

**MINERA ARGENTINA GOLD S.A.
PROYECTO VELADERO**

**ADDENDUM 2
IIA ETAPA DE EXPLOTACIÓN**

**SECCIÓN 2.0 – RESPUESTAS A CONSULTAS FORMULADAS
POR EL INSTITUTO NACIONAL DE AGUA**

SA202-00010/3 Rev. 0

MINERA ARGENTINA GOLD S.A.
PROYECTO VELADERO**ADDENDUM 2**
IIA ETAPA DE EXPLOTACIÓN**SECCIÓN 2.0**
RESPUESTAS A CONSULTAS FORMULADAS
POR EL INSTITUTO NACIONAL DE AGUA

1. No es claro si la capacidad del vaso es suficiente para contener los volúmenes de los eventos individuales (Pág. 6-4, Sección 6. Addendum1, Volumen 1) ó los que se obtienen considerando la simultaneidad de tales eventos (Pág. 6-10, Sección 6, ADDENDUM 1, Volumen1). Analizando la curva cota-volumen, se estima, sin embargo, que se han considerado los eventos uno a uno, tomando siempre como referencia la mínima cota requerida para el bombeo sin cavitación, 3919 m.s.n.m.

Respuesta:

La altura del terraplén (cuyo coronamiento está proyectado a la cota de 3.956 m s.n.m.) ha sido determinada para proveer la contención de los volúmenes que generan distintos tipos de eventos de contingencia. En el Cuadro 2.1 se detallan los eventos considerados en el diseño y los volúmenes de agua que los mismos generan.

Para facilitar el análisis se ha elaborado el Cuadro 2.2 que sintetiza los volúmenes que genera la ocurrencia combinada de los eventos. La combinación CP1 & CP2 & CP3 no se ha considerado ya que nunca se presentará, dado que el evento CP2 sería parte del CP3 son excluyentes. Los tres primeros eventos combinados fueron considerados durante el diseño de la ingeniería del Proyecto. Un cuarto evento combinado (CP1 & MTP1 & MTP2) ha sido incluido para efectos de ampliar el análisis que se presenta en esta respuesta; el mismo presenta una muy baja probabilidad de ocurrencia ya que el Proyecto contará con sistema de bombeo redundante que entrará en operación ante cualquier emergencia.

El diseño final considera una elevación del terraplén de 3956 m s.n.m. Es de notar que la capacidad de almacenamiento prevista por esta elevación (sin incluir la revancha de 1 m), es de 930.000 m³; la revancha otorga una capacidad adicional con lo cual la capacidad total de almacenamiento del vaso sería de aproximadamente 1.000.000 m³.

CUADRO 2.1
Criterios de Contención Empleados en el Diseño del SLV

Probabilístico			La mitad de la MTP		
ID	Criterio de Contención	Contención, m ³	ID	Criterio de Contención	Contención, m ³
CP1	Drenaje de solución por 48 horas	99.200	MTP1	La solución de proceso para la condición de operación normal(a)	85.000
CP2	Precipitación en 24 con periodo de recurrencia de 100 años	310.000	MTP2	De la mitad de la MTP proveniente de toda la cuenca (b)	798.730
CP3	Del mes de mayor precipitación en El Indio	518.340			

(a) definidas como el 50% del intervalo de confianza de las simulaciones probabilísticas

(b) y asumiendo que todos canales de desvío han fallado

CUADRO 2.2
Contención Requerida con la Ocurrencia Combinada de Eventos

Eventos Combinados	Contención Requerida, m3
CP1 & CP3	617.540
CP1 & CP2	409.200
MTP1 & MTP2	883.730
CP1 & MTP1 & MTP2	982.930

En consecuencia la capacidad de diseño provee la contención de los volúmenes que generen cada uno de los eventos de manera individual (Cuadro 2.1) y combinados (Cuadro 2.2). Es más, la capacidad de diseño está en condiciones de contener la contingencia de los eventos combinados CP1 & MTP1 & MTP2.

En síntesis, y tal cual se enfatizó en las respuestas entregadas en Addendum 1 del IIA, el Sistema de Lixiviación en Valle (SLV) ha sido diseñado como una instalación con descarga cero al ambiente, inclusive ante eventos de contingencias operacionales y meteorológicas.

2. la simulación realizada muestra que el nivel de la solución en el SLV podría ubicarse por encima de 3940 m.s.n.m. La probabilidad de esta circunstancia es 5%, o bien 1 en 20. Puesto que los valores son mensuales, cabe admitir que el nivel de la solución podría localizarse más alto que 3940 m.s.n.m. en algún año de cada 20 años. A lo largo del periodo de explotación, unos 13 años ó más, es bastante probable entonces que la cota supere el valor indicado, ó que el vaso llegue a contener 250.000 m³, ó más. La simulación señala, además, que puede haber una sucesión de meses con el nivel de solución similar al precedente. Por ello, en caso de ocurrir un fenómeno extraordinario, como la precipitación del mes más húmedo, que aporta al vaso unos 500.000 m³, no debería descartarse que ocurra dentro del periodo en que las cotas del SLV sean las más elevadas. En esas condiciones el volumen de solución en el vaso sería 750.000 m³. Si sumamos al anterior el que se acumularía por una interrupción de bombeo de 12 horas, el volumen total sería de unos 800.000 m³, o sea que la elevación podría superar 3950 m.s.n.m. Por cierto que sí el evento 1/10000 años tuviera lugar, la cota del agua en ese momento, para que el muro de contención no sea desbordado, debería ser menor que 3935 m.s.n.m. No por ser la simultaneidad de sucesos, según la estadística clásica, menos probable de suceder, esa contingencia debería desecharse. La reciente inundación en Santa Fe es un buen ejemplo de ello.

Respuesta:

En la respuesta anterior se analizó las contingencias que determinan la simultaneidad de eventos, particularmente sobre el SLV. A partir de dicho análisis se concluyó que la capacidad de diseño del SLV provee la contención de los volúmenes que generen cada uno de los eventos de manera individual y combinados (estos últimos consideran la preocupación de la autoridad). Por ello, no se prevé que el terraplén sea desbordado por los eventos de contingencias operacionales y meteorológicas y, por lo tanto, no sería necesaria la habilitación de un vertedero de alivio.

Sin perjuicio de lo anterior, a continuación se presenta una evaluación de probabilidad de ocurrencia, muy conservadora, de desborde por rebalse del terraplén del SLV teniendo en cuenta el criterio de diseño indicados en la respuesta anterior. Para el análisis se tuvo en cuenta la siguiente información y suposiciones:

- Los resultados de una simulación probabilística para el balance de agua del SLV
- Contención para la mitad de la Máxima Tormenta Probable (MTP) para un evento de lluvia o nieve a ser conducida a través de la pila, proveniente de toda la cuenca y asumiendo que los canales de desvío han fallado (798.730 m³).

- El diseño del terraplén a una elevación de 3956 m SNM que toma en cuenta la mitad de la TMP mas 50% de la capacidad de almacenamiento de contingencia (85.000 m³) mas 1.5 metros de revancha
- Periodo de Retorno Calculado para la mitad de la TMP de aproximadamente 14.000.000 de años (ver Figura 2.1)
- Una duración del proyecto de 16 años para una capacidad máxima de 250 Millones de Toneladas
- Drenaje de las pilas durante un periodo de 48 hs por pérdida de capacidad de bombeo.
- Se realizó un cálculo usando procedimientos normales de probabilidad para extrapolar y estimar el periodo de retorno para la mitad de la TMP. Los resultados que se incluyen en la Figura 2.1, que indican un periodo de retorno de aproximadamente 14 millones de años. A fin de proveer una estimación conservadora razonable y teniendo en cuenta el corto periodo de datos, comparado con el intervalo de recurrencia calculado, se ha reducido el periodo calculado en dos órdenes de magnitud. En consecuencia, el valor adoptado para el periodo de retorno para la mitad de la TMP ha sido de 140.000 años.
- Los análisis asumen una situación extrema de que exista una probabilidad del 90% que la pérdida de la capacidad de bombeo se presente cuando ocurra la mitad de la TMP. Esta ultima consideración es muy conservadora debido que existirá un sistema de bombeo auxiliar y con la misma capacidad de bombeo que el principal para entrar en operación en cualquier momento.
- Los análisis también asumen que podría existir una posibilidad de 10% de que la pérdida de capacidad de bombeo se produzca en el lapso de 48 horas posterior a la ocurrencia de la mitad de la TMP. Es de notar que esta consideración es muy conservadora dado que existirá un sistema de generadores de emergencia.

Cálculos

- Capacidad de almacenamiento de la pileta interna del SLV después de que se presentase la mitad de la MTP, excluyendo la revancha

$V_{\text{Total}} = V_{\frac{1}{2} \text{ MTP}} + D_{\text{renaje}} + V_{\text{almacenamiento}} = 1.000.000 \text{ m}^3$ (almacenamiento a una Elevación de 3956, obtenido de la curva altura de terraplén v/s capacidad de almacenamiento).

$V_{\text{capacidad remanente de almacenamiento}} = 102.070 \text{ m}^3$, lo que corresponde aproximadamente al percentil 60% de la capacidad de almacenamiento de la pileta interna de del SLV de 111.469 m^3

En consecuencia, el rebalse del terraplén del SLV no debería ocurrir a menos que volumen contenido en el Área de Almacenamiento de la Solución Rica exceda el 60% del percentil de la capacidad de almacenamiento cuando ocurra la mitad de la TMP y que la pérdida de capacidad de bombeo, se produzca en el lapso de 48 horas posteriores a la ocurrencia de la mitad de la TMP de manera simultánea. La probabilidad de ocurrencia de estas condiciones en forma simultánea, que daría como resultado el rebalse del terraplén del SLV durante los 16 años de vida del proyecto se calcula sobre la base de lo siguiente:

- $R = 1 - (1 - P)^a$, en donde P es la probabilidad de ocurrencia, R es el riesgo de ocurrencia y a es el numero de años de vida del proyecto.
- $P_{\frac{1}{2} \text{ TMP}} = 1/140.000$ – probabilidad de ocurrencia durante cualquier año en el que la mitad de la TMP pudiese ocurrir
- $P_{\text{pérdida de bombeo}} = 9/10 \times 1/10 = 9/100$ – probabilidad de perdida de bombeo durante la mitad de la TMP y asumiendo que no se recupere en el lapso de 48 hs.
- $P_{\text{pileta}} = 60\%$ – probabilidad de que el volumen de la pileta de contención sea mayor o igual que 102.070 m^3 durante la vida de la mina.
- $R = [1 - (1 - (1/140.000))]^{16} \times (9/100) \times (0.60)$ o $R = 6.17\text{E-}6$ o 1 en 162.000

De manera similar la probabilidad de rebalse del terraplén del SLV en cualquier año ha sido calculada como:

- $R = 1/162.000 = 1 - (1 - P)^{16}$ ó $(1 - 1/162.000) = (1 - P)^{16}$ ó $1 - (1 - 1/162.000)^{1/16} = P = 3.85\text{E-}7$ ó 1 en 2.592.000

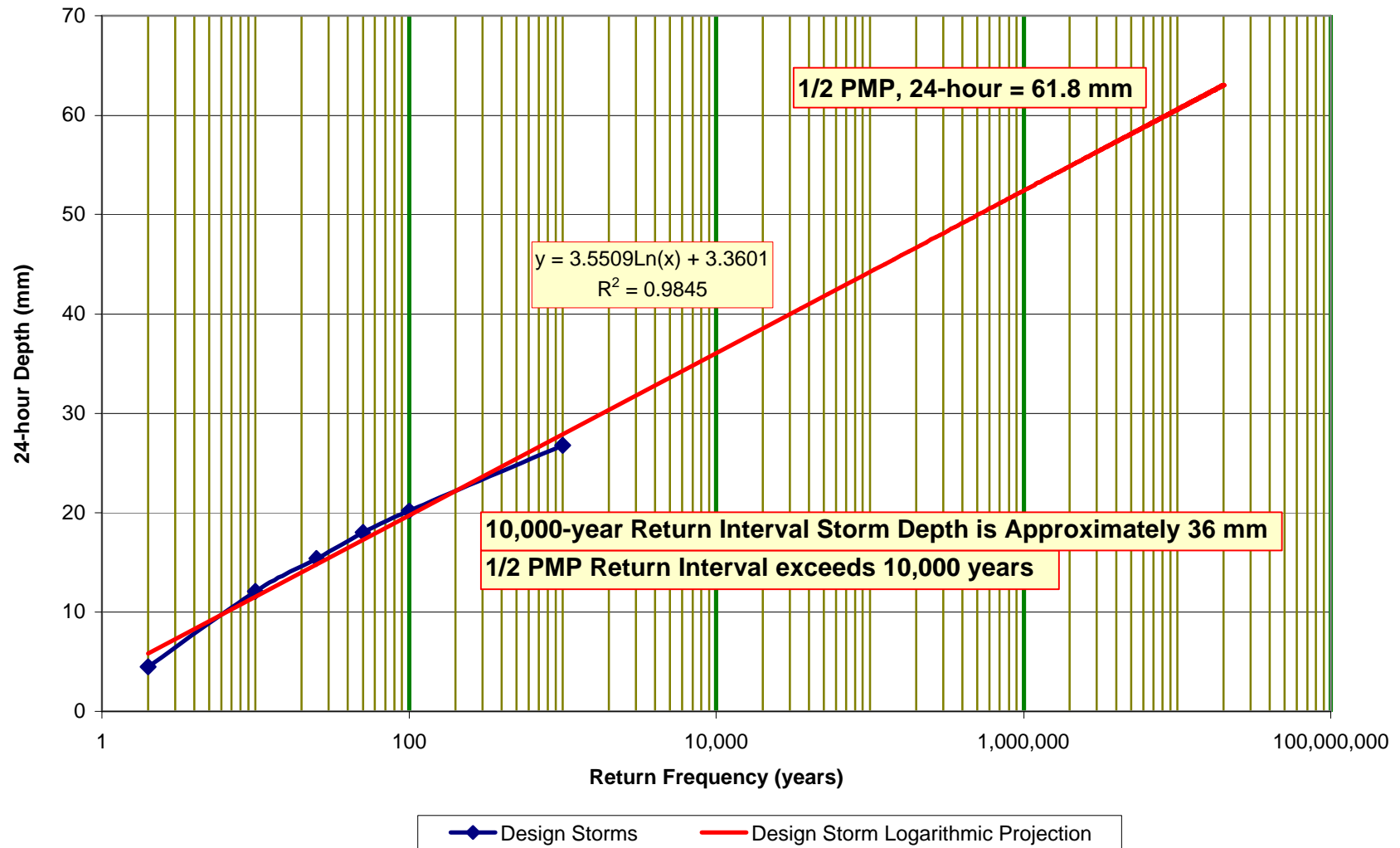
En consecuencia, hay una posibilidad de 1 en 162.000 que el terraplén del SLV pudiese rebalsar durante los 16 años de la vida de la mina. Así mismo, la probabilidad que pudiera

producirse durante el transcurso de cualquier año es de 1 en 2.592.000.

Por todo lo expuesto y de manera concluyente se puede afirmar que no sería necesaria la construcción de un vertedero de alivio. Sin embargo a fin de proporcionar una seguridad adicional y extrema a la estabilidad de la obra, **se podría proyectar y proveer dicho vertedero a requerimiento de las autoridades** para el caso que pudiese producirse una situación imprevisible y no estimable en forma razonable con los datos y métodos expuestos anteriormente.

Cabe aclarar que esta sería una situación extrema con características excepcionales en toda la región, no solamente en el ámbito geográfico del Proyecto Veladero.

Figure 2-1. Veladero Storm Return Frequency



3. Si bien la porosidad efectiva de mineral triturado se ha obtenido experimentalmente, no se puede asegurarse que el valor mínimo adoptado, 26.7%, sea el que tendrá una pila de millones de toneladas de material. Si el valor anterior disminuyera un 10%, es decir, si la porosidad promedio de la pila fuese del 24%, la capacidad de almacenamiento del vaso en cota máxima sería 800.000 m³, o sea que la tormenta 1/10000 años y el volumen calculado arriba mediante superposición de eventos pondrían a la presa en riesgo de colapso. Es interesante mencionar que las presas de tierra fallan en un 30 % de los casos por desborde y que tal situación ha derivado en muchos casos de insuficiente información hidrológica, que es el caso de Veladero.

Respuesta:

El valor del criterio de diseño de 26,7% de porosidad efectiva (o índice de vacíos del material) es muy conservador y presenta el caso más desfavorable por las siguientes razones:

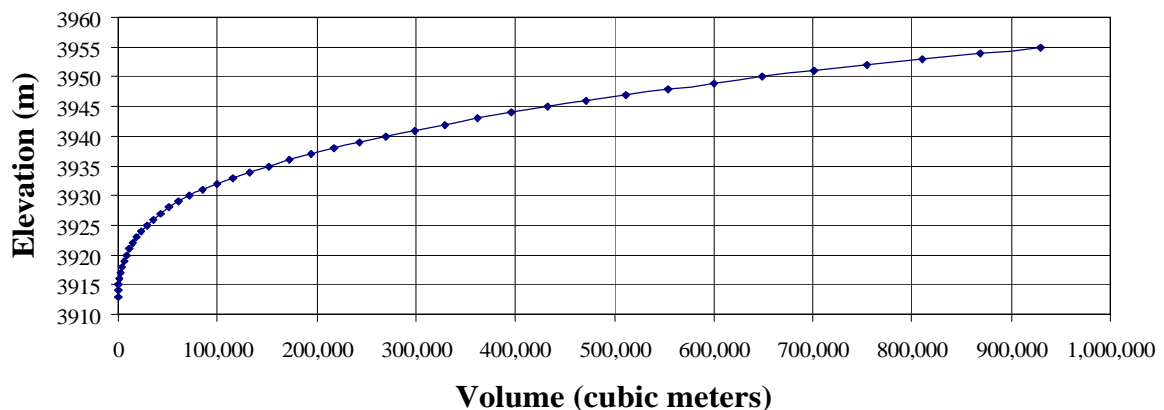
- Este valor se basa en la mínima porosidad seca obtenido para el mineral triturado cargado en moldes de compresión ensayados bajo cargas normales hasta una altura equivalente a 150 m. En realidad la mayor parte del AASR tendrá menos de 40 m de altura de carga de mineral.
- La porosidad seca del mineral cargado hasta un equivalente a 40 m de altura es de 36,5 %, y no de 26,7% como el considerado en el análisis.
- El diseño contempla además, la carga de mineral en el AASR con un tamaño tal cual sale de la mina o ROM (run of mine), que tiene una mayor porosidad que el mineral triturado ensayado.
- La experiencia ganada en otras operaciones indica que para minerales bien silificados, tal es el caso del mineral de Veladero, el valor de diseño del índice de vacíos de 26,7% es conservador.
- El diseño es tan conservador que no considera dejar operativo “ventanas” en el AASR lo que proveería un volumen adicional de almacenamiento de solución. Esta “ventana” consiste en una trinchera o área que se dejan en la pila del mineral acumulado en el AASR, con capacidad para almacenar solución en el 100% del espacio vacío (versus el

26,7% usado para desarrollar la curva de almacenamiento de solución). Estas “ventanas” o trincheras de observación se instalan típicamente para poder observar el nivel de solución en el AARS. Como un ejemplo, la elevación de diseño para la plataforma del AARS es de 3953,5. En consecuencia por encima de esa elevación habrá un 100% de porosidad disponible versus el conservador valor de 26,7% usado en el balance de agua. Como un ejemplo de lo conservadora que es esta aseveración, el volumen de almacenamiento corregido por la porosidad efectiva entre las elevaciones de 3.953,5 m s.n.m. y la elevación de la revancha de 3.956 m s.n.m. es de aproximadamente 100.000 m³ (Ver Figura 2.2). La capacidad de almacenamiento real en esta “ventana” de 1,5 m sería de 375.000 m³. Estos 250.000 m³ adicionales no han sido tenidos en cuenta en el balance de agua descrito en las respuestas precedentes.

En consecuencia, estamos convencidos que ha sido considerado el caso más conservador de índice de vacíos y que, además, de manera muy conservadora se ha tenido en cuenta cualquier heterogeneidad local.

Figura 2.2

PSSA Stage Volume



4.- No se han evaluado las consecuencias del colapso de la presa en cuanto a la contaminación aguas abajo y derrames, evaluación que contribuiría a fijar criterios de seguridad, más ó menos rigurosos, conforme a esos efectos. Sobre la base de lo expresado precedentemente, el suscripto opina que debe preverse en el dique algún sistema de evacuación ó alivio.

Respuesta:

Sobre el particular es importante señalar que la ocurrencia de esta contingencia es baja, dado que la ingeniería del proyecto ha considerados criterios y factores que aseguren la estabilidad de largo plazo de la obra, de manera de no permitir su colapso. En la sección 3.10.2 del IIA y en el Addendum 1 se proporcionan los criterios de diseño que considera la ingeniería del terraplén.

Además, durante la operación del Proyecto, MAGSA implementará un plan de monitoreo de ingeniería que permitirá advertir de manera temprana cualquier problema de estabilidad, mediante un monitoreo mecanizado e inspecciones de campo que efectuará de manera periódica y permanentemente el personal del área.

Las consecuencias de un eventual colapso del terraplén del SLV sí han sido identificadas, y la misma se resume en la Tabla 6.1-d del IIA. Los resultados de dicha tabla indican que las consecuencias podrían presentarse sobre las instalaciones que se ubiquen aguas abajo de la obra; la sección baja del curso de agua del Río Potrerillos, principalmente sobre su calidad; y la componente biótica, en lo que respecta a la biota acuática, la flora ribereña y la fauna terrestre que haga uso de las aguas del río. No obstante, se procederá a evaluar más profundamente las consecuencias de este tipo de evento, en conjunto con la elaboración del Plan de Respuesta a Emergencias, adelantado en nuestra respuesta a la pregunta N° 7 de la UGAMP, de este addendum.

En relación a la habilitación de un aliviadero, por lo expuesto en nuestras respuestas a las consultas 1 y 2 consideramos, de manera concluyente, que ello no sería necesario.