

220159 DIAGNÓSTICO Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE AGUAS DE COIMOLACHE 2022-2024

Informe Técnico N° 02
“MODELAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS
OPERATIVO 2022-2024”
Rev. B



Preparado por:



Para:



Marzo, 2023

Evolución de Documento					
Versión	Autor	Fecha	Revisión	Aprobado	Comentario
A	YQA	14/03/22	MTB	NRO	Revisión interna
B	YQA	15/03/22	MTB	NRO	Revisión del Cliente

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. OBJETIVOS.....	6
3. ALCANCES	6
4. DEFINICIONES	7
5. NOMENCLATURA.....	7
6. INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURAS DE MANEJO DE AGUA.....	9
7. INVENTARIO DE INSTRUMENTACIÓN	9
7.1 ESTACIONES METEOROLÓGICAS	9
7.2 REGISTRO DE NIVELES DE POZAS	10
8. BALANCE DE AGUA DE CONTACTO.....	11
8.1 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	13
8.1.1 Parámetros hidrológicos	13
8.1.2 Parámetros físicos	15
8.1.3 Parámetros operativos	16
8.2 ESCENARIOS DE SIMULACIÓN	27
8.3 VALIDACIÓN DE MODELO DE BALANCE DE AGUAS DE CONTACTO.....	29
8.4 RESULTADOS DEL BALANCE DE AGUAS DE CONTACTO	30
8.4.1 Simulación 01: Año promedio	30
8.4.2 Simulación 02: Año húmedo	36
8.4.3 Simulación 03: Año Promedio con evento de Precipitación máxima en 24 horas	41
9. EVALUACIÓN DE CONTINGENCIAS OPERATIVAS.....	47
9.1 INFRAESTRUCTURAS.....	47
9.1.1 Agua de contacto	47
9.1.2 Agua tratada y vertimientos	49
10. ESTRATEGIAS DE GESTIÓN A CORTO PLAZO	50
10.1 INFRAESTRUCTURAS.....	50
10.1.1 Agua de contacto	50
10.1.2 Agua tratada y vertimientos	53
10.2 INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL	54
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57

CUADROS

Cuadro 1. Definiciones	7
Cuadro 2. Nomenclaturas	8
Cuadro 3. Ubicación de estaciones meteorológicas	9
Cuadro 4. Disponibilidad de data meteorológica.....	9
Cuadro 5. Instrumentación para el registro de niveles de pozas	10
Cuadro 6. Precipitación Máxima en 24 horas	14
Cuadro 7. Valores de recarga al sistema de aguas subterráneas	15
Cuadro 8. Número de curva por componente	16
Cuadro 9. Capacidad de Tratamiento de las Plantas de Tratamiento de Aguas Ácidas	22
Cuadro 10. Puntos de Vertimiento de Agua de Contacto	25
Cuadro 11. Registros de agua tratada en PTEC THY y vertimiento E-2 (2022)	26
Cuadro 12. Registros de agua tratada en PTEC CN (2022)	27
Cuadro 13. Balance de Agua de Contacto - Escenarios de Simulación	27
Cuadro 14. Resultados de Simulación 01 – PTAA THY (m ³).....	31
Cuadro 15. Resultados de Simulación 01 – PTAA THY (l/s)	32
Cuadro 16. Resultados de Simulación 01 – PTAA CN (m ³).....	33
Cuadro 17. Resultados de Simulación 01 – PTAA CN (l/s)	34
Cuadro 18. Resultados de Simulación 01 – Vertimientos (Año 2023)	35
Cuadro 19. Resultados de Simulación 01 – Vertimientos (Año 2024)	35
Cuadro 20. Resultados de Simulación 02 – PTAA THY (m ³).....	36
Cuadro 21. Resultados de Simulación 02 – PTAA THY (l/s)	37
Cuadro 22. Resultados de Simulación 02 – PTAA CN (m ³).....	38
Cuadro 23. Resultados de Simulación 02 – PTAA CN (l/s)	39
Cuadro 24. Resultados de Simulación 02 – Vertimientos (Año 2023)	40
Cuadro 25. Resultados de Simulación 02 – Vertimientos (Año 2024)	40
Cuadro 26. Resultados de Simulación 03 – PTAA THY (m ³).....	42
Cuadro 27. Resultados de Simulación 03 – PTAA THY (l/s)	43
Cuadro 28. Resultados de Simulación 03 – PTAA CN (m ³).....	44
Cuadro 29. Resultados de Simulación 03 – PTAA CN (l/s)	45
Cuadro 30. Resultados de Simulación 03 – Vertimientos (Año 2023)	46
Cuadro 31. Resultados de Simulación 03 – Vertimientos (Año 2024)	46
Cuadro 32. Contingencias operativas en pozas de agua de contacto – Escenario de Año Promedio	47

Cuadro 33. Contingencias operativas en pozas de agua de contacto – Escenario de Año Promedio con evento de P _{máx} 24 horas (TR= 100 años)	47
Cuadro 34. Contingencias operativas en pozas de agua de tratada y vertimientos	50
Cuadro 35. Estrategias de gestión de pozas de agua de contacto – Escenario de Año Promedio con evento de P _{máx} 24 horas (TR= 100 años).....	51
Cuadro 36. Estrategias de gestión de pozas de agua de tratada y vertimientos	53
Cuadro 37. Pozas sin Instrumento de Gestión Ambiental.....	55
Cuadro 38. Pozas con almacenamiento mayor al aprobado	55
Cuadro 39. Cambios de codificación de pozas	56
Cuadro 40. Observaciones identificadas en el manejo operativo de pozas.....	56

TABLAS

Tabla 1	Codificación de pozas de agua de contacto
Tabla 2	Codificación de pozas de agua de procesos
Tabla 3	Codificación de pozas de agua de no contacto
Tabla 4	Codificación de bombas
Tabla 5	Áreas de aporte al sistema de agua de contacto
Tabla 6	Cronograma de áreas de aporte al sistema de agua de contacto

ANEXOS

Anexo 1	Resultados del Balance de Agua de Contacto – Simulación 01: Año Promedio
Anexo 1.1	Generación de aguas ácidas por componentes
Anexo 1.2	Generación de aguas ácidas por componentes – Drenaje Superficial
Anexo 1.3	Generación de aguas ácidas por componentes – Infiltración y Subdrenaje
Anexo 1.4	Máximos caudales diarios mensuales por componente
Anexo 1.5	Resultados de caudales por pozas
Anexo 1.6	Figuras de porcentaje de aporte por componente
Anexo 1.7	Diagramas de flujos de agua de contacto promedio anual y máximo mensual
Anexo 2	Resultados del Balance de Agua de Contacto – Simulación 02: Año Húmedo
Anexo 2.1	Generación de aguas ácidas por componentes
Anexo 2.2	Generación de aguas ácidas por componentes – Drenaje Superficial
Anexo 2.3	Generación de aguas ácidas por componentes – Infiltración y Subdrenaje
Anexo 2.4	Máximos caudales diarios mensuales por componente
Anexo 2.5	Resultados de caudales por pozas
Anexo 2.6	Figuras de porcentaje de aporte por componente
Anexo 2.7	Diagramas de flujos de agua de contacto promedio anual y máximo mensual
Anexo 3	Resultados del Balance de Agua de Contacto – Simulación 03: Año Promedio con Evento de Precipitación Máxima en 24 horas
Anexo 3.1	Generación de aguas ácidas por componentes
Anexo 3.2	Generación de aguas ácidas por componentes – Drenaje Superficial
Anexo 3.3	Generación de aguas ácidas por componentes – Infiltración y Subdrenaje

-
- Anexo 3.4 Máximos caudales diarios mensuales por componente
- Anexo 3.5 Resultados de caudales por pozas
- Anexo 3.6 Figuras de porcentaje de aporte por componente
- Anexo 3.7 Diagramas de flujos de agua de contacto promedio anual y máximo mensual

PLANOS

220159-100	Ubicación de proyecto y lista de planos
220159-200	Manejo de aguas
220159-200-01	Manejo de aguas actual – Año 2022
220159-200-02	Manejo de aguas proyectado – Año 2023 – Semestre 1
220159-200-03	Manejo de aguas proyectado – Año 2023 – Semestre 2
220159-200-04	Manejo de aguas proyectado – Año 2024
220159-300	Áreas de aporte
220159-300-01	Manejo de aguas actual – Año 2022
220159-300-02	Manejo de aguas proyectado – Año 2023
220159-300-03	Manejo de aguas proyectado – Año 2024

INFORME TÉCNICO N° 02

“MODELAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS OPERATIVO 2022-2024”

1. INTRODUCCIÓN

La Unidad de Producción Tantahuatay (en adelante, U.P. Tantahuatay), de propiedad de Cía. Minera Coimolache S.A. (en adelante, CMC) se encuentra ubicada en el Distrito de Chugur, Provincia de Hualgayoc, Región Cajamarca, con una altitud entre los 3750 msnm y los 4050 msnm. La U.P. Tantahuatay comprende tres sectores llamados Tantahuatay, Ciénaga Norte y Mirador.

Como parte de la gestión del manejo de aguas en la U.P. Tantahuatay, CMC ha solicitado a HR Ingenieros Asociados S.A.C. (en adelante, HR Ingenieros) la Actualización del Plan de Manejo Integral de Aguas de Coimolache para el periodo 2022 – 2024.

El presente informe técnico (IT N° 02) expone los resultados del balance de aguas operativo producto de un modelo desarrollado con la herramienta GoldSim®, realizado en base a la fase preliminar presentada en el documento “Informe Técnico N° 01 – Actualización del Inventario de Infraestructuras de Manejo de Aguas de la U.P. Tantahuatay” elaborado por HR Ingenieros (2023).

2. OBJETIVOS

El objetivo principal del presente documento es la actualización del plan de manejo integral operativo de aguas de la U.P. Tantahuatay, como soporte para la gestión del manejo de aguas.

Los objetivos específicos incluyen:

- Calibración y validación del modelo de balance de aguas operativo.
- Determinación de la cantidad de agua de contacto y no contacto.
- Planteamiento de medidas correctivas a corto plazo (periodo 2022 - 2024) para la optimización del plan de manejo operativo de aguas de la U.P. Tantahuatay.

3. ALCANCES

El alcance del trabajo desarrollado abarca las infraestructuras de manejo de aguas de contacto y no contacto de la U.P. Tantahuatay en los sectores Tantahuatay, Ciénaga Norte y Mirador.

Se considera las infraestructuras y capacidad instalada y construida a diciembre de 2022, de acuerdo al “Informe Técnico N° 01 - Diagnóstico del Manejo de Aguas Actual” (HR Ingenieros, 2022).

El alcance del presente documento incluye:

- Resultados de la actualización del modelo numérico de simulación (GoldSim®) de la operación del manejo de aguas de contacto y no contacto, que incluye:
 - Volumen y caudal anual y mensual de agua de contacto para el periodo 2023 al 2024.
 - Volumen y caudal anual y mensual de agua de contacto para escenario de precipitación máxima en 24 horas) de agua de contacto para el periodo 2023 al 2024.

- Caudal mínimo, máximo y promedio de cada componente y planta de tratamiento para el periodo 2023 al 2024.
- Volumen y caudal de drenaje y subdrenaje de los componentes
- Volumen y caudal de vertimientos para el periodo 2023 al 2024.
- Determinación de los niveles (porcentaje) de alerta (riesgo bajo) de las pozas críticas del manejo de aguas de contacto.
- Evaluación de las contingencias operativas para el periodo 2023-2024 y definición de alternativas de solución a las desviaciones, incluyendo alternativas de manejos operativos y estrategias para el cumplimiento de los límites de vertimientos autorizados.

4. DEFINICIONES

Para el presente proyecto se ha tomado en consideración las siguientes definiciones para mejorar el sistema de gestión de aguas e infraestructuras relacionadas en CMC (ver **Cuadro 1**).

Cuadro 1. Definiciones

Término	Descripción
Agua de Contacto	Es el agua superficial o subterránea que ha sido expuesta a cualquier material excavado, como el material de pre – minado y los botaderos de desmonte, o que ha sido expuesta a cualquier talud de corte o relleno de vías y canales dentro de las áreas operativas de la mina.
Agua de No Contacto	Es el agua superficial o subterránea que no ha entrado en contacto con las instalaciones del proyecto en forma directa; estas aguas serán derivadas hacia cauces naturales.
Agua de Procesos	Es el agua producto de los procesos internos de los PAD de Lixiviación y Planta de Procesos, y se diferencia del agua de contacto por su contenido de cianuro.
Agua tratada	Es el agua que ha sido sometida a procesos de tratamiento físico, químico y/o biológico para eliminar o reducir los contaminantes presentes en ella.
Áreas de Aporte o Colección	Son las áreas definidas o aproximadas de colección de drenaje asociadas a las pozas de almacenamiento y/o canales de colección de agua de contacto o no contacto.
Drenaje	Flujos de agua producto del escurrimiento superficial generados por las precipitaciones sobre las áreas de aporte. Por tanto, el agua de drenaje puede ser clasificado como agua de contacto o no contacto, dependiendo del tipo de área de aporte.
Subdrenaje	Flujos de agua subterránea que son captados y derivados por los sistemas de tuberías instalados por debajo del sistema de revestimiento de determinados componentes tales como DMEs, DMIs, DMOs, PAD de Lixiviación, plataformas de Planta de Procesos, etc, según se hayan definido en los diseños de ingeniería y construcción. Por tanto, el agua de subdrenaje no entra en contacto con material de las áreas operativas de la mina y se clasifica como agua de no contacto.
Infiltraciones	Flujos de agua que son captados y derivados por los sistemas de tuberías instalados en la base fundacional de determinados componentes tales como DMEs, DMIs, DMOs, PAD de Lixiviación, plataformas de Planta de Procesos, etc, según se hayan definido en los diseños de ingeniería y construcción. Por tanto, el agua de infiltración entra en contacto con el material que conforma dichos componentes y se clasifica como agua de contacto.

5. NOMENCLATURA

Para el presente proyecto se ha definido las siguientes nomenclaturas a fin de uniformizar el sistema de gestión de aguas e infraestructuras relacionadas en CMC (ver **Cuadro 2**).

Cuadro 2. Nomenclaturas

Abreviatura	Descripción
PZ	Poza de agua de contacto
PS	Poza de agua de no contacto
A.C.	Agua de contacto
A.N.C.	Agua de no contacto
A.T.	Agua industrial tratada
BB	Bomba
SECTOR THY	Sector Tantahuatay
SECTOR CN	Sector Ciénaga Norte
SECTOR MN	Sector Mirador Norte
TAJO THY	Tajo Tantahuatay
DME 1 THY	Depósito de Material Estéril 1 Tantahuatay
DME 2 THY	Depósito de Material Estéril 2 Tantahuatay
DME 3 THY	Depósito de Material Estéril 3 Tantahuatay
DMI Tres Amigos	Depósito de Material Inadecuado 1 Tantahuatay
DMI TW 1	Depósito de Material Inadecuado Tiwinza 1
DMI TW 2	Depósito de Material Inadecuado Tiwinza 2
DMO TW	Depósito de Material Orgánico Tiwinza
PTAA THY	Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas Tantahuatay
PAD THY	PAD Tantahuatay
PTEC THY	Planta de Tratamiento de Efluentes Cianurados Tantahuatay
TAJO CN	Tajo Ciénaga Norte
DME CN	Depósito de Material Estéril Ciénaga Norte
DMI CN	Depósito de Material Inadecuado Ciénaga Norte
DMO 1 CN	Depósito de Material Orgánico 1 Ciénaga Norte
DMO 2 CN	Depósito de Material Orgánico 2 Ciénaga Norte
PTAA CN	Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas Ciénaga Norte
PAD CN	PAD Ciénaga Norte
PTEC CN	Planta de Tratamiento de Efluentes Cianurados Ciénaga Norte
TAJO MN	Tajo Mirador Norte

6. INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURAS DE MANEJO DE AGUA

En el “Informe técnico N° 01 - Actualización del inventario de infraestructuras de manejo de aguas de la U.P. Tantahuatay” (HR Ingenieros, 2023) se actualizó el inventario de infraestructuras de manejo de agua de contacto, no contacto, agua de procesos y agua tratada de la U.P. Tantahuatay en los sectores Tantahuatay, Ciénaga Norte y Mirador, a las condiciones en operación a diciembre de 2022, y se elaboraron los planos de manejo de aguas.

A modo de resumen, en el presente informe se adjunta la **Tabla 1**, **Tabla 2** y **Tabla 3** que presentan la lista de pozas de agua de contacto y agua tratada, la lista de pozas de procesos y la lista de pozas de agua de no contacto, respectivamente. Asimismo, en la **Tabla 4** se presenta la lista de bombas operativas a la fecha.

Por otro lado, en el presente informe se adjunta el **Anexo 1.7**, **Anexo 2.7** y **Anexo 3.7** que incluyen los diagramas de manejo de agua de contacto y agua tratada del sector Tantahuatay, Ciénaga Norte y Mirador.

Finalmente, tal como se indica en el **Plano 220159-100-01** (lista de planos del presente informe), del **Plano 220159-200-01** al **Plano 220159-200-04** se incluye el manejo de aguas general de la U.P. Tantahuatay (sector Tantahuatay, sector Ciénaga Norte y sector Mirador) en el escenario actual (2022) y en los escenarios proyectados (años 2023 y 2024).

7. INVENTARIO DE INSTRUMENTACIÓN

CMC cuenta con instrumentación de soporte para la gestión del agua en la U.P. Tantahuatay. Esta instrumentación proporciona dos tipos de información: registros de parámetros meteorológicos y registros de los niveles alcanzados en las pozas.

7.1 ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Para la obtención de los registros de data meteorológica CMC cuenta con tres (03) estaciones locales operando en el área de la U.P. Tantahuatay. Las características de estas estaciones se muestran en el **Cuadro 3**. Tal como se indica en el **Cuadro 4**, las estaciones Campamento Definitivo y Campamento Mirador son las más antiguas, registrando información meteorológica desde 2011 y 2013, respectivamente, mientras que la estación Ciénaga Norte viene registrando datos desde el 2020.

Cuadro 3. Ubicación de estaciones meteorológicas

Estación	Vertiente Hidrográfica	Tipo	Ubicación			Coordenadas UTM WGS 84 - 17S		Altitud (m s. n. m.)
			Distrito	Provincia	Departamento	Este	Norte	
Mirador	Pacífico	Automática	Hualgayoc	Chugur	Cajamarca	755927	9254053	3964
Definitivo	Atlántico	Automática	Hualgayoc	Hualgayoc	Cajamarca	757556	9254613	3957
Ciénaga Norte	Pacífico	Automática	Hualgayoc	Chugur	Cajamarca	753731	9254035	3855

Elaborado por: HR Ingenieros (2023)

Fuente: Tercera Modificación del Estudio de Impacto Ambiental (Cardno, 2022)

Cuadro 4. Disponibilidad de data meteorológica

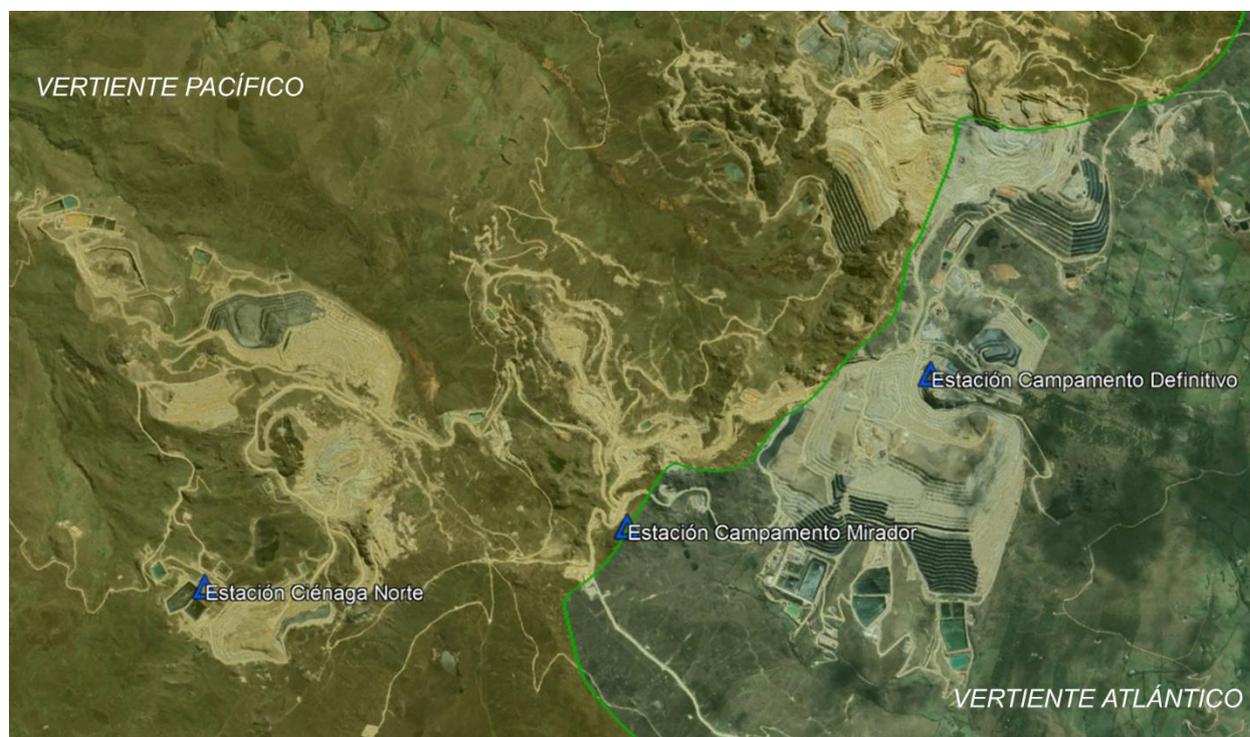
Estación	Período
Campamento Mirador	2013 – Actualidad
Campamento Definitivo	2011– Actualidad
Ciénaga Norte	2020 – Actualidad

Elaborado por: HR Ingenieros (2023)

Fuente: CMC (2023)

El **Gráfico 1** muestra la ubicación de las estaciones meteorológicas en mención. Como se observa, la estación Mirador y Ciénaga Norte se ubican en la vertiente hidrográfica del Pacífico, mientras que la estación Definitivo se ubica en la vertiente del Atlántico.

Gráfico 1. Ubicación de estaciones meteorológicas locales



7.2 REGISTRO DE NIVELES DE POZAS

CMC cuenta con instrumentación ubicada en las pozas listadas en el **Cuadro 5**. Estos equipos registran los niveles alcanzados en las pozas y permiten estimar los volúmenes de agua que son gestionados con dichas infraestructuras. El **Cuadro 5** también precisa el periodo de registro de información, siendo para la mayoría de pozas desde enero de 2022.

Cuadro 5. Instrumentación para el registro de niveles de pozas

Poza	Componente	Periodo de registro (*)
PZ-02	DME 1 THY	23/01/22 – Actualidad
PZ-26	DME 2 THY	23/01/22 – Actualidad
PZ-29	DME 3 THY	23/01/22 – Actualidad
PZ-9	DMI Tres Amigos	23/01/22 – Actualidad
PZ-11	DMI TW 2	23/01/22 – Actualidad
PZ-10	DMO TW	23/01/22 – Actualidad
PZ-12	DMO TW	23/01/22 – 27/01/22
PZ-20	PTAA THY	04/04/22 - Actualidad
PZ-40	TAJO THY	04/04/22 - Actualidad
PZ-103	DME CN	23/01/22 – Actualidad
PZ-104	DME CN	23/01/22 – 27/01/22
PZ-220	Accesos del sector Mirador	23/01/22 – Actualidad
PZ-207	Tajo Mirador y accesos	23/01/22 – Actualidad
PZ-215	Tajo Mirador y accesos	23/01/22 – Actualidad

(*) Cabe precisar que la información proporcionada por CMC es hasta 23 de enero de 2023.

8. BALANCE DE AGUA DE CONTACTO

Los resultados del balance de aguas operativo mostrados en el presente informe son producto de un modelo desarrollado con la herramienta GoldSim®.

En todo modelo, los resultados del mismo dependen en gran medida de los datos de entrada utilizados; si los datos de entrada son confiables los resultados también lo serán.

El modelo de balance de aguas de la U.P. Tantahuatay ha sido construido usando metodologías directas y simples, suposiciones comunes que son aplicadas en todo el sitio.

El modelo deberá ser utilizado principalmente como una herramienta cualitativa interpretando sus resultados desde el punto de vista cuantitativo como orden de magnitud. Específicamente, los resultados del modelo para cualquier configuración deben ser comparados con los resultados del mismo modelo, pero con diferentes configuraciones.

Al realizar la compilación de todas las instalaciones en un solo modelo, se puede usar un marco consistente para examinar los efectos de modificar o acondicionar una instalación a la mina, en un proceso simple e internamente consistente.

Gráfico 2. Procedimiento de Actualización de Modelo y Balance de Aguas Tantahuatay.



Las características principales del balance de aguas de contacto desarrollado son:

- La estructura del modelo de agua de contacto está determinada por el diseño de la mina y la disposición de las instalaciones.
- Balance integral de aguas de contacto: drenaje ácido de roca, infiltración y subdrenaje.