incremento de las ventas de bienes y servicios locales	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	PAGO DEL CANON Y REGALIAS	Incremento de los ingresos del gobierno local provincial, regional y nacional por incremento del canon y regalías mineras																																				
		Incremento de ingresos y oportunidad de mejora de la calidad de la educación superior por transferencia de canon a Universidad del Centro																																				
	TRANSPORTE	Alteración del tránsito vial	■					■					■									■				■												
	CULTURAL	Afectación al patrimonio cultural																					■	■														

■ = Impacto Negativo, ■ = Impacto Positivo

024308

Significancia:

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

Componentes del Proyecto										SIGNIFICANCIA DE MAYOR RELEVANCIA												
Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Naturaleza	CHANCADORA PRIMARIA	PLANTA CONCENTRADORA	SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE RELAVES (PLANTAS DE FILTRADO Y ULTRAESPESADO; SISTEMA DE TUBERÍAS Y ESTRUCTURAS)	NUEVO ACCESO PRINCIPAL	GRIFO MINA	POLVORÍN	TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CRUDA Y ESTACIONES DE BOMBEO.	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Significancia (I)	Nivel de Significancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire	-	22	22	22	22	21	21	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros	-	22	22	22	22	22	22	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	Leve
4	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural	-	0	0	0	24	0	0	0	-	2	4	1	2	1	1	3	2	2	2	24	Leve
5	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica	-	0	0	0	19	0	0	0	-	1	1	2	2	1	1	3	1	1	1	19	Leve
6		Modificación del relieve	-	0	0	0	22	0	0	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	Leve
7	SUELO	Pérdida de suelos		0	0	22	22	0	0	0	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	Leve
8		Compactación de suelos	-	21	21	21	23	21	21	21	-	2	4	1	4	1	1	3	1	1	1	23	Leve
9	PAISAJE	Alteración del paisaje	-	23	23	23	24	23	23	21	-	1	4	2	3	1	1	1	2	2	2	24	Leve
10	VEGETACIÓN	Pérdida de cobertura vegetal	-	0	0	34	39	0	0	34	-	2	4	2	4	4	1	4	4	4	4	39	Moderada
11	FAUNA	Ahuyentamiento de la fauna silvestre	-	34	34	34	39	0	0	34	-	2	4	2	4	4	1	4	4	4	4	39	Moderada
12	ADQUISICIÓN DE FUERZA DE TRABAJO	Incremento de oportunidades de empleo para la población del área de influencia	+	42	42	42	42	42	42	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	Moderada
13		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres	+	42	42	42	42	42	42	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	Moderada
14	ADQUISICIÓN DE BIENES Y SERVICIOS	Incremento de las ventas de bienes y servicios locales	+	42	42	42	42	42	42	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	Moderada
15	TRANSPORTE	Alteración del tránsito vial	-	17	17	17	17	17			-1	1	4	1	1	1	1	4	0	0	1	17	Leve
16	CULTURAL	Afectación al patrimonio cultural	-				19				-1	1	4	2	1	1	1	3	0	0	1	19	Leve

CHINALCO

Walsh

Importancia (I):

- I ≥ 50 Alta
- 25 ≤ I < 50 Moderada
- I < 25 Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA: Índice de Importancia (I)	IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA: Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		22	Leve
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial		0	-
4	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural		0	-
5	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica		0	-
6		Modificación del relieve		0	-
7	SUELO	Pérdida de suelos		0	-
8		Compactación de suelos		21	Leve
9	PAISAJE	Alteración del paisaje		23	Leve
10	VEGETACIÓN	Pérdida de cobertura vegetal		0	-
11	FAUNA	Ahuyentamiento de la fauna silvestre		34	Moderada
12		Afectación a la fauna acuática		0	-
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo para la población del área de influencia		42	Moderada
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		42	Moderada
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		42	Moderada
16		Alteración del tránsito vial		0	-
17		Afectación al patrimonio cultural		0	-

CHANCADORA PRIMARIA

Movilización de equipos y materiales.

Nº	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia
1	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
2	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
14	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
15	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
16	-1	1	4	1	1	1	1	4	0	0	1	17
17												

Movimientos de tierra (corte, relleno y nivelación) para habilitación de nuevos caminos de acceso.

Nº	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia
1	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
2	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
3												
4												
5												
6												
7												
8	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	1	21
9												
10												
11	-	1	4	1	4	4	1	4	4	4	4	34
12												
13	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
14	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
15	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
16												
17												

Movimientos de tierra para conformación de plataformas.

Nº	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia
1	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
2	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
3												
4												
5												
6												
7												
8	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	1	21
9												
10												
11	-	1	4	1	4	4	1	4	4	4	4	34
12												
13	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
14	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
15	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
16												
17												

Construcción de estructuras de concreto armado y metálica.

Nº	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia
1	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
2	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9	-	1	4	1	4	1	1	1	1	2	4	23
10												
11												
12												
13	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
14	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
15	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
16												
17												

Instalación de equipos mecánicos y eléctricos.

Nº	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia
1	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
2	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9	-	1	4	1	4	1	1	1	1	2	4	23
10												
11												
12												
13	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
14	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
15	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
16												
17												

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	PLANTA CONCENTRADORA												PLANTA CONCENTRADORA												IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Movilización de equipos y materiales.												Movimientos de tierra (corte, relleno y nivelación) para habilitación de nuevos caminos de acceso.												Movimientos de tierra para la conformación de plataformas												Construcción de estructuras de concreto armado y metálica.												Instalación de equipos mecánicos y eléctricos.												Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia		
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	22	Leve
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																																																											0	-
4	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural																																																									0	-
5	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																																																									0	-
6		Modificación del relieve																																																									0	-
7	SUELO	Pérdida de suelos																																																									0	-
8		Compactación de suelos														-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	1	21	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	1	21																								21	Leve
9	PAISAJE	Alteración del paisaje																																																													23	Leve
10	VEGETACIÓN	Pérdida de cobertura vegetal																																																													0	-
11	FAUNA	Ahuyentamiento de la fauna silvestre														-	1	4	1	4	4	1	4	4	4	4	34	-	1	4	1	4	4	1	4	4	4	4	34																								34	Moderada
12		Afectación a la fauna acuática																																																													0	-
13		Afectación de hábitats sensibles																																																													0	-
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16		Alteración del tránsito vial		-1	1	4	1	1	1	1	4	0	0	1	17																																																							17	Leve
17		Afectación al patrimonio cultural																																																													0	-

Importancia (I):

- I ≥ 50 Alta
- 25 ≤ I < 50 Moderada
- I < 25 Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE RELAVES (PLANTAS DE FILTRADO Y ULTRAESPESADO; SISTEMA DE TUBERÍAS Y ESTRUCTURAS)																							
				Movilización de equipos y materiales.												Desbroce.											
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																									
4	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural																									
5	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																									
6		Modificación del relieve																									
7	SUELO	Pérdida de suelo																									
8		Compactación de suelos																									
9	PAISAJE	Alteración del paisaje																									
10	VEGETACIÓN	Pérdida de cobertura vegetal														-	1	4	1	4	4	1	4	4	4	4	34
11	FAUNA	Ahuyentamiento de la fauna silvestre														-	1	4	1	4	4	1	4	4	4	4	34
12		Afectación a la fauna acuática																									
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
16		Alteración del tránsito vial		-1	1	4	1	1	1	1	4	0	0	1	17												
17		Afectación al patrimonio cultural																									

Nº	Movimiento de tierras (corte, relleno y nivelación) para habilitación de nuevos caminos de acceso.												Movimientos de tierra para conformación de plataformas.											
	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia
1	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
2	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
3																								
4																								
5																								
6																								
7	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
8	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	1	21	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	1	21
9																								
10																								
11	-	1	4	1	4	4	1	4	4	4	4	34												
12																								
13	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
14	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
15	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
16																								
17																								

Nº	SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE RELAVES (PLANTAS DE FILTRADO Y ULTRAESPESADO; SISTEMA DE TUBERÍAS Y ESTRUCTURAS)																							
	Construcción de estructuras de concreto armado y metálica.												Instalación de equipos mecánicos y eléctricos.											
	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia
1	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
2	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9													-	1	4	1	4	1	1	1	1	2	4	23
10																								
11																								
12																								
13	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
14	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
15	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
16																								
17																								

Nº	Instalación de tuberías y equipos.												Construcción de Presas/Diques.												IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	22	Leve
2	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	22	Leve
3																									0	-
4																									0	-
5																									0	-
6																									0	-
7																									22	Leve
8																									21	Leve
9													-	1	4	1	4	1	1	1	1	2	4	23	23	Leve
10																									34	Moderada
11													-	1	4	1	4	4	1	4	4	4	4	34	34	Moderada
12																									0	-
13	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16																									17	Leve
17																									0	-

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	NUEVO ACCESO PRINCIPAL																																				IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Movilización de equipos y materiales.												Desbroce.												Movimientos de tierra (remoción de capa vegetal, cortes y relleno) y conformación de la superficie de rodadura.												Construcción de obras de drenaje (cunetas, alcantarillas, canales y drenes franceses).													
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	22	Leve
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																																																0	-
4	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural																																						-	2	4	1	2	1	1	3	2	2	2	24	24	Leve
5	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																										-	1	1	2	2	1	1	3	1	1	1	19													19	Leve
6		Modificación del relieve																										-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22													22	Leve
7	SUELO	Pérdida de suelos																										-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22													22	Leve
8		Compactación de suelos																										-	2	4	1	4	1	1	3	1	1	1	23													23	Leve
9	PAISAJE	Alteración del paisaje														-	1	4	2	3	1	1	1	2	2	2	24	-	1	4	2	3	1	1	1	2	2	2	24	-	1	4	1	4	1	1	1	1	2	2	21	24	Leve
10	VEGETACIÓN	Pérdida de cobertura vegetal														-	2	4	2	4	4	1	4	4	4	4	39																									39	Moderada
11	FAUNA	Ahuyentamiento de la fauna silvestre														-	2	4	2	4	4	1	4	4	4	4	39	-	2	4	2	4	4	1	4	4	4	4	39													39	Moderada
12		Afectación a la fauna acuática																																																0	-
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16		Alteración del tránsito vial		-1	1	4	1	1	1	1	4	0	0	1	17																																					17	Leve
17		Afectación al patrimonio cultural														-1	1	4	2	1	1	1	3	0	0	1	19	-1	1	4	2	1	1	1	3	0	0	1	19													19	Leve

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	GRIFO MINA																																						IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Movilización de equipos y materiales												Movimientos de tierra para conformación de plataforma para el grifo y modificación de la actual vía.												Construcción de estructuras de concreto												Instalación de equipos mecánicos y eléctricos.												Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de importancia		
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	1	21	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	1	21	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	1	21	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	1	21	21	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	1	21	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	1	21	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	1	21	22	Leve
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																																																	0	-
4	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural																																																	0	-
5	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																																																	0	-
6		Modificación del relieve																																																	0	-
7	SUELO	Pérdida de suelos																																																	0	-
8		Compactación de suelos														-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	1	21																										21	Leve
9	PAISAJE	Alteración del paisaje																										-	1	4	1	4	1	1	1	1	2	4	23	-	1	4	1	4	1	1	1	1	2	4	23	23	Leve
10	VEGETACIÓN	Pérdida de cobertura vegetal																																																	0	-
11	FAUNA	Ahuyentamiento de la fauna silvestre																																																	0	-
12		Afectación a la fauna acuática																																																	0	-
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16		Alteración del tránsito vial		-1	1	4	1	1	1	1	4	0	0	1	17																																						17	Leve
17		Afectación al patrimonio cultural																																																	0	-

CHINALCO

Walsh

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	POLVORÍN																																						IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Movilización de equipos y materiales.												Movimientos de tierra (nivelación).												Construcción de piso de concreto.												Instalación de contenedor.												Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia		
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	1	21	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	1	21	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	1	21	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	1	21	21	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	22	Leve
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																																																	0	-
4	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural																																																	0	-
5	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																																																	0	-
6		Modificación del relieve																																																	0	-
7	SUELO	Pérdida de suelos																																																	0	-
8		Compactación de suelos														-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	1	21																										21	Leve
9	PAISAJE	Alteración del paisaje		-	1	4	1	4	1	1	1	1	2	4	23																																						23	Leve
10	VEGETACIÓN	Pérdida de cobertura vegetal																																																	0	-
11	FAUNA	Ahuyentamiento de la fauna silvestre																																																	0	-
12		Afectación a la fauna acuática																																																	0	-
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16		Alteración del tránsito vial																																																	0	-
17		Afectación al patrimonio cultural																																																	0	-

CHINALCO

Walsh

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CRUDA Y ESTACIONES DE BOMBEO

Desbroce.

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial													
4	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural													
5	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica													
6		Modificación del relieve													
7	SUELO	Pérdida de suelos													
8		Compactación de suelos													
9	PAISAJE	Alteración del paisaje													
10	VEGETACIÓN	Pérdida de cobertura vegetal		-	1	4	1	4	4	1	4	4	4	4	34
11	FAUNA	Ahuyentamiento de la fauna silvestre		-	1	4	1	4	4	1	4	4	4	4	34
12		Afectación a la fauna acuática													
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
16		Alteración del tránsito vial													
17		Afectación al patrimonio cultural													

Movimientos de tierra (corte, relleno y nivelación) para habilitación de accesos

Nº	Impactos Ambientales	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia
1	Alteración de la calidad del aire	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
2	Incremento de niveles sonoros	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
3	Alteración de la calidad del agua superficial												
4	Alteración del patrón de drenaje natural												
5	Incremento de procesos de erosión hídrica												
6	Modificación del relieve												
7	Pérdida de suelos	-	2	4	1	4	1	1	3	1	1	2	24
8	Compactación de suelos	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	1	21
9	Alteración del paisaje	-	1	4	1	4	1	1	1	1	2	2	21
10	Pérdida de cobertura vegetal												
11	Ahuyentamiento de la fauna silvestre												
12	Afectación a la fauna acuática												
13	Incremento de oportunidades de empleo para la población del área de influencia	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
14	Incremento de oportunidades laborales para las mujeres	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
15	Incremento de las ventas de bienes y servicios locales	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
16	Alteración del tránsito vial												
17	Afectación al patrimonio cultural												

Movimientos de tierra para conformación de plataformas

Nº	Impactos Ambientales	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia
1	Alteración de la calidad del aire	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
2	Incremento de niveles sonoros	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22
3	Alteración de la calidad del agua superficial												
4	Alteración del patrón de drenaje natural												
5	Incremento de procesos de erosión hídrica												
6	Modificación del relieve	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
7	Pérdida de suelos	-	2	4	1	4	1	1	3	1	1	2	24
8	Compactación de suelos	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	1	21
9	Alteración del paisaje	-	1	4	1	4	1	1	1	1	2	2	21
10	Pérdida de cobertura vegetal												
11	Ahuyentamiento de la fauna silvestre												
12	Afectación a la fauna acuática												
13	Incremento de oportunidades de empleo para la población del área de influencia	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
14	Incremento de oportunidades laborales para las mujeres	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
15	Incremento de las ventas de bienes y servicios locales	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42
16	Alteración del tránsito vial												
17	Afectación al patrimonio cultural												

Instalación de tubería y equipos de bombeo. / IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA

Nº	Impactos Ambientales	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	Alteración de la calidad del aire	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	22	Leve
2	Incremento de niveles sonoros	-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	22	Leve
3	Alteración de la calidad del agua superficial													0	-
4	Alteración del patrón de drenaje natural													0	-
5	Incremento de procesos de erosión hídrica													0	-
6	Modificación del relieve													22	Leve
7	Pérdida de suelos													24	Leve
8	Compactación de suelos													21	Leve
9	Alteración del paisaje	-	1	4	1	4	1	1	1	1	2	2	21	21	Leve
10	Pérdida de cobertura vegetal													34	Moderada
11	Ahuyentamiento de la fauna silvestre													34	Moderada
12	Afectación a la fauna acuática													0	-
13	Incremento de oportunidades de empleo para la población del área de influencia	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14	Incremento de oportunidades laborales para las mujeres	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15	Incremento de las ventas de bienes y servicios locales	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16	Alteración del tránsito vial													0	-
17	Afectación al patrimonio cultural													0	-

ANEXO 5.4-2
MATRIZ DE IMPACTOS ETAPA DE OPERACIÓN

COMPONENTES AMBIENTALES		IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																			
			OPERACIONES MINA				PLANTA CONCENTRADORA (BENEFICIO)				DEPÓSITO DE RELAVES		OTRA INFRAESTRUCTURA RELACIONADA CON TOROMOCHO									
			TAJO TOROMOCHO		DEPÓSITO DE DESMONTE	DEPÓSITO DE MINERAL DE BAJA LEY	CHANCADORA PRIMARIA		PLANTA CONCENTRADORA		DEPÓSITO DE RELAVES	SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE RELAVES (PLANTAS DE FILTRADO Y ULTRAESPESADO; SISTEMA DE TUBERÍAS Y ESTRUCTURAS)	DEPÓSITO DE DESMONTE VALLE NORTE	NUEVO ACCESO PRINCIPAL		GRIFO MINA	POLVORIN	TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CRUDA Y ESTACIONES DE BOMBEO	DEPÓSITO DE SUELO ORGÁNICO Nº 2	EFLUENTES DOMÉSTICOS EN LOS CAMPAMENTOS TUCTU Y CARHUACOTO.
			Voladura	Extracción y transporte de mineral	Disposición de materiales y conformación del depósito.	Disposición de materiales y conformación del depósito.	Chancado de minerales.	Trasporte del mineral chancado mediante fajas transportadoras hacia el complejo de la Planta Concentradora.	Procesamiento del mineral chancado para obtener el concentrado de cobre.	Bombeo de relaves hacia el depósito de relaves.	Disposición anual de relaves filtrados y ultraespesados	Filtrado y ultraespesado de relaves en Plantas de Nº 1, Nº 2 y Nº 3	Transporte y distribución de relaves	Disposición de materiales y conformación del depósito	Transporte de equipos, materiales y personal.	Actividades de mantenimiento de accesos.	Abastecimiento y despacho de combustibles	Almacenamiento de accesorios de voladura	Abastecimiento de agua cruda y operación de estaciones de bombeo.	Disposición y conformación del depósito de suelo orgánico	Vertimientos de aguas residuales domésticas tratadas
MEDIO FÍSICO	AIRE	Alteración de la calidad del aire	■	■	■	■	■	■	■			■		■	■	■				■		
		Incremento de niveles sonoros	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		Afectaciones por la generación de vibraciones	■																			
	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial			■	■															■	
		Alteración de la calidad del agua subterránea		■	■	■					■											
	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural																				
	HIDROGEOLOGÍA	Alteración del nivel freático		■																		
	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica		■	■	■																
		Modificación del relieve		■	■	■																
	SUELO	Pérdida de suelos																				
		Compactación de suelos																				
	PAISAJE	Alteración del paisaje		■	■	■									■					■		
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN	Pérdida de cobertura vegetal																				
	FAUNA	Ahuyentamiento de la fauna silvestre																				
		Perturbación a la fauna silvestre.		■	■	■	■	■							■	■						
		Afectación a la fauna acuática																				■
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL	ADQUISICIÓN DE FUERZA DE TRABAJO	Incremento de oportunidades de empleo para la población del área de influencia	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ADQUISICIÓN DE BIENES Y SERVICIOS	Incremento de las ventas de bienes y servicios locales	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	PAGO DEL CANON Y REGALIAS	Incremento de los ingresos del gobierno local provincial, regional y nacional por incremento del canon y regalías mineras	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Incremento de ingresos y oportunidad de mejora de la calidad de la educación superior por transferencia de canon a Universidad del Centro	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TRANSPORTE	Alteración del tránsito vial																				
	CULTURAL	Afectación al patrimonio cultural																				

■ = Impacto Negativo, ■ = Impacto Positivo

Significancia:

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Leve

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Componentes del Proyecto	Naturaleza	TAJO TOROMOCHO	DEPÓSITO DE DESMONTE	DEPÓSITO DE MINERAL DE BAJA LEY	CHANCADORA PRIMARIA	PLANTA CONCENTRADORA	DEPÓSITO DE RELAVES	SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE RELAVES (PLANTAS DE FILTRADO Y ULTRAESPESADO; SISTEMA DE TUBERÍAS Y ESTRUCTURAS)	DEPÓSITO DE DESMONTE VALLE NORTE	NUEVO ACCESO PRINCIPAL	GRIFO MINA	POLVORIN	TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CRUDA Y ESTACIONES DE BOMBEO.	DEPÓSITO DE SUELO ORGÁNICO Nº 2	EFLUENTES DOMÉSTICOS EN LOS CAMPAMENTOS TUCTU Y CARHUACOTO.	SIGNIFICANCIA DE MAYOR RELEVANCIA												
																				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Significancia (I)	Nivel de Significancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	30	27	22	22	22	0	0	22	22	0	0	0	22	0	-	2	4	2	4	4	1	3	1	1	2	30	Moderada
2		Incremento de niveles sonoros		-	30	25	22	23	23	22	21	22	22	22	22	22	22	0	-	2	4	2	4	4	1	3	1	1	2	30	Moderada
3		Afectaciones por la generación de vibraciones		-	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	2	4	2	4	4	1	3	1	1	2	30	Moderada
4	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial		-	0	23	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	-	1	4	1	4	4	1	3	1	1	1	24	Leve
5		Alteración de la calidad del agua subterránea		-	23	23	23	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	-	2	1	2	3	4	1	3	1	1	1	25	Moderada
6	HIDROGEOLOGÍA	Alteración del nivel freático.		-	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	2	1	2	4	4	1	3	1	4	2	30	Moderada
7	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica		-	23	23	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	2	1	1	2	4	1	3	1	2	2	23	Leve
8		Modificación del relieve		-	31	31	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	2	4	2	3	1	1	3	3	2	4	31	Moderada
9	PAISAJE	Alteración del paisaje		-	23	23	23	0	0	0	0	23	24	0	0	0	23	0	-	1	4	2	2	4	1	2	1	1	1	24	Leve
10	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.		-	21	21	21	21	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	-	1	1	2	2	1	1	3	1	2	2	21	Leve
11	ADQUISICIÓN DE FUERZA DE TRABAJO	Incremento de oportunidades de empleo en para la población del área de influencia		+	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	Moderada
12		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		+	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	Moderada
13	ADQUISICIÓN DE BIENES Y SERVICIOS	Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		+	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	Moderada
14	PAGO DEL CANON Y REGALIAS	Incremento de los ingresos del gobierno local, provincial, regional y nacional por incremento del canon y regalías mineras		+	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	Moderada
15		Incremento de ingresos y oportunidad de mejora de la calidad de la educación superior por transferencia de canon la Universidad del Centro		+	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	Moderada

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	TAJO TOROMOCHO																							IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Voladura												Extracción y transporte de mineral													
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	2	4	2	4	4	1	3	1	1	2	30	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	30	Moderada
2		Incremento de niveles sonoros		-	2	4	2	4	4	1	3	1	1	2	30	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	30	Moderada
3		Afectaciones por la generación de vibraciones		-	2	4	2	4	4	1	3	1	1	2	30													30	Moderada
4	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																										0	-
5		Alteración de la calidad del agua subterránea														-	2	1	1	4	4	1	3	1	1	1	23	23	Leve
6	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural																										0	-
7	HIDROGEOLOGÍA	Alteración del nivel freático.														-	2	1	2	4	4	1	3	1	4	2	30	30	Moderada
8	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica														-	2	1	1	2	4	1	3	1	2	2	23	23	Leve
9		Modificación del relieve														-	2	4	2	3	1	1	3	3	2	4	31	31	Moderada
10	PAISAJE	Alteración del paisaje														-	1	4	1	3	4	1	3	1	1	1	23	23	Leve
11	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.														-	1	1	2	2	1	1	3	1	2	2	21	21	Leve
12		Afectación a la fauna acuática																										0	-
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo en para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16		Incremento de los ingresos del gobierno local, provincial, regional y nacional por incremento del canon y regalías		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
17		Incremento de ingresos y oportunidad de mejora de la calidad de la educación superior por transferencia de		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
18		Alteración del tránsito vial																										0	-
19		Afectación al patrimonio cultural																										0	-

024319

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	DEPÓSITO DE DESMONTE – Disposición de materiales y conformación del depósito.												DEPÓSITO DE MINERAL DE BAJA LEY – Disposición de materiales y conformación del depósito.												IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	2	4	2	4	1	1	3	1	1	2	27	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	27	Moderada
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	2	4	1	1	3	1	1	2	25	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	25	Moderada
3		Afectaciones por la generación de vibraciones																										0	-
4	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial		-	2	1	1	4	4	1	3	1	1	1	23	-	2	1	1	4	4	1	3	1	1	1	23	23	Leve
5		Alteración de la calidad del agua subterránea		-	2	1	1	4	4	1	3	1	1	1	23	-	2	1	1	4	4	1	3	1	1	1	23	23	Leve
6	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural																										0	-
8	HIDROGEOLOGÍA	Alteración del nivel freático																										0	-
8	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica		-	2	1	1	2	4	1	3	1	2	2	23	-	2	1	1	2	4	1	3	1	2	2	23	23	Leve
9		Modificación del relieve		-	2	4	2	3	1	1	3	3	2	4	31	-	1	4	2	3	1	1	3	3	2	4	29	31	Moderada
10	PAISAJE	Alteración del paisaje		-	1	4	1	3	4	1	3	1	1	1	23	-	1	4	1	3	4	1	3	1	1	1	23	23	Leve
11	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.		-	1	1	2	2	1	1	3	1	2	2	21	-	1	1	2	2	1	1	3	1	2	2	21	21	Leve
12		Afectación a la fauna acuática																										0	-
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo en para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16		Incremento de los ingresos del gobierno local, provincial, regional y nacional por incremento del canon y regalías		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
17		Incremento de ingresos y oportunidad de mejora de la calidad de la educación superior por transferencia de canon		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
18		Alteración del tránsito vial																										0	-
19		Afectación al patrimonio cultural																										0	-

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	CHANCADORA PRIMARIA																							IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Chancado de minerales.												Trasporte del mineral chancado mediante fajas transportadoras hacia el complejo de la Planta Concentradora.												Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia		
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	2	1	1	1	4	1	1	2	23	-	1	4	2	1	1	1	4	1	1	2	23	23	Leve
3		Afectaciones por la generación de vibraciones																										0	-
4	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																										0	-
5		Alteración de la calidad del agua subterránea																										0	-
6	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural																										0	-
8	HIDROGEOLOGÍA	Alteración del nivel freático																										0	-
8	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																										0	-
9		Modificación del relieve																										0	-
10	PAISAJE	Alteración del paisaje																										0	-
11	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.		-	1	1	2	2	1	1	3	1	2	2	21	-	1	1	2	2	1	1	3	1	2	2	21	21	Leve
12		Afectación a la fauna acuática																										0	-
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo en para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16		Incremento de los ingresos del gobierno local, provincial, regional y nacional por incremento del canon y regalías		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
17		Incremento de ingresos y oportunidad de mejora de la calidad de la educación superior por transferencia de canon		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
18		Alteración del tránsito vial																										0	-

024321

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	PLANTA CONCENTRADORA – Procesamiento del mineral chancado para obtener el concentrado de cobre.												PLANTA CONCENTRADORA – Bombeo de relaves hacia el depósito de relaves.												IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22												22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	2	1	1	1	4	1	1	2	23	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	23	Leve
3		Afectaciones por la generación de vibraciones																										0	-
4	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																										0	-
5		Alteración de la calidad del agua subterránea																										0	-
6	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural																										0	-
8	HIDROGEOLOGÍA	Alteración del nivel freático																										0	-
8	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																										0	-
9		Modificación del relieve																										0	-
10	PAISAJE	Alteración del paisaje																										0	-
11	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.																										0	-
12		Afectación a la fauna acuática																										0	-
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo en para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16		Incremento de los ingresos del gobierno local, provincial, regional y nacional por incremento del canon y regalías		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
17		Incremento de ingresos y oportunidad de mejora de la calidad de la educación superior por transferencia de		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
18		Alteración del tránsito vial																										0	-
19		Afectación al patrimonio cultural																										0	-

024322

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	DEPÓSITO DE RELAVES												IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Disposición anual de relaves filtrados y ultraespesados													
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire														0	-
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	22	Leve
3		Afectaciones por la generación de vibraciones														0	-
4	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial														0	-
5		Alteración de la calidad del agua subterránea		-	2	1	2	3	4	1	3	1	1	1	25	25	Moderada
6	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural														0	-
7	HIDROGEOLOGÍA	Alteración del nivel freático														0	-
8	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica														0	-
9		Modificación del relieve														0	-
10	PAISAJE	Alteración del paisaje														0	-
11	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.														0	-
12		Afectación a la fauna acuática														0	-
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo en para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16		Incremento de los ingresos del gobierno local, provincial, regional y nacional por incremento del canon y regalías		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
17		Incremento de ingresos y oportunidad de mejora de la calidad de la educación superior por transferencia de canon		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
18		Alteración del tránsito vial														0	-
19		Afectación al patrimonio cultural														0	-

024323

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta	
25 ≤ I < 50	Moderada	
I < 25	Baja	

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE RELAVES (PLANTAS DE FILTRADO Y ULTRAESPESADO; SISTEMA DE TUBERÍAS Y ESTRUCTURAS)																					IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Filtrado y ultraespesado de relaves en Plantas de Nº 1, Nº 2 y Nº 3											Transporte y distribución de relaves											Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia		
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire																								0	-
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	1	1	4	4	1	3	1	1	1	21	-	1	1	1	4	4	1	3	1	1	1	21	21	Leve
3		Afectaciones por la generación de vibraciones																								0	-
4	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																								0	-
5		Alteración de la calidad del agua subterránea																								0	-
6	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural																								0	-
7	HIDROGEOLOGÍA	Alteración del nivel freático																								0	-
8	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																								0	-
9		Modificación del relieve																								0	-
10	PAISAJE	Alteración del paisaje																								0	-
11	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.																								0	-
12		Afectación a la fauna acuática																								0	-
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo en para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16		Incremento de los ingresos del gobierno local, provincial, regional y nacional por incremento del canon y regalías		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
17		Incremento de ingresos y oportunidad de mejora de la calidad de la educación superior por transferencia de		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
18		Alteración del tránsito vial																								0	-
19		Afectación al patrimonio cultural																								0	-

024324

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	DEPÓSITO DE DESMONTE VALLE NORTE – Disposición y conformación del depósito de suelo orgánico												IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	22	Leve
3		Afectaciones por la generación de vibraciones														0	-
4	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial														0	-
5		Alteración de la calidad del agua subterránea														0	-
6	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural														0	-
7	HIDROGEOLOGÍA	Alteración del nivel freático														0	-
9	GEOMORFOLOGÍA	Modificación del relieve														0	-
10	PAISAJE	Alteración del paisaje		-	1	4	1	4	1	1	1	1	2	4	23	23	Leve
	FAUNA	Ahuyentamiento de la fauna silvestre														0	-
12		Afectación a la fauna acuática														0	-
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo en para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16		Incremento de los ingresos del gobierno local, provincial, regional y nacional por incremento del canon y regalías mineras		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
17		Incremento de ingresos y oportunidad de mejora de la calidad de la educación superior por transferencia de canon la Univ		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
18		Alteración del tránsito vial														0	-
19		Afectación al patrimonio cultural														0	-

024325

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

	Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	NUEVO ACCESO PRINCIPAL																						IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
					Transporte de equipos, materiales y personal.												Actividades de mantenimiento de accesos.													
					Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	22	Leve
2	2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	22	Leve
3	3		Afectaciones por la generación de vibraciones																									0	-
5	4	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																									0	-
7	5		Alteración de la calidad del agua subterránea																									0	-
8	6	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural																									0	-
10	7	HIDROGEOLOGÍA	Alteración del nivel freático																									0	-
12	8	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																									0	-
13	9		Modificación del relieve																									0	-
17	10	PAISAJE	Alteración del paisaje		-	1	4	2	2	4	1	2	1	1	1	24												24	Leve
20	11	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.		-	1	1	1	2	1	1	3	1	2	1	17	-	1	1	1	2	1	1	3	1	2	1	17	17	Leve
21	12		Afectación a la fauna acuática																									0	-
23	13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo en para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
24	14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
25	15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
26	16		Incremento de los ingresos del gobierno local, provincial, regional y nacional por incremento del canon y regalías		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
27	17		Incremento de ingresos y oportunidad de mejora de la calidad de la educación superior por transferencia de canon		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
	18		Alteración del tránsito vial																									0	-
	19		Afectación al patrimonio cultural																									0	-

024326

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	GRIFO MINA – Abastecimiento y despacho de combustibles												IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire														0	-
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	22	Leve
3		Afectaciones por la generación de vibraciones														0	-
4	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial y de los bienes asociados														0	-
5		Alteración de la calidad del agua subterránea														0	-
6	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural														0	-
7	HIDROGEOLOGÍA	Alteración del nivel freático														0	-
8	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica														0	-
9		Modificación del relieve														0	-
10	PAISAJE	Alteración del paisaje														0	-
11	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.														0	-
12		Afectación a la fauna acuática														0	-
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo en para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16		Incremento de los ingresos del gobierno local, provincial, regional y nacional por incremento del canon y regalías		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
17		Incremento de ingresos y oportunidad de mejora de la calidad de la educación superior por transferencia de canon		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
18		Alteración del tránsito vial														0	-
19		Afectación al patrimonio cultural														0	-

024327

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	POLVORIN – Almacenamiento de accesorios de voladura												IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire														0	-
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	22	Leve
3		Afectaciones por la generación de vibraciones														0	-
4	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial														0	-
5		Alteración de la calidad del agua subterránea														0	-
6	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural														0	-
7	HIDROGEOLOGÍA	Alteración del nivel freático.														0	-
8	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica														0	-
9		Modificación del relieve														0	-
10	PAISAJE	Alteración del paisaje														0	-
11	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.														0	-
12		Afectación a la fauna acuática														0	-
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo en para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16		Incremento de los ingresos del gobierno local, provincial, regional y nacional por incremento del canon y regalías		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
17		Incremento de ingresos y oportunidad de mejora de la calidad de la educación superior por transferencia de canon		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
18		Alteración del tránsito vial														0	-
19		Afectación al patrimonio cultural														0	-

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CRUDA Y ESTACIONES DE BOMBEO												IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Abastecimiento de agua cruda y operación de estaciones de bombeo.													
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire														0	-
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	22	Leve
3		Afectaciones por la generación de vibraciones														0	-
4	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial														0	-
5		Alteración de la calidad del agua subterránea														0	-
6	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural														0	-
7	HIDROGEOLOGÍA	Alteración del nivel freático.														0	-
8	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica														0	-
9		Modificación del relieve														0	-
10	PAISAJE	Alteración del paisaje														0	-
11	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.														0	-
12		Afectación a la fauna acuática														0	-
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo en para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16		Incremento de los ingresos del gobierno local, provincial, regional y nacional por incremento del canon y regalías		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
17		Incremento de ingresos y oportunidad de mejora de la calidad de la educación superior por transferencia de canon		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
18		Alteración del tránsito vial														0	-
19		Afectación al patrimonio cultural														0	-

024329

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	DEPÓSITO DE SUELO ORGÁNICO Nº 2												IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Disposición y conformación del depósito de suelo orgánico													
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	1	4	1	3	1	1	2	22	22	Leve
3		Afectaciones por la generación de vibraciones														0	-
4	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial														0	-
5		Alteración de la calidad del agua subterránea														0	-
6	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural														0	-
7	HIDROGEOLOGÍA	Alteración del nivel freático.														0	-
9	GEOMORFOLOGÍA	Modificación del relieve														0	-
	SUELO	Cambio de uso de suelo														0	-
10	PAISAJE	Alteración del paisaje		-	1	4	1	4	1	1	1	1	2	4	23	23	Leve
	FAUNA	Ahuyentamiento de la fauna silvestre														0	-
12		Afectación a la fauna acuática														0	-
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo en para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16		Incremento de los ingresos del gobierno local, provincial, regional y nacional por incremento del canon y regalías mineras		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
17		Incremento de ingresos y oportunidad de mejora de la calidad de la educación superior por transferencia de canon la Universidad del Centro		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
18		Alteración del tránsito vial														0	-
19		Afectación al patrimonio cultural														0	-

024330

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	EFLUENTES DOMÉSTICOS EN LOS CAMPAMENTOS TUCTU Y CARHUACOTO.												IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Vertimientos de aguas residuales domésticas tratadas													
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire														0	-
2		Incremento de niveles sonoros														0	-
3		Afectaciones por la generación de vibraciones														0	-
4	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial		-	1	4	1	4	4	1	3	1	1	1	24	24	Leve
5		Alteración de la calidad del agua subterránea														0	-
6	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural														0	-
7	HIDROGEOLOGÍA	Alteración del nivel freático.														0	-
8	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica														0	-
9		Modificación del relieve														0	-
10	PAISAJE	Alteración del paisaje														0	-
11	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.														0	-
12		Afectación a la fauna acuática		-	1	4	1	4	4	1	3	1	1	1	24	24	Leve
13	SOCIO-ECON Y CULTURAL	Incremento de oportunidades de empleo en para la población del área de influencia		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
14		Incremento de oportunidades laborales para las mujeres		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
15		Incremento de las ventas de bienes y servicios locales		1	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	42	42	Moderada
16		Incremento de los ingresos del gobierno local, provincial, regional y nacional por incremento del canon y regalías mineras		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
17		Incremento de ingresos y oportunidad de mejora de la calidad de la educación superior por transferencia de canon la Universidad del Centro		1	4	4	4	2	4	4	3	0	0	4	41	41	Moderada
18		Alteración del tránsito vial														0	-
19		Afectación al patrimonio cultural														0	-

024331

ANEXO 5.4-3
MATRIZ DE IMPACTOS ETAPA DE CIERRE

CHINALCO

Walsh

COMPONENTES AMBIENTALES		IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS
MEDIO FÍSICO	AIRE	Alteración de la calidad del aire
		Incremento de niveles sonoros
		Afectaciones por la generación de vibraciones
	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial
		Alteración de la calidad del agua subterránea
	HIDROGRAFIA	Alteración del patrón de drenaje natural
	HIDROGEOLOGÍA	Alteración del nivel freático.
	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica
		Modificación del relieve .
	SUELO	Cambio de uso de suelo
		Alteración de la calidad de suelos
		Compactación de suelos
	PAISAJE	Alteración del paisaje
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN	Pérdida de cobertura vegetal
	FAUNA	Ahuyentamiento de la fauna silvestre
		Perturbación a la fauna silvestre
		Afectación a la fauna acuática

ETAPA DE CIERRE

OPERACIONES MINA

TAJO

- Desmantelamiento de instalaciones dentro del Tajo.
- Construcción de cerco perimétrico de material estéril (desmonte).
- Construcción de estructuras de captación y recolección de aguas subterráneas y superficiales, y un sistema de almacenamiento y desague que conecte el tajo con el túnel Kingsmill.

DEPÓSITOS DE DESMONTE

- Traslado de materiales y equipos.
- Perfilado de taludes.
- Colocación de cobertura de impermeabilización y construcción de canales de coronación.
- Revegetación de las superficies horizontales

PLANTA CONCENTRADORA (BENEFICIO)

CHANCADORA PRIMARIA

- Desmantelamiento de la infraestructura, tuberías, equipos y herramientas, de la nueva chancadora.
- Demolición de bases y apoyos de concreto.
- Relleno, nivelación de superficies y limpieza del área.
- Transporte de materiales, equipos y herramientas.
- Revegetación.

PLANTA CONCENTRADORA

- Desmantelamiento de la infraestructura de metal, madera, tuberías, pvc, equipos, cables, maquinarias, herramientas e insumos.
- Demolición de estructuras de soporte y base de concreto.
- Relleno, nivelación de superficies y limpieza del área.
- Transporte de materiales. equipos y herramientas.
- Revegetación.

DEPÓSITO DE RELAVES

DEPÓSITO DE RELAVES

- Relleno, nivelación y perfilado de superficies.
- Construccion de canales de coronación, canales, estructura de descarga y colocación de cobertura de baja permeabilidad.
- Revegetación de la superficies de los diques, principal y auxiliar.

SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE RELAVES (PLANTAS DE FILTRADO Y ULTRAESPESADO; SISTEMA DE TUBERÍAS Y ESTRUCTURAS)

- Desmontaje de infraestructuras de metal, madera, tuberías, equipos, cables, maquinarias, herramientas e insumos de las plantas de filtrado.
- Demolición de estructuras de soporte y base de concreto.
- Escarificado y perfilado del terreno de acuerdo a condiciones del entorno.
- Revegetación.

OTRA INFRAESTRUCTURA RELACIONADA CON TOROMOCHO

NUEVO ACCESO PRINCIPAL

- Desmantelamiento de la infraestructura, equipos y herramientas.
- Demolición de las estructuras de concreto superficiales y enterradas del grifo.
- Relleno con material de préstamo, nivelación de superficie y limpieza general.
- Transporte de equipos y materiales.
- Revegetación.

GRIFO MINA

- Desmantelamiento de la infraestructura.
- Demolición de las estructuras de concreto.
- Relleno, nivelación de superficies y limpieza del área.
- Transporte de materiales y equipos.
- Revegetación.

POLVORÍN

- Desmantelamiento de la infraestructura, equipos y herramientas.
- Revegetación.

TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CRUDA Y ESTACIONES DE BOMBEO

- Desmantelamiento de la infraestructura, equipos y herramientas.
- Revegetación.

DEPÓSITOS DE SUELO ORGÁNICO N° 4.

- Perfilado y nivelación del terreno de acuerdo a condiciones del entorno.
- Revegetación.

Significancia:

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Leve

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Naturaleza	TAJO	DEPÓSITOS DE DESMONTE	CHANCADORA PRIMARIA	PLANTA CONCENTRADORA	DEPÓSITO DE RELAVES	SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE RELAVES (PLANTAS DE FILTRADO Y ULTRAESPESADO; SISTEMA DE TUBERÍAS Y ESTRUCTURAS)	NUEVO ACCESO PRINCIPAL	GRIFO MINA	POLVORÍN	TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CRUDA Y ESTACIONES DE BOMBEO	DEPÓSITOS DE SUELO ORGÁNICO Nº 4	SIGNIFICANCIA DE MAYOR RELEVANCIA											Índice de Significancia (I)	Nivel de Significancia
		Componentes del Proyecto													Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad		
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire	-	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros	-	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	Leve
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial	-	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	4	1	4	4	1	3	1	1	1	24	Leve
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica	-	23	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	2	1	1	2	4	1	3	1	2	2	23	Leve
5	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.	-	17	17	17	17	0	0	0	17	17	0	0	-	1	1	1	2	1	1	3	1	2	1	17	Leve

024334

CHINALCO

Walsh

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

TAJO — Desmantelamiento de instalaciones dentro del Tajo.

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
2		Incremento de niveles sonoros	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial												
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica												
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal												
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.												
7		Afectación a la fauna acuática												

TAJO — Construcción de cerco perimétrico de material estéril (desmonte).

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
2		Incremento de niveles sonoros	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial												
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica	-	1	1	2	2	4	1	3	1	2	1	23
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal												
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.												
7		Afectación a la fauna acuática												

TAJO — Construcción de estructuras de captación y recolección de aguas subterráneas y superficiales, y un sistema de almacenamiento y desagüe que conecte el tajo con el túnel Kingsmill.

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
2		Incremento de niveles sonoros	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial	-	1	4	1	4	4	1	3	1	1	1	24
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica												
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal												
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.												
7		Afectación a la fauna acuática												

TAJO — Traslado de materiales y equipos.

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
2		Incremento de niveles sonoros	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial												
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica												
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal												
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.	-	1	1	1	2	1	1	3	1	2	1	17
7		Afectación a la fauna acuática												

IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire	22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros	22	Leve
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial	24	Leve
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica	23	Leve
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal	0	-
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.	17	Leve
7		Afectación a la fauna acuática	0	-

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	DEPÓSITOS DE DESMONTE																																IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Perfilado de taludes.												Colocación de cobertura de impermeabilización y Construcción de canales de coronación.												Revegetación de las superficies horizontales.												Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de importancia		
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22												22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22												22	Leve
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																																				0	-
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica		-	1	1	2	2	4	1	3	1	2	1	23																								23	Leve
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal																																				0	-
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.		-	1	1	1	2	1	1	3	1	2	1	17	-	1	1	1	2	1	1	3	1	2	1	17												17	Leve
7		Afectación a la fauna acuática																																				0	-

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

024336

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta	
25 ≤ I < 50	Moderada	
I < 25	Baja	

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	CHANCADORA PRIMARIA																																								IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Desmantelamiento de la infraestructura, tuberías, equipos y herramientas, de la nueva chancadora.											Demolición de bases y apoyos de concreto.											Relleno, nivelación de superficies y limpieza del área.											Transporte de materiales, equipos y herramientas.											Revegetación.													
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22														22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22														22	Leve
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																																																								0	-
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																																																						0	-
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal																																																						0	-
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.																																																						17	Leve
7		Afectación a la fauna acuática																																																						0	-

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

024337

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

PLANTA CONCENTRADORA

Desmantelamiento de la infraestructura de metal, madera, tuberías, pvc, equipos, cables, maquinarias, herramientas e insumos.

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
2		Incremento de niveles sonoros	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial												
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica												
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal												
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.												
7		Afectación a la fauna acuática												

Demolición de estructuras de soporte y base de concreto.

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
2		Incremento de niveles sonoros	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial												
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica												
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal												
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.												
7		Afectación a la fauna acuática												

Relleno, nivelación de superficies y limpieza del área.

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
2		Incremento de niveles sonoros	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial												
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica												
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal												
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.												
7		Afectación a la fauna acuática												

Transporte de materiales, equipos y herramientas.

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
2		Incremento de niveles sonoros	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial												
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica												
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal												
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.	-	1	1	1	2	1	1	3	1	2	1	17
7		Afectación a la fauna acuática												

Revegetación.

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire												
2		Incremento de niveles sonoros												
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial												
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica												
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal												
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.												
7		Afectación a la fauna acuática												

IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire	22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros	22	Leve
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial	0	-
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica	0	-
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal	0	-
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.	17	Leve
7		Afectación a la fauna acuática	0	-

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	DEPÓSITO DE RELAVES																																IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Relleno, nivelación y perfilado de superficies.												Construcción de canales de coronación, canales, estructura de descarga y colocación de cobertura de baja permeabilidad.												Revegetación de las superficies de los diques, principal y auxiliares.												Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia		
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22												22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22												22	Leve
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																																				0	-
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																																				0	-
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal																																				0	-
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.																																				0	-
7		Afectación a la fauna acuática																																				0	-

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

024339

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE RELAVES (PLANTAS DE FILTRADO Y ULTRAESPESADO; SISTEMA DE TUBERÍAS Y ESTRUCTURAS)																						IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Desmontaje de infraestructuras de metal, madera, tuberías, equipos, cables, maquinarias, herramientas e insumos de las plantas de filtrado.											Demolición de estructuras de soporte y base de concreto.											Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Índice de Importancia		
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	22	Leve
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																										0	-
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																										0	-
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal																										0	-
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.																										0	-
7		Afectación a la fauna acuática																										0	-

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	NUEVO ACCESO PRINCIPAL																							IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Escarificado y perfilado del terreno de acuerdo a condiciones del entorno.											Revegetación.														
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22													22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22													22	Leve
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																										0	-
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																										0	-
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal																										0	-
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.																										0	-
7		Afectación a la fauna acuática																										0	-

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	GRIFO MINA																																						IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Desmantelamiento de la infraestructura, equipos y herramientas.											Demolición de las estructuras de concreto superficiales y enterradas del grifo.											Relleno con material de préstamo, nivelación de superficie y limpieza general de la zona.											Transporte de equipos y materiales.											Revegetación.												
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22													22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22													22	Leve
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																																																							0	-
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																																																						0	-
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal																																																						0	-
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.																																																						17	Leve
7		Afectación a la fauna acuática																																																					0	-

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	POLVORÍN																																						IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Desmantelamiento de la infraestructura.												Demolición de las estructuras de concreto.												Relleno, nivelación de superficies y limpieza del área.												Transporte de materiales y equipos.												Revegetación.													
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22													22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22	-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22													22	Leve
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																																																							0	-
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																																																					0	-
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal																																																					0	-
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.																																																	-	1	1	1	2	1	1	3	1	2	1	17													17	Leve
7		Afectación a la fauna acuática																																																					0	-

Importancia (I):

I ≥ 50	Alta
25 ≤ I < 50	Moderada
I < 25	Baja

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CRUDA Y ESTACIONES DE BOMBEO																								IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Desmantelamiento de la infraestructura, equipos y herramientas.												Revegetación.														
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22													22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22													22	Leve
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																										0	-
4	GEOMORFOLOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																										0	-
5	VEGETACIÓN	Retiro de cobertura vegetal																										0	-
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.																										0	-
7		Afectación a la fauna acuática																										0	-

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

024344

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

Nº	Factores Ambientales	Impactos Ambientales	Atributos	DEPÓSITOS DE SUELO ORGÁNICO Nº 4																							IMPORTANCIA DE MAYOR RELEVANCIA	
				Perfilado y nivelación del terreno de acuerdo a condiciones del entorno.											Revegetación.														
				Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Naturaleza	Extensión	Efecto	Intensidad	Persistencia	Acumulación	Sinergia	Momento	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Indice de Importancia	Índice de Importancia (I)	Nivel de Importancia
1	AIRE	Alteración de la calidad del aire		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22													22	Leve
2		Incremento de niveles sonoros		-	1	4	1	4	1	1	3	1	1	2	22													22	Leve
3	AGUA	Alteración de la calidad del agua superficial																										0	-
4	GEOMORFO-LOGÍA	Incremento de procesos de erosión hídrica																										0	-
5	VEGETACIÓN	Afectación de la vegetación.																										0	-
6	FAUNA	Perturbación a la fauna silvestre.																										0	-
7		Afectación a la fauna acuática																										0	-

Importancia (I):

	I ≥ 50	Alta
	25 ≤ I < 50	Moderada
	I < 25	Baja

024345