

**Cuadro N° 43: Balance hídrico al 75% de persistencia (L/s). Quebrada S/N 01**

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom
Disponibilidad al 75%	8.26	12.49	16.06	16.65	13.36	9.14	5.81	3.48	2.06	1.58	2.11	3.70	7.86
Demanda perforaciones	0.64	0.76	0.76	0.51	0.51	0.52	0.54	0.58	0.42	0.39	0.58	0.54	0.56
Caudal ecológico	6.00	9.85	13.32	13.76	10.94	7.56	4.80	2.85	1.65	1.19	1.51	2.66	6.31
Balance	1.62	1.88	1.98	2.38	1.91	1.06	0.47	0.05	0.00	0.00	0.03	0.50	0.98

Fuente: Inf. Complementaria de la Tercera MEIA Las Bambas

**Cuadro N° 44: Balance hídrico al 75% de persistencia (L/s). Quebrada S/N 02**

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom
Disponibilidad al 75%	1.91	2.88	3.71	3.84	3.08	2.11	1.34	0.80	0.48	0.37	0.49	0.85	1.81
Demanda perforaciones	0.15	0.18	0.18	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.10	0.09	0.13	0.12	0.13
Caudal ecológico	1.38	2.27	3.07	3.18	2.52	1.74	1.11	0.66	0.38	0.27	0.35	0.61	1.46
Balance	0.37	0.43	0.46	0.55	0.44	0.24	0.11	0.01	0.00	0.00	0.01	0.12	0.23

Fuente: Inf. Complementaria de la Tercera MEIA Las Bambas

**Cuadro N° 45: Balance hídrico al 75% de persistencia (L/s). Quebrada Charcacocha (S/N 04)**

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom
Disponibilidad al 75%	8.26	12.49	16.06	16.65	13.36	9.14	5.81	3.48	2.06	1.58	2.11	3.70	7.86
Demanda perforaciones	0.54	0.66	0.66	0.44	0.43	0.40	0.34	0.24	0.05	0.02	0.23	0.35	0.36
Demanda campamento Charcacocha	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
Caudal ecológico	6.00	9.85	13.32	13.76	10.94	7.56	4.80	2.85	1.65	1.19	1.51	2.66	6.31
Balance	1.35	1.61	1.71	2.08	1.62	0.81	0.30	0.02	0.00	0.00	0.01	0.32	0.81

Fuente: Inf. Complementaria de la Tercera MEIA Las Bambas

**Cuadro N° 46: Balance hídrico al 75% de persistencia (L/s). Quebrada Itana (S/N 05)**

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom
Disponibilidad al 75%	13.97	21.13	27.17	28.18	22.62	15.47	9.84	5.89	3.49	2.68	3.58	6.27	13.30
Demanda perforaciones	1.08	1.29	1.29	0.86	0.86	0.88	0.91	0.97	0.71	0.67	0.98	0.91	0.95
Caudal ecológico	10.15	16.66	22.54	23.28	18.51	12.79	8.13	4.83	2.79	2.01	2.55	4.51	10.68
Balance	2.74	3.18	3.34	4.03	3.24	1.80	0.79	0.09	0.00	0.00	0.05	0.85	1.67

Fuente: Inf. Complementaria de la Tercera MEIA Las Bambas

**OBSERVACION ABSUELTA**

**4.3. Observación 3.- Con referencia al manejo del agua en el proyecto, ítems 2.12, 2.13 y 2.14:**

- a) **Precisar el volumen diario, mensual y anual de las aguas residuales domésticas generadas de cada sistema de tratamiento de aguas residuales que son vertidas hacia la presa de relaves.**

**Respuesta:** Las aguas tratadas en las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas (PTARD) del campamento Anta Wasi y de la Planta de Procesos, descargan en el depósito de relaves, en la siguiente tabla presenta las descargas de ambas fuentes (Campamento y planta de procesos).



Handwritten signatures and initials at the bottom left of the page.

**Cuadro N° 47:** Descargas de aguas residuales domésticas tratadas al depósito de relaves - Año 2017

Mes	Planta de procesos		Campamento Anta Wasi		Total	
	m³/d	m³	m³	m³/d	m³	m³/d
Ene	34,8	1 078	476,4	14 767	511	15 845
Feb	32,1	898	494,9	13 858	527	14 756
Mar	34,2	1 061	512,1	15 874	546	16 935
Abr	27,8	833	498,7	14 962	526	15 795
May	39,1	1 213	561,3	17 400	600	18 613
Jun	39,7	1 190	548,3	16 450	588	17 640
Jul	36,4	1 127	557,3	17 277	594	18 404
Ago	27,4	848	457,6	14 187	485	15 035
Set	51,8	1 554	528,5	15 855	580	17 409
Oct	31,4	973	566,3	17 557	598	18 530
Nov	43,7	1 310	532,9	15 987	577	17 297
Dic	60,0	1 861	560,7	17 382	621	19 243
Anual	---	13 946	---	191 555	---	205 501

Fuente: Lev. de observaciones del tercer MEIA Las Bambas, 2018.

**OBSERVACION ABSUELTA**

b) Para el caso de los puntos de descarga de las aguas de no contacto de cada componente de la presente modificatoria y de los IGA aprobados, deberá precisar el nombre y ubicación del punto de devolución en el curso de agua superficial.

**Respuesta:** De acuerdo a los instrumentos de gestión ambiental previamente aprobados, en la cuenca del río Ferrobamba, donde se ubican los principales componentes de la U.M. Las Bambas, la única estructura de conducción de aguas de no contacto es el denominado canal de contorno o perimetral, el cual se ubica en la ladera este de la cuenca Ferrobamba, y tiene por finalidad interceptar la escorrentía superficial natural que drena en dirección hacia el depósito de desmonte y el tajo Ferrobamba.

Actualmente, este canal se encuentra en construcción y una vez concluido permitirá la derivación de aguas de no contacto hacia el cauce del río Ferrobamba, en una sección ubicada aguas abajo de la presa de clarificación final. En el siguiente cuadro se muestra la ubicación del punto de devolución desde el canal perimetral en construcción y el punto de monitoreo más cercano, ubicado en el cauce del río Ferrobamba, aguas abajo.

**Cuadro N° 48:** Ubicación de la sección de devolución del canal perimetral y de la estación de monitoreo más cercana

Sección/Estación	Coordenadas UTM - Datum WGS84. Zona 18 S	
	Este	Norte
Sección de devolución (canal de contorno o perimetral)	796 236	8 437 921
Estación SW-FU-120	796 900	8 437 789

Fuente: Lev. de observaciones del tercer MEIA Las Bambas, 2018.

**OBSERVACION ABSUELTA**

4.4. **Observación 4.-** En el ítem 2.12, se observa que las actividades de construcción serán en paralelo a las actividades de operación, asimismo en el balance de agua de la etapa de operación (tabla 2-106) y efluentes de la poza de clarificación final (2-107) habrá un incremento del caudal de la poza de clarificación final que será vertido al cuerpo receptor. En ese sentido deberá realizar las aclaraciones respecto de porque no habrá generación de efluentes industriales adicionales a los ya indicados en la etapa constructiva, aclarar o corregir donde corresponda.

**Respuesta:** Las Bambas indica que se encuentra en operación desde el primer trimestre del año 2016, para lo cual dispone de sus correspondientes instrumentos de gestión ambiental (IGA) debidamente aprobados. En este contexto, como consecuencia de las actividades operativas de la U.M. en curso, y tal como lo previó el balance de agua de la U.M. aprobado en la Segunda



Handwritten signatures and initials at the bottom left of the page.

MEIA (2014), los efluentes industriales tratados son descargados hacia el cauce del río Ferrobamba, aguas abajo de la presa de clarificación final, entre los meses de diciembre y mayo, tal como se muestra en la Tabla Obs 4-1. **La descarga media de estos efluentes aprobada en la Segunda MEIA, es de 217,6 L/s como promedio multianual para el periodo de operación julio 2015 – junio 2033.**

De otro lado, con relación al balance de agua actualizado cuyos valores se detallan en la siguiente tabla donde se indican los valores previstos en la Tercera MEIA y que incluye tanto las actividades operativas de la U.M. Las Bambas como las de construcción, se ha estimado que la descarga de efluentes industriales tratados, para el periodo 2017-2033, tendrá un promedio multianual de **301,1 L/s**, mientras que el periodo de descarga de dichos efluentes se producirá todos los meses del año (enero-diciembre, siempre y cuando el caudal en el río Ferrobamba sea mayor a los 4,4 L/s), estimación que se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro N° 49: Efluentes de la presa de clarificación final durante la etapa de construcción/operación (L/s). Escenario Tercera MEIA**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio		
													Anual	Temporada Seca	Temporada Húmeda
2017	476.1	568.3	488.9	236.6	105.5	58.4	33.3	17.7	12.1	42.7	142.6	225.5	198.6	45.1	354.7
2018	572.8	615.2	497.3	246.2	104.9	47.4	27.2	14.6	12.8	44.6	137.7	218.2	209.4	42.1	379.5
2019	547.1	646.7	533.8	260.2	94.4	46.5	29.4	21.4	20.7	52.1	144.9	236.6	217.1	44.2	392.8
2020	595.5	667.5	598.0	287.1	116.5	67.7	51.2	43.3	43.8	76.8	168.6	280.0	247.4	66.7	431.1
2021	649.1	669.5	577.1	302.1	124.5	74.1	57.1	49.2	49.3	82.4	175.0	271.9	254.5	72.9	439.2
2022	647.5	696.4	588.4	322.0	143.3	91.3	74.5	66.7	66.0	98.0	191.5	285.6	270.3	90.1	453.4
2023	678.3	769.2	652.2	365.4	186.8	132.6	115.6	107.8	107.4	139.0	230.5	337.4	316.0	131.7	503.4
2024	709.1	769.7	702.1	375.0	194.3	140.9	124.2	116.7	117.1	150.2	241.9	383.7	333.1	140.7	528.7
2025	746.4	772.5	673.5	385.3	196.8	141.8	124.7	117.0	117.5	160.2	243.4	351.5	332.7	141.5	527.1
2026	721.2	796.6	667.1	385.5	198.6	141.3	124.2	116.7	116.9	148.7	240.4	354.7	331.8	141.2	525.5
2027	711.6	799.8	697.4	385.1	202.1	142.9	125.2	117.8	118.1	151.3	240.8	357.6	334.9	143.0	530.0
2028	704.8	793.0	716.9	389.0	198.8	142.5	126.3	118.8	120.8	153.5	242.0	395.4	339.4	143.5	538.5
2029	757.2	788.5	687.6	391.5	201.2	143.0	126.3	118.3	119.5	153.4	244.9	358.7	338.4	143.7	536.4
2030	720.1	802.8	666.8	384.1	202.5	144.4	127.3	119.5	119.6	152.4	244.6	357.9	334.2	144.4	527.2
2031	715.0	820.0	704.0	390.8	208.6	146.7	129.0	120.6	120.2	153.0	243.8	360.1	340.0	146.5	536.7
2032	720.4	826.6	742.9	410.5	226.2	163.3	145.1	136.7	137.2	170.8	262.0	417.3	360.8	163.4	561.4
2033	720.4	826.6	742.9	410.5	226.2	163.3	145.1	136.7	137.2	170.8	262.0	417.3	360.8	163.4	561.4
Prom.	670.2	742.9	643.3	348.6	172.4	116.9	99.2	90.6	90.4	122.9	215.1	330.0	301.1	115.5	489.8

Fuente: Lev. de observaciones del tercer MEIA Las Bambas, 2018.

La implementación de las modificaciones propuestas en la Tercera MEIA implicarán el incremento de los efluentes industriales tratados desde la presa de clarificación final en 83,5 l/s como promedio multianual durante el periodo 2017-2033. **Asimismo, reitera que las modificaciones propuestas en la Tercera MEIA implicarán una modificación del periodo de descarga de los efluentes tratados, los cuales a diferencia de lo previsto en la Segunda MEIA (2014), se producirán durante todos los meses del año.**

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los elementos del balance de agua (ingresos y salidas de agua) de la U.M. Las Bambas, correspondiente al periodo 2017-2033, el cual ha sido dividido en dos sub periodos 2017-2023 y 2024-2033; a fin de analizar el efecto que tiene el inicio de la explotación del tajo Sulfobamba en la generación de efluentes industriales a partir del año 2024.

**Cuadro N° 50: Promedio mensual y anual de los efluentes de la presa de clarificación final (L/s). Escenario Tercera MEIA**

Periodo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
2017-2023	595.2	661.8	562.2	288.5	125.1	74.0	55.5	45.8	44.6	76.5	170.1	265.0	247.0
2024-2033	722.6	799.6	700.1	390.7	205.6	147	129.7	121.9	122.4	155.4	246.6	375.4	343.1
2017-2033	670.2	742.9	643.3	348.6	172.4	116.9	99.2	90.6	90.4	122.9	215.1	330.0	301.1

Fuente: Lev. de observaciones del tercer MEIA Las Bambas, 2018.

**OBSERVACIÓN ABSUELTA**



Handwritten signatures and initials, including 'cl', 'B', and a large signature at the bottom left.

- 4.5. Observación 5.-** En el ítem 2.12, describir las actividades a realizar durante la etapa de construcción en relación al cambio de dirección del flujo del drenaje del tajo Ferrobamba, el cual será redireccionado hacia el curso de agua de operaciones (ex río Ferrobamba) y a través de él, hacia la presa de clarificación final, asimismo aclarar si dichas actividades fueron aprobadas en anteriores IGAs o son planteados en la presente modificatoria. Analizar si dicha modificación fue analizada en los impactos al recurso hídrico superficial y si con las medidas de manejo se prevé aun impactos residuales, de ser el caso, deberá plantear las medidas de compensación respectiva acorde a la normativa actual.

**Respuesta:** El administrado señala que las actividades del presente MEIA, incluye el redireccionamiento del flujo del drenaje del tajo Ferrobamba hasta la poza de clarificación, la cual incluye: 1) El uso de las pozas de sedimentación, ubicados en el interior del tajo existente para la acumulación del agua de drenaje, 2) Implementación de pozas de bombeo (hasta 200 L/s) y línea de bombeo, todos dentro del polígono del tajo, 3) Implementación de garzas y una poza de descarga de agua bombeada y 4) Tubería de descarga hasta el cruce de operaciones.

El impacto previsto a los recursos hídricos fue evaluado en la Sección 5.2.2.1.3, por lo que, debido a las modificaciones propuestas del presente proyecto, son no significativos. Del mismo modo hacen mención que el Plan de Compensación aprobado a través de la segunda MEIA, específicamente en el componente hidrológico (compensación por la reducción del flujo del río ex Ferrobamba) también será aplicable a esta Tercera MEIA.

En la sección de impactos, en el ítem 5.2.2.1.3.1 señala que la actualización del modelo hidrogeológico permitió determinar el comportamiento hidrogeológico del área de estudio y sus efectos sobre el régimen hidrológico de las aguas superficiales. Por otro lado, hacen mención que los caudales de los manantiales ubicados en la margen izquierda del río Ferrobamba y manantial Challhuapuquio, se reducirán. Posteriormente en el ítem 5.2.2.1.5.2 señalan que la actividad de drenaje de los tajos genera depresión de los niveles de agua subterránea.

**OBSERVACIÓN ABSUELTA**

- 4.6. Observación 6.-** Las Bambas cuenta con autorización de vertimiento otorgado mediante R.D. N° 200-2016-ANA-DGCRH por un volumen anual de 8 943 609,6 m<sup>3</sup>, con régimen de descarga intermitente (enero a mayo), el punto de monitoreo a la salida del sistema de tratamiento (EF-FU-01) con los puntos de control en el cuerpo receptor (W-FU-80, aguas arriba del punto de vertimiento y SW-FU-120, aguas abajo del punto de vertimiento). Tomando en cuenta que la devolución del desvío de las aguas del río Ferrobamba se ubicará aguas abajo de la poza de clarificación final y de acuerdo a lo señalado en el ítem 6.2.4 (monitoreo de calidad de efluentes), el vertimiento de las aguas industriales tratadas se realizará en cualquier mes del año, al respecto:

**a)** Se indica que la ubicación del punto de vertimiento (EF-FU-01) presentado en el programa de monitoreo difiere a las coordenadas de ubicación del punto de vertimiento aprobado mediante R.D. N° 200-2016-ANA-DGCRH. Por lo que deberá presentar, la ubicación del punto de vertimiento, el mismo que deberá estar ubicado antes del contacto con las aguas provenientes del canal de derivación. Adicional a ello, deberá presentar los caudales mensuales, anuales y los caudales máximos, mínimos y promedio de aguas residuales a verter (m<sup>3</sup>/año, m<sup>3</sup>/mes y L/s)

**Respuesta:** El administrado presenta la ubicación del punto de vertimiento, el mismo que es concordante con lo señalado en la R.D. N° 200-2016-ANA-DGCRH. De acuerdo a lo indicado, el punto de vertimiento se encuentra ubicado a 60 m aproximadamente aguas arriba de la descarga proveniente del canal perimetral.

Presentan los caudales mensuales y anuales y caudales máximos, mínimos y medios de efluentes procedente de la presa de clarificación final, señalando que estos valores fueron obtenidos mediante el modelo de balance de agua realizado en GoldSIM (periodo 2017-2023 y 2024-2033).

**OBSERVACIÓN ABSUELTA**

- b)** En el Anexo 3.2.3.2-2 (Datos hidrométricos), en el año 2016, el punto SW-FU-120, los caudales registrados en los meses de junio a diciembre (época seca) va desde 161,50 l/s a 0,17 l/s. de acuerdo a esta información, deberá presentar la evaluación del efecto de vertimiento para la época de lluvia y época de estiaje:



Handwritten signatures and initials at the bottom left of the page.

Para la época de lluvia, tomando en consideración el caudal (mínimo) procedente del canal de derivación con el caudal máximo de vertimiento. Presentar el efecto del vertimiento y la ubicación de los puntos de control en el cuerpo receptor, para este caso, el de "aguas arriba" será ubicado en el canal de derivación y el punto de control aguas abajo del vertimiento será ubicado antes del contacto con los manantiales afluentes al río Ferrobamba.

Para la época de estiaje se presentará tomando como cuerpo receptor el río Challhuahuacho, para lo cual presentará la evaluación del efecto de vertimiento en condiciones críticas, la extensión de zona de mezcla y los nuevos puntos de control en el cuerpo receptor en coordenadas UTM, datum WGS 84 y zona correspondiente.

Complementariamente el efecto de vertimiento deberá analizarse bajo los escenarios de los periodos (2017-2023 y 2024-2033)

**Respuesta:** En última información complementaria, el administrado presenta la ubicación del punto de vertimiento y del punto de control. Asimismo, presento la evaluación del efecto de vertimiento en el cuerpo receptor, donde considero como datos de calidad de agua para la descarga de la presa de clarificación y calidad del cuerpo receptor (río Ferrobamba) cálculos en base a los resultados del modelo de calidad de agua, para lo cual emplearon el software GoldSim.

Los resultados de las simulaciones estocásticas se presentan en términos de persistencia de una concentración de soluto específico en cualquier día individual.

Para el caso del efluente, las concentraciones estimadas del efluente tratado para condiciones de persistencia del 5%, 50% y 95% fueron comparadas con los LMP establecidos mediante D.S. N° 010-2010-MINAM y de manera referencial con los ECA-Agua, Categoría 3.

Del mismo modo, para la calidad en el río Ferrobamba (estación RFerr10 y SW-FU-120), las concentraciones estimadas fueron determinadas para condiciones de persistencia del 5%, 50% y 95% fueron comparadas con los ECA-Agua, Categoría 3, establecidos mediante D.S. N° 004-2017-MINAM.

Se presentaron los resultados de las concentraciones máximas estimadas para la descarga de la presa de clarificación en base a los resultados del modelo de calidad de agua, considerando el escenario más crítico (valor máximo al 95% de persistencia en la época húmeda), los cuales se muestran en el Cuadro N° xx del presente informe.

**Para el caso del río Ferrobamba**, todas las concentraciones de los parámetros evaluados se encontraron por debajo de los ECA a excepción del pH a partir del segundo año incrementándose hasta un máximo valor de 9,11. El administrado señala que el río Ferrobamba desde el tramo de la descarga de la presa de clarificación (RFerr10) hasta la confluencia con el río Challhuahuacho, el río no tiene usuarios de agua.

**Para el balance de masa**, se consideraron los caudales de la descarga de la presa de clarificación y el canal de contorno indicados en el cuadro 12.

El administrado presenta los resultados del balance de masa a nivel mensual considerando para el efluente las concentraciones de los LMP, en donde se tiene que el Cd, Hg y Pb presentaría concentraciones mayores a los ECA-Agua, Categoría 3.

**Minera Las Bambas estimó una concentración menor al LMP de la descarga de la presa de clarificación de tal forma que permita el cumplimiento de los ECA.** En el caso del plomo, como resultado del balance de masa se estimó una concentración de 0,05 mg/L, la línea base (2006-2008) registró de manera natural una concentración máxima de hasta 0,3 mg/L valor hasta 6 veces por encima del estimado en el balance de masa. Por ello se considera el LMP de plomo de 0,2 mg/L.

En la Información Complementaria de fecha 21.09.18, se realizó el balance de masa para el cobre, considerando el caudal máximo de descarga de la presa de clarificación final (799,6 L/s) y el caudal mínimo del canal de contorno (4,4 L/s). Se estimó una concentración de 0,402 mg/L, la cual será considerada como la máxima concentración de cobre que podrá registrar el efluente. Las concentraciones estimadas en el efluente, se presentan en el Cuadro N° 7 del presente informe.

Adicionalmente Las Bambas señala que el vertimiento se realizará de manera permanente durante todo el año siempre que el caudal presente en el río Ferrobamba se encuentre por encima de 4,4 L/s, por este motivo, se implementará una estación de monitoreo continuo al final del canal de contorno.



Aut

B

Ch

51

En época de estiaje (setiembre a noviembre), cuando se registre un caudal menor a 4,4 L/s, Las Bambas no realizará descargas, por lo que rebombearán dicho caudal al proceso.

El punto de control en el cuerpo receptor se encuentra indicado en el Cuadro N° 11 del presente informe. **Absuelta.**

**OBSERVACION ABSUELTA**

**4.7. Observación N° 7: Sobre la hidrología, ítem 3.2.3, teniendo en consideración el contenido de los Términos de referencia comunes:**

- a) La escorrentía superficial de los ríos Challhuahuacho y Ferrobamba han sido determinados mediante ecuaciones de regresión de área y caudal obtenido de aforos puntuales efectuados en los años 2006 y 2013 y han sido aprobados en la segunda MEIA, 2014; por lo que se solicita que el administrado presente los registros de los aforos efectuados en los puntos de monitoreo correspondientes al EIA aprobado y los desarrollados durante la etapa de construcción y operación a fin de evaluar el comportamiento hídrico en las zona de estudio.

**Respuesta:** Con respecto a los registros de aforos efectuados en los puntos de monitoreo de los ríos Challhuahuacho (o Récord) y Ferrobamba que se solicitan, cabe señalar que éstos se muestran en el Anexo 3.2.3.2-2 Datos Hidrométricos de la Tercera MEIA, los cuales comprenden el periodo setiembre 2006-abril 2017; es decir, se incluyen aforos efectuados en las etapas de línea base (pre-construcción), construcción y operación de la U.M. El Mapa 3.2.3.2-2 Estaciones de Monitoreo de Caudal incluido en la Tercera MEIA, muestra la ubicación de las estaciones utilizadas.

Adicionalmente, en el ítem 3.2.3.2.3.6 Condiciones actuales (Monitoreo 2012-2017) de la Tercera MEIA se discute la variación de los caudales de estos ríos durante el periodo con registros hidrométricos disponibles.

Para facilitar la evaluación, en los Gráficos Obs 7-1 y Obs 7-2 se muestran los histogramas de caudales aforados de los ríos Ferrobamba (setiembre 2006-abril 2017) y Challhuahuacho (setiembre 2006-diciembre 2016). Complementariamente, en el Gráfico Obs 7-3 se presenta una comparación mensual de los caudales aforados en el río Ferrobamba desde el año 2006. Asimismo, en el Gráfico Obs 7-4 se muestra la variación de los caudales durante las etapas de construcción y operación en el río Challhuahuacho, en las estaciones ubicadas aguas arriba (SW-RE-120 y SW-RE-BO1) y aguas abajo (SW-RE-B02) de la bocatoma Challhuahuacho. Referencialmente, en este gráfico también se muestran los caudales medios mensuales y los correspondientes a un año húmedo con tiempo de retorno de 20 años estimados y aprobados en la Segunda MEIA.

Cabe anotar que el análisis en el río Challhuahuacho se realiza para la temporada seca ya que, debido a la magnitud de sus caudales, no se dispone de mediciones hidrométricas durante la temporada húmeda, siendo la temporada seca, aquella donde se presenta el mayor impacto.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- b) Para el caso de Pamputa la determinación de la escorrentía se ha efectuado mediante el criterio de rendimientos específicos y con información del EIA-2011 aprobado. En el estudio se menciona que los rendimientos específicos se han determinado sobre la base de la información de la estación denominado SW-04; sin embargo, en la lámina de la página 000774 correspondiente a la ubicación de estaciones de monitoreo no figura el punto de monitoreo SW-04. Corregir donde corresponda y completar la información en mención.

**Respuesta:** Tal como se indica en el ítem 3.2.3.2.3.2.1 de la Tercera MEIA, la escorrentía de la cuenca Pamputa se determinó tomando como referencia los rendimientos específicos estimados y aprobados en el EIA aprobado (2011). En la Tabla Obs 7-1 (Tabla 3.2.3.2-6 de la Tercera MEIA) se detalla la ubicación de la estación SW-04, la cual también fue incorporada en el Mapa 3.2.3.2-2 (Tercera MEIA).

**OBSERVACION ABSUELTA**

- c) El estudio menciona que, para el caso de la subcuenca de Tambo, el régimen hidrológico se ha estimado sobre la base de los registros de las estaciones hidrométricas SW-RE-100 y SW-RE-90. Sobre el particular, se solicita que el administrado presente el registro



Handwritten signatures and initials at the bottom left of the page.

histórico de las estaciones mencionadas. Asimismo, el plano de ubicación de las estaciones no figura la estación SW-RE-90, por lo cual deberá corregir donde corresponda.

**Respuesta:** De acuerdo a lo solicitado, en la Tabla Obs 7-2 y Tabla Obs 7-3 (Tabla 3.2.3.2-16 de la Tercera MEIA) se incluyen los caudales aforados en el río Tambo, en las estaciones SW-RE-90 y SWRE- 100 respectivamente.

En el Mapa Obs 7-1, se presenta las estaciones de monitoreo evaluadas. Como se observa de los registros del río Tambo en las estaciones SW-RE-90 y SW-RE-100, excepto el mes de marzo 2007 (temporada húmeda), en todos los meses donde se dispone de aforos simultáneos en ambas estaciones, los caudales aforados aguas arriba (estación SW-RE-90) son mayores a los registrados en la estación aguas abajo (SW-RE-100), lo que demuestra que en el tramo entre ambas estaciones se presentan naturalmente importantes pérdidas hídricas que impiden disponer de un caudal base en el río Tambo, especialmente durante la temporada seca.

**Cuadro N° 51: Caudales aforados en el río Tambo (L/s). Estación SW-RE-90**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2006											102.4	95.4
2007	798.9	542.2	662.9	568.7	170.2	36.0	51.5	28.1	7.0	20.5	5.9	43.0
2008	1,332.5		873.9	143.8	85.1	23.3	43.4	27.3	20.0			

Fuente: EIA, 2011 y Las Bambas.

Fuente: Lev. de observaciones del tercer MEIA Las Bambas, 2018.

**Cuadro N° 52: Caudales aforados en el río Tambo (L/s). Estación SW-RE-100**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2007			693.4	448.6	11.6			0.0	0.0			
2008	1,146.0	442.1	431.4			0.0			0.0			
2010					0.0		0.0					
2012								0.0				
2013			110.5									
2014						0.0						
2016								0.0				
2017				643.9	18.9	0.0						

Fuente: EIA, 2011 y Las Bambas.

Fuente: Lev. de observaciones del tercer MEIA Las Bambas, 2018.



**OBSERVACION ABSUELTA**

- d) Con relación al inventario de fuentes de agua, se indica que se ha registrado la siguiente información: Ubicación de fuentes de agua, tipo de fuente (río, quebrada, laguna, manantial o filtración), uso de agua, inventario de infraestructura hidráulica (Canal, reservorio, captación, poza, etc.), caudal y parámetros fisicoquímicos y vistas fotográficas (Pag 3-159 y 160).

El administrado, deberá presentar un cuadro comparativo donde muestre ubicación y aforos realizados, desde la elaboración de la línea base a la fecha, se solicita conocer, el número de manantiales que actualmente han desaparecidos, o han sufrido disminución de su caudal. La ubicación de dichos cuerpos de agua deberá mostrarse en mapas a escala adecuada, asimismo adjuntar los archivos de ubicación en shapefile.

**Respuesta:** La evaluación del inventario de fuentes de agua se sustenta en el desarrollo de los siguientes estudios: Línea base de inventario de fuentes (EIA, 2011), los trabajos de campo se desarrollaron en octubre 2006, setiembre 2007, octubre 2008 y diciembre 2009; actualización de línea base de inventario de fuentes (Segunda MEIA, 2014), el trabajo de campo se desarrolló en marzo 2013; y actualización de línea base de inventario de fuentes (Tercera MEIA, 2018), el trabajo de campo se desarrolló en octubre 2016. En la Tabla Obs 7-4 se presenta la ubicación de los 157 manantiales identificados en los IGA en la cuenca del río Ferrobamba.

En la Tabla Obs 7-5 se presentan los registros de caudales históricos de manantiales en la cuenca del río Ferrobamba. Cabe anotar que en la cuenca del río Pamputa, a la fecha no se han

af  
B  
Ch

51

desarrollado ningún componente minero proyectado, por lo que no se espera afectación alguna sobre los manantiales existentes.

El EIA (2011) precisó que producto de la operación del Tajo Ferrobamba el nivel inferido de agua subterránea en la cuenca del río Ferrobamba se reduciría, en el Apéndice Obs 7-1 se presenta los planos en planta y corte, en los planos se aprecia que el nivel de agua subterránea se reduce hasta el sector donde se ubica el grupo de pozos MW06-01 (formado por tres pozos), la ubicación de estos pozos se presenta en la Tabla Obs 7-6.

En el Mapa Obs 7-2 se aprecia que los manantiales ubicados aguas arriba de los pozos MW06-01 se alterarían producto de la reducción del nivel inferido de aguas, es importante precisar que esta alteración fue evaluada en el EIA (2011). Asimismo, en el Apéndice Obs 7-2 se adjunta en un CD el shapefile con la ubicación de los manantiales.

En la información complementaria presentó los cuadros 7-1 (Estaciones propuestas de monitoreo de caudal continuo en manantiales) que consigna el monitoreo de los manantiales en la cuenca Ferrobamba y un manantial en la cuenca Challhuahuacho, dicho monitoreo se realizará de manera continua. En el cuadro 7-2 (Estaciones propuestas de monitoreo de caudal continuo en los ríos) considera el monitoreo de 4 estaciones hidrométricas ubicadas cada uno e la cuanta Ferrobamba, Challhuahuacho, Pamputa y Tambo con una frecuencia continua.

#### OBSERVACION ABSUELTA

- e) **La escorrentía en el área de la minera Las Bambas han sido estimados sobre la base de los caudales medios anuales, que han sido distribuidos mensualmente; sin embargo, en el estudio no se indica la metodología de distribución de la escorrentía a nivel mensual (3-162, Pag 783). Se solicita comparar estos resultados con los valores obtenidos con el modelo hidrológico HEC-HMS desarrollado en el anexo 5-10.**

**Respuesta:** El ítem 3.2.3.2.3.1 Resumen de línea base hidrológica (EIA aprobado, 2011), hace referencia a información tomada de la línea base incluida en el EIA aprobado (Golder, 2011). Específicamente el párrafo al cual se refiere la observación (página 3-162) trata sobre la determinación de los caudales medios mensuales en el área de Las Bambas, los cuales se determinaron según el citado estudio, distribuyendo la escorrentía anual de manera proporcional a la distribución de la precipitación mensual, la cual se muestra en la Tabla 3.2.1.7 de la Tercera MEIA. En el Gráfico Obs 7-5 se muestra la distribución mensual de la precipitación estimada en las Bambas según el EIA, 2011 aprobado y la distribución de los caudales mensuales de las diferentes fuentes hídricas evaluadas en el referido estudio.

En cuanto a la comparación de estos resultados con los obtenidos mediante el modelo hidrológico HEC-HMS, cabe señalar que este modelo ha sido desarrollado para simular la escorrentía superficial de la cuenca del río Ferrobamba, por lo cual, en la Tabla Obs 7-7 y Gráfico Obs 7-6 se muestra la comparación solicitada para esta cuenca.

Como se observa en el Gráfico Obs 7-6, según los resultados del modelo HMS, los caudales medios simulados reflejan un régimen estacional similar al establecido en el EIA 2011, mientras que el caudal promedio anual muestra una discrepancia menor a 1%, por lo que se concluye que el modelo desarrollado representa con aproximación adecuada, el régimen hidrológico del río Ferrobamba estimado en el EIA 2011.

#### OBSERVACION ABSUELTA

- f) **Los caudales medios mensuales estimados para el río Tambo no tiene relación con el régimen de precipitación del área de estudio; razón a ello, la descarga del mes de marzo 411,8 l/s es inferior a la descarga del mes de abril que tiene un caudal de 546,3 l/s, tal como se presenta en la figura adjunta (3 -169, pág 790). Según lo indicado se requiere que las estimaciones de las descargas medios mensuales de las subcuencas del área de estudios deban efectuarse mediante un modelo hidrológico.**

**Respuesta:** Las Bambas con referencia a los caudales del río Tambo aclara, que según los registros de la estación SW-RE-100, el río Tambo presenta caudales entre los meses de enero y mayo; aunque en este último mes, los caudales se reducen significativamente con relación a los meses previos, pudiendo incluso llegar a ser nulos. En este periodo (enero-mayo) existe relación directa entre la escorrentía superficial y el régimen pluvial local, tal como puede observarse en el Gráfico Obs 7-7. **A partir de junio**, pese a la precipitación y la existencia de caudales en la



Handwritten signatures and initials, including a large 'S' at the bottom.

que la escorrentía superficial del río Tambo en la estación SW-RE-100 alcanza a recuperarse recién a partir del mes de enero.

En cuanto al promedio estimado para el mes de abril (546,3 L/s), éste resulta superior al estimado para marzo (411,8 L/s) fundamentalmente por la escasa longitud muestral del registro disponible, lo que conlleva a una alta variabilidad de los parámetros de tendencia central, por lo que los valores medios deben ser considerados referenciales. Adicionalmente, tal como se explica en la respuesta a la observación 7-c, la escorrentía superficial del río Tambo evidencia un comportamiento atípico en el tramo comprendido entre las estaciones SW-RE-90 y SW-RE-100, debido a las significativas pérdidas por infiltración que se observan en este tramo, con lo cual, la representación del régimen hidrológico de este río mediante un modelo y su respectiva calibración resultaría incierta en la medida que las pérdidas hídricas identificadas no obedecen a un proceso hidrológico normal, sino a las características geológicas del tramo del río; tal como ya fue descrito en el EIA, 2011, donde se concluyó que el caudal de estiaje se llega a infiltrar por completo en este tramo; pues Golder, (2010) estimó un caudal promedio de pérdidas de 60 L/s; mientras que Itasca (2015) consideró un caudal infiltrado variable entre 13 y 105 L/s (valor medio de 43 L/s).

#### OBSERVACION ABSUELTA

- g) Los caudales máximos han sido estimados tomando en consideración la ecuación de Mac Math que toma en cuenta un coeficiente de escorrentía, intensidad de precipitación, pendiente de cauce, área de cuenca y solo determina el caudal máximo en un solo punto y no puede efectuar el tránsito de flujo; por lo tanto, se recomienda que los caudales de máxima avenida deben ser determinados mediante un modelo hidrológico que puede ser desarrollado con el HEC-HMS o el HEC-GEOHMS otros softwares existentes actualmente. (Pag 796, 3- 175), que permitan determinar caudales máximos en cualquier punto de la cuenca de estudio, además de tener la ventaja de efectuar los cálculos de tránsitos de máxima avenida.

**Respuesta:** Las Bambas indica que la utilización de relaciones empíricas para la estimación de caudales máximos obedece a la necesidad de disponer de caudales máximos referenciales asociados a una frecuencia (tiempo de retorno), que generalmente está relacionada con la probabilidad de ocurrencia de los eventos pluviales que dan origen a las descargas máximas.

Las fórmulas empíricas se derivan de múltiples mediciones realizadas en cuencas caracterizadas hidrológica y geomorfológicamente y toman en consideración los principales elementos que influyen en la generación de los caudales pico, como es el caso de:

- El área de cuenca como un factor condicionante de la magnitud de la descarga máxima;
- La pendiente del cauce, como un elemento que determina la velocidad del flujo y consecuentemente el tiempo de concentración y el tiempo de retardo; > la precipitación y/o su intensidad asociada a un tiempo de retorno, que influye en la estimación de la magnitud del caudal;
- El coeficiente de escorrentía como un factor que resume las características intrínsecas de la cuenca para almacenar, retener y desfasar en el tiempo el caudal de escorrentía directa y su transformación en caudal base.

Adicionalmente, las estimaciones de las descargas máximas tienen carácter referencial en la medida que, durante el desarrollo de la ingeniería de detalle de cada componente minero, se lleva a cabo la estimación más aproximada de los caudales máximos con fines de dimensionamiento de las estructuras de control, de desvío o de protección según sea el caso.

De acuerdo a lo solicitado, se han estimado las descargas máximas para las cuencas Ferrobamba y Pamputa empleando el método del SCS mediante el software Hydrologic Modeling System (HEC -HMS). En la Tabla Obs 7-8 se presentan los parámetros utilizados para la formulación del modelo y en la Tabla Obs 7-9 se muestran los resultados obtenidos.

#### OBSERVACIÓN ABSUELTA



cul  
8  
OH  
51

**4.8. Observación N° 8.- Con referencia a la evaluación de impactos y plan de manejo relacionado con los datos de hidrología, se indica:**

- a. En el ítem 2.1.1 del Anexo 5.1 se señala: La escala temporal de simulación a resolución de 0,2 días, que minimiza saltos que producen valores inconsistentes en flujos y volúmenes de circulación, debido a variaciones climáticas en la simulación.

El periodo de simulación considerado para el presente balance fue establecido entre el 15 de diciembre del 2016 (fecha de inicio de acumulación de volúmenes en el TSF) y el 01 de enero del 2033.

Con relación a la escala temporal de simulación a resolución de 0,2 días, explicar los criterios para la generación de precipitación a esa escala; asimismo, se solicita los criterios que han sido considerados para establecer la precipitación del periodo del 2016 al 2033.

**Respuesta:** Para el desarrollo del modelo de balance de agua se ha considerado una escala temporal de simulación a resolución de 0,2 días, que minimiza saltos que producen valores inconsistentes en flujos y volúmenes de circulación, debido a variaciones climáticas en la simulación. Esta resolución del modelo es necesaria ya que los componentes involucrados necesitan una mayor discretización en el tiempo, debido a que las ecuaciones de los reservorios no son lineales y necesitan ser analizadas a una menor escala. No obstante, se aclara que los datos de ingreso al modelo como precipitación y evaporación siguen manteniéndose en escala diaria, pues la resolución a 0,2 días es solamente utilizada por la interfase del modelo para afinar los cálculos mencionados.

La precipitación establecida para el periodo 2016 - 2033 fue generada como un proceso de "shifting" de la precipitación histórica a nivel diario de la estación Acomayo (1964 - 2016). De la cual se puede obtener resultados que se presentan como gráficos de probabilidad de ocurrencia (o excedencia) asociado a los percentiles 95%, 50% y 5% para 52 escenarios generados.

En el Apéndice Obs 8-1, se presentan el Balance de agua de la Unidad Minera Las Bambas, en el Apéndice B, se presentan capturas de pantalla de la lógica del modelo y los datos de ingreso.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- b. Con relación a los caudales de diseño de los canales perimetrales y el área de aporte descrita en la Tabla 2-5 del anexo 5 parte 1 (folio 014017), se solicita la justificación técnica, toda vez que las áreas de aporte no guardan relación con los caudales de diseño establecidos en la tabla 2-5.

Tabla 2-5: Caudal de diseño de canales perimetrales

Descripción	Caudal de diseño (m³/s)	Área de Aporte (km²)
Canal tramo T1	21.76	4.5
Canal tramo T2	41.38	3.16
Canal tramo T3	49.71	1.14
Canal tramo T4	49.71	0
Canal tramo T5	-	7.35

Fuente:

(1) Estudio de Balance de aguas proyecto las Bambas. ATC Williams. abril 2016

**Respuesta:** En la Tabla Obs 8-1, presentan la capacidad de conducción de los canales, y presentan la justificación técnica correspondiente.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- c. Durante en la etapa construcción/operación en los ríos Ferrobamba y Challhuahuacho se tendrá impactos en los recursos hídricos de magnitud media, alta y muy alta, tal como se detalla en la tabla 5.2.2-38; bajo ésa consideración, Por lo descrito, deberá efectuar comparaciones de los caudales medidos en campo con los estimados por el modelo hidrológico correspondientes a los años 2016 y 2017.



Handwritten signatures and initials in the bottom left corner of the page.

Tabla 5.2.2-38: Magnitud del impacto HD-1 en el río Ferrobamba. Tercera MEIA

Período	Línea base L/s	Caudal impactado L/s	Impacto			Magnitud
			L/s	%	Fecha	
Temporada Seca (may-oct)	155.4	54.5	-100.9	-64.9	Año 2018	-Muy alta (8)
Temporada Húmeda (nov-abr)	785.0	409.9	-375.0	-47.8	Año 2017	-Alta (4)
Anual	467.6	230.7	-236.9	-50.7	Año 2017	-Muy alta (8)
Mes	83.0	17.5	-65.5	-78.9	Set 2017	-Muy alta (8)

Fuente: SNC-Lavalin, 2107

**Respuesta:** De acuerdo a lo solicitado, en la Tabla Obs 8-2 se muestra la comparación entre los caudales medios y los estimados por el modelo de balance de agua para los años 2016 y 2017 en los ríos Ferrobamba y Challhuahuacho.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- d. El impacto durante la operación será la reducción del caudal de manantiales, el modelo hidrogeológico actualizado (WSP, 2017) estima que los caudales de los manantiales MA-FU-110, MA-FU-104 y MA-FU-100 ubicados en el Barrio Manantiales (margen izquierda del río Ferrobamba), así como del manantial Challhuapuquio (afluente del río Challhuahuacho) se reducirán, con la consecuente reducción del caudal base del río Challhuahuacho, aguas arriba de la bocatoma del mismo nombre. Según lo descrito y considerando que el proyecto se encuentra en plena operación. Se deberá evaluar el impacto de la operación de la mina en estos manantiales desde la elaboración de la línea base a la fecha; la respuesta debe ser fundamentado con mediciones de caudal de los manantiales indicados y/o otras herramientas.

**Respuesta:** El impacto de la Tercera MEIA sobre los manantiales se evaluó en las etapas de construcción/operación y cierre/post-cierre. En la Tabla Obs 8-4 presento el resumen de los resultados arrojados por el modelo numérico.

Los impactos simulados para la operación implican valores crecientes a medida que se desarrollan las diferentes fases del proyecto minero considerados en la Tercera MEIA, siendo más notables en los manantiales de Barrio Manantiales que en el manantial de Challhuapuquio (ver Tabla Obs 8-4).

Para las etapas de cierre y post-cierre, los impactos en los caudales de los manantiales por la operación minera son decreciente, hasta hacerse nulos (recuperación total del sistema hidrogeológico).

En información complementaria, de acuerdo a la respuesta a la observación 7d, Las Bambas ha incorporado como parte del Plan de Vigilancia el Monitoreo de manantiales, ríos y quebradas en cada una de las sub cuencas Ferrobamba, Pamputa, Tambo y Challhuahuacho de la siguiente manera:

- En las Tabla IC-Obs 7-1 y 7-2 se presentaron las estaciones de monitoreo de caudal continuo y como segunda opción realizará un monitoreo con frecuencia mensual.
- En la Tabla IC-Obs 14-2 se presenta las estaciones de monitoreo de calidad y cantidad de agua superficial, en dicha tabla se diferencia por cuenca, tipo (quebrada, río, manantial), IGA aprobado, entre otros. El monitoreo propuesto, permitirá registrar las variaciones en el tiempo.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- e. En el ítem 3.3.1 Recarga por infiltración de agua de lluvia (anexo 5 parte 7), se señala que: "Tasa de infiltración para las Calizas de Ferrobamba de entre 475 a 550 mm/año, lo que supone entre un 44 a un 51% de la precipitación promedio anual (PMA=1 085,6 mm)". Se solicita el fundamento técnico de la tasa de infiltración considerada.

**Respuesta:** En este Apéndice F se presentan las diferentes metodologías que han sido usadas para establecer las recargas por infiltración de agua de lluvia en los diferentes afloramientos de las unidades hidrogeológicas declaradas en el Sistema Hidrogeológico Las Bambas.

**OBSERVACION ABSUELTA**



Handwritten signatures and initials in the bottom left corner of the page.

- f. **Presentar la justificación técnica de las tasas de recarga mencionadas en los párrafos siguientes, correspondiente a Ítem 3.3.1**
- En las rocas intrusivas se fija una tasa de recarga por agua de lluvia de 50 a 116 mm/año, lo que representa entre un 5 a un 11% de la PMA.
  - Para las rocas de la Fm. Soraya y Mara (areniscas, lutitas y cuarcitas) se fija una tasa de infiltración de 66 a 78 mm/año (6-7 % de la PMA).
  - Para las rocas sedimentarias cuaternarias que ocupan los valles y las rocas volcánicas de la Fm. Vilcarani no se fijan valores de infiltración en los estudios precedentes. Para las volcanitas de la Fm. Vilcarani se ha considerado una tasa del 8% PMA (92 mm/año) (...)

**Respuesta:** Las Bambas señala que en el Ítem 3.3.1 del Apéndice Obs 8-2 que "...El fundamento técnico de la tasa de infiltración/recarga se presenta como Apéndice D". Asimismo en el Apéndice C se puede encontrar una explicación detallada del procedimiento usado para evaluar la recarga por infiltración de agua de lluvia para las diferentes formaciones que afloran en la zona ámbito de estudio, incluyendo las rocas intrusivas; las rocas de la formación Soraya y Mara (areniscas, lutitas y cuarcitas); las rocas sedimentarias cuaternarias que ocupan los valles y las rocas volcánicas de la formación Vilcarani.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- g. **En el Ítem 3.3.3 Transferencias Laterales Subterráneas (anexo 5 parte 7), se señala que: "Según las estimaciones de recarga en este afloramiento calizo, aplicando una tasa de 500-525 mm/año, el caudal de transferencia lateral desde este afloramiento sería de unos 125 L/s, como valor promedio. Deberá explicar los criterios y/o fundamento técnico de la recarga considerada.**

**Respuesta:** Considerando que la Fm. Calizas de Ferrobamba presenta una transmisividad promedio de 100-150 m<sup>2</sup>/d ( $k = 2,5E^{-6}$  m/s y espesor saturado de 500-600 m) y que el gradiente hidrogeológico en esta zona del sistema, considerando el modelo conceptual de flujo (ver Figura 3.11 del informe WSP, 20185), titulado mapa piezométrico régimen influenciado – Noviembre 2016, puede fijarse en un valor de 7,5% a la sección de flujo existente bajo el río Record; mientras que a través de las calizas subyacentes, se determinó la existencia de una transferencia lateral subterránea de un caudal promedio anual de 125 L/s:  $120 \text{ m}^2/\text{d} \times 0,075 \times 1,200 \text{ m} = 10,800 \text{ m}^3/\text{d}$  (125 L/s).

**OBSERVACION ABSUELTA**

- h. **Presentar el fundamento técnico de la distribución de la precipitación en porcentajes de evapotranspiración, recarga y escorrentía, que se presenta en la Tabla 4-4 del anexo 5-10 que se detalla a continuación:**

Tabla 4-4: Porcentajes anuales del balance en áreas no disturbadas - Año Promedio (2008-2009)

Precipitación total	Evapotranspiración	Recarga	Escorrentía
100 %	43.1%	14 %	42.8%

Fuente: Elaboración propia.

**Respuesta:** En la Tabla Obs 8-5 resume porcentualmente las contribuciones y abstracciones de cada componente involucrado en el modelo hidrológico, el cual fue simulado y calibrado para la subcuenca Ferrobamba en el periodo 2008-2009, procedimiento que se detalla en la respuesta a la observación 8-i.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- i. **En el Ítem 4.3 Caracterización de caudales (Anexo 5-10), se menciona de la generación de descargas a partir de precipitación con el modelo hidrológico HEC-HMS, por lo que se solicita presentar el modelo elaborado y adjuntar los archivos generados del modelo hidrológico y los registros de la calibración empleados.**

**Respuesta:** Presento el modelo HEC-HMS, también se detalla la calibración y las descargas generadas con el modelo hidrológico.

**OBSERVACION ABSUELTA**



Handwritten signatures and initials in the bottom left corner of the page.

- j. **Efectuar una comparación de las descargas de los ríos Ferrobamba, Tambo, Pamputa determinados en la LINEA BASE y los obtenidos con el modelo hidrológico HEC-HMS.**

**Respuesta:** El titular realizó la comparación entre los caudales determinados en la línea base y los obtenidos con el modelo hidrológico HEC-HMS para los ríos Ferrobamba, Tambo y Pamputa, tal como se muestra en la Tabla Obs 8-8 y en el Gráfico Obs 8-3.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- k. **Precisar los detalles técnicos del canal perimetral que evitará el ingreso de la escorrentía de las microcuencas al tajo principal, como lo relacionado a dimensiones, características hidráulicas, puntos de captación, emplazamiento desde el punto inicial hasta la entrega a la quebrada Ferrobamba. Se solicita la presentación de un plano así como los archivos shapefiles respectivos.**

**Respuesta:** Señala que las características principales del canal perimetral se presentan en la Tabla Obs 8-9 la cual describe la sección construida hasta la fecha de elaboración de la presente Tercera MEIA, además presenta las características del tramo en construcción.

Al respecto es necesario señalar que el canal perimetral descrito, cuenta con la certificación ambiental correspondiente, por lo cual, la presente tercera MEIA, no propone modificarla.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- l. **Presentar los emplazamientos de canales, cunetas, rápidas, donde se detalle sus características hidráulicas y detalles técnicos shapefile y/o KML.**

**Respuesta:** En el Apéndice Obs 8-6 se presenta, los planos de las principales estructuras de manejo de agua (emplazamiento de los canales principales) de la U.M. Las Bambas, la cual complementa la información presentada en la observación anterior (8k) referida a las características del canal perimetral del botadero de desmonte y tajo Ferrobamba.

Cabe señalar, que solo se presenta información de la infraestructura del manejo de agua para el sector de Ferrobamba, debido que la Tercera MEIA propone modificar los componentes tajo y botadero Ferrobamba, entre otros componentes ubicado en este sector. Sin embargo, cabe referir que las modificaciones propuestas no involucran cambios en el sistema de manejo de agua actualmente aprobado en este sector, por lo cual, el sistema de manejo de agua se mantiene según lo aprobado.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- m. **Precisar, cuál es la estrategia de manejo ambiental de la empresa cuenta para conocer la variabilidad en el tiempo de la disponibilidad hídrica de los manantiales existentes en las subcuencas de Ferrobamba, Pamputa, Tambo y Challhuahuacho.**

**Respuesta:** La Estrategia de manejo ambiental aprobada de la U.M. Las Bambas incluye el monitoreo de manantiales en la cuenca del río Challhuahuacho (manantial Challhuapuquio) y en la subcuenca del río Pamputa (tres manantiales), a razón de esta observación y tomando en cuenta la observación 7-d se incluye el monitoreo de seis manantiales adicionales ubicados en la subcuenca del río Ferrobamba en el sector denominado Barrio de Manantiales (margen izquierda del río Ferrobamba), los detalles de dicho programa se precisan en el programa de monitoreo.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- n. **Precisar, las medidas de manejo ambiental que cuentan con la finalidad de registrar a través del tiempo la disponibilidad hídrica en la parte alta, media y baja de la subcuenca de Ferrobamba e ir comparando con los resultados del modelo hidrológico e hidrogeológico.**

**Respuesta:** En la parte baja de la subcuenca, aguas abajo del área de operaciones se dispone de la estación de monitoreo SW-FU-120 ubicado aguas abajo de la presa de clarificación final y de la sección de descarga del canal perimetral en construcción. Dicha estación registra tanto los efluentes descargados desde la presa de clarificación final como los flujos derivados por el canal perimetral. En la Tabla Obs 8-11 se muestra la ubicación de la estación de monitoreo SW-FU-120.



Handwritten signatures and initials in the bottom left corner of the page.

**OBSERVACION ABSUELTA**

**4.9. Observación N° 9.- De la hidrogeología, respecto a los objetivos y alcances:** El objetivo de la presente sección es realizar la caracterización del sistema hidrogeológico. El alcance considera análisis de los cambios en el flujo del agua subterránea producidos por la operación en comparación con los resultados de las simulaciones realizadas en el contexto de la Segunda MEIA (2014). A fin de situar al lector en el contexto natural en que funciona el sistema hidrogeológico en la U.M. Las Bambas. En ese sentido, y tomando en consideración los objetivos y alcances del estudio, se presentan las siguientes observaciones:

**a. Respecto a la información disponible:** Se presenta en la Tabla 3.2.3.3-3 el balance hídrico climático para el año promedio. Al respecto, el administrado deberá incluir el análisis hidrológico que sustente los datos presentados indicando: a que año promedio se refiere, la metodología empleada para estimar ETP y ETR, así como el análisis en base a años extremos.

**Respuesta:** El administrado indica que el año promedio pertenece a la serie de datos de 1965-2016, a su vez indica que la metodología empleada, en el caso de la evapotranspiración potencial (ETP), es la propuesta por la FAO en su publicación N° 56 Evapotranspiración del Cultivo, el cual es descrito en el ítem 3.2.1.2.9 Evapotranspiración potencial de la Tercera MEIA. La ETR se estimó a partir de los datos de precipitación y de la ETP. El balance hídrico mensual determina la evapotranspiración real (ETR).

En cuanto a la estimación del balance hídrico climático para años extremos, en las Tablas Obs 9-1 y Obs 9-2 se presenta el balance realizado para los años seco y húmedo con tiempo de retorno de 20 años en las subcuencas de interés.

**OBSERVACION ABSUELTA**

**b. Respecto a la información de prospección geofísica:**

- Presentar el capítulo de geofísica el cual no fue incluido.
- Explicar cuál es y cómo han determinado el espesor del horizonte saturado que representa al acuífero en la U.M Las Bambas, si los pozos exploratorios según WSP Perú solo llegan hasta 150 m de profundidad y mayormente atraviesan rocas intrusivas. Y la máxima profundidad de los pozos perforados en los años 2006 y 2009 llegan a 250 m (Golder).

**Respuesta:** El administrado explica en su informe respecto a la determinación del espesor de horizonte saturado indicando que el acuífero principal son las calizas de Ferrobamba señalando que el basamento está conformado por rocas de la formación Mara, para lo cual ha utilizado información geológica y perforación de pozos que llegan hasta 1150 m de profundidad. El titular explico cómo determinó el espesor de los acuíferos y que fueron utilizados en el modelamiento.

En información complementaria presento el informe "Reporte Geofísico de Polarización Inducida y Pruebas de Resistividad Realizado en el Proyecto Las Bambas, Departamento de Apurímac, Perú a solicitud de BHP Minerals Discovery" en el Anexo PF Obs 9-1.

**OBSERVACION ABSUELTA**

**c. Respecto a la geología superficial:** se describe las características de la roca meteorizada, depósitos glaciales y aluviales. Al respecto, y con la intención de asociar dichos depósitos con los acuíferos existentes en la zona de estudio, el administrado deberá de presentar los siguientes mapas: (01) mapa de espesores asociado con cada depósito; (02) mapa de tipo de acuífero asociado con cada tipo de depósito, complementando con los valores de conductividad hidráulica predominante a ser utilizada en el modelo numérico de flujo. Esta información deberá ser completada con cortes transversales y longitudinales obtenidos del estudio hidrogeológico actualizado por WSP (2017) mostrando el contacto entre el basamento rocoso asumido impermeable y los depósitos superficiales asociados con cada tipo de acuífero.

**Respuesta:** Presento el Gráfico 9-5: Mapa de isoespesores, en el cual se muestran las unidades hidrogeológicas asociadas. Adicionalmente presenta los Gráficos 9-3 y 9-4 los cuales



Handwritten signatures and initials, including a large 'S' at the bottom.

son secciones hidrogeológicas en las que se puede apreciar los tipos de acuíferos y sus espesores.

**OBSERVACION ABSUELTA**

**d. Reservorio acuífero**

- Con referencia al reservorio acuífero del área del estudio, deberá describir la información relacionada a este, el cual es requerido para el modelo conceptual.
- Del mismo modo deberá indicar que acuífero ha modelado; describiendo: la geometría, dimensiones, litología y tipo de acuífero.

**Respuesta:** El titular, presento la información geofísica, geológica-estructural y el modelo geológico empleados para el modelo conceptual hidrogeológico.

Con respecto a la geología superficial utilizó estudios geológicos, logueos de perforaciones de pozos con profundidades entre 250 y 1150 m., así como mapeos estructurales de la zona en estudio.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- e. Respecto a las formaciones kársticas: se menciona que la zona de caliza montañosa tiende a tener poco flujo de escorrentía superficial, lo que indicaría que la superficie de caliza kárstica meteorizada puede infiltrar la mayor parte de las precipitaciones que caen sobre ella alimentando los sistemas de flujo subterráneo más profundos de estas formaciones. Al respecto, el administrado debe de presentar de manera gráfica (mapas y cortes) el funcionamiento de éste tipo de sistema acuífero interpretando la relación que existe con los depósitos glaciales y aluviales, así como con la roca meteorizada. Debe de incluir direcciones de flujo, balances hídricos de cada uno de los bloques kársticos existentes explicando claramente: zonas o puntos (sumideros) de ingreso, la salida (manantiales, otros), y el almacenamiento del flujo de agua.

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que el Gráfico Obs 9-3 (Sección Hidrogeológica AA') y Gráfico Obs 9-4 (Sección\_Hidrogeológica BB') presenta de forma esquemática el funcionamiento del sistema hidrogeológico Las Bambas, en donde se aprecia el funcionamiento de éste tipo de sistema acuífero interpretando la relación que existe con los depósitos glaciales y aluviales, así como con la roca meteorizada, mostrando direcciones de flujo zonas o puntos (sumideros) de ingreso, la salida (manantiales, otros), y el almacenamiento del flujo de agua.

El administrado presenta los balances hídricos de cada uno de los bloques kársticos existentes. Menciona que el balance de los bloques calizos existentes en el área de Ferrobamba o sub-sistema Ferrobamba, queda condicionado por los siguientes elementos:

- Las entradas corresponden a la infiltración directa de agua lluvia en los afloramientos calizos (proceso condicionado por la presencia de un epikarst de desarrollo moderado) y la recarga asociada a la infiltración de aguas superficiales en los lechos de los ríos Ferrobamba y Tambo, donde bajo el aluvial aparece el acuífero calizo.
- La transferencia lateral que se produce a través de las calizas subyacentes al río Récord procedente de las Calizas de Tambollamayo situadas al SE de la localidad de Challhuahuacho y en la zona de confluencia del río Record con el río Tambo.
- La mayor parte de las salidas se produce de forma natural (régimen no influenciado) por los manantiales, aunque en algunos sectores existen bombeos, como en las proximidades del campamento de Pioneros.

El administrado menciona que en el sub-sistema Ferrobamba existen varios bloques de afloramientos calizos (ver Figura IC-Obs 9-7), que condicionan los procesos de recarga del sistema. La descarga del sistema calizo Ferrobamba se produce principalmente en los manantiales de Barrio Manantiales y la descarga del sistema calizo Tambo-Challhuahuacho tiene como descarga el manantial Challhuapuquio.

El administrado presenta el detalle del balance hidrogeológico del sub-sistema Ferrobamba en las Tablas IC-Obs 9-1 a IC-Obs 9-3.

**OBSERVACION ABSUELTA**



*Handwritten signature*

*Handwritten signature*

*Handwritten signature*

*Handwritten initials*

- f. De los piezómetros y niveles de agua subterránea: siendo los piezómetros fuente de información hidrogeológica, empleados para caracterizar tipos de acuíferos, direcciones de flujo, interacción entre formaciones acuíferas, etc., el administrado debe de presentar el mapa de profundidad del nivel de agua subterránea asociado con la profundidad a partir de la cual el piezómetro se encuentra instalado dado que el flujo de agua subterránea ejerce presiones distintas. Ello se evidencia en los distintos niveles de agua subterránea medidos en un mismo punto o piezómetro el cual está preparado para medir flujos de agua a distintas profundidades dado que está asociado con formaciones geológicas distintas. Presentar los mapas de profundidad de agua subterránea asociado con los acuíferos de similares características, dado que podría darse el caso, y de hecho se da que los flujos no son continuos.

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que el régimen piezométrico es libre y localmente semi-confinado para el acuífero principal (Calizas de Ferrobamba) y que se trata de un acuífero monocapa, por lo que el control de este acuífero se ejecuta mediante piezómetros abiertos, por lo que en cada punto de control solo se dispone de un dato del acuífero calizo.

El administrado muestra el Gráfico Obs 9-8 donde se presenta las isopiezas con las direcciones de flujo del sistema Hidrogeológico Las Bambas, correspondientes a noviembre de 2016, el cual fue presentado en el Estudio hidrogeológico incluido en el Apéndice Obs 8-2 (Modelo hidrogeológico WSP, 2018).

**OBSERVACION ABSUELTA**

- g. En relación a los datos presentados en la presente modificatoria corresponde, al año 2011 de un estudio realizado por empresa Golder Associates y Xstrato Cooper Perú. (Pág. 6218). Las bambas deberá indicar, cuál es la red de control piezométrico (informe no lo presenta). Deberá presentar Tabla con la ubicación en coordenadas WGS 84 y el mapa respectivo.



**Respuesta:** Al respecto, el administrado presenta cuadro con la ubicación de pozos (coordenadas de ubicación) donde instalaron los piezómetros, así como el mapa con la ubicación de los mismos.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- h. En relación a los histogramas, lo presentado no refleja lo acontecido en el subsuelo del flujo subterráneo. Por lo cual deberá, presentar los mapas de isopropfundidad e hidroisohipsas con niveles de agua del año en que se realizó el estudio. Memoria y análisis de los mapas antes nombrados.



**Respuesta:** En la información complementaria presentó los mapas Fig IC-Obs. 9-8, 9-9, 9-10 y 9-11 relacionado a los niveles de agua su profundidad y la cota del mismo. Asimismo, realiza una descripción de los mismos.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- i. Respecto a las evidencias de flujos artesianos: presentar las zonas en las cuales se evidencia surgencia y flujos artesianos. Zonificar la extensión espacial y los espesores de los acuíferos confinados.

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que se ha actualizado la tabla de permeabilidades (Tabla Obs 9-4); en ella se han incluido los valores de permeabilidad de las Unidades Hidrogeológicas, incluyendo un resumen de los valores y rangos de permeabilidad adoptados para cada formación. En el Gráfico Obs 9-3 y Gráfico Obs 9-4 (Observación 9c) se muestra la asociación entre la geología existente y su correspondiente valor de conductividad hidráulica.

Complementariamente, el administrado menciona que esta información ha sido obtenida del Apéndice Obs 8-2 (Modelo Numérico -WSP, 2018), donde en el epígrafe 5.8-Permeabilidad y coeficiente de almacenamiento, se incluyeron gráficos y tablas que presentan un resumen de los valores y rangos de permeabilidad adoptados para cada unidad hidrogeológica definida (Tabla Obs 9-4). Además, se ha generado el Apéndice D con los resultados de las diferentes pruebas hidráulicas realizadas por Golder, MWH y Piteau y los mapas de ubicación con su correspondiente valor de conductividad hidráulica.

Handwritten signatures and initials in the bottom left corner of the page.

El titular mostro a través del método de interpolación, la variación espacial y la profundidad.

#### OBSERVACION ABSUELTA

- j. **Respecto a las pruebas hidráulicas:** se han realizado un buen número de pruebas hidráulicas en la zona de estudio y debidamente localizadas. El administrado debe complementar la información presentada en tablas con un mapa y diversos cortes en los cuales se muestre la asociación entre la geología existente y su correspondiente valor de conductividad hidráulica. Mostrar a través del método de interpolación adecuado la variación espacial y la profundidad que presentan los valores.

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que se ha actualizado la tabla de permeabilidades (Tabla Obs 9-4); en ella se han incluido los valores de permeabilidad de las Unidades Hidrogeológicas, incluyendo un resumen de los valores y rangos de permeabilidad adoptados para cada formación. En el Gráfico Obs 9-3 y Gráfico Obs 9-4 (Observación 9c) se muestra la asociación entre la geología existente y su correspondiente valor de conductividad hidráulica.

Complementariamente, el administrado menciona que esta información ha sido obtenida del Apéndice Obs 8-2 (Modelo Numérico-WSP, 2018), donde en el epígrafe 5.8-Permeabilidad y coeficiente de almacenamiento, se incluyeron gráficos y tablas presentan un resumen de los valores y rangos de permeabilidad adoptados para cada unidad hidrogeológica definida (Tabla Obs 9-4). Además, se ha generado el Apéndice D con los resultados de las diferentes pruebas hidráulicas realizadas por Golder, MWH y Piteau y los mapas de ubicación con su correspondiente valor de conductividad hidráulica.

**En información complementaria,** presento los valores y rangos de permeabilidades han sido obtenidos a partir de los datos históricos de las pruebas hidráulicas realizadas por Golder, MWH y Piteau. En el Apéndice C del Estudio Hidrogeológico (actual Apéndice IC-Obs 9-2) se presentan los resultados de las pruebas de permeabilidad y los mapas de ubicación de los piezómetros en los que las pruebas se realizaron.

El administrado presenta la Tabla Obs IC-9-4 presenta los rangos en los que varía la permeabilidad en la litología presente en el Sistema Hidrogeológico Las Bambas. La Figura IC-Obs 9-12 presenta la distribución de los valores de permeabilidad medidos en las distintas pruebas realizadas en campo.

El administrado menciona que el método de asignación de los valores de permeabilidad es de acuerdo con cada unidad hidrogeológica, la cual ha sido previamente definida en un bloque geológico 3D donde están representadas las 5 (cinco) unidades hidrogeológicas.

La asignación de la conductividad hidráulica a cada uno de los elementos que constituyen el bloque geológico 3D ha seguido la siguiente metodología:

- Análisis estadístico de los valores obtenidos en los ensayos y pruebas de campo ejecutados para establecer los rangos más probables de variación del parámetro conductividad hidráulica o permeabilidad para cada unidad hidrogeológica definida (ver Tabla IC-Obs 9-5).
- Asignación de valores anómalos y análisis de las razones que pueden justificar estos valores (usualmente el parámetro permeabilidad responde a una función de distribución tipo log-normal). En el caso del Sistema Hidrogeológico Las Bambas, los valores anómalos se deben a la existencia de fracturas abiertas en la U.H. Calizas de Ferrobamba.
- Constatación del amplio rango de variabilidad estadística del parámetro permeabilidad en cada una de las unidades hidrogeológicas definidas (Tabla IC-Obs 9-5). La variabilidad que presenta este parámetro es muy elevada en las unidades: intrusivo, skarn y calizas, ya que en estas unidades la permeabilidad es secundaria y condicionada a la presencia de fracturas (abiertas y/o rellenas).

#### OBSERVACION ABSUELTA

- k. **En relación a la Hidráulica subterránea,** en el informe de línea base (pág. 821) indica que las propiedades hidráulicas (conductividad hidráulica y transmisividad) de las formaciones se midieron a distintas profundidades en 47 perforaciones. Los resultados se agruparon por formación (volcánicas, depósitos superficiales, caliza, intrusivas meteorizadas e intrusivas frescas) como se muestra en la Tabla 3.2.3.3-6 que presenta los valores máximos, mínimo y media geométrica de la conductividad hidráulica para



Am

B

M

51

cada formación. La Tabla 3.2.3.3-7 presenta los valores de Transmisividad obtenidos y el Anexo 3.2.3.3-4 presenta los resultados de las pruebas de conductividad, pero todas las pruebas fueron realizados en el EIA por Golder en el año 2011, por lo que, Las Bambas:

- Indicar si han efectuado pruebas en el estudio hidrogeológico realizado por WSP 2017.
- Se revisó la descripción de las propiedades hidráulicas (págs. 821, 822, 823, 824, 825) en esta última indican que Itasca -2015 efectuaron 7 pruebas, pero solo hubo resultados en 3 pozos (PW-14, PW1-1, PW-17) con caudales mínimos de 15 a 18 l/s. Presentar los resultados de las pruebas faltantes.
- Explicar porque ejecutaron pruebas de bombeo en rocas intrusivas sabiendo que presentan de muy baja a nula permeabilidad, y por que utilizan estos valores en sus análisis.
- El administrado debe mostrar en un Mapa los pozos donde se realizaron las pruebas.
- Presentar los resultados de las pruebas: parámetros hidráulicos (K, T y s) presentar tablas con los resultados.

**Respuesta:** Al respecto el administrado indica en su informe que han realizado 1009 pruebas hidráulicas y manifiesta que no era necesario realizar pruebas adicionales, motivo por el cual han utilizado la información realizado en años anteriores.

Al respecto los resultados de las pruebas de Itasca son mostrados el modelo numérico del 2018.

Asimismo, presentan en un mapa lo solicitado, la ubicación de los pozos donde se realizaron las pruebas de bombeo. En cuadro (Obsrv. 9-5) presentan los resultados de las pruebas de bombeo que han realizado.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- I. Deberá presentar un mapa y cortes en la cual se pueda apreciar las magnitudes de los vectores de dirección de la conductividad hidráulica ( $K_{xx}$ ,  $K_{yy}$ , y  $K_{zz}$ ) que establecen la dirección predominante de flujo del agua subterránea, dado que el medio no es isotrópico, el cual es necesario para el modelo numérico de flujo.

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que en el Apéndice C adicional al informe del estudio hidrogeológico (Apéndice Obs 8-2) se presentan los resultados de las pruebas hidráulicas realizadas a la principal Unidad Hidrogeológica considerada en el modelo conceptual desarrollado, que corresponde a las Calizas de la Fm. Ferrobamba, la cual constituye el principal acuífero del sistema hidrogeológico simulado mediante el modelo numérico. Esta formación acuífera ha sido descrita como una unidad con permeabilidad secundaria asociada a procesos de fracturación y karstificación. Por tanto, se conceptualiza como una roca de comportamiento acuífero (roca caliza), que adquiere permeabilidad secundaria por fracturación y desarrollo de un proceso de karstificación, más notable en los tramos superiores (mayor descompresión litoestática - fracturas más abiertas).

El administrado complementa lo dicho indicando que este acuífero por fisuración/karstificación se conceptualiza como una matriz rocosa fracturada y diaclasada de moderada a baja difusividad (transmisividad moderada a baja y capacidad de almacenamiento limitada), pero con fracturas y/o conductos que condicionan el proceso de flujo subterráneo, por su mayor transmisividad relativa y su muy limitado almacenamiento específico. De forma que, la matriz rocosa fracturada provee el almacenamiento (función capacitiva), mientras las fracturas dominantes y/o conductos kársticos, condicionan el drenaje (procesos de descarga) (función conductora).

El administrado sustenta la conceptualización isotrópica del medio rocoso en base a lo expresado por la comunidad científica internacional, la cual admite la conceptualización de los sistemas calizos con karstificación atendiendo al siguiente criterio: Una matriz rocosa caliza conceptualizada como un medio poroso equivalente, donde se ha fijado un modelo para el tensor de permeabilidades equivalente ( $K_{xx}=K_{yy}=K_{zz}$ ), ya que no existen datos que permitan plantear otra alternativa; y un descenso de la permeabilidad con la profundidad (pérdida de permeabilidad con la carga litoestática y sellado de fracturas por fluidos de origen intrusivo).

**OBSERVACION ABSUELTA**

- m. Respecto a la estimación de la recarga: considerando que la estimación de la recarga es la más incierta de todas las variables y valorando el esfuerzo mostrado en los estudios



Handwritten signatures and initials at the bottom left of the page.

existentes se acepta como válidas las asunciones presentadas para la obtención de los valores. Sin embargo, el administrado debe de complementar los cálculos presentados de manera que se puedan asociar con la variabilidad temporal que existe en la zona de estudio. Esta variación temporal y espacial es necesaria durante la modelación del flujo de aguas subterráneas en régimen transitorio.

**Respuesta:** Presento en el Apéndice C adicional al informe del estudio hidrogeológico (Apéndice Obs 8-2) los resultados de las pruebas hidráulicas realizadas a la principal Unidad Hidrogeológica considerada en el modelo conceptual desarrollado, que corresponde a las Calizas de la Fm. Ferrobamba, la cual constituye el principal acuífero del sistema hidrogeológico simulado mediante el modelo numérico. Esta formación acuífera ha sido descrita como una unidad con permeabilidad secundaria asociada a procesos de fracturación y karstificación. Por tanto, se conceptualiza como una roca de comportamiento acuífero (roca caliza), que adquiere permeabilidad secundaria por fracturación y desarrollo de un proceso de karstificación, más notable en los tramos superiores (mayor descompresión litoestática - fracturas más abiertas).

#### OBSERVACION ABSUELTA

- n. Respecto al coeficiente de almacenamiento: considerando que se han efectuado las mediciones en campo para la obtención de dicho parámetro, el administrado debe de presentar un mapa y cortes asociados con la geología existente y sus valores de coeficiente de almacenamiento evaluado en campo. Este valor es de especial valía en la modelación numérica a régimen transitorio.

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que el Mapa 3.2.3.3-3 del documento correspondiente a la Tercera MEIA presenta la ubicación de los pozos en los que se realizaron las pruebas de bombeo, la litología asociada y los valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento calculados.

En cuanto al coeficiente de almacenamiento, los valores calculados son de 0,2 en el pozo PW-14 y 0,9 en el pozo PW-17.

#### OBSERVACION ABSUELTA

- o. En la pág. 224, en su informe indican que han determinado los radios de influencia y propiedades hidráulicas con coeficiente de almacenamiento (s) y Transmisividad (T). Explicar cómo determinaron "s" y cuáles fueron los pozos de control.

**Respuesta:** El administrado indica que han realizado las pruebas de bombeo con pozos de control que les ha permitido determinar los parámetros hidráulicos, principalmente el coeficiente de almacenamiento. Presentan un cuadro (tabla Obs 9-5) con los resultados de las pruebas de bombeo realizadas a caudal constante.

#### OBSERVACION ABSUELTA

- p. Respecto a la Hidrogeoquímica: Mostrar en un mapa la red de control y en una tabla su ubicación en coordenadas UTM WGS 84. Presentar una tabla con los resultados del análisis físico químico y de los metales del año de estudio (2017) y los registros históricos de las mediciones realizadas desde el 2006 hasta la actualidad. Analizar y comparar dichos resultados.

**Respuesta:** Indica que en el cuadro (tabla Obs 9-6) muestra los pozos que utiliza para el monitoreo hidrogeoquímico, asimismo presentan un mapa con su ubicación, que han sido corroborado en la revisión.

Con respecto a lo solicitado referente a los análisis físico químico y de metales (2017), así como los registros históricos (2006-2017) han presentado lo solicitado, asimismo realizan el análisis de los resultados.

#### OBSERVACIÓN ABSUELTA

- 4.10. **Observación N° 10.-** Respecto al "modelo conceptual", dado que, conforme se ha ido investigando la zona de estudio, el modelo conceptual ha sido actualizado. En tal sentido y de manera gráfica, el administrado debe de mostrar las diferencias encontradas, fruto del avance en el conocimiento, entre el modelo conceptual elaborado por Golder



Ad

8

PA

51

**Associates (2010) y el elaborado por WSP (2017), dado que en el estudio elaborado por WSP (2017) se presentan las mismas asunciones a las que llegó en el 2010.**

- a. **En base a las observaciones contenidas en la observación previa, presentar el modelo conceptual actualizado.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que el modelo hidrogeológico conceptual considerado en el estudio hidrogeológico de WSP, 2018 se basa en la información recopilada en la línea base recogida en el estudio de línea base ejecutado para el EIA aprobado en 2011 (informe Golder Associates, 2010) y en las hipótesis de funcionamiento hidrogeológico general planteadas en este documento, donde se ejecutó un significativo levantamiento de información de carácter geológico e hidrogeológico, constituyendo la base argumental del EIA aprobado (Línea Base), y conformando la referencia fundamental de las sucesivas actualizaciones ejecutadas, incluyendo el estudio del 2017, en función de la nueva información generada.

El administrado menciona que en el estudio hidrogeológico actualizado al 2018 (Apéndice Obs 8-2) se incorpora la nueva información generada desde que se elaboró el estudio de Línea Base referente, principalmente, a niveles piezométricos, mencionando, que las consideraciones establecidas sobre el funcionamiento del sistema eran acertadas y por otro, que hasta 2014 el sistema hidrogeológico se mantiene en estado de equilibrio, sin registrar variaciones anómalas en los niveles piezométricos.

Luego de haber revisado la información presentada en el Apéndice Obs 8-2 correspondiente al modelo presentado, este cuenta con todos los componentes del modelo conceptual y las áreas adicionales producto de esta modificatoria.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- b. **Presentar el modelo hidrogeológico conceptual considerando la presencia de todos los componentes existentes materia de la Tercera MEIA.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que no todos los componentes que constituyen la Tercera MEIA pueden tener un impacto potencial sobre el componente subterráneo del ciclo hidrológico, lo cual se considera correcto. De los 31 componentes que comprende la Tercera MEIA, seleccionaron aquellos que tienen potencial de impacto sobre las aguas subterráneas, bien porque modifican sustancialmente la recarga, es decir el ingreso de agua al sistema y las condiciones de flujo subterráneo o las descargas. Estos componentes son:

- Modificación en la geometría del Tajo Ferrobamba (ampliación menor en la huella final y reducción de la profundidad final del tajo).
- Modificación en la geometría del depósito de desmonte Ferrobamba (ampliación menor en la huella final).
- Botadero de baja ley, el cual queda incluido en la huella final del depósito de desmontes de Ferrobamba.

El Gráfico Obs 10-3, presentado por el administrado muestra la discretización de los componentes de la Tercera MEIA (2025).

**OBSERVACION ABSUELTA**

- c. **Presentar la influencia de los componentes superficiales más importantes (relavera, tajo Ferrobamba, desmonteras, etc., en las condiciones actuales de flujo de agua subterránea, por efecto de la alteración del escurrimiento superficial, zonas de infiltración, cambios en las condiciones de borde, etc.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que en la sección 5-12 Simulación predictiva. Periodo de operaciones 2017-2033, del estudio hidrogeológico Actualizado de 2018 (Apéndice Obs 8-2) se incluyó la influencia de los principales componentes considerados en la Tercera MEIA, sobre el funcionamiento hidrogeológico del sistema. Luego de revisar la sección 5-12 mencionada se concluye que el análisis realizado es correcto en la determinación de la influencia de los componentes superficiales más importantes en las condiciones actuales de flujo de agua subterránea, por efecto de la alteración del escurrimiento superficial, zonas de infiltración y cambios en las condiciones de borde.

**OBSERVACION ABSUELTA**



Handwritten signatures and initials in the bottom left corner of the page.

- d. **Precisar de manera clara la extensión del dominio del modelo, dado que lo que se muestra es el dominio del modelo expresado a través de la cuenca hidrológica y no la hidrogeológica.**

**Respuesta:** Indicar que los límites del modelo numérico responden a la definición del modelo conceptual de funcionamiento definido para el Sistema Hidrogeológico Las Bambas, en el que se involucra la actual operación de Ferrobamba y las proyecciones futuras en Chalcobamba y Sulfobamba, siendo imprescindible considerar el efecto sinérgico del resto de futuras operaciones que tendrán lugar en las cuencas contiguas, esto es las operaciones de Chalcobamba y Sulfobamba. De esta forma, el límite del modelo numérico involucra las cuencas de Ferrobamba, Chalcobamba y Sulfobamba, abarcando un área total de 153 Km<sup>2</sup>, con una longitud de 23 Km en la dirección NO-SE, y de 10 Km en la dirección SO-NE. El Gráfico Obs 10-3, presentado por el administrado muestra la discretización de los componentes de la Tercera MEIA (2025).

**OBSERVACION ABSUELTA**

- e. **En el ítem 3.2.3.3.3.1 el límite del sistema hidrogeológico Ferrobamba (SHF) (pág. 827) fue delimitado lateralmente utilizando el mapeo geológico y estructural, describir la geometría del horizonte saturado, que posteriormente será modelado.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que el SH Las Bambas está constituido por cinco (5) unidades hidrogeológicas (Calizas de Ferrobamba, Intrusivo, Skarn, Volcánico y Cuaternario), de permeabilidad variable en función de la naturaleza de las unidades que lo constituyen, y cuya disposición geológica y espesores se conocen por los trabajos de geología de campo.

El administrado menciona que el principal acuífero lo constituyen las Calizas de la Fm. Ferrobamba, cuyos espesores son variables con un máximo de 1500 m, y que tiene una longitud máxima de 9,4 km y un ancho máximo de 23,9 km, lo que supone un área de afloramiento en superficie de 23,9 km<sup>2</sup>.

Respecto al horizonte saturado, se infiere de la respuesta dada por el administrado, que corresponde a la U.H. constituida por las calizas de la Fm. Ferrobamba.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- f. **Precisar de manera clara el límite definido como basamento impermeable, lo cual servirá para definir la extensión vertical del modelo.**

**Respuesta:** El administrado ha presentado una serie de mapas técnicos relacionado a la hidrogeología, así como secciones o cortes geológicos para definir la geometría del acuífero (horizonte saturado): caliza Ferrobamba y depósitos sueltos aluviales. Revisado éstos, se confirma lo indicado por el administrado.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- g. **Definir de manera clara la extensión lateral y vertical de los distintos tipos de acuíferos. Establecer su geometría y su asociación con cada componente de la U.M. Las Bambas. Ello permitirá asociar de mejor manera los impactos existentes y las medidas de mitigación.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que a través de varios mapas y secciones hidrogeológicas presentadas (Gráfico Obs-6: Mapa de unidades hidrogeológicas declaradas como acuíferos; Gráficos Obs 9-3 y Obs 9-4: Secciones Hidrogeológicas transversal y longitudinal; y Gráfico Obs 9-5: Mapa de isoespesores para las Calizas de Ferrobamba) se define claramente la extensión lateral y vertical de los distintos tipos de acuíferos: Calizas de Ferrobamba y Cuaternarios; estableciendo la geometría de los mismos y su relación con cada componente de la U.M. Las Bambas.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- h. **En el ítem 3.2.3.3.3.2 (pág. 828) indican hasta 5 unidades hidrogeológicas. De acuerdo a factores geológicos e hidrogeológicos deben haber tres (03): 1) acuífero poroso no consolidado (aluviales cuaternarios), 2) acuífero fisurado sedimentario (formación Ferrobamba) y 3) acuitardos/acuífugo (formaciones volcánicas y metamórficas -cuarcitas y rocas ígneas-intrusivas). Explicar porque indican que hay 5 unidades hidrogeológicas.**



Handwritten signatures and initials, including a large '51' at the bottom.

**Respuesta:** El administrado señala que el estudio hidrogeológico considero diferenciar la U.H Skarn y la Volcánica por su génesis, motivo por el cual suman cinco (5) unidades hidrogeológicas.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- i. En la pág. 829 la Tabla 3.2.3.3.-13 Condiciones hidráulicas (Las Bambas) presenta errores. Cambiar Litología por formación (una caliza, una roca intrusiva y otros no son formaciones geológicas)

**Respuesta:** El administrador ha realizado los cambios solicitados.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- j. Los valores de K que muestra WSP son resultados de pruebas realizadas en el 2017, presentar los gráficos de las pruebas y sus características técnicas.

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que los valores de permeabilidad (K) y del resto de parámetros hidrodinámicos presentados en el Estudio Hidrogeológico Actualizado en 2018 (Apéndice Obs 8-2 - WSP, 2018) se ha obtenido del análisis de antecedentes. Todos los valores considerados proceden de los estudios anteriores (Golder, 2010, MWH, 2009 y 2013, Piteau, 2009 y 2013).

El administrado indica que dado el número de datos disponibles (619 pruebas de permeabilidad) y su distribución espacial y según formaciones geológicas, no se consideró necesario realizar nuevas pruebas hidráulicas, ya que el número y la distribución espacial de las pruebas permiten caracterizar de forma correcta todas las unidades hidrogeológicas presentes en el área de estudio.

El administrado indica que la información solicitada se encuentra incluida en el Apéndice C adicionado al Apéndice Obs 8-2.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- k. Casi en su totalidad los horizontes geológicos presentan permeabilidades muy bajas. Indicar si estos son los valores que han trabajado u obtenido en campo.

**Respuesta:** El administrado ha utilizado valores para cada unidad hidrogeológica en base a los resultados de las pruebas de permeabilidad realizado en años anteriores.

**OBSERVACION ABSUELTA**

**Mostrar de manera clara la respuesta de los niveles piezométricos en asociación con el estrés (recarga, bombeos, etc) al que viene siendo sometido el sistema acuífero.**

**Respuesta:** Presentó información de los piezómetros del área de estudio presentan un comportamiento estacional con una evidente respuesta ante la recarga por infiltración de la precipitación y en los cauces, pero con un cierto desfase temporal con respecto al momento en el que se produce la recarga, que se encuentra entorno a los 2-3 meses, sobre todo en el caso de infiltración de agua de lluvia.

El administrado indica que el análisis detallado de la respuesta de los niveles piezométricos registrados en la red de control de la Unidad Minera de Las Bambas indica que los únicos piezómetros que han registrado hasta la fecha el efecto de los bombeos son el piezómetro MW06-02A y el piezómetro PW06-01.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- m. En el Ítem 3.3.3.3.4 Condiciones actuales (pág. 830) – Monitoreos del 2012-2017.

El mapa no es explicativo, en este deben colocar los piezómetros que conforman la red desde el 2006 hasta la fecha que se realizó en trabajo hidrogeológico con los niveles estáticos medidos que permitirá elaborar mapas temáticos: isopropundidad de los niveles estáticos y de cotas de los niveles. Agregar en la Tabla 3.2.3.3.-14 Piezómetros de monitoreo de niveles piezométricos dos columnas una para las mediadas de los niveles de agua en metros y la otra para la fecha de su medición. Replantear el mapa presentado en la pág. 834 en relación al descenso de los niveles, considerando que no es explicativo.



Handwritten signatures and initials at the bottom left of the page.

**Respuesta:** El administrado indica que las condiciones actuales se presentarán en el ítem 3.3.3.3.3.4 (pág. 830) las cuales han sido reformulados para ser más explicativo de la siguiente manera:

- La Tabla 3.2.3.3-14 (ver Tabla Obs 10-5) presenta la información básica de los puntos de control piezométrico desde 2006 a la actualidad, donde han sido registrados los datos necesarios para construir los mapas temáticos de niveles piezométricos ya presentados.
- El Mapa Obs 10-1 presenta la ubicación de los puntos que conforman la red de control de los niveles de agua subterránea.
- El Mapa Obs 10-2 muestra la variación de los niveles piezométricos en cada estación desde que se cuenta con registros (el Anexo 3.2.3.3-6 presenta los datos de manera individual para cada punto de la red de control piezométrico).
- La Tabla 3.2.3.3-15 (ver Tabla Obs 10-6) presenta la diferencia de los niveles en temporada seca entre el inicio y fin del monitoreo, y el descenso alcanzado debido a las actuales actividades mineras.

En el Mapa Obs 10-3 corresponde a la Figura 3-11 del Estudio Hidrogeológico Actualizado a 2018 (Apéndice Obs 8-2) y presenta el mapa de isopiezas para la condición actual (noviembre 2016), construido a partir de la información piezométrica registrada en las redes de control de Las Bambas, la cual en la actualidad se encuentra distribuida convenientemente en áreas como los depósitos de relaves, tajo Ferrobamba y cauces de cursos de agua.

#### OBSERVACION ABSUELTA

##### n. **Mostrar la diferenciación entre los distintos niveles freáticos y los niveles piezométricos.**

**Respuesta:** Presento la Tabla 3.2.3.3-17 presentada en la observación anterior (ver Tabla Obs 10-6), incluye la información sobre la evolución registrada en los niveles piezométricos, expresados como descensos con respecto a la situación inicial.

La Tabla Obs 10-6 muestra la diferencia piezométrica estacional y los descensos totales registrados. Los rangos de variación evaluados van del 2007 al 2015, como rangos más amplios de estudio y del 2011 al 2014 como rango más corto de estudio. Se aprecia que el descenso máximo medido es de -35 m registrado en el punto TH-04 ubicado en la huella del tajo Ferrobamba, mientras que el ascenso máximo registrado de -24 m se ha registrado en los puntos TH-05 y TW09-01 ubicados fuera de la huella del tajo Ferrobamba, en las cercanías del río Ferrobamba y dentro de la huella del tajo Ferrobamba, respectivamente.

#### OBSERVACION ABSUELTA

**Mostrar la interrelación entre los distintos tipos de acuíferos existentes (kárstico, aluvial, confinado, etc.) y explicar el intercambio de agua entre dichos acuíferos, ya que se encuentran en contacto.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que en el modelo conceptual se establece que el sistema hidrogeológico vinculado a la U. M. Las Bambas corresponde a un sistema único y continuo, en los que las unidades hidrogeológicas que lo constituyen presentan un comportamiento hidrogeológico diferenciado, en función de las propiedades hidrodinámicas definidas mediante ensayos y pruebas de campo de permeabilidad, pero mostrando continuidad hidráulica dentro de los límites definidos.

El administrado indica que, de esta forma la U.H. Cuaternaria, por lo general, es la unidad a través de la cual se establece la conexión río-acuífero, de forma que:

- La U.H. cuaternaria constituye la unidad a través de la cual se descarga la unidad de intrusivos.
- En la zona de descarga hacia el río Record, el flujo subterráneo pasa de la U.H Calizas de Ferrobamba hacia el cauce del río a través de la U.H de cuaternario.

El administrado indica que en la zona central del sistema hidrogeológico las Bambas, que corresponde con parte alta de las cuencas, aflora la unidad de intrusivos junto con la unidad de skarn. Estas unidades reciben directamente la recarga por infiltración de agua de lluvia a través de la franja de materiales meteorizados. Esta agua de recarga alcanza la zona saturada del macizo rocoso y fluye de forma subterránea hacia la U.H Calizas de Ferrobamba siguiendo las direcciones preferenciales del flujo subterráneo NO-SE. Los planos piezométricos presentados en los Gráficos Obs 9-8 (régimen natural) y Obs 9-9 (régimen influenciado noviembre 2016)



Handwritten signatures and initials, including a large 'S1' at the bottom.

que han sido presentados en el Estudio Hidrogeológico Actualizado en 2017 y que corresponde con el Apéndice Obs 8-2 (WSP, 2018) muestran lo mencionado.

Del mismo modo, indica que la transferencia lateral subterráneas entre las rocas intrusivas de la zona central de la cuenca y las calizas de Ferrobamba está controlada por la baja permeabilidad de la unidad de intrusivos y del skarn. Lo expresado se muestra gráficamente en los mapas y secciones del Gráfico Obs 9-6: Mapa de unidades hidrogeológicas declaradas como acuíferos; y Gráficos Obs 9-3 y Obs 9-4: Secciones Hidrogeológicas transversal y longitudinal.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- p. **Establecer de manera precisa el grado de confianza del modelo conceptual, las simplificaciones del sistema real y cómo estas limitaciones han de incidir en la conformación del modelo numérico.**

**Respuesta:** Indica que para determinar el grado de confianza utilizó el documento elaborado por la AGWGMG (2012) - *Australian Groundwater Modelling Guidelines (2012)*, el cual como evaluadores consideramos un documento válido. En ese sentido el administrado establece que el grado de confianza del modelo conceptual es el Tipo 2, con lo cual es adecuado para estudios de impacto ambiental.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- 4.11. **Observación N° 11.- Respecto al modelo numérico de flujo actualizado. Se le encargó la tarea de actualizar el modelo numérico de flujo a WSP (2017), sin embargo, se menciona que es el mismo modelo realizado por ITASCA (2015). En tal sentido, el administrado debe de presentar el modelo numérico de flujo tomando en consideración lo siguiente:**

El Modelamiento numérico, es una herramienta técnica que permite predecir o simular el comportamiento del agua en el subsuelo y los impactos que tendrá sobre el acuífero o sistema de acuíferos a futuro, tanto en calidad como cantidad, pero si no tiene bien definido el acuífero o sistema de acuíferos (geometría: forma, limite, dimensiones, espesores), recarga, parámetros hidráulicos, volumen explotado y otros datos, se basaría en un modelo conceptual erróneo y por consiguiente en un modelo numérico con errores, en ese sentido es necesario que la empresa absuelva, en base a las observaciones contenidas en la observación previa y deberá presentar el modelo numérico actualizado.

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que como ya fue explicado en la respuesta a la observación 10 p), incluida en el presente documento, ha seguido las directrices de la Australian Groundwater Modelling Guidelines (AGWGMG, 2012) siendo posible afirmar que el modelo numérico desarrollado es adecuado al objetivo fijado (análisis de impacto ambiental), ya que se fundamenta en un modelo conceptual robusto, actualizado y suficientemente documentado y ha sido desarrollado en referencia a una suficiente cantidad de información hidrogeológica. De acuerdo a la revisión realizada se incluyó las áreas y/o componentes del presente MEIA. El MNF presentado contempla la geometría, recarga, etc., acorde con el Modelo Hidrogeológico Conceptual (MHC).

**OBSERVACION ABSUELTA**

- b. **Presentar los criterios que emplearon para realizar el modelamiento numérico de flujo del acuífero partiendo de la colección de datos de campo, su compilación e interpretación.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que los criterios utilizados para definir el modelo numérico de flujo se fundamentan en el análisis e interpretación de la información de carácter geológica e hidrogeológica recopilada en el área de estudio a partir de los estudios de caracterización, así como de los datos recopilados en las diferentes redes de control, que constituyen los antecedentes del Estudio Hidrogeológico Actualizado en 2018, junto con la caracterización hidrológica del área de estudio, la cual fue actualizada en el marco de la presente modificatoria (Estudio climático e hidrológico de la cuenca de Ferrobamba, WSP, Marzo, 2017) y en base a la cual se ha establecido la precipitación media anual que ha permitido establecer la recarga de las distintas unidades hidrogeológicas.



Handwritten signatures and initials at the bottom left of the page.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- c. **Explicar de manera precisa el objetivo del modelo y para que se está creando. Asociar ello con los objetivos de la Tercera Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Unidad Minera Las Bambas. Incluir los componentes a ser evaluados, dado que en base a esta herramienta será posible predecir los impactos al recurso hídrico subterráneo.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que en el epígrafe 5.1 del Estudio Hidrogeológico Actualizado de 2018 (WSP, 2018), Apéndice Obs 8-2 se menciona que el objetivo del modelo numérico actualizado en 2018 ha sido múltiple:

- Estimar la influencia del desarrollo de la operación minera planteada en la tercera MEIA sobre el caudal base de los principales ríos y quebradas,
- Estimar la influencia del desarrollo de la operación minera planteada en la tercera MEIA sobre el caudal de descarga en los manantiales.
- Analizar la evolución piezométrica del sistema hidrogeológico durante la etapa de operación, cierre y post-cierre planteado en la Tercera MEIA.

Respecto a los componentes a ser evaluados se presentaron en la Obs. 10-b.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- d. **Explicar la intensidad del uso del modelo y si con el nivel de confianza del mismo se pueden lograr. En todo caso, en base al análisis del nivel de confianza del modelo, sustentar los resultados a ser obtenidos.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que la intensidad de uso del modelo numérico es el de analizar el impacto incremental que las modificaciones consideradas en la Tercera MEIA, las cuales corresponden a un incremento del 12% en la huella del tajo Ferrobamba y de 6% en la huella del depósito de desmonte de Ferrobamba podría suponer sobre el flujo base de los cursos superficiales y en el caudal de los manantiales del subsistema hidrogeológico Ferrobamba.

El administrado indica que el modelo numérico hidrogeológico actualizado al 2018 de Las Bambas, calificado como de Nivel de Confianza Tipo 2 según los lineamientos fijados por el *Australian Groundwater Modelling Guidelines (AGWMC)*, permite:

- Predecir los impactos, sobre el sistema hidrogeológico, derivados del proyecto minero.
- Alcanzar una estimación suficiente de las necesidades de drenaje minero.
- Diseñar los esquemas de gestión de aguas subterráneas y simular la respuesta del sistema hidrogeológico.
- Estimar las trayectorias de desplazamiento de eventuales contaminantes que alcancen el flujo subterráneo saturado y definir zonas de protección.
- Optimizar las redes de control y monitoreo de aguas subterráneas.
- Simular las respuestas de las medidas de control y/o mitigación que se propongan.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- e. **Presentar vistas en planta y en corte que permitan apreciar la configuración numérica del modelo comparado con la conformación conceptual del modelo, dado que el modelo numérico de flujo se obtiene a partir del modelo conceptual.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que en los Gráficos Obs 9-3 y Obs 9-4) que se incluyen en el Apéndice Obs 8-2 se muestra lo solicitado.

El administrado indica que en el epígrafe 5.5 del Estudio Hidrogeológico Actualizado de 2018 (WSP, 2018) (Apéndice Obs 8-2) ha incluido la comparación de las secciones hidrogeológicas trazadas y la distribución de permeabilidades del modelo numérico, donde se permite apreciar como la configuración numérica del modelo numérico se adapta al modelo geológico conceptual, considerando las franjas activas del sistema kársticos en las Calizas de Ferrobamba.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- f. **Que consideraciones se tomaron en cuenta en el modelo, considerando que no se han efectuado perforaciones, pruebas de bombeo, mediciones de aforos, etc.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que el modelo numérico actualizado en 2018 (Apéndice Obs 8-2) toma como punto de partida los modelos numéricos



Handwritten signatures and initials, including a large 'A' and 'SC' at the bottom.

previamente desarrollados, así como los datos asociados a los modelos conceptuales definidos en procesos de aprobación ambientales ya aprobados (EIA y SEGUNDA MEIA), así como en estudios de detalle desarrollados por la U.M. Las Bambas.

El administrado indica que la última actualización del modelo numérico ejecutada en 2018 (Apéndice Obs 8-2), además de la actualización del plan de minado, considerado para la tercera MEIA, incluyó ciertas modificaciones para ajustar el modelo conceptual al mayor entendimiento del sistema que se obtuvo a partir de la información disponible, tal y como se ha explicado en la observación n° 10 a), además de incluir las modificaciones necesarias para adaptar el modelo numérico a los objetivos de estimación de impactos sobre el flujo base y análisis de la evolución del sistema durante la fase de clausura.

En el epígrafe 5.9 del Estudio Hidrogeológico Actualizado de 2018 (WSP, 2018) (Apéndice Obs 8-2) se ha incluido las modificaciones del modelo numérico ejecutadas para adaptar en mayor medida a las nuevas precisiones sobre el funcionamiento hidrodinámico del sistema hidrogeológico y que corresponden, principalmente, a la relación río-acuífero en los tramos en los que los ríos se comportan como perdedores; y al funcionamiento hidrodinámico de las principales estructuras geológicas y su conexión con los principales puntos de descarga. Además, la actualización del modelo incluye la nueva información piezométrica generada por MMG Las Bambas durante 2016, que ha sido utilizada para la calibración del modelo en régimen transitorio.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- g. Explicar el criterio y la metodología que se utilizó en la completación de datos espaciales, dado que no se aprecia una distribución espacial de los datos a partir de la interpolación de ellos. El modelador debe de sustentar la asignación de un solo valor de recarga en ciertas zonas del modelo, como cauces de ríos en los cuales tasa de recarga es variable.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que son dos las variables de extensión espacial más relevantes en el modelo numérico de flujo: la conductividad hidráulica y la recarga.

El administrado menciona que respecto a los valores de conductividad hidráulica consignado a cada uno de los elementos que constituyen el bloque geológico 3D, se ha seguido la siguiente metodología:

- Análisis estadístico de los valores obtenidos en los ensayos y pruebas de campo ejecutados para establecer los rangos más probables de variación del parámetro conductividad hidráulica o permeabilidad para cada unidad hidrogeológica definida (ver Tabla Obs 10-2).
- Asignación de valores anómalos del parámetro permeabilidad por unidades hidrogeológicas definidas y análisis de las razones que pueden justificar estos valores anómalos (usualmente el parámetro permeabilidad responde a una función de distribución tipo lognormal).
- Constatación del amplio rango de variabilidad estadísticas del parámetro permeabilidad en cada una de las unidades hidrogeológicas definidas (ver Tabla Obs 11-5).
- Optar por aplicar un modelo de asignación de parámetros acorde con el modelo conceptual de flujo dual que se asigna a este tipo de unidades hidrogeológicas, con una matriz de roca fracturada de baja a muy permeabilidad y que funciona como un medio poroso equivalente; y unas fracturas dominantes y conductos que condicionan el flujo (estructuras de alta permeabilidad o estructuras con función barrera).
- Este esquema de permeabilidad dual reproduce en el modelo numérico la variabilidad que se consigna mediante los ensayos y pruebas ejecutados en campo. Para reforzar este criterio de anisotropía, se ha asignado una variabilidad del parámetro permeabilidad en la vertical, lo que tiende a reproducir un flujo de tipo tridimensional en el macizo rocoso calizo/intrusivo de baja permeabilidad.

El administrado indica que el tipo de modelo conceptual y numérico de permeabilidad dual corresponde al tipo *Discrete Feature-Continuum Model* descrito por diversos autores (ver Gráfico Obs 11-8) y asegura, en medios con karstificación, como es el caso de Las Bambas, la



Handwritten signatures and initials at the bottom left of the page.

mejor solución posible para simular el medio heterogéneo y anisótropo. La metodología utilizada para distribuir espacialmente la tasa de recarga en los cauces (ríos netamente perdedores), se ha partido de los resultados de aforos diferenciales ejecutados en diferentes periodos de tiempo en los ríos Ferrobamba y Tambo, por lo que se tiene una suficiente información de los caudales que se infiltran desde los cauces.

El administrado menciona que las asignaciones de las tasas de recarga impuestas en el modelo numérico responden a varios criterios: En un modelo de ámbito regional, como es el caso del modelo numérico de Las Bambas, se utilizó métodos simplificados de asignación de la recarga mediante el uso de sistemas basados en modelos lineales, donde se combinan varios parámetros que intervienen y condicionan los procesos de infiltración del agua de lluvia. Se utilizó métodos que combinan como: pendiente, altitud, tipo de suelo y litología, para obtener un valor del coeficiente de infiltración que aplicar a la precipitación y fijar, así, la recarga por infiltración de agua de lluvia.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- h. **Explicar y/o sustentar, la interacción entre el agua que escurre superficialmente y el acuífero respectivo, dado que se han identificado zonas, como en el río Tambo, en las cuales el flujo de agua superficial se infiltra en su totalidad. Explicar qué tipo de condición de borde y con qué restricciones se ha logrado representar tal situación.**

**Respuesta:** En la información complementaria señala que el funcionamiento del sistema en base al modelo hidrogeológico conceptual existente, el cual identifica un comportamiento perdedor en determinados tramos de los ríos Ferrobamba y Tambo que discurren sobre la Formación de Calizas de Ferrobamba, mientras que el resto de cauces simulados en el sistema reproducen un comportamiento ganador.

El administrado indica que lo señalado en párrafo que antecede se sustenta en lo descrito en el acápite 3.3.2 Recarga por infiltración de agua en ríos (ríos influentes) del Estudio Hidrogeológico Minera Las Bambas (Anexo 5-3 de la Tercera MEIA), donde se señaló que existen numerosos datos concreto sobre la condición de río perdedor que tienen tanto el río Ferrobamba como el río Tambo, en determinados tramos donde los cauces discurren directa o indirectamente (aluvial) sobre afloramientos de Calizas Ferrobamba. Estos datos están basados en aforos diferenciales ejecutados.

El administrado muestra la Figura IC-Obs 11-1 en la que se pueden apreciar los aforos diferenciales efectuados tanto en el río Tambo como en el río Ferrobamba en temporada seca (jun-oct 2015).

**OBSERVACION ABSUELTA**

**Presentar el régimen de bombeo diario en l/s de los pozos de agua utilizados para el drenado del tajo Ferrobamba. Presentar la captura de pantalla obtenida del modelo numérico de flujo realizado en feflow del ingreso de dicha información y que será utilizada para la simulación a régimen transitorio.**

**Respuesta:** Presenta el régimen de bombeo diario en l/s de los pozos de agua utilizados para el drenado del tajo Ferrobamba indicando que el modelo numérico no corresponde con un modelo operacional en el que el objetivo es determinar el volumen de bombeo y la estrategia de drenaje, por el contrario, el objetivo de la simulación realizada ha sido establecer el impacto sobre el flujo base de quebradas y sobre los principales manantiales del sistema.

En información complementaria señala que las condiciones de pozo de bombeo (*well*) no han sido utilizadas para simular el drenaje del Tajo Ferrobamba. El drenaje del tajo ha sido simulado bajo condiciones de flujo forzado a través de las paredes del Tajo Ferrobamba según avanza el plan de minado, lo que se detalla en la observación 9 i).

**OBSERVACION ABSUELTA**



Handwritten signatures and initials at the bottom left of the page.

- j. **Habiendo continuado con la utilización del modelo numérico de flujo desarrollado por Itasca (2015) el cual fue realizado para cumplir con los objetivos del momento, WSP (2017) debe de incorporar todos los componentes considerados en la Tercera MEIA.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que en la observación 10 c) se presentan todos los componentes considerados en la Tercera MEIA que puedan tener una influencia sobre el funcionamiento hidrogeológico del sistema y la metodología utilizada para su representación, los cuales corresponden básicamente con el Tajo Ferrobamba y el depósito de desmonte de Ferrobamba. Ello se menciona que en el epígrafe 5.11 del Estudio Hidrogeológico Actualizado de 2018 (WSP, 2018) (Apéndice Obs 8-2).

El administrado indica que también se han considerado otras estructuras que pueden influir en el funcionamiento del sistema hidrogeológico de las Bambas y que han sido consideradas en el modelo a pesar de que no están contempladas en la Tercera modificatoria, ya que no se prevé ninguna modificación con respecto al diseño ya aprobado son: Reservorio Chuspiri, la poza de sedimentación (Presa de sedimentación intermedia), la poza de clarificación (Presa de clarificación final) y la presa de relaves.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- k. **Incorporar como capa superficial la topografía que permita observar la presa de relaves, los botaderos, desmonteras, vías interiores, el tajo Ferrobamba a la profundidad actual de minado, etc.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que las infraestructuras mineras no han sido incluidas en el modelo numérico como geometrías adicionales o sustraídas a la geometría original del terreno, y considerando para cada material o excavación unas nuevas variables hidrogeológicas. Menciona también, que se consideró oportuno simular a las infraestructuras mineras en función de los efectos que producen sobre el sustrato geológico (modificación en las condiciones de infiltración o drenajes), ya que el efecto final sobre el sistema hidrogeológico es, a efectos prácticos, el mismo.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- l. **Considerar las permeabilidades asociadas con cada componente estimando la permeabilidad asociada con los depósitos de relaves, desmonteras, los bancos del tajo Ferrobamba, etc.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando la manera como se ha simulado numéricamente las permeabilidades asociadas con cada componente para reflejar la conceptualización de la interacción del componente con el sistema hidrogeológico simulado. Para el caso del depósito de desmonte, dado que se ubica sobre la U.H. Calizas de Ferrobamba y sobre la U.H. de intrusivos, se ha estimado la capacidad máxima de infiltración que alcanzará cada una de estas dos litologías considerando un valor de permeabilidad vertical no saturada de  $2 \times 10^{-9}$  m/s para las calizas y de  $5 \times 10^{-10}$  m/s para las rocas intrusivas; lo que supone una tasa máxima de infiltración de 63 mm/año, para las calizas, y de 16 mm/año para las rocas intrusivas, que suponen un 6% y un 1,5% de la PMA (Precipitación Media Anual).

Para el caso del depósito de relaves, y a diferencia del material estéril acumulado en el depósito de desmonte, se trata de materiales de muy baja permeabilidad ( $10^{-7}$  a  $10^{-8}$  m/s) que a medida que pasa el tiempo se van compactado, por el peso de los relaves que tiene por encima, disminuyendo su permeabilidad de forma progresiva, a la vez que expulsan el agua de saturación hacia la laguna de aguas claras en superficie. Este parámetro permite evaluar el Ratio de Transferencia de agua desde el depósito de relaves al sustrato.

Al igual que en el caso del depósito de desmonte el volumen de recarga que pasa al sistema está limitado por la permeabilidad vertical del sustrato geológico, que en este caso corresponde en la totalidad de la huella del depósito de relaves, a la U.H de intrusivos de permeabilidad de alrededor de  $1,5 \times 10^{-7}$  m/s.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- m. **WSP (2017) en la actualización del modelo numérico desarrollado por Itasca (2015) debe de incrementar la discretización espacial permitiendo identificar claramente a cada componente considerado en la Tercera MEIA, dado que se requiere tener una mejor representación de la carga hidráulica.**



Handwritten signatures and initials in the bottom left corner of the page.

**Respuesta:** Señala que el modelo numérico correspondiente al Estudio Hidrogeológico Actualizado en 2018, incluido el epígrafe 5.5 del Estudio Hidrogeológico Actualizado de 2018 (WSP, 2018) (Apéndice Obs 8-2), se ha considerado el incremento de la discretización de la malla en el tramo del río Ferrobamba que discurre entre el tajo y la desembocadura del mismo en el río Record.

El administrado menciona que el objetivo de esta modificación es representar con mayor precisión la relación río-acuífero en este tramo perdedor del sistema y su interacción con la falla de Ferrobamba, ya que la correcta representación de este elemento del sistema es determinante para representar el modelo conceptual asociado en términos de balance y para representar de forma correcta la descarga del sistema a través de los manantiales de barrio manantiales y de Challhuapuquio y, por tanto, fundamental para estimar de forma correcta el impacto sobre el caudal de los citados manantiales que el avance de la operación puede provocar.

#### OBSERVACION ABSUELTA

- n. **WSP (2017) para la actualización del modelo numérico de flujo debe de incorporar la geometría de cada tipo acuífero identificado, asociado con cada formación geológica y depósitos existentes.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que la geometría de las distintas unidades hidrogeológicas con comportamiento acuífero diferenciado ha sido representada en el modelo, ya que para la construcción del modelo numérico mediante la utilización del software Feflow, se ha partido de un modelo geológico 3D construido mediante la aplicación del software Leapfrog, en el cual se ha integrado la información cartográfica en planta, de secciones geológicas y los modelos de recursos correspondientes a los tres prospectos minerales (Ferrobamba, Sulfobamba y Chalcobamba). Por tanto, el modelo numérico desarrollado en 2018 incorpora la geometría de cada tipo de acuífero (unidades hidrogeológicas Calizas de Ferrobamba y depósitos de cuaternarios) en el mallado tridimensional del modelo numérico en elementos finitos.

#### OBSERVACION ABSUELTA

- o. **WSP (2017) en la actualización del modelo numérico desarrollado por Itasca (2015) debe de incrementar la discretización vertical respetando y teniendo como límite la geometría/ espesores de cada tipo de acuífero.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que la discretización vertical dispone de 25 superficie o Slices que definen un total de 24 capas o Layers, ubicándose las labores mineras en las capas más superficiales, donde éstas tienen un menor espesor (15 a 45 m, ver Tabla Obs 11-2) y permiten una mayor discretización vertical, que se considera suficiente para simular las condiciones de contorno que impone en tajo. Las capas inferiores al tajo (desde la 20 ala 24) tienen un mayor espesor, ya que el objetivo de estas capas es reproducir el macizo geológico profundo, el cual dispone de una muy reducida permeabilidad y sólo presenta capacidad de ceder aguas del almacenamiento profundo. Por tanto, tal y como se ha indicado en la respuesta de la observación N° 11- Ítem m, considera que la discretización tanto vertical como espacial es suficientemente detallada en los elementos clave para el funcionamiento del sistema hidrogeológico, teniendo en cuenta que el modelo numérico es sólo de flujo.

#### OBSERVACION ABSUELTA

- p. **Siguiendo con lo anterior, se debe de utilizar mejor la discretización vertical para poder identificar claramente las variaciones de permeabilidad asociados a ellos. Se debe de incluir superficies impermeabilizantes, áreas compactadas, zonas de remoción del top soil, la profundidad del tajo Ferrobamba, etc. Ello con la finalidad de tener una mejor representación de la carga hidráulica de cada componente considerado en la Tercera MEIA.**

**Respuesta:** Presentó en la Tabla Obs 11-2 (epígrafe 5.5 del Estudio Hidrogeológico Actualizado de 2018 (WSP, 2018) (Apéndice Obs 8-2) se recoge la discretización vertical establecida en el modelo matemático, en la que se puede observar que la capa 1 del modelo tiene un espesor de 15 m, lo cual corresponde con el espesor promedio conocido para la unidad hidrogeológica del cuaternario.



Handwritten signatures and initials, including a large 'A' and 'B' and a signature that appears to be 'C'.

Handwritten initials 'SE'.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- q. **Respecto a la calibración a régimen estacionario definir como momento de modelado el día en el que ya se cuenta con información proporcionada por los piezómetros, es decir febrero del 2007. Presentar el balance de agua.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que se ha realizado el ejercicio, de comparar los resultados del modelo en régimen permanente considerando la información disponible de la piezometría disponible para 2007. El resultado de esta calibración se observa en el Gráfico Obs 11-10, en el que se adjuntan los estadísticos que definen el grado de ajuste de los datos calculados por el modelo con respecto a los datos de piezometría disponibles para 2007. El Gráfico 11-10 permite observar que el grado de ajuste de la calibración está dentro de los valores aceptado como correctos para validar la calibración (Error cuadrático medio normalizado estándar <10%, Coeficiente de correlación <95% y coeficiente de Nash-Sutcliffe próximo a 1).

**OBSERVACION ABSUELTA**

- r. **Establecer las condiciones iniciales de flujo para la fecha indicada en el acápite anterior. Presentar el mapa correspondiente y su asociación con los flujos superficiales, profundos y artesianos.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que la situación piezométrica para 2007 era muy similar a la existente en 2014, si se considera el análisis de la evolución piezométrica registrada entre 2007 y 2014, concluyendo que el Sistema Hidrogeológico Las Bambas no ha sufrido cambios significativos entre 2007 y 2014, por lo que las condiciones de flujo para 2007 son, a efectos prácticos, las mismas que para 2014.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- s. **Presentar el archivo original obtenido del feflow respecto a las cargas hidráulicas obtenidas para la fecha señalada en el punto anterior y de cada nivel/profundidad asociado al flujo de agua subterránea medido en cada piezómetro.**

**Respuesta:** En la información complementaria, presento el Apéndice IC-Obs 11-2 el archivo original obtenido del Feflow versión 6.2 (archivos fem, dar, dac) respecto a las cargas hidráulicas obtenidas para la fecha señalada entre 2007 y 2014. El archivo contiene los puntos de observación utilizados para efectos de comparación con los datos reportados en la presente respuesta.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- t. **Presentar el mapa de presiones de manera que se pueda identificar claramente la zona de extensión de los acuíferos confinados asociados con las mediciones en los piezómetros que presentan artesianismo.**

**Respuesta:** El administrado declaró que no existen zonas con artesianismo en el sentido de la existencia de acuíferos confinados, lo que se tienen en el ámbito del modelo numérico son las siguientes situaciones:

- Existencia de un flujo tridimensional en el macizo rocoso intrusivo, contrastado a través de los piezómetros construidos donde se han instalados piezómetros dobles y de cuerda vibrante, que implica zonas con flujos descendente y con flujos ascendentes.
- Zonas donde las rocas volcánicas semi-permeables de la UH Vilcarani soterran las formaciones acuíferas (cuaternarios y Calizas Ferrobamba), generando un cierto semiconfinamiento.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- u. **La simulación en transitorio debe de ser realizada desde febrero del 2007 hasta el 31 de diciembre del 2009. Ya que de acuerdo a los datos presentados dicho periodo cuenta con información a detalle que podría permitir una adecuada calibración el modelo.**

**Respuesta:** En la información complementaria indica que realizó la simulación en transitorio con la finalidad de validar los datos de 2007 a 2013, el modelo, ejecutado en régimen transitorio, aplicó la recarga real de cada año obtenida del modelo hidrológico. El valor de PBias obtenido para la calibración del modelo en régimen transitorio con paso de tiempo



Handwritten signatures and initials at the bottom left of the page, including a large 'A' and 'E'.

mensual se obtuvo a partir de la comparación de 2352 datos y varió entre 0,07% y 1,49% dependiendo del punto de observación lo que se considera como un buen ajuste y que las condiciones son bastante similares. En el Apéndice IC-Obs 11-3 se incluyen los datos observados y simulados en el periodo 2007- 2013 así como los datos para el cálculo del PBias para cada uno de los puntos de observación considerados.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- v. **WSP (2017) en la actualización del modelo numérico de flujo desarrollado para identificar el impacto en el sistema de los componentes considerados en la Tercera MEIA debe de presentar de manera clara los flujos de ingreso de agua al sistema, los flujos de salida de agua del sistema y el agua almacenada en los distintos tipos de acuíferos existentes. Todas las variables deben de mostrar las magnitudes asociadas con los pasos de tiempo considerados en la simulación a régimen transitorio. Ninguna variable se aceptará con magnitudes constantes.**

**Respuesta:** El titular indica que el modelo numérico actualizado a 2018 (WSP; 2018- Apéndice Obs 8-2) incluye un epígrafe con los resultados de la calibración en régimen transitorio (apartado 5.11-Calibración en régimen transitorio) donde se describen los resultados obtenido en la simulación en términos de calibración piezométrica y mostrando los resultados del balance en régimen transiente obtenido, con especial atención a la relación río-acuífero y las descargas por los principales manantiales.

**OBSERVACION ABSUELTA**

- w. **Para la calibración a régimen transitorio utilizar la escala gráfica apropiada que permita apreciar las fluctuaciones temporales de los niveles de carga hidráulica. Asociar a cada paso de tiempo el análisis estadístico comparativo entre las cargas hidráulicas observadas en campo y las simuladas por el modelo numérico de flujo actualizado.**

**Respuesta:** El administrado responde a la observación indicando que en el apartado 5.11-Calibración en régimen transitorio del documento que recoge el Estudio Hidrogeológico Actualizado a 2018 (WSP, 2018 Apéndice Obs 8-2) se detalla el proceso de calibración ejecutado en régimen transitorio para el periodo 2014-2016 (actividad minera) y los resultados obtenidos.

El administrado menciona que en el Apéndice I del mencionado documento aparecen todas las gráficas de calibración del régimen transitorio, donde se han considerado un total de 86 puntos de control, de los cuales 13 se encuentran dentro de la huella del tajo de Ferrobamba.

En información complementaria adjuntaron los gráficos solicitados a la escala requerida (Apéndice IC-Obs 11-4). Las gráficas presentan la comparación de los datos reales y simulados tanto para el periodo en el que el sistema se encontró en régimen natural (permanente), como transitorio. **OBSERVACION ABSUELTA**

- x. **Para la validación del modelo numérico de flujo utilizar las mediciones realizadas en los piezómetros a partir de enero del 2010 al presente.**

**Respuesta:** En información complementaria, el titular señala que la validación del modelo numérico de flujo utilizó las mediciones realizadas de los piezómetros considerando el año 2010 en adelante, las mismas que fueron explicadas en la respuesta de la observación a la pregunta 11u en la cual se validó el modelo en el periodo 2007 a 2013. Las gráficas de calibración se encuentran contenidas en el Apéndice IC-Obs 11-4. **Absuelta**

**OBSERVACIÓN ABSUELTA**

**4.12. Observación N° 12.- Con referencia a la evaluación de impactos y plan de manejo ambiental; tomar en consideración lo siguiente:**

- a. **Evaluar el impacto a la cantidad de agua superficial y subterránea, debido a la alteración en la fisiografía del área comprendida en la Tercera MEIA, considerar el análisis por los cambios en la dirección del flujo del agua subterránea y superficial por efecto de la alteración de las zonas de infiltración, alteración de las conductividades hidráulicas, régimen de bombeo, etc.**



Handwritten signatures and initials, including a large 'A' and 'S'.

**Respuesta:** En el levantamiento de observaciones, señalo que para la evaluación del impacto sobre el sistema subterráneo se ha utilizado el modelo hidrogeológico numérico de la Tercera MEIA que incluyo en su simulación, adicionalmente a los componentes ya aprobados, aquellos componentes de la Tercera MEIA que causarán un cambio significativo en el sistema subterráneo como son: el cambio en la infiltración en el área destinada a la ampliación del botadero y el abatimiento de los niveles piezométricos según la nueva geometría del Tajo Ferrobamba.

El impacto de toda la operación, incluyendo la nueva configuración de la unidad minera con las modificaciones de la Tercera MEIA, sobre la superficie piezométrica se presenta en el Mapa Obs 12-1 expresado en forma de cono de depresión (abatimiento de los niveles piezométricos de línea base) en el año 2033 (año final de la explotación). Para efectos ilustrativos el mencionado mapa presenta también el cono de depresión de los niveles piezométricos estimados y aprobados en la Segunda MEIA; observándose que los conos de depresión de los niveles piezométricos de la Tercera MEIA se encuentran desplazados hacia el NNO, debido a la modificación de la geometría del Tajo Ferrobamba en esa dirección.

La cuantificación del impacto sobre el sistema hidrogeológico se evaluó de manera acumulativa a partir de la alteración del funcionamiento de manantiales y caudal base de los ríos, ya que éstos son expresiones del sistema subterráneo.

En la información complementaria señalo que el impacto a la cantidad de agua subterránea debido a la alteración en la fisiografía del área comprendida en la Tercera MEIA, se desarrolla a detalle en el ítem 5.2.2.1.5 Hidrogeología y agua subterránea, de la Sección 5 – Caracterización de impactos ambientales y sociales de la Tercera MEIA.

El impacto sobre el sistema subterráneo se estimó determinando la posible reducción del caudal de manantiales y caudal base de los ríos del área de estudio. Se eligieron para la evaluación los siguientes manantiales:

- Barrio Manantiales: conformado por BM-1 (MA-FU-110), BM-2 (MA-FU-106 y MA-FU-108) y BM-3 (MA-FU-101, MA-FU-102 y MA-FU-104);
- Manantial Challhuapuquio; Los ríos en los que se evaluó el impacto fueron el Ferrobamba y el Pamputa, por ser ríos alimentados por el acuífero.

La alteración del funcionamiento de manantiales y caudal base de los ríos (caudal aportado por el acuífero) fue evaluada en anteriores instrumentos de gestión ambiental: EIA, Segundo ITS y Segunda MEIA con el apoyo del modelo hidrogeológico desarrollado por Piteau en el año 2010.

En esta ocasión, el impacto de la Tercera MEIA fue evaluado a partir de los resultados del modelo hidrogeológico actualizado elaborado por WSP (2018). Presento las Tablas IC-Obs 12-1 a IC-Obs 12-4 que muestran la **variación del caudal de los manantiales** para las etapas de operación y cierre/post cierre que arroja la simulación realizada.

En los cuadros 53 y 54 se muestra la variación del caudal base de los manantiales y ríos para las etapas de operación y cierre/post cierre.

**Cuadro N° 53:** Resumen de la magnitud de la reducción del caudal de manantiales y caudal base de los ríos simulados para la operación y cierre/post-cierre – Resumen de la importancia del impacto evaluado

Punto de control	Reducción del caudal durante la operación (%)	Resultado de la evaluación - Operación	Reducción del caudal en el cierre post cierre (%)	Resultado de la evaluación - Cierre
<b>Manantiales</b>				
MA-FU-110 (BM1)	entre 1.03 y 19.19	Negativo, moderado	16.47 - 0	Negativo, moderado
MA-FU-104 (BM2)	entre 2.4 y 31.62	Negativo, moderado	25.01 - 0	Negativo, moderado
MA-FU-100 (BM3)	entre 2.81 y 20.42	Negativo, moderado	15.92 - 0	Negativo, moderado
Challhuapuquio	entre 5.18 y 13.59	Negativo, moderado	8.10 - 0	Negativo, moderado
<b>Ríos</b>				
Ferrobamba	entre 1.66 y 20.14	Negativo, moderado	13 - 0	Negativo, moderado
Pamputa	entre 2 y 6	Negativo, moderado	6 - 0	Negativo, moderado

Impactos calculados por comparación entre el régimen natural y el régimen influenciado.

Fuente: Información complementaria del Tercera MEIA Las Bambas



Handwritten signatures and initials in the bottom left corner of the page.

Debido a los cambios realizados en el entendimiento del funcionamiento hidrogeológico y en la metodología de cálculo de la afección no es adecuado comparar el impacto en manantiales y ríos con aquellos obtenidos en IGAs anteriores. Por lo que el impacto que se ha calculado es el impacto acumulado de toda la actividad minera y no sólo de la modificación del proyecto.

Esto significa que, en la evaluación de impactos sobre el régimen hidrológico, se han considerado tanto los efectos del manejo de agua superficial, como los efectos del impacto hidrogeológico en los cuerpos de agua superficiales, tal como puede verificarse en el ítem 5.2.2.1.3 de la Tercera MEIA.

Tal como se resume en la Tabla IC-Obs 12-8, el impacto sobre el régimen hidrológico del río Ferrobamba en la etapa de operación, alcanza el 64,9% durante la temporada seca (mayo-octubre), el cual involucra la reducción del caudal por su utilización en el abastecimiento de la

Las Bambas, con referencia a la reducción del flujo base y la disminución del caudal de manantiales por efecto de la alteración del sistema hidrogeológico, indica que serán influenciado por los efectos del manejo de agua superficial, como los efectos del impacto hidrogeológico en los cuerpos de agua superficiales, tal como puede verificarse en el ítem 5.2.2.1.3 de la Tercera MEIA.

**Cuadro N° 54:** Resumen de la evaluación de impactos sobre el régimen hidrológico

Punto de control	Reducción del caudal durante la operación (%)	Importancia del impacto - Operación	Reducción del caudal en el cierre post cierre (%)	Importancia del impacto - Cierre
Río Ferrobamba	64.9*	Negativo severo	0.9	Negativo Moderado
Río Challhuahuacho	44.3*	Negativo Moderado	0.1	Negativo Moderado

\* Temporada Seca (may-oct).

Fuente: Información complementaria del Tercera MEIA Las Bambas

Las medidas de manejo contempladas se encuentran en la Sección 6 Estrategia de manejo ambiental que incluye un plan de manejo de agua de toda la cuenca de Ferrobamba con medidas como el aporte de caudal por vertimiento de la presa de clarificación final, la interceptación, conducción y posterior devolución de aguas de escorrentía no contactadas mediante canales perimetrales, la recirculación de aguas de contacto para el abastecimiento de la unidad minera, minimizando el uso de agua fresca de reposición, entre otras medidas, **dichas medidas fueron aprobadas en IGAs previos.** Finalmente, el titular, propone implementar el monitoreo frecuente de los principales manantiales y ríos del área de estudio tal y como se detalla en las respuestas a las observaciones 7d y 8d y detalladas en el programa de monitoreo.

**OBSERVACIÓN ABSUELTA**

**Deberá evaluar el posible impacto sobre las aguas subterráneas debido a la profundización del tajo Ferrobamba y la pérdida de manantiales naturales y la variación de cursos naturales de agua. Dicha evaluación deberá considerar las medidas de prevención y mitigación en caso se intercepten acuíferos.**

**Respuesta:** La evaluación de impactos solicitada se desarrolla en la respuesta a la observación 12-a y en el ítem 5.2.2.1.5 Hidrogeología y agua subterránea de la Sección 5 – Caracterización de impactos ambientales y sociales. Es importante señalar que la simulación hidrogeológica implementa en el modelo todos los componentes mineros según su cronograma de operación y cierre por lo que se evalúa el impacto de todos los componentes (que incluyen los de la Tercera MEIA) sobre el Sistema Hidrogeológico Las Bambas. La evaluación de impactos corresponde, por tanto, a todos los componentes funcionando sobre un único sistema.

La evaluación de impactos realizada no considera medidas de mitigación o prevención ya que la actividad de desaguado del Tajo se lleva a cabo dentro del área de operaciones y requiere la interceptación de acuíferos y el abatimiento del nivel piezométrico, por lo que el impacto es inevitable y necesario para la operación minera. La compensación por la reducción del flujo del ex río Ferrobamba se ha descrito el plan de compensación ambiental (Sección 6.4 del documento).

**En la información complementaria,** señalo que la evaluación de impactos solicitada se desarrolla en la respuesta a la observación 12-a y en el ítem 5.2.2.1.5 Hidrogeología y agua subterránea de la Sección 5 – Caracterización de impactos ambientales y sociales de la Tercera MEIA.



Handwritten signatures and initials in the bottom left corner of the page.

Handwritten number '57' at the bottom of the page.

Cabe resaltar que debido a los cambios realizados en el entendimiento del funcionamiento hidrogeológico y en la metodología de cálculo de la afección que se detalla en la sección 5.2.2.1.5, no es adecuado comparar el impacto en manantiales y caudal base de ríos con aquellos obtenidos en IGAs anteriores, por lo que el impacto diferencial de la modificatoria no se puede determinar por comparación. Se ha optado en esta ocasión por presentar el impacto total (acumulado) de toda la actividad minera y no sólo de la modificación del proyecto.

Para efectos del cálculo de los impactos hidrogeológicos en el área de operaciones no se han considerado medidas de mitigación o prevención ya que la actividad de desaguado del Tajo requiere necesariamente la interceptación de acuíferos y el abatimiento del nivel piezométrico, por lo que los cálculos realizados representan la situación más desfavorable.

Considera, la mitigación de los impactos en el medio natural por la reducción del caudal base del río Ferrobamba en la Estrategia de Manejo Ambiental (Sección 6 de la Tercera MEIA) en la que se describe el plan de manejo de la cuenca Ferrobamba con medidas como el aporte de caudal por vertimiento de la presa de clarificación final, recirculación de aguas de contacto para minimizar las necesidades de agua fresca, la separación de aguas de contacto, de no contacto y otras. Mayores medidas se detallan en el plan de compensación ambiental (Sección 6.4 de la Tercera MEIA).

**En la segunda información complementaria**, el titular señaló que el vertimiento tratado prevé niveles de calidad de agua en el río Ferrobamba por debajo de los ECA para Agua categoría 3, ello se sustenta en los resultados del Modelo de calidad de Agua (Anexo 5-2 de la Tercera MEIA) y el análisis de Balance de masa (Observación 6) el cual considera los escenarios más críticos y poco probables.

Respecto a la cantidad de agua y acorde a las precisiones de la observación 6; Las Bambas implementará una estación de monitoreo de caudal continuo al final del canal de contorno (Mapa PF Obs 6-1), con el objetivo de monitorear el aporte de flujo en el río Ferrobamba. Al respecto, si bien se indica que cuando se registre un caudal menor a 4,4 L/s no se realizarán descargas de la presa de clarificación, se precisa que este escenario es poco probable y de baja ocurrencia.

Asimismo, señala que el río Ferrobamba no presente usuarios de agua hasta la confluencia con el río Challhuahuacho. Asimismo, según la línea base actualizada de suelos (Sección 3.2.4 de la Tercera MEIA), en este sector, el valle aluvial está formado por matorrales, afloramientos rocosos y tierras de protección con limitaciones de suelo, lo que limita el desarrollo de futuras actividades agrícolas.

**OBSERVACIÓN ABSUELTA**

- c. **En la página 5-111 en relación a la reducción del caudal de manantiales debido a las operaciones de la U.M. las Bambas, ente otros manantiales, estimaron que el manantial Challhuapuquio (afluente al río Challhuahuacho) se reducirá como consecuencia de la reducción del caudal base del río Challhuahuacho, aguas arriba de la bocatoma del mismo nombre, por lo que para la presente modificación y de acuerdo al sustento de la información hidrogeológica, en la Tabla 5.2.2-42, se deberá mostrar la reducción del caudal del manantial Challhuapuquio y de acuerdo a la observación N° 8 se reevaluará la magnitud del impacto.**

**Respuesta:** En el levantamiento de observaciones señaló que tal como se explica en el ítem 5.2.2.1.3.2.3 de la Tercera MEIA, como consecuencia de la operación de la U.M. Las Bambas, los caudales de los manantiales MA-FU-110 (BM1), MA-FU- 104 (BM2) y MA-FU-100 (BM3) ubicados en el denominado Barrio Manantiales y del manantial Challhuapuquio, ubicado en la margen derecha del río Challhuahuacho, se reducirán durante la etapa de operación, tendiendo a su recuperación durante el post cierre, dichas proyecciones se muestran en el siguiente cuadro.



Handwritten signatures and initials at the bottom left of the page.

**Cuadro N° 55: Disminución total del caudal de manantiales (L/s). Tercera MEIA**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom
2017	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2018	43.0	67.1	77.5	74.8	65.2	55.0	46.5	36.5	32.0	27.4	25.4	24.3	47.9
2019	26.7	40.1	46.3	44.7	39.0	32.9	27.8	23.0	19.1	16.4	15.2	14.5	28.6
2020	39.5	61.6	71.1	68.7	59.9	50.5	42.7	35.4	29.4	25.1	23.3	22.3	44.9
2021	49.1	76.8	86.5	85.5	74.5	62.9	53.1	44.1	36.6	31.3	29.0	27.8	64.6
2022	42.9	67.0	77.2	74.6	65.1	54.9	46.4	36.4	31.9	27.3	25.3	24.3	47.8
2023	51.7	80.7	93.1	89.9	78.4	68.1	55.9	46.3	38.5	32.9	30.5	29.2	57.6
2024	45.8	71.5	82.5	79.7	69.5	58.6	49.5	41.1	34.1	29.2	27.0	25.9	51.1
2025	62.1	97.1	112.0	108.1	94.3	79.5	67.2	55.7	46.2	39.6	36.7	35.1	89.3
2026	72.4	113.1	130.4	126.0	109.9	92.6	75.3	64.9	53.9	46.1	42.7	40.9	80.7
2027	100.3	156.6	180.7	174.5	152.2	128.3	108.4	89.9	74.6	63.8	59.2	56.7	111.8
2028	95.4	148.9	171.8	165.9	144.7	122.0	103.1	85.5	70.9	60.7	56.3	53.9	106.3
2029	105.1	164.2	189.4	182.9	159.5	134.5	113.7	94.2	78.2	66.9	62.1	59.5	117.2
2030	88.8	138.8	160.1	154.6	134.8	113.7	96.1	79.6	66.1	56.0	52.4	50.3	99.0
2031	106.1	165.6	191.1	184.5	160.9	135.7	114.7	95.1	78.9	67.5	62.6	60.0	118.2
2032	113.5	177.2	204.4	197.5	172.2	145.2	122.7	101.7	84.4	72.2	67.0	64.2	126.5
2033	60.1	93.6	108.2	104.5	91.1	76.8	64.9	53.8	44.7	38.2	35.5	34.0	65.9
2034	43.9	68.6	79.2	76.4	66.7	56.2	47.5	39.4	32.7	28.0	25.9	24.9	49.0
2035	55.6	86.3	100.2	96.7	84.4	71.1	60.1	49.6	41.4	35.4	32.6	31.4	62.0
2036	9.1	14.2	16.4	15.8	13.9	11.6	9.8	8.2	6.8	5.8	5.4	5.1	10.1
2037	7.9	12.3	14.2	13.7	12.0	10.1	8.5	7.1	5.9	5.0	4.7	4.5	8.8
2038	1.8	2.8	3.2	3.1	2.7	2.3	1.9	1.6	1.3	1.1	1.0	1.0	2.0
2039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2040	10.5	16.4	18.9	18.2	15.9	13.4	11.3	9.4	7.8	6.7	6.2	5.9	11.7
2041	6.3	9.9	11.4	11.0	9.6	8.1	6.8	5.7	4.7	4.0	3.7	3.6	7.1
2042	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2043	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2044	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2045	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2046	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2051	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2056	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2066	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2099	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Lev. de observaciones del tercer MEIA Las Bambas, 2018.

En la información complementaria señala que el potencial de reducción en el caudal de manantiales y caudal base de los ríos corresponde al valor acumulado de toda la operación (no al diferencial de la modificatoria). Esto debido a que los cambios realizados en el entendimiento de funcionamiento hidrogeológico cálculo de la afección no permiten comparación con la obtenida en IGAs anteriores como se explica en la respuesta a la observación 12 a.

Cabe aclarar que los caudales que se indican en las tablas mencionadas se deben interpretar como los caudales que se espera se reduzcan en los referidos manantiales por efecto de las actividades ejecutadas y aquellas propuestas como parte de la Tercera MEIA para la etapa de operación (2017-2033).

En cuanto a la reevaluación del impacto sobre el caudal del río Challhuahuacho, en la respuesta a esta observación se describió la metodología empleada para la estimación del impacto sobre el caudal del río Challhuahuacho considerando el escenario más crítico que podría presentarse durante el periodo de operación, incluyendo el efecto de: la reducción de los manantiales mencionados; la reducción del caudal del río Ferrobamba y; el bombeo de agua del río Challhuahuacho para abastecer a la UM, tal como se detalla en las Tablas IC-Obs 12-13 e IC-Obs 12-14.

En la segunda información complementaria, indica que la reducción del caudal base corresponde al efecto de todos los cambios ejecutados, incluyendo las actividades propuestas como parte de la Tercera MEIA. Respecto a la reducción del caudal del manantial Challhuapuquio como consecuencia de la Tercera MEIA, en la respuesta a la Observación 12a se presenta la reducción de este manantial (Tabla IC-Obs 12-4).

Como se ha señalado anteriormente, debido a los cambios realizados en el entendimiento del funcionamiento hidrogeológico y en la metodología de cálculo de la afección, **no es posible** comparar el impacto en manantiales y ríos con aquellos obtenidos en IGAs anteriores, por lo cual, en este caso, no es posible identificar la reducción del caudal del manantial Challhuapuquio por efecto exclusivo de las actividades de la Tercera MEIA, por lo cual, los impactos sobre este manantial se estimaron como efecto de todos los cambios acumulados incluyendo aquellos propuestos en la Tercera MEIA.

**OBSERVACIÓN ABSUELTA**



Handwritten signatures and initials at the bottom left of the page.

**4.13. Observación N° 13.- Con referencia al plan de manejo ambiental:**

- a. En la página 6-15 entre las medidas de prevención para el control de erosión señalan que habilitarán defensas en las riberas de los ríos Ferrobamba y Challhuahuacho con la finalidad de proteger las instalaciones de la U.M. Al respecto, deberá indicar las coordenadas de ubicación (coordenadas UTM, WGS 84) de inicio y final de las defensas ribereñas, señalando el tipo, dimensionamiento y capacidad para soportar caudales máximos.

**Respuesta:** El administrado señala que las medidas de prevención para el control de la erosión fueron aprobadas en la Segunda MEIA. Además, señala que las medidas de control de erosión a implementarse, las cuales realzarán aguas abajo de la descarga de la presa de clarificación está conformado por las estructuras principales siendo: 1) Estructura de empalme, contemplada al final del tramo del canal de contorno; 2) rápidas, ubicadas de manera intermedia a lo largo del talud de influencia hacia la descarga final; 3) estructuras de disipación, contempladas convenientemente al final de las rápidas; y 4) caja rompe presión y alcantarillas, ubicadas en los cruces con accesos existentes.

Este sistema tendrá la función de laminar y disipar la energía de los flujos superficiales provenientes del canal perimetral para derivarlos hacia aguas abajo del cauce principal del río Ferrobamba, específicamente, al pie de la poza de clarificación existente a través de un enrocado de protección. Para ello, se considera el diseño de un enrocado de protección con un diámetro medio (D50) igual a 0,30 m que derivará los flujos al cauce principal del río Ferrobamba.

**OBSERVACIÓN ABSUELTA**

- b. En la página 6-17, en el sistema completo de manejo de agua para recolectar y transportar el agua de escorrentía desde las instalaciones y la infraestructura del área de la U.M. Las Bambas, señalan que *en caso de produzca lluvias extraordinarias, se permitirá la descarga a cuerpos receptores siempre y cuando los niveles de STS no superen las condiciones de línea base del río Ferrobamba*. Al respecto, señalará el cuerpo receptor y la ubicación de la descarga que realizarán, del mismo modo, en caso supere los niveles de STS de línea base, deberá señalar el sistema que implementarán o al sistema que será dirigido estas aguas antes de su descarga al cuerpo receptor. De ser el caso se prevea la descarga extraordinaria, este deberá considerar la evaluación del efecto del vertimiento conforme a lo indicado en la observación 6.

**Respuesta:** El administrado señala que el cuerpo receptor de los efluentes es el río Ferrobamba en la estación EF-FU-01. Adicional a ello señalan que cuando las concentraciones de STS en el efluente de la presa de clarificación final no supere los valores de línea base, estos se descargarán en el cauce del río Ferrobamba, medida que fue aprobada en la Segunda MEIA.

En información complementaria señala que los sedimentos decantados en la presa de clarificación final serán removidos periódicamente mediante una limpieza que se llevará a cabo con frecuencia anual durante la temporada seca, cuando los caudales que discurren a través de la presa de clarificación son menores. En la Figura IC-Obs 13-1, muestra las secciones que cuenta la presa de clarificación final (dividida en 4 sectores), lo que permitirá la limpieza de un sector, en tanto continúan en operación los otros tres, de tal modo que no se afecte la continuidad de la operación de la presa. Se prevé interrumpir el ingreso de agua sólo en el sector donde se realizará la limpieza, para luego de ser drenado, remover el sedimento y restablecer su operatividad, procediendo de la misma manera con el siguiente sector.

Para la limpieza se utilizarán equipos de bombeo, excavadoras y camiones volquetes. El sedimento a ser removido de la presa será transportado y dispuesto finalmente en el depósito de relaves. Asimismo, se realizará el bombeo previo desde esta presa hacia la operación reduciendo los niveles de ingreso de agua. Asimismo, prevé la revisión y mantenimiento periódico del sistema de bombeo existente en la presa de clarificación, para asegurar el correcto bombeo en caso sea requerido. La programación del retiro de sedimentos de la presa de clarificación se realizará cuando los niveles de agua de la presa sean bajos.

**OBSERVACIÓN ABSUELTA**

- c. En la página N° 6-18 (Medidas de prevención de aguas residuales domésticas), señalan que consideran la implementación de los sistemas de tratamiento para las aguas



*Handwritten signature*

*Handwritten signature*

*Handwritten signature*

**residuales domésticas.** Deberá describir el sistema de tratamiento e indicar cuál será la disposición final de las aguas residuales domésticas tratadas. En el caso de vertimiento de aguas residuales domésticas a cuerpos de agua se deberá presentar: caudales mensuales, anuales y los caudales máximos, mínimos y promedio de aguas residuales a verter ( $m^3/año$ ,  $m^3/mes$  y  $L/s$ ), régimen de vertimiento (permanente o intermitente), dispositivo de descarga, evaluación del efecto del vertimiento en condiciones críticas, determinación de la zona de mezcla, ubicación del punto de vertimiento y puntos de control en el cuerpo receptor en coordenadas UTM, datum WGS 84 y zona correspondiente.

**Respuesta:** El administrado señala que los sistemas de tratamiento referido se ubican en los campamentos "Antawasi", "Planta Concentradora", "Instalaciones de Servicio" y "Charcascocha". Los efluentes tratados provenientes de la PTARD son descargados en la presa de relaves.

**OBSERVACIÓN ABSUELTA**

- d. En la página 6-22 señalan que las aguas de la presa de clarificación, de acuerdo al modelo de calidad de agua superficial a través del programa de modelación GoldSim, cumplirán con los ECA-agua, categoría 4, Ríos de la Costa y Sierra, los que serán descargadas directamente al cauce del río Ferrobamba durante todo el año, con flujos de descarga (hacen mención a la Tabla de las Licencias de Uso de Agua). Corregir los flujos de descarga, ya que según los dos escenarios estos son variables en el tiempo, asimismo dicho volumen no solo corresponde a las licencias de Uso de Agua superficial, sino también subterránea entre otras. Por lo que deberá realizar las correcciones del caso.

**Respuesta:** El administrado presenta los caudales de descarga estimados provenientes de la poza de clarificación.

**OBSERVACIÓN ABSUELTA**

En la página N° 6-24 (Medidas de prevención para agua fresca), señalan que para esta Tercera MEIA se mantiene las medidas con la finalidad de maximizar el uso de agua de contacto y minimizar el uso de agua fresca. Al respecto, deberá presentar el porcentaje de uso de agua en relación a las Licencias de Uso de agua subterránea y uso de agua superficial haciendo un comparativo con el uso de agua fresca actual y proyectada para la presente Tercera MEIA.

**Respuesta:** El administrado presenta el porcentaje de los volúmenes de uso de agua superficial actual (2017) y proyectado (2020, año considerado como la máxima del periodo de operación) será de 65,68% y 40,48% respectivamente en relación al volumen total otorgado mediante R.A. N° 778-2016-ANA/AAA.XI-PA.

Para el caso del uso de las aguas provenientes de la quebrada Chuspiri, el porcentaje de uso actual (2017) y proyectado es de 36,23% y 39,39% respectivamente en relación al volumen total otorgado mediante R.A. N° 518-2015-ANA/AAA.XI-PA. (al pie de cuadro hacen mención al año proyectado 2017). En relación al uso de agua subterránea, el porcentaje del volumen actual (2017) empleado en relación al volumen autorizado mediante R.A. N° 519-2015-ANA/AAA.XI-PA es de 7,53%.

**OBSERVACIÓN ABSUELTA**

- f. Como parte de las medidas de compensación, en la Tabla 6.1-2 (descarga promedio anual de la poza de clarificación en el cauce del río Ferrobamba) presentan los flujos de agua promedio anual que cubrirá la cuota de compensación. El caudal del río Ferrobamba (operación actual) varía de 1 a 3 l/s y la descarga de la poza de clarificación para la Tercera MEIA va desde 1 a 4 l/s, lo cual no es congruente con la autorización de vertimiento. Sustentar la información consignada en la Tabla o realizar las correcciones del caso.

**Respuesta:** En información complementaria indica que la Tabla Obs 13-7 presentó un error de edición el cual ha sido corregido, tal como se muestra en la siguiente tabla.



Handwritten signatures and initials in the bottom left corner.

Handwritten number '51' at the bottom center.

**Cuadro N° 56:** Descarga promedio anual de la presa de clarificación en el cauce del río Ferrobamba

Año	Compromiso social de la Segunda MEIA (L/s)	Descarga de agua de la presa de clarificación – Operación actual (L/s)	Caudal del río Ferrobamba – Operación actual (L/s)	Descarga de agua de la presa de clarificación – Tercera MEIA (L/s) <sup>1</sup>	Caudal del río Ferrobamba- Tercera MEIA (L/s) <sup>1</sup>
2017	129	148.2	179.6	198.6	230.7
2018	129	105.0	135.9	209.4	239.1
2019	129	118.6	152.5	217.1	247.7
2020	129	136.6	169.0	247.4	279.5
2021	129	152.5	184.1	254.5	286.5
2022	129	178.3	210.6	270.3	299.8
2023	129	208.8	243.6	316.0	347.0
2024	129	223.4	257.3	333.1	366.4
2025	129	227.7	260.5	332.7	364.8
2026	129	234.8	267.9	331.8	361.5
2027	129	241.2	276.1	334.9	366.6
2028	129	245.6	279.7	339.4	373.2
2029	129	252.1	284.8	338.4	371.2
2030	129	309.3	342.1	334.2	364.3
2031	129	309.3	345.4	340.0	371.6
2032	129	309.3	345.4	360.8	394.1
2033	129	148.2	179.6	360.8	394.1

Nota 1: Resultados en base al Modelo de cantidad de agua, Folio Anexo Obs 135-1- 000439.  
Fuente: Lev. de observaciones del tercer MEIA Las Bambas, 2018.



La Tabla IC-Obs 13-1 presenta una comparación entre el compromiso social asumido como compensación por el proyecto Las Bambas (129 L/s) y las descargas de la presa de clarificación final bajo los escenarios: actual y de la Tercera MEIA, durante la etapa de operación (2017-2033).

La referida tabla muestra que bajo el escenario de la Tercera MEIA, los caudales del río Ferrobamba serán mayores a los previstos en la Segunda MEIA y a los caudales de compensación comprometidos en el EIA 2011, por lo cual las medidas de compensación aprobadas son válidas y no se requiere su actualización.

Cabe precisar que el caudal de compensación establecido en el EIA 2011 corresponde a un escenario que consideraba una descarga nula en el cauce del río Ferrobamba, mientras que las modificaciones propuestas en la Tercera MEIA consideran una descarga de efluentes tratados durante todos los meses del año.

En cuanto al análisis hidrológico que sustenta la información mostrada en la Tabla IC-Obs 13-1, las descargas de la presa de clarificación final se estimaron mediante el balance de agua de la U.M. Las Bambas, desarrollado en detalle en el Anexo 5-1, Balance Agua de Cantidad (Folio Anexo Obs 135-1- 000439 del Levantamiento de Observaciones de la Tercera MEIA).

Finalmente, respecto a la red de monitoreo hidrométrico, en la respuesta a la Observación 7d se detalló la ubicación, frecuencia de monitoreo y demás características de la red de estaciones hidrométricas propuestas como parte del Plan de Vigilancia Ambiental tanto para los cuerpos de agua superficial como para manantiales existentes, incluyéndose un mapa de ubicación de las estaciones propuestas.

En la información complementaria señala que, respecto a la calidad, se precisa que los niveles de calidad de agua en el río Ferrobamba se encontrarán por debajo de los ECA para agua, ello se sustenta en los resultados del Modelo de calidad de Agua (Anexo 5-2 de la Tercera MEIA) y el análisis de Balance de masa (Observación 6) el cual considera los escenarios más críticos y poco probables.

Respecto a la cantidad de agua y acorde a las precisiones de la observación 6; Las Bambas implementará una estación de monitoreo de caudal continuo en el canal de contorno, con el objetivo de monitorear el aporte de flujo en el río Ferrobamba. Además, cuando se registre un caudal menor a 4,4 L/s no se realizarán vertimientos desde la presa de clarificación final, se precisa que este escenario es poco probable y de baja ocurrencia.

El plan de compensación (Tabla IC-Obs 13-1) no se modifica en la Tercera MEIA, el cual se mantiene acorde al EIA aprobado (2011) y actualizado como parte de la Segunda MEIA (2014).

**OBSERVACIÓN ABSUELTA**



Handwritten signatures and initials at the bottom left of the page.