

## MEMORANDUM TÉCNICO

**Para:** Bill Shaver  
Chief Operating Officer

**De:** Troy Thompson, Lucas Kingston

**Revisado por:** Paul Kaplan, P.E.

**Proyecto No:** 475.0329.000

**Tema:** Análisis Climático, Revisión 0  
Proyecto Loma Larga  
Provincia del Azuay, Ecuador

**Fecha:** Abril 30 de 2018

---

### 1. INTRODUCCIÓN

NewFields fue contratado por INV Metals, Inc. (INV) para evaluar datos climáticos y generar valores de diseño para precipitación y evaporación en el Proyecto Loma Larga en Ecuador. Se recopilaron y revisaron datos climáticos regionales y de las estaciones. Se cuantificaron las tormentas de duración mensual y anual de corto plazo (24 horas) y de largo plazo. Este memorándum técnico resume el trabajo completado y presenta los valores de diseño recomendados.

### 2. INFORMACIÓN DISPONIBLE

El primer paso en la evaluación climática fue recopilar los datos disponibles. INV proporcionó a NewFields los datos climáticos regionales y los de las estaciones climatológicas. Se encontró que existían datos de un número significativo de estaciones que estaban ubicadas cerca del sitio del proyecto Loma Larga, pero faltaba el período de registro y la mayoría de los conjuntos de datos estaban incompletos. Se seleccionaron para la evaluación las estaciones con los registros más extensos o las ubicadas más cerca de la mina. La **Tabla 1** enumera las estaciones seleccionadas para el análisis. Las estaciones se dividen en locales y regionales. Las ubicaciones de las siete (7) estaciones seleccionadas se muestran en la **Figura 1**. Todos los datos meteorológicos fueron proporcionados a NewFields por INV a través del portal en línea de control de documentos de INV.



**Tabla 1 – Estaciones Meteorológica Seleccionadas**

Estación	Norte <sup>1</sup>	Este <sup>1</sup>	Elevación (msnm)	Datos <sup>2,3</sup>	Período	Frecuencia
<b>Estaciones Regionales</b>						
Quimsacocha 1	9 663 780	698 422	3 762	P	8/9/2005 – 2013	Cada hora
Chanlud	9 673 656	718 527	3 336	P	2000 - 2015	Diaria
Labrado	9 697 772	714 219	3 335	P	1964 - 2014	Diaria
<b>Estaciones Locales</b>						
Zhurucay Principal (PT 13) <sup>4</sup>	9 661 318	696 183	3 773	P	12/5/2010 - 10/24/2017	c/5-min
Zhurucay Laguna Ciegas (PO 23) <sup>4</sup>	9 660 650	694 991	3 824	P	12/5/2010 - 10/24/2017	c/5-min
Zhurucay Centro (PO 33) <sup>4</sup>	9 660 247	695 968	3 694	P	12/5/2010 - 10/24/2017	c/5-min
Zhurucay Pozas (PO 43) <sup>4</sup>	9 659 130	696 748	3 740	P	12/5/2010 - 10/24/2017	c/5-min
Estación Proyecto <sup>5</sup>	--	--	--	ET	8/9/2005 - 10/23/2015	diaria
<b>Notes:</b> 1. Sistema Coordinado UTM PSAD56 2. P = precipitación 3. ET = Potencial Evapotranspiración basada en medidas de temperatura, viento, humedad y radiación solar. 4. Fuente de Datos: Dr. Patricio Crespo, Universidad de Cuenca 5. Coordenadas y Elevación no disponibles, pero pueden ser tomadas las de la estación Quimsacocha 1						



**Figura 1 – Ubicaciones de las Estaciones Meteorológicas**



En la **Tabla 2** se presenta una comparación de la distancia y la diferencia de elevación entre las estaciones y el sitio de la mina. Como referencia, el sitio de la mina se encuentra a una altura de aproximadamente 3 765 metros.



**Tabla 2 – Tabla Comparativa de Proximidad y Elevación entre las estaciones y la ubicación del proyecto.**

Estación	Distancia a la Planta de la Mina.	Diferencia de Elevación
Quimsacocha 1	4 km nor-noreste	3 m abajo
Chanlud	26 km noreste	429 m abajo
Labrado	42 km nor-noreste	430 m abajo
Zhuracay Principal	2 km nor-noroeste	8 m arriba
Zhuracay Laguna Ciegas	2 km noroeste	59 m arriba
Zhuracay Centro	1 km noroeste	71 m abajo
Zhuracay Pozas	1 km suroeste	25 m abajo

### 3. TORMENTA DE 24-HORAS

Para esta evaluación, primero se analizaron los eventos de precipitación máxima diaria en las tres estaciones regionales. Para cada año de registro, se determinó la cantidad máxima de lluvia diaria. Los valores diarios se incrementaron en un 13 por ciento para tener en cuenta el hecho de que los datos se registraron todos los días del calendario, lo que tiende a subestimar la precipitación máxima que se produjo en el período máximo de 24 horas (OMM, 2009). Para este análisis, se sumó este mismo factor a toda la precipitación diaria que se registró con base en el día calendario. A continuación, se presentan los valores promedio de precipitación máxima de 24 horas de las tres estaciones durante los respectivos períodos de registro:

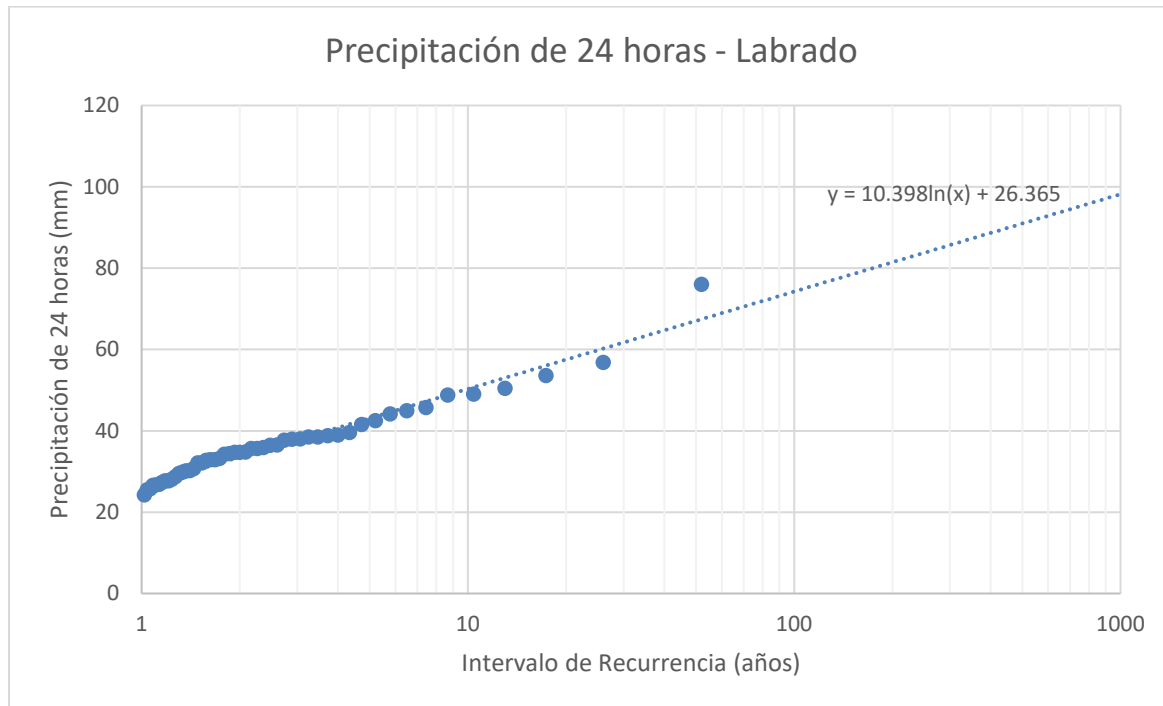
- Quimsacocha 1: 31,3 mm
- Chanlud: 40,2 mm
- Labrado: 36,4 mm

Como era de esperar y debido a las diferentes ubicaciones y períodos de registro, se determinaron diferentes valores en cada estación. Sin embargo, las tres estaban en el mismo orden de magnitud con un promedio de las tres de aproximadamente 36 mm. Dado que Labrado tiene el período de registro más extenso (51 años) y el promedio está en línea con el promedio de las otras dos estaciones regionales, se seleccionó para un análisis más profundo.

Los valores máximos anuales de precipitación diaria de la estación de Labrado se trazaron utilizando los métodos de posición de trazado de Weibull (Chow 1988). Los resultados de este análisis se graficaron y se ilustran en la **Figura 2**.



**Figura 2 – Gráfica de la Tormenta de 24 horas - Labrado**



Las estimaciones de los valores de precipitación con varios intervalos de recurrencia en la estación de Labrado se evaluaron utilizando la ecuación de mejor ajuste que se muestra en la **Figura 2**. Las estimaciones de tormentas resultantes en Labrado se presentan en la **Tabla 3**. Dado el período relativamente largo de registro en la estación de Labrado, la precipitación máxima probable (PMP) se estimó a partir de los datos diarios de Labrado. La PMP representa la mayor precipitación para una duración dada meteorológicamente posible para una cuenca de diseño o un área de tormenta dada en un lugar particular en una época particular del año, sin tener en cuenta las tendencias climáticas a largo plazo. La estimación se completó siguiendo el método estadístico de la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2009). La PMP estimada también se proporciona en la **Tabla 3**.



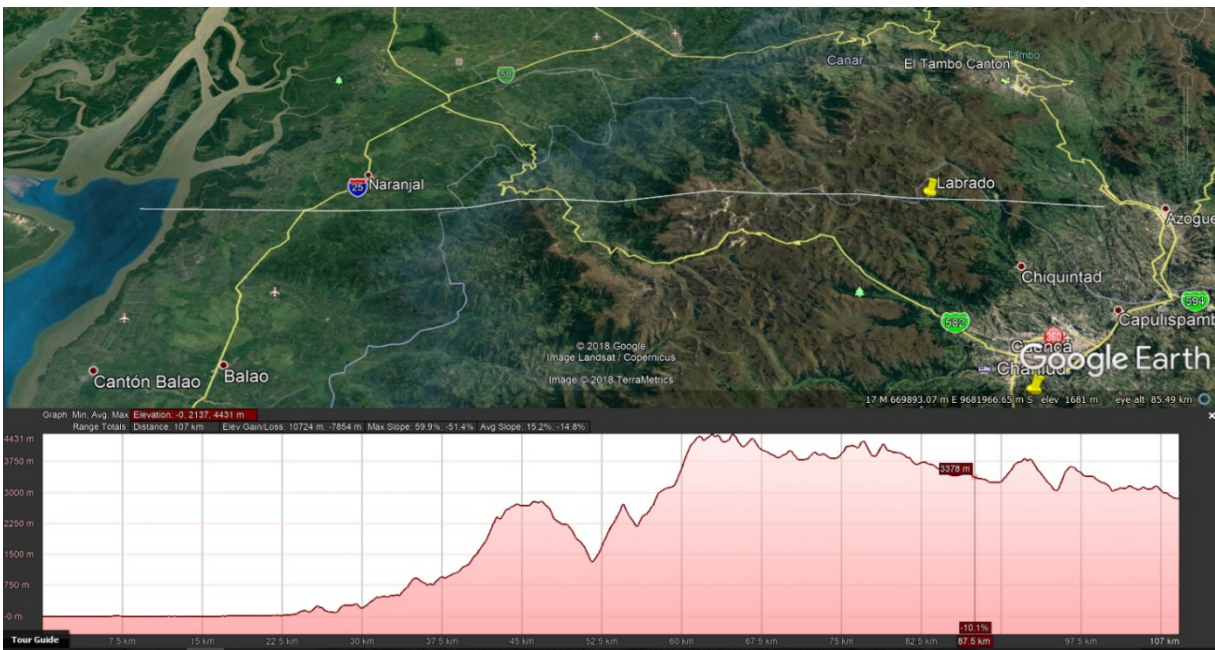
**Tabla 3 – Estimados de Tormentas de 24 horas en Labrado**

Intervalo de Recurrencia (años)	Precipitación (mm)
2	33.6
5	43.1
10	50.3
25	59.8
50	67.0
100	74.2
PMP	186

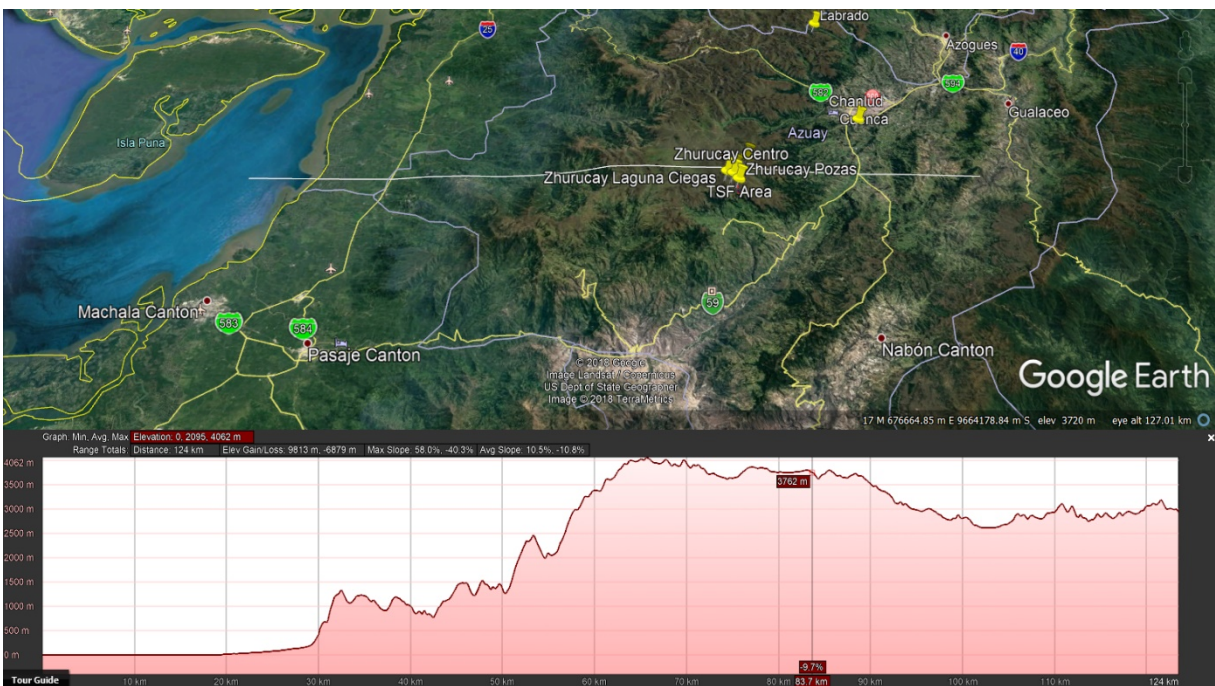
Dado que Labrado se encuentra aproximadamente a 40 kilómetros al nor-noreste del sitio y aproximadamente 500 metros más abajo en elevación, no se recomienda usar los resultados de Labrado directamente para representar las condiciones en la mina. Se evaluaron las condiciones orográficas de la estación Labrado y de las otras estaciones meteorológicas regionales y las estaciones del sitio en un esfuerzo por ajustar estos valores para el área del proyecto.

Para considerar los impactos orográficos sobre la precipitación, se evaluó la dirección del viento registrada en la estación Quimsacocha 1. La revisión de los datos disponibles sobre la dirección del viento mostró que es muy variable y que no existe una única dirección predominante. Al considerar que el sitio del proyecto está ubicado aproximadamente a 70 kilómetros de la costa, se espera que ocurran eventos de lluvia más grandes con vientos del oeste que traen humedad del océano. La precipitación está muy influenciada por la elevación con la humedad cayendo de la columna de aire con ganancias de elevación (esencialmente efectos orográficos). Se evaluaron los perfiles de elevación entre la costa y Labrado también entre la costa y el sitio de la mina para determinar las condiciones que podrían afectar la precipitación. La **Figura 3** muestra un perfil de elevación desde la costa hasta Labrado y la **Figura 4** muestra el perfil desde la costa hasta la mina.

La **Figura 3** y la **Figura 4** ilustran que Labrado y el sitio de la mina están ubicados en entornos orográficos similares. Ambos están ubicados al este del punto alto topográfico; por lo tanto, se espera que ambos lugares se vean influenciados de manera similar con una menor precipitación a comparación de la precipitación al oeste del pico. Esto sugiere que, si bien es probable que la precipitación total en los dos lugares difiera, se espera que los totales de precipitación sean del mismo orden de magnitud, ya que cada estación está influenciada por la misma fuente de humedad y configuración orográfica.



**Figura 3 – Perfil de Elevación desde la costa hasta la estación Labrado.**



**Figura 4 – Perfil de Elevación desde la costa hasta la mina**

El siguiente paso fue comparar la precipitación máxima diaria en Labrado con las registradas en otras estaciones para períodos de registro simultáneos. Para esta evaluación, se consideraron los mismos años en que se disponía de valores de Labrado y las demás estaciones. Los datos registrados en las cuatro estaciones del sitio tenían valores faltantes significativos y el registro



más completo provino de Zhurucay Pozas (PO 43). Dado que las estaciones del sitio incluyen datos recopilados en incrementos de 5 minutos, el factor de ajuste del 13 por ciento no se agregó a los totales de precipitación en el proyecto.

**Tabla 4 – Comparativa de Tormentas Máximas Anuales en 24 horas, Labrado y Quimsacocha 1**

Año	Pico 24-Horas @ Labrado (mm)	Pico 24-Horas @ Quimsacocha 1 (mm)
2006	35.9	25.3
2007	35.6	30.7
2008	30.7	36.3
2009	32.9	51.5
2010	28.1	24.9
2011	34.8	25.3
2012	30.2	31.2
2013	25.5	25.3
<b>Promedio</b>	<b>31.7</b>	<b>31.3</b>

**Tabla 5 – Comparativa de Tormentas Máximas Anuales en 24 Horas, Labrado y Chanlud**

Año	Pico 24-Horas @ Labrado (mm)	Pico 24-Horas @ Chanlud (mm)
2000	76.0	47.9
2001	34.4	33.0
2003	26.6	30.1
2004	38.9	38.3
2005	39.6	45.8
2006	35.9	38.1
2007	35.6	51.4
2008	30.7	34.1
2009	32.9	41.1
2010	28.1	29.9
2011	34.8	35.4
2012	30.2	31.4
2013	25.5	31.9
2014	35.6	33.0
<b>Promedio</b>	<b>37.2</b>	<b>40.2</b>





**Tabla 6 – Comparativa de Tormentas Máximas Anuales en 24 Horas, Labrado y Estaciones Locales**

Año	Máximas 24-Horas Labrado (mm)	Máximas 24-Horas Zhurucay Principal (PT 13) (mm)	Máximas 24-Horas Zhurucay Laguna Ciegas (PO 23) (mm)	Máximas 24-Horas Zhurucay Centro (PO 33) (mm)	Máximas 24-Horas Zhurucay Pozas (PO 43) (mm)
2011	34.8	30.9	42.6	46.3	44.2
2012	30.2	31.5	29.4	34.3	37.2
2013	25.5	28.0	23.8	25.6	30.0
2014	35.6	35.5	30.5	29.2	36.4
<b>Promedio</b>	<b>31.5</b>	<b>31.5</b>	<b>31.6</b>	<b>33.9</b>	<b>37.0</b>

La comparación de los eventos de precipitaciones máximas de 24 horas durante los períodos de registro relativamente cortos sugiere que las tormentas de 24 horas en Labrado son similares en magnitud a Quimsacocha 1 y dos de las cuatro estaciones locales. Las tormentas máximas promedio de 24 horas en Chanlud fueron aproximadamente un 8 por ciento mayores que las registradas en Labrado. Las de Zhurucay Centro y Zhurucay Pozas oscilaron entre un 8 y un 17 por ciento más que las tormentas de Labrado.

Dados los datos disponibles, creemos que la precipitación de 24 horas en el sitio del proyecto puede ser algo mayor que la precipitación de Labrado. Si bien los datos adicionales serían útiles para refinar estas diferencias, estimamos que el sitio podría recibir entre un 10 y un 15 por ciento más de precipitación en una gran tormenta que Labrado. En base a esta estimación, se desarrollaron los siguientes totales de tormentas de 24 horas para usar en el sitio de la mina.

**Tabla 7 – Tormentas Estimadas de 24 horas en el sitio de la mina**

Intervalo de recurrencia (años)	Precipitación (mm)
2-años	38
5- años	48
10- años	56
25- años	67
50- años	75
100- años	83
PMP	208



---

#### 4. DISTRIBUCIÓN DE LAS TORMENTAS DE 24 HORAS

La forma en que se distribuye la precipitación es importante para el diseño y la evaluación de los caudales máximos. Para estimar cómo ocurre la lluvia en el sitio, se evaluaron las siete tormentas más grandes registradas en las cuatro estaciones del sitio. Dado que los datos se registran en estos sitios cada 5 minutos, se evaluaron las distribuciones de lluvia de estos eventos.

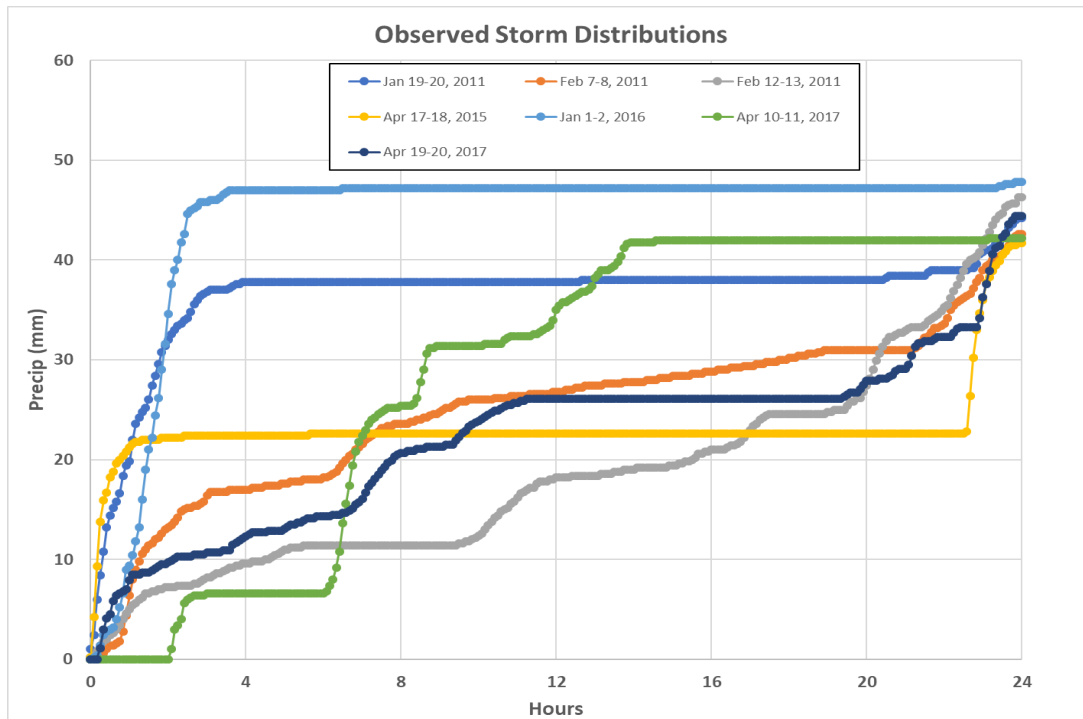
Las siguientes siete tormentas se utilizaron para la evaluación:

- 19 y 20 de enero de 2011
- 7 y 8 de febrero de 2011
- 12 y 13 de febrero de 2011
- 17 y 18 de abril de 2015
- 1 y 2 de enero de 2016
- 10 y 11 de abril de 2017
- 19 y 20 de abril de 2017

Cada una de estas tormentas produjo de 40 a 50 milímetros de lluvia durante un período de 24 horas, lo que corresponde aproximadamente a un evento de cinco años. En la Figura 5 se presenta un gráfico de las distribuciones de precipitación registradas.



**Figura 5 – Distribuciones de Tormentas Registradas**



Para cada una de las siete tormentas, el porcentaje de la precipitación total que ocurre en los 30 y 60 minutos pico del evento se resume en la **Tabla 8**. Las siete tormentas tienen distribuciones diferentes, pero la tormenta del 19 y 20 de enero del 2011, la tormenta del 17 y 18 de abril del 2015 y la tormenta del 1 y 2 de enero de 2016 fueron tormentas de alta intensidad con porcentajes significativos de la cantidad total de lluvia que se produjeron en períodos cortos. Este es el tipo de distribución más crítico para el diseño ya que produce eventos intensos y daría como resultado un flujo máximo más alto.

**Tabla 8 – Porcentaje de precipitaciones que se producen en los picos de 30 y 60 minutos de la tormenta.**

Tormentas	Porcentaje de lluvia total en pico 30 minutos	Porcentaje de lluvia total en pico 60 minutos
Ene 19-20, 2011	30	44
Feb 7-8, 2011	19	24
Feb 12-13, 2011	10	14
Abr 17-18, 2015	43	50
Ene 1-2, 2016	32	57
Abr 10-11, 2017	27	38
Abpr 19-20, 2017	18	25

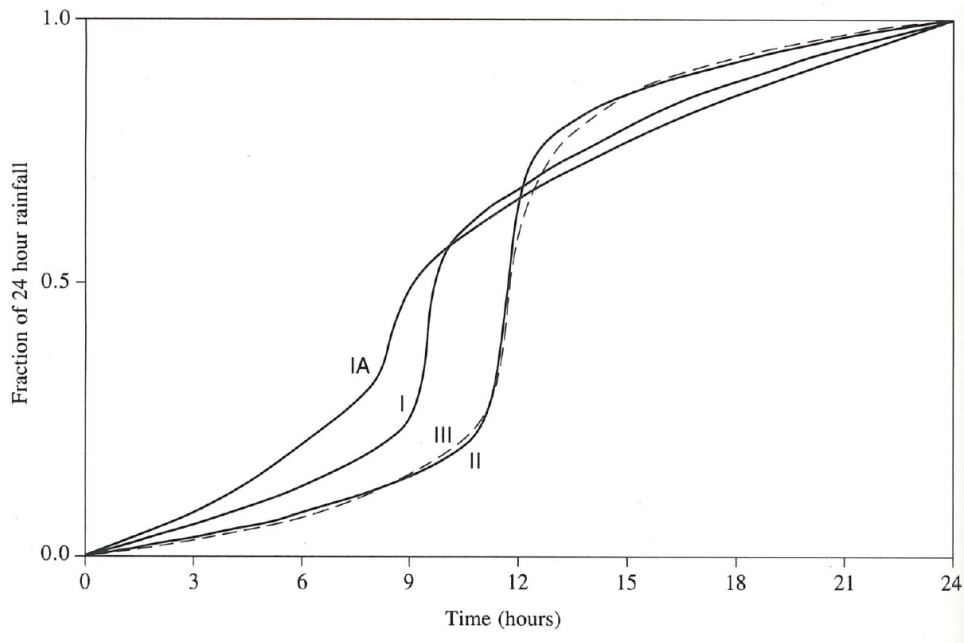


---

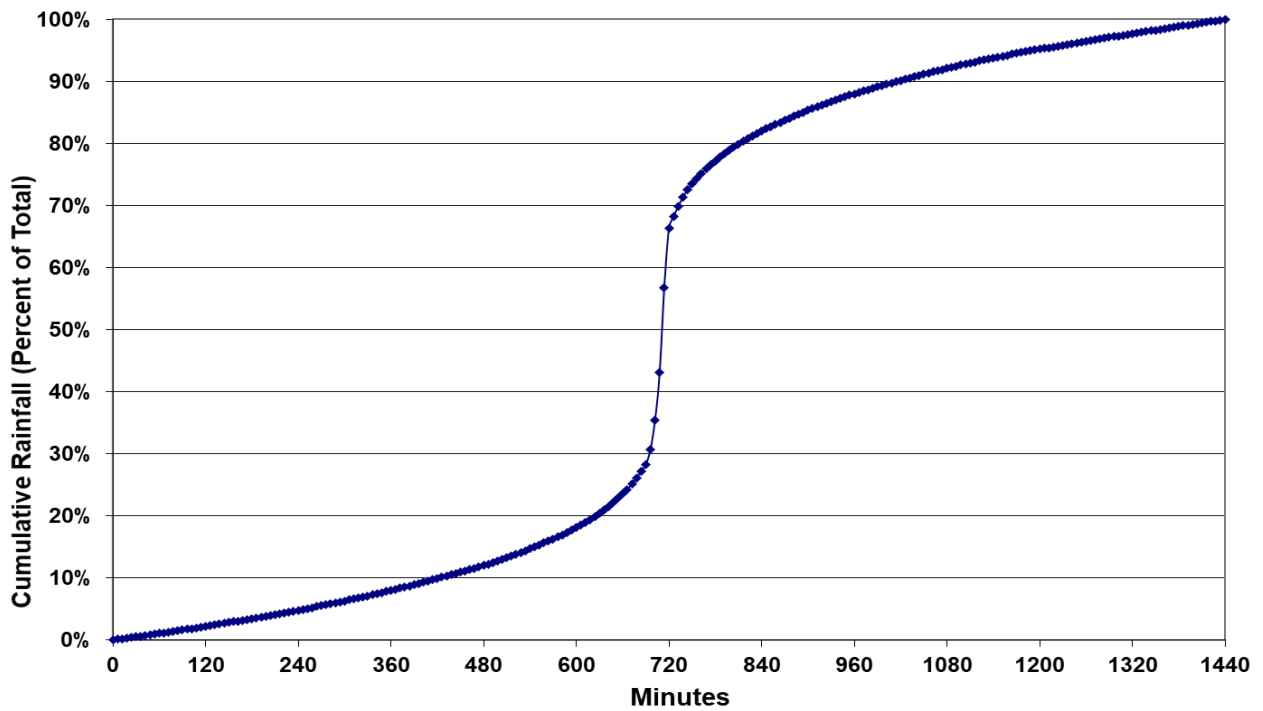
Estos valores se compararon con las distribuciones de lluvia estándar que ha desarrollado el Servicio de Conservación de Recursos Naturales de los Estados Unidos (NRCS). El NRCS estudió la distribución de grandes tormentas con fines de diseño. Generaron cuatro tipos genéricos de tormentas, denominados distribuciones Tipo I, IA, II y III. La distribución de cada tipo de tormenta se presenta en la **Figura 6**. La evaluación de los siete grandes eventos del sitio sugiere que las tormentas más críticas son similares a la curva de tormenta Tipo II del NRCS, que tiene la mayor intensidad máxima de las cuatro distribuciones de precipitación del NRCS. y produce el 38 por ciento de la tormenta total en 30 minutos y el 45 por ciento en la hora pico. Por lo tanto, se debe usar una curva de tormenta NRCS Tipo II para el diseño en el sitio del proyecto. La curva de distribución de NRCS Tipo II se presenta en la **Figura 7**.



**Figura 6 – Curvas de Distribución de Tormentas de NRCS**



**Figura 7 – Curva de Distribución NRCS Tipo II**





## 5. PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ANUAL

Similar a la precipitación de corta duración, la estación de Labrado se utilizó como base para estimar los datos de precipitación mensuales y anuales. Se encuentran disponibles datos de la estación de Labrado desde 1964 hasta 2014 y existen algunas lagunas en los datos. Los datos mensuales faltantes se completaron en los casos en los que sólo faltaba un mes de datos. Los meses faltantes individuales se llenaron asumiendo el promedio mensual para el mes faltante. Los meses faltantes individuales en años con varios meses faltantes no se llenaron. Los datos mensuales del sitio de Labrado se proporcionan en el **Apéndice A**. Los valores resaltados en naranja son los valores mensuales que se completaron. Los valores anuales resaltados en amarillo son valores que incluyen cifras mensuales supuestas. Un resumen estadístico de los valores para la estación de Labrado (**Apéndice A**) se presenta en la **Tabla 9**.

**Tabla 9 – Resumen de Valores de Precipitación Mensual y Anual – Labrado.**

Mensual	Promedio (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Desviación Estándar (mm)
Enero	94.7	28.4	171.2	37.9
Febrero	114.0	36.3	223.9	46.2
Marzo	133.4	27.5	253.2	50.0
Abril	145.8	36.8	264.4	48.3
Mayo	116.8	55.1	223.7	37.6
Junio	102.4	48.6	209.3	32.5
Julio	94.9	35.3	170.2	33.5
Agosto	72.1	21.9	143.2	27.6
Septiembre	82.0	22.5	214.1	36.8
Octubre	99.6	34.5	190.2	42.2
Noviembre	99.3	26.3	287.3	52.0
Diciembre	95.8	22.7	210.9	43.5
<b>Anual</b>	<b>1,256.1</b>	<b>849.1</b>	<b>1,647.7</b>	<b>192.4</b>

Se evaluaron los datos de precipitación mensual y anual de Quimsacocha 1, la estación del sitio Zhuruca Pozas y Chanlud para comparar. El período de registro de Quimsacocha se superpone con Labrado de 2006 a 2013, mientras que Zhuruca Pozas se superpone con Labrado de 2011 a 2014. Zhuruca Pozas se seleccionó de las cuatro estaciones de precipitación del sitio porque tenía el registro más completo. Las comparaciones de los sitios para sus períodos de registro concurrentes se dan en la **Tabla 10** a la **Tabla 12**.



**Tabla 10 – Comparación de Precipitación Anual, Labrado y Quimsacocha 1**

<b>Años</b>	<b>Precipitación Anual Labrado (mm)</b>	<b>Precipitación Anual en Quimsacocha 1 (mm)</b>
2006	1,293.5	701.0
2007	1,366.5	976.3
2008	1,633.6	1,244.2
2009	1,182.6	872.9
2010	964.3	774.1
2011	1,309.6	1,075.8
2012	890.6	1,125.5
2013	849.1	945.0
<b>Promedio</b>	<b>1,186.2</b>	<b>964.4</b>

**Tabla 11 – Comparación de Precipitación Anual, Labrado y Zhurucay Pozas**

<b>Años</b>	<b>Precipitación Labrado (mm)</b>	<b>Precipitación Anual Zhuracay Pozas (mm)</b>
2011	1,309.6	1,464.0
2012	890.6	1,359.9
2013	849.1	1,120.6
2014	962.7	1,292.1
<b>Promedio</b>	<b>1,003.0</b>	<b>1,309.2</b>



**Tabla 12 – Comparación de Precipitación Anual, Labrado y Chanlud**

Año	Precipitación anual en Labrado (mm)	Precipitación Anual en Chanlud (mm)
2000	1.444.6	1,647.2
2003	1,026.0	1,284.1
2004	1,261.0	1,369.8
2005	1,217.2	1,311.9
2006	1,293.5	1,330.0
2007	1,366.5	1,584.5
2008	1,633.6	1,706.4
2009	1,182.6	1,380.1
2010	964.3	1,295.9
2011	1,309.6	1,748.0
2012	890.6	1,403.6
2013	849.1	1,349.4
2014	962.7	1,515.2
<b>Promedio</b>	<b>1,184.7</b>	<b>1,453.3</b>

Se sacaron varias conclusiones de la comparación de datos:

- Durante el mismo período de registro, la precipitación anual registrada en Labrado fue de aproximadamente un 23 por ciento mayor que en Quimsacocha 1.
- Durante el mismo período de registro, la precipitación anual registrada en Zhuracay Pozas fue aproximadamente un 30 por ciento mayor que en Labrado.
- Durante el mismo período de registro, la precipitación anual registrada en Chanlud fue aproximadamente un 23 por ciento mayor que en Labrado.
- La precipitación registrada en Labrado durante el período de 2010 a 2014 es el total de cinco años más bajo durante el período de registro de 51 años.

La evaluación de la precipitación mensual y anual de las estaciones locales y regionales deja incertidumbre sobre la precipitación promedio a largo plazo recibida en el sitio. Labrado, que tiene el período de registro más largo, registró más precipitaciones que el sitio Quimsacocha 1 en aproximadamente un 23 por ciento, sin embargo, Chanlud y la estación del sitio Zhuracay Pozas registraron entre un 23 y un 30 por ciento más de precipitaciones que Labrado durante sus períodos de registro simultáneos. Sacar conclusiones con respecto a los valores de diseño a largo plazo para la precipitación en la mina se complica aún más por el hecho de que el período de 2010 a 2014, durante el cual la mayoría de estas estaciones recopilaban datos, fue el período de 5 años más bajo de precipitación total en Labrado (consulte el [Apéndice A](#)).





Para el trabajo de diseño actual, se recomienda utilizar los datos de precipitación mensual a largo plazo de Labrado, con valores aumentados en un 30 por ciento para el sitio del proyecto. Este aumento del 30 por ciento corresponde a las diferencias observadas entre Labrado y Zhuracay Pozas entre 2011 y 2014. La precipitación promedio mensual y anual recomendada en el sitio para usar en la mina se resume en la **Tabla 13**.

**Tabla 13 – Precipitación media mensual y anual estimada en el sitio**

Mes	Precipitación (mm)
Enero	123
Febrero	148
Marzo	173
Abril	190
Mayo	152
Junio	133
Julio	123
Agosto	94
Septiembre	107
Octubre	129
Noviembre	129
Diciembre	124
<b>Anual</b>	<b>1,625</b>

Creemos que los valores recomendados en la **Tabla 13** podrían sobreestimar la precipitación mensual y anual del sitio dada la baja precipitación registrada en Labrado en los últimos años. Sin embargo, debido a la falta de datos locales, se recomienda un enfoque conservador. Se recomienda la recopilación de datos adicionales y el análisis posterior para refinar estos valores.

## 6. EVAPORACIÓN

Las estaciones meteorológicas de las minas han recopilado datos que permiten estimar la evaporación. Los datos relevantes que se han registrado incluyen la velocidad del viento, la temperatura, la humedad relativa y la radiación solar y se proporcionaron diariamente desde el 9 de agosto de 2005 hasta el 23 de octubre de 2015. Los datos incluían brechas significativas, por lo que sólo se incluyeron en el análisis aquellos meses con cinco días o menos faltantes. En base a estas condiciones medidas en la mina, se evaluó la evaporación potencial estimada utilizando los métodos Penman-Monteith y Hargreaves-Samani. Los datos fueron recopilados por la mina y los valores de evapotranspiración potencial se estimaron diariamente. La



evapotranspiración potencial (PET) calculada a partir de los datos del sitio y la evaporación potencial generalmente se consideran equivalentes, por lo tanto, se supuso que los valores de PET calculados eran equivalentes a la evaporación potencial.

Los datos diarios se recopilaron para generar estimaciones mensuales promedio a partir de las ecuaciones de Penman-Monteith y Hargreaves-Samani. La **Tabla 14** presenta los valores mensuales resultantes de estos cálculos.

**Tabla 14 – Estimaciones de la evaporación potencial mensual media**

Mes	Penman-Monteith (mm)	Hargreaves-Samani (mm)	Promedio (mm)
Enero	75.9	71.4	73.7
Febrero	72.0	68.4	70.2
Marzo	79.9	75.7	77.8
Abril	67.0	62.3	64.7
Mayo	68.0	62.5	65.3
Junio	58.9	54.3	56.6
Julio	60.2	55.7	58.0
Agosto	68.9	52.6	60.8
Septiembre	76.0	70.8	73.4
Octubre	86.1	79.9	83.0
Noviembre	83.5	76.6	80.1
Diciembre	83.9	77.8	80.9
<b>Anual</b>	<b>880.3</b>	<b>808.0</b>	<b>844.2</b>

En un intento de validar la evaporación promedio calculada en el sitio de aproximadamente 845 mm, se investigó información publicada sobre tasas de evaporación. Se identificaron mapas anuales y mensuales que muestran la evaporación promedio a nivel mundial. Los mapas mensuales cubren el período de 1985 a 1999. Los mapas usan colores para indicar los rangos de evaporación a lo largo de los meses y el año. La escala de estos mapas es demasiado gruesa como para permitir una estimación precisa de la evaporación en el sitio. En base a los datos disponibles y dado que los datos del sitio son la mejor información disponible, ERC recomienda que se utilicen los valores promedio de la **Tabla 14**.



---

## 7. REFERENCIAS

Chow, Ven Te et al. 1988. Applied Hydrology. McGraw-Hill. New York, New York.

National Engineering Handbook – Hydrology, available at:

<https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/national/water/?&cid=stelprdb1043063>

World Meteorological Organization. 2009. Manual of Estimation of Probable Maximum Precipitation. WMO-No. 1045.

[www.waterandclimatechange.eu/evaporation/average-monthly-1985-1999](http://www.waterandclimatechange.eu/evaporation/average-monthly-1985-1999)

Adjuntos: Apéndice A Información de Precipitación Mensual Labrado

Destinatario: vía e-mail

---

**APÉNDICE A**  
**Información de Precipitación Mensual Labrado**

Labrado Monthly and Annual Precipitation (mm)													
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
1964	28.4	63.4	69.4	169.9	94.7	146.6	44.8	108.9	156.0	43.9	78.3	73.4	1077.7
1965	78.1	50.0	84.8	210.8	150.8	100.8	72.3	75.4	112.0	111.4	131.1	77.2	1254.7
1966	111.8	100.9	111.9	90.4	83.1	66.7	82.3	62.3	71.8	72.0	71.7	68.4	993.3
1967	127.5	119.1	83.8	96.7	90.1	127.1	148.9	115.6	52.6	156.1	55.8	26.4	1199.7
1968	104.9	100.0	195.0	66.2	75.3	117.8	140.8	71.7	69.7	152.0	61.7	23.2	1178.3
1969	73.5	107.7	117.8	208.6	72.3	138.1	66.7	116.7	91.3	93.3	157.7	142.4	1386.1
1970	111.8	188.2	124.5	139.0	130.4	115.3	101.2	103.5	93.9	159.5	116.9	93.5	1477.7
1971	103.3	162.5	253.2	86.9	74.1	112.7	95.2	113.3	110.4	111.4	58.4	61.4	1342.8
1972	137.1	82.3	229.8	103.5	94.0	142.7	123.4	43.8	72.7	34.5	179.5	112.3	1355.6
1973	102.0	98.3	76.3	154.9	129.6	69.8	119.5	116.3	129.2	43.2	83.4	103.0	1225.5
1974	50.9	132.4	109.5	113.1	120.9	124.1	152.2	98.4	160.9	141.3	146.1	90.4	1440.2
1975	94.3	151.0	132.5	124.1	166.4	168.1	158.0	124.0	53.3	190.2	113.8	58.3	1534.0
1976	124.9	114.0	94.4	196.4	141.3	129.6	170.2	96.2	72.8	79.2	137.3	106.2	1462.5
1977			106.5	175.6	79.9	111.1	65.8	64.5	87.8	102.5	30.4	123.5	
1978	62.5	72.0	154.2	181.6	121.7	141.7	108.5	74.5	148.7	63.5	53.1	126.2	1308.2
1979	35.5	72.4	149.6	147.7	91.8	71.2	69.0	95.9	82.5	49.7	60.2	59.7	985.2
1980	119.3	120.2	128.8	156.6	75.3	91.0	116.0	69.0	46.4	157.9	172.9	111.3	1364.7
1981	52.5	168.0	250.1	145.4	114.5	88.3	89.5	64.3	64.1	73.8	33.0	144.7	1288.2
1982	102.4	60.8	89.1	144.1	178.1	53.9	111.4	79.1	118.8	171.6	85.8	186.0	1381.1
1983	146.9	104.9	166.6	149.7	187.8	59.3	50.5	71.1	56.9	140.5	77.0	156.6	1367.8
1984	50.2	179.2	142.2	162.6	102.7	93.0	77.8	70.3	119.9	116.8	82.9	71.4	1269.0
1985	67.7	43.8	27.5	129.5	72.6	90.3	89.8	67.7	53.4	71.4	82.2	127.0	922.9
1986	75.0	79.3	100.8	153.5	90.1	102.4	97.4	26.3	97.6	112.2	101.5	66.6	1102.7
1987	66.1	114.8	97.1	147.6	119.2	48.6	86.4	68.5	86.8	94.3	95.5	34.6	1059.5
1988	149.8	140.9	52.8	264.4	102.2	53.2	81.8	72.1	45.1	121.4	163.9	121.3	1368.9
1989	171.2	175.2	159.7	80.0	81.6	125.1	95.0	31.8	93.8	103.2	27.2	22.7	1166.5
1990	101.5	62.7	118.8	140.5	128.4	89.3	81.8	55.1	82.0	153.9	91.2	55.7	1160.9
1991	42.8	63.1	126.1	102.0	131.0	102.4	118.9	87.1	61.7	100.4	158.6	88.1	1182.2
1992	40.2	109.8	152.6		88.5		57.6	39.6				89.3	
1993	130.9	156.7	191.8	142.6	86.5	83.2	99.5	54.0	61.9	67.5	70.6	122.5	1267.7
1994	98.2	104.6	175.5	164.9	120.1	122.1	120.6	143.2	96.5	38.2	110.0	96.2	1390.1
1995	48.7	78.7	112.9	113.7				21.9	59.5	138.3	155.1	179.7	
1996	120.4	141.2	190.5	250.8	168.1	73.6	162.0	68.4	92.7	181.2	37.8	63.5	1550.2
1997	118.1	117.0	165.3	203.6	104.6	52.6	116.4	68.6	50.2	82.7	287.3	100.5	1466.9
1998	50.8	191.4	190.0	129.1	148.0	117.7	132.2	62.8	30.4	99.6	57.7	40.1	1249.8

Labrado Monthly and Annual Precipitation (mm)													
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
1999	139.4	196.4	170.5	227.1	189.1	102.4	113.0	95.7	127.7	63.4	43.9	179.1	1647.7
2000	94.7	207.0	150.5	191.0	223.7	103.1	61.8	68.3	214.1	48.9	35.6	45.9	1444.6
2001	151.1	87.1	165.8	123.0	107.6	139.8	94.9	89.3	65.3	39.3			
2002	82.7	90.9	116.7	128.0	126.8	57.5	83.4	57.2	82.0	155.1	121.1	105.1	1206.5
2003	37.5	46.8	87.0	138.5	135.3	96.6	71.9	30.9	59.6	85.2	138.0	98.7	1026.0
2004	55.9	117.2	99.4	174.1	126.7	120.2	74.5	54.5	86.0	84.0	128.4	140.1	1261.0
2005	59.0	146.6	219.0	115.8	91.3	125.0	40.6	35.7	43.9	55.8	73.6	210.9	1217.2
2006	122.7	126.1	174.9	153.7	76.7	89.7	40.5	65.7	54.6	57.0	190.4	141.5	1293.5
2007	106.8	36.3	167.0	170.8	107.5	209.3	35.3	104.7	58.7	115.4	147.2	107.5	1366.5
2008	148.2	223.9	158.5	196.8	201.4	96.6	109.4	79.6	82.6	152.9	112.9	70.8	1633.6
2009	169.3	110.5	106.0	127.9	74.0	100.5	81.0	60.5	82.0	97.2	77.0	96.7	1182.6
2010	68.1	136.9	80.0	109.6	126.9	111.0	84.0	39.5	38.3	36.1	48.1	85.8	964.3
2011	115.3	83.3	75.6	215.7	112.1	102.4	135.0	53.6	81.5	101.6	122.0	111.5	1309.6
2012	130.3	129.5	91.3	70.6	55.1	60.3	44.2	45.6	22.5	80.2	102.1	58.9	890.6
2013	69.1	85.1	69.7	36.8	148.7	107.6	101.9	41.5	32.8	71.5	26.3	58.1	849.1
2014	86.1	47.9	139.8	65.4	119.0	66.0	68.8	52.5	83.5	106.6	73.2	53.9	962.7
Min	28.4	36.3	27.5	36.8	55.1	48.6	35.3	21.9	22.5	34.5	26.3	22.7	849.1
Max	171.2	223.9	253.2	264.4	223.7	209.3	170.2	143.2	214.1	190.2	287.3	210.9	1647.7
Average	94.7	114.0	133.4	145.8	116.8	102.4	94.9	72.1	82.0	99.6	99.3	95.8	1256.1
St. Dev	37.9	46.2	50.0	48.3	37.6	32.5	33.5	27.6	36.8	42.2	52.0	43.5	192.4