



## INGENIERÍA DE DETALLES CAMBIO DE MATERIAL LÍNEAS ELECTROLITO INTERPLANTA A HDPE MEL

**REVISADO**



**BPI17009**

- ☐ SIN COMENTARIOS  
☒ CON COMENTARIOS

FECHA: 22Oct2017 POR: R. Barra

### CÁLCULO DE VENTEOS

### ELECTROLITO POBRE

**BPI17009-H-6000-CM006 Rev. B**

B	15-09-17	Coordinación Interna	J. Miranda K. Parcon	H. Oberg	G. Acevedo		
A	11-09-17	Coordinación Interna	K. Parcon	H. Oberg	G. Acevedo		
REV.	FECHA	EMITIDO PARA	POR	L.D.	J.P.	REV.	APR.
			BRASS				
			CLIENTE				
			BRASS Chile S.A. Tecnología de punta en transporte de fluidos				
			CONTROL DE PRODUCTOS				
			Revisado por: Cushman B				
			Fecha: 22/09/2017				



BRASS Chile S.A.  
Tecnología de punta  
en transporte de fluidos



CONTROL DE PRODUCTOS

Revisado por:

Fecha:

## **CÁLCULO DE VENTEOS**

### **ELECTROLITO POBRE**

**BPI17009-H-6000-CM006 Rev. B**

### **CONTENIDO**

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>GENERALIDADES</b>	<b>5</b>
2.1	OBJETIVO .....	5
2.2	LÍMITE DE BATERÍA.....	5
2.3	UNIDADES .....	5
2.4	IDIOMA.....	5
2.5	CÓDIGOS Y ESTÁNDARES .....	5
2.6	REFERENCIAS .....	6
<b>3</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA</b>	<b>7</b>
3.1	PERFIL LONGITUDINAL .....	7
3.2	CAUDAL DE DISEÑO .....	7
3.3	CARACTERÍSTICAS DEL LÍQUIDO .....	8
3.4	CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA.....	8
3.5	VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.....	10
3.6	CONFIGURACIÓN Y CLASE ASME ESTACIONES.....	10
3.7	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA Y DISTRIBUCIÓN DE ESPESORES.....	11
3.8	UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS DE VENTEO EXISTENTES.....	11
<b>4</b>	<b>CRITERIOS DE DISEÑO</b>	<b>13</b>
4.1	LOCALIZACIÓN DE VÁLVULAS DE VENTEO .....	13
4.1.1	Puntos de Acumulación de Aire .....	13
4.1.2	Llenado/drenaje del Sistema .....	15
<b>5</b>	<b>CÁLCULOS HIDRÁULICOS</b>	<b>16</b>
5.1	LOCALIZACIÓN DE VÁLVULAS DE VENTEO .....	16
5.1.1	Arrastre de Burbujas .....	16
5.1.2	Drenaje y Llenado.....	17



BRASS Chile S.A.  
*Tecnología de punta  
en transporte de fluidos*

**Ingeniería de Detalles Cambio de Material Líneas  
Electrolito Interplanta a HDPE – MEL  
BPI17009**

---

**6 CONCLUSIÓN \_\_\_\_\_ 19**

## CÁLCULO DE VENTEOS

### ELECTROLITO POBRE

**BPI17009-H-6000-CM006 Rev. B**

#### TABLAS

Tabla 1: Ubicación Estaciones Sistema de Transporte Electrolito Pobre .....	7
Tabla 2: Caudal de Diseño .....	8
Tabla 3: Parámetros Principales Sistema de Transporte de Electrolito Pobre .....	8
Tabla 4: Caracterización Tubería Existente Sistema de Electrolito Pobre (desde Planta EW hasta <i>Tie-in</i> Km 0,1) .....	9
Tabla 5: Caracterización Tubería Existente Sistema de Electrolito Pobre (desde <i>Tie-in</i> km 16,32 hasta Planta SX) .....	9
Tabla 6: Caracterización Tubería Nueva Sistema de Electrolito Pobre (desde <i>Tie-in</i> km 0,1 hasta <i>Tie-in</i> km 16,32) .....	10
Tabla 7: Distribución de Espesores Sistema de Transporte Electrolito Pobre .....	11
Tabla 8: Ubicación de Cámaras de Venteo Existente Electrolito Pobre .....	12
Tabla 9: Límite para el movimiento de burbujas .....	14
Tabla 10: Ángulo crítico y contrapendiente, $Q = 1.875 \text{ m}^3/\text{h}$ .....	16
Tabla 11: Detalle de los venteos .....	17

#### FIGURAS

Figura 1: Perfil Longitudinal Sistema de Transporte de Electrolito Pobre .....	7
Figura 2: Ubicación de Cámaras de Venteo Existente Electrolito Pobre .....	12
Figura 3: Movimiento de la burbuja de aire en un ducto cerrado (H.T. Falvey) ...	14
Figura 4: Comparación seno del ángulo con ángulo crítico ( $\alpha_c$ ) .....	16
Figura 5: Operación de drenaje .....	18

## **1 INTRODUCCIÓN**

Minera Escondida Limitada, en adelante MEL, ha solicitado a Brass Chile S.A., en adelante BRASS, el desarrollo de una Ingeniería de Detalles denominada “Cambio de Material Línea Electrolito Interplanta a HDPE.

Actualmente el Electrolito Rico, obtenido en la planta de Sulfuros, es impulsado hasta el Estanque de Electrolito Rico ubicado en la planta de Óxidos; el sistema impulsa a través de un *pipeline* de aproximadamente 16,8 km, constituido por cañerías de acero inoxidable. De forma paralela y en sentido inverso, el Electrolito Pobre obtenido en la planta de Óxidos, es impulsado hacia la Planta de Sulfuros por un *pipeline* de igual longitud y mismo material.

El proyecto original de MEL contemplaba el uso únicamente de tuberías de acero inoxidable, que con el transcurso del tiempo, han presentado reiterados problemas de fugas atribuibles aparentemente a problemas de corrosión. Estos problemas han significado que las Líneas de Interplanta se encuentren actualmente, en algunas zonas, con un grado de deterioro importante, que ha significado realizar reemplazos de tuberías de acero inoxidable por tuberías de HDPE.

Con información proporcionada por MEL y soportada con la realización de estudios hidráulicos, se desarrollarán los trabajos necesarios que permitan validar, considerando todos los estándares y normas aplicables, los cambios de material realizados y/o en su defecto plantear modificaciones adicionales a las actuales configuraciones de la Líneas Interplanta.

## **2 GENERALIDADES**

### **2.1 OBJETIVO**

El presente documento tiene como objetivo principal calcular la cantidad de venteos, su posición y dimensión para del Sistema de Transporte Interplanta de Electrolito Pobre de MEL.

Se establece como objetivo secundario, el chequeo de la ubicación de los venteos de la línea existente.

### **2.2 LÍMITE DE BATERÍA**

Los límites de batería establecidos para el Sistema de Transporte de Electrolito Pobre son los siguientes:

Desde: Las boquillas de alimentación a bombas 3600-5PP-325/326/327/328 que salen desde el estanque 3600-5TAA-235 ubicado en el patio de estanques y reactivos EW. Este estanque no es parte del alcance de este proyecto.

Hasta: La boquilla que alimenta al estanque 3500-5TAA-222 ubicado en el patio de estanques y reactivos SX. Este estanque no es parte del alcance de este proyecto.

### **2.3 UNIDADES**

Se utilizarán las unidades indicadas en los códigos y normas a usar en el diseño, a objeto de facilitar la revisión en dichos códigos y normas. Los resultados finales serán convertidos a unidades del sistema internacional SI<sup>1</sup>.

### **2.4 IDIOMA**

El idioma a utilizar en el desarrollo del proyecto, y su documentación asociada, es el español.

### **2.5 CÓDIGOS Y ESTÁNDARES**

El diseño del sistema actual de transporte de Electrolito Rico y sus complementos se efectuará de acuerdo al siguiente código y estándar:

- a) *American Society of Testing Materials (ASTM) “Standart Specification for Seamless, and Heavily Cold Worked Austenitic Stainless Steel Pipes”,* referido a la edición 2004.
- b) Código ASME B31.4-2016 *“Pipeline Transportation System for Liquids and Slurries”,* referido a la edición 2007.

---

<sup>1</sup> Una excepción a esta conversión son el diámetro nominal de las tuberías que será indicado en pulgadas.

## **2.6 REFERENCIAS**

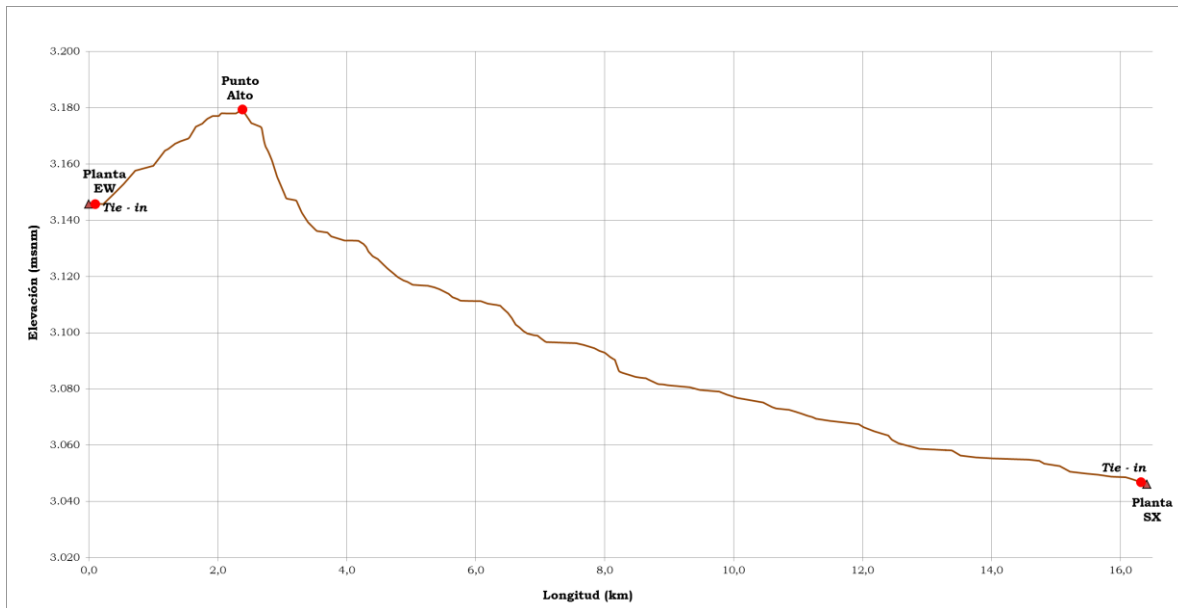
Las referencias utilizadas son las siguientes:

- a) Propuesta Técnica N° P-17065 para Minera Escondida Limitada para la Ingeniería de Detalle Cambio de Material Líneas Electrolito Interplanta a HDPE, Revisión C.
- b) Planos de Planta y Perfil Longitudinal N° 2325-3350-210-DW-1001 al 2325-3350-210-DW-1012, correspondiente a la revisión *As-Built* Revisión Z.
- c) P&IDs Electrolito Pobre:
  - 1) Plano N° 2325-3600-250-PI-1001, Revisión Z.
  - 2) Plano N° 2325-3350-250-PI-1001, Revisión Z.
  - 3) Plano N° 2325-3500-250-PI-1007, Revisión 3.
- d) *Process Design Criteria for Electrowinning* documento N° 2325-0000-225-DC-0004, Revisión 1.
- e) *Control Philosophy for Interplant Piping System* de Fluor documento N° 2325-3350-225-TS-0021, Revisión B.
- f) Registro fotográfico y Reporte Visita a Terreno documento N° BPI17009-G-6000-GR001, Revisión B.
- g) Información proveedor (*vendor*) Catálogo de productos de HDPE TEHMCO.
- h) Información proveedor (*vendor*) KSB, documento *Pump Expected Performance Curves* para las bombas de Electrolito Pobre (TAG N° 3600-5PPP-325 al 328), ver documento Bases y Criterios de Diseño para los Sistemas de Transporte de Electrolito Pobre y Rico documento N° BPI17009-H-6000-DC001 Revisión B.
- i) Información proveedor (*vendor*) ZURICH, documento *Data Sheet Control Valve* para las válvulas de control de Electrolito Pobre (TAG N° 3500-PV-2211, 3600-FV-3212/3222/3232/3242), ver documento Bases y Criterios para los Sistemas de Transporte de Electrolito Pobre y Rico documento N° BPI17009-H-6000-DC001 Revisión B.
- j) Informe Análisis Alternativas de Tubería para los Sistemas de Transporte de Electrolito Pobre y Rico documento N° BPI17009-H-6000-GR005 Revisión B.
- k) Bases y Criterios de Diseño para los Sistemas de Transporte de Electrolito Pobre y Rico documento N° BPI17009-H-6000-DC001 Revisión B.

### 3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

#### 3.1 PERFIL LONGITUDINAL

El trazado del sistema de transporte de Electrolito Pobre, tiene una longitud de aproximadamente 16,41 km; este comienza en la Planta de Óxidos, y finaliza en el Estanque de Electrolito Pobre en la Planta de Sulfuros. En la Figura 1 a continuación se presenta el perfil longitudinal del trazado.



**Figura 1: Perfil Longitudinal Sistema de Transporte de Electrolito Pobre**

Estación	Nomenclatura	Kilometraje (km)	Elevación (msnm)	Observación	Coordenadas	
					Norte	Este
Planta de Óxidos	EW	0,00	3.145,75	Existente	109.559,5	13.532,9
Tie-in	Tie-in 3	0,10	3.145,80	Nueva	109.554,3	13.632,7
Punto Alto	PA	2,38	3.179,36	Nueva	111.662,0	13.929,3
Tie-in	Tie-in 4	16,32	3.046,90	Nueva	108.279,1	21.966,3
Planta de Sulfuros	SX	16,41	3.046,10	Existente	108.205,9	21.908,7

**Tabla 1: Ubicación Estaciones Sistema de Transporte Electrolito Pobre**

#### 3.2 CAUDAL DE DISEÑO

La Tabla 2 indica el caudal de diseño del Sistema de Transporte de Electrolito Pobre.



Sistema	Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /h) <sup>2</sup>
Electrolito Pobre	1.875

**Tabla 2: Caudal de Diseño**

### 3.3 CARACTERÍSTICAS DEL LÍQUIDO

Las características del fluido transportado por el Sistema de Electrolito Pobre se detallan a continuación en la Tabla 3.

Descripción		Unidades	Electrolito Pobre
Gravedad Específica @ 24 °C		--	1,2
Viscosidad @ 24 °C		(mPa·s)	2
Temperatura <sup>3</sup>		(°C)	50
Calor Específico		(kJ/kg °C)	3,25
Análisis Químico	Cu ++	(g/l)	55
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	(g/l)	180
	Fe (Total)	(g/l)	1,5
	Co++	(g/l)	100
	Cl-	(g/l)	30 (máx.)

**Tabla 3: Parámetros Principales Sistema de Transporte de Electrolito Pobre**

### 3.4 CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA

Las características de la tubería existente y nueva (diámetro, material, espesores) a los largo del Sistema de Electrolito Pobre se presentan a continuación en las Tabla 4, Tabla 5 y Tabla 6.

Descripción	Unidades	Electrolito Pobre
Material	--	Acero Inoxidable
Calidad Material	--	AISI 316L
SMYS	psi	25.000
	(MPa)	(172,375)
Diámetro Tubería	pulg	24

<sup>2</sup> Referencia *Process Design Criteria for Electrowinning* documento N° 2325-0000-225-DC-0004, Revisión 1.

<sup>3</sup> Dato obtenido durante la visita a terreno, desde pantallas de Sala de Control.

Descripción	Unidades	Electrolito Pobre
	(mm)	(610)
Espesor Tubería	mm	6,35
Longitud	km	0,10
Rugosidad	mm	0,5 <sup>4</sup>

**Tabla 4: Caracterización Tubería Existente Sistema de Electrolito Pobre (desde Planta EW hasta Tie-in Km 0,1)**

Descripción	Unidades	Electrolito Pobre
Material	--	Acero Inoxidable
Calidad Material	--	AISI 316L
SMYS	psi (MPa)	25.000 (172,375)
Diámetro Tubería	pulg (mm)	20 (508)
Espesor Tubería	mm	5,54
Longitud	km	0,09
Rugosidad	mm	0,5 <sup>4</sup>

**Tabla 5: Caracterización Tubería Existente Sistema de Electrolito Pobre (desde Tie-in km 16,32 hasta Planta SX)**

Descripción	Unidades	Electrolito Pobre
Material	--	HDPE
Calidad Material	--	PE 100
DR	--	9
Presión Nominal	bar	20
Presión de trabajo @ 50 °C en 10 años de vida útil	Kg/cm <sup>2</sup>	13,1
	psi	186,3
	kPa	1.285

<sup>4</sup> Referencia *Process Design Criteria for Electrowinning* documento N° 2325-0000-225-DC-0004, Revisión 1.

Descripción	Unidades	Electrolito Pobre
Diámetro Tubería	pulg	28 / 24
	(mm)	(710) / (630)
Espesores Tubería	mm	79,3 / 70,3
Longitud	km	4,70 / 11,52
Rugosidad	mm	0,021

**Tabla 6: Caracterización Tubería Nueva Sistema de Electrolito Pobre (desde Tie-in km 0,1 hasta Tie-in km 16,32)**

### 3.5 VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

La vida útil del proyecto se encontrará definida por la alternativa de material de tubería seleccionado para cada sistema de transporte. Para el caso que la alternativa seleccionada sea tubería de HDPE la vida útil corresponderá a 10 años y en el caso que se seleccione tuberías de acero al carbono revestidas con *Liner* de HDPE la vida útil de este material corresponderá a 25 años.

La definición de la vida útil de cada material de tubería se encuentra definida por el proveedor respectivo de cada material. Para mayor detalle ver documento Bases y Criterios de Diseño para los Sistemas de Transporte de Electrolito Pobre y Rico documento N° BPI17009-H-6000-DC001.

### 3.6 CONFIGURACIÓN Y CLASE ASME ESTACIONES

La configuración de los equipos de bombeo existentes TAG N°3600-5PPP-325 @ 328 en la estación de bombeo EW del Sistema de Transporte de Electrolito Pobre; considera tres (3) bombas operativas y una (1) bomba *stand-by*, cada una de ellas capaz de impulsar 625 m<sup>3</sup>/h. El motor instalado para dichos equipos de bombeo tiene una potencia de 185 kW.

Además el Sistema de Transporte de Electrolito Pobre considera la modificación del rodete de las bombas existentes TAG 3600-5PP-325 @ 328 de 416 mm a 421 mm, esto con el fin de que el sistema de transporte pueda impulsar el caudal de diseño (1.875 m<sup>3</sup>/h) utilizando tres (3) equipos operativos.

De acuerdo a las presiones obtenidas en el Sistema de Transporte de Electrolito Pobre para el flujo de diseño (1.875 m<sup>3</sup>/h) en la condición de estado permanente (estacionario), se definió mantener la Clase ASME de las estaciones existentes.

Adicionalmente se debe indicar que el Sistema de Transporte de Electrolito Pobre considera una modificación en la filosofía de operación para la detención de este. Esto debido a que los admisibles de la tubería de HDPE no son capaces de soportar una detención presurizada del sistema, por lo

cual se debe considerar detener el bombeo, luego dejar drenar el flujo hacia la estación terminal para luego efectuar el cierre de la válvula en la descarga del sistema (estación terminal).

### 3.7 DIÁMETRO DE LA TUBERÍA Y DISTRIBUCIÓN DE ESPESORES

La distribución de espesores para la tubería existente y proyectada para el Sistema de Transporte de Electrolito Pobre se muestra a continuación en la Tabla 7.

Desde (km)	Hasta (km)	Diámetro Exterior (in)	Diámetro Exterior (mm)	Espesor (mm)	Longitud (km)	Material	Observación
0,00	0,10	24	610	6,35	0,10	Acero Inoxidable AISI 316L	Existente
0,10	4,80	28	710	79,3	4,70	HDPE PE 100 PN 20	Proyectada
4,80	16,32	24	630	70,3	11,52	HDPE PE 100 PN 20	Proyectada
16,32	16,41	20	508	5,54	0,09	Acero Inoxidable AISI 316L	Existente

**Tabla 7: Distribución de Espesores Sistema de Transporte Electrolito Pobre**

Los valores indicados en la tabla anterior deben ser verificados mediante simulación numérica de transientes, para mayor detalle ver documento N° BPI17009-H-6000-GR004 “Reporte Hidráulico Estado Transiente –Electrolito Pobre”.

También se debe mencionar que los espesores señalados en la Tabla 7 fueron verificados a la presión de colapso, resistiendo adecuadamente la condición de vacío (presión de vapor).

### 3.8 UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS DE VENTEO EXISTENTES

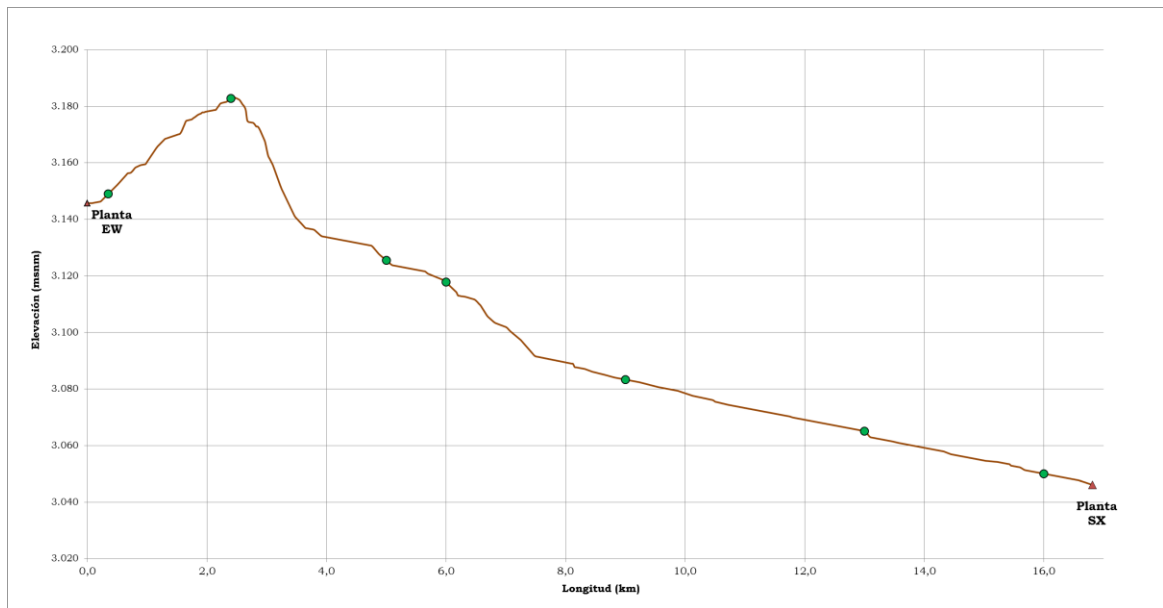
En la siguiente tabla, se muestra la ubicación de los venteos existentes del sistema.

Cámaras de Venteo	Ubicación	Elevación	Referencia <sup>5</sup>
	km	msnm	
CV1	0,35	3149,03	P&ID Número: 2325-3350-210-DW-1001
CV2	2,40	3182,76	P&ID Número: 2325-3350-210-DW-1002
CV3	5,00	3125,54	P&ID Número: 2325-3350-210-DW-1004
CV4	6,00	3117,79	P&ID Número: 2325-3350-210-DW-1005
CV5	9,00	3083,36	P&ID Número: 2325-3350-210-DW-1007

<sup>5</sup> Referencia Plano AS BUILT, No. 2325-3350-210-DW-1001 @ 2325-3350-210-DW-1012 “Planta y Perfil Longitudinal”, FLUOR.

Cámaras de Venteo	Ubicación	Elevación	Referencia <sup>5</sup>
	km	msnm	
CV6	13,00	3065,14	P&ID Número: 2325-3350-210-DW-1010
CV7	16,00	3050,07	P&ID Número: 2325-3350-210-DW-1012

**Tabla 8: Ubicación de Cámaras de Venteo Existente Electrolito Pobre**



**Figura 2: Ubicación de Cámaras de Venteo Existente Electrolito Pobre**

## 4 CRITERIOS DE DISEÑO

Los objetivos de las válvulas de venteo serán los siguientes:

- Eliminar el aire (en puntos altos del trazado durante las operaciones de llenado de la línea principal).
- Permitir el ingreso de aire (durante las operaciones de drenaje).
- Permitir la evacuación de pequeñas cantidades de aire (“purga”, durante la operación normal del sistema).

Dado que cualquier instalación adicional generará mayor riesgo a la integridad del sistema general, debido a que se agregarán puntos de falla adicionales, este reporte considerará minimizar el número de válvulas de venteo en la línea y solo serán instaladas en los sectores donde exista acumulación de aire que requiera ser evacuado y en los puntos que se requiera el ingreso de aire para permitir el drenaje de la línea.

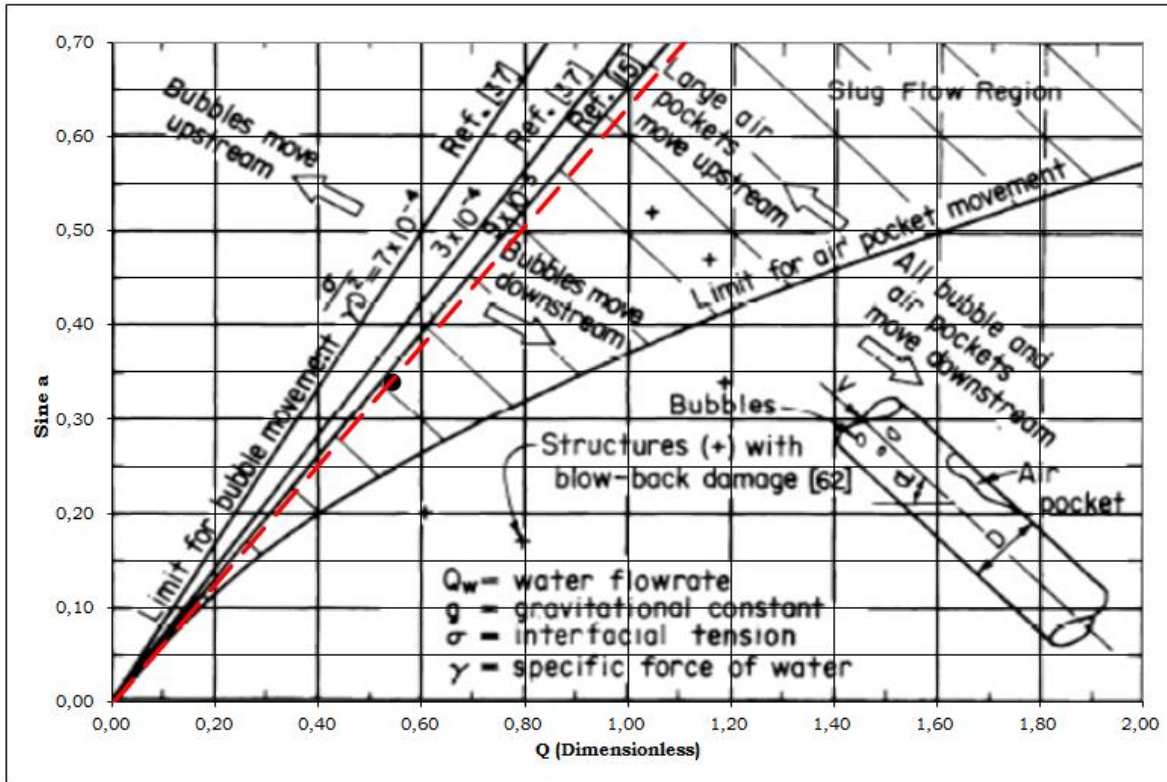
### 4.1 LOCALIZACIÓN DE VÁLVULAS DE VENTEO

#### 4.1.1 Puntos de Acumulación de Aire

Para determinar los puntos teóricos de acumulación de aire se ha empleado la metodología de cálculo expresada en “*Air-Water Flow in Hydraulic Structures*” de Henry T. Falvey <sup>(6)</sup> la cual se basa en determinar una relación crítica entre el seno del ángulo del tramo de la tubería y flujo expresado en su forma adimensional. Esta relación describe un límite entre el movimiento del aire en sentido del flujo o en contra el sentido del flujo. Esta relación se presenta en la Figura 3.

---

<sup>6</sup> Fuente: Henry T. Falvey. *Air Water Flow in Hydraulic Structures*. Water and Power Resource Service Engineering and Research Center. Engineering Monograph N° 41. The United States Department of Interior. Diciembre 1980. Página 51.



**Figura 3: Movimiento de la burbuja de aire en un ducto cerrado (H.T. Falvey)**

A partir de la gráfica presentada en la Figura 3, se calcula el límite para el movimiento de burbujas  $\sigma/\gamma D^2$  para la temperatura considerada en el diseño de 50 °C (ver Tabla 9), por lo tanto se considera el límite para el movimiento de burbujas calculado para 50°C (línea roja punteada en Figura 3).

Temperatura [°C]	$\sigma/\gamma D^2$
50	$2,580 \times 10^{-5}$

**Tabla 9: Límite para el movimiento de burbujas**

Dado lo anterior se determina la siguiente relación crítica entre el seno del ángulo y el flujo adimensional:

$$\text{seno}(\alpha_c) = 0,6258 \cdot \frac{Q_w^2}{g \cdot D^5}$$

Donde:

$\alpha_c$  : Ángulo crítico del eje de la tubería respecto a la horizontal tal que el flujo por la tubería no es capaz de arrastrar la burbuja de aire.

$Q_w$  : Flujo de diseño ( $m^3/s$ ).

$D$  : Diámetro de la tubería (m).

$g$  : Aceleración de gravedad ( $m/s^2$ ).

A partir de la relación anterior, se determinan los puntos dentro del trazado con pendiente en contra el sentido del flujo, que presenten un ángulo tal que el flujo no pueda arrastrar la burbuja. En el punto alto de estos tramos se instalarán válvulas de venteo para la evacuación del aire acumulado.

#### **4.1.2 Llenado/drenaje del Sistema**

Se dimensionan estos venteos de manera de permitir el adecuado llenado/drenaje de la tubería.

Falta estimación de flujos de llenado y vaciado de la línea, para de esta forma definir las características de los venteos



## 5 CÁLCULOS HIDRÁULICOS

### 5.1 LOCALIZACIÓN DE VÁLVULAS DE VENDEO

#### 5.1.1 Arrastre de Burbujas

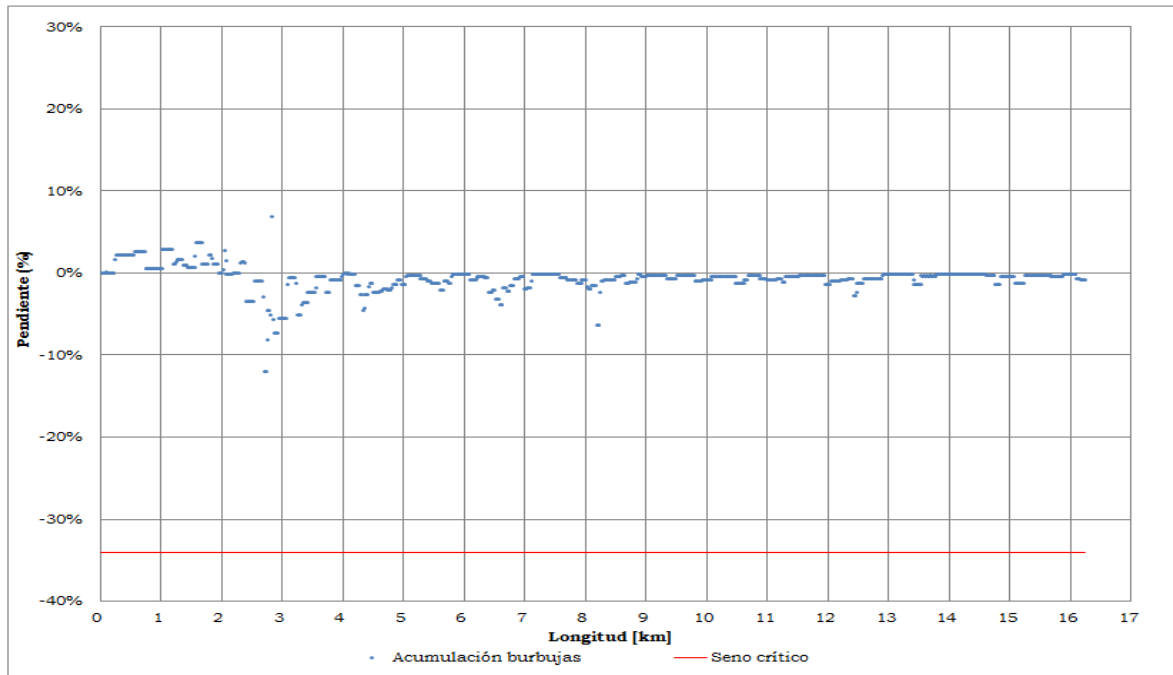
Para el cálculo teórico de la ubicación de las válvulas de venteo, se ha considerado el flujo del sistema de  $1.875 \text{ m}^3/\text{h}$ .

A continuación se presenta el ángulo crítico y la contrapendiente crítica durante la operación normal del sistema:

Flujo [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]	Diámetro interno máximo [mm]	Velocidad mínimo [m/s]	$ac$	Contrapendiente [%]
1.875	551	2,18	0,3470	36,17

**Tabla 10: Ángulo crítico y contrapendiente,  $Q = 1.875 \text{ m}^3/\text{h}$**

Para todos los tramos del trazado, se calcula el seno del ángulo y se compara (Figura 4) con el valor de la Tabla 10.



**Figura 4: Comparación seno del ángulo con ángulo crítico ( $ac$ )**

En base a la pendiente crítica calculada, se puede observar que no hay acumulación de burbujas en todos los tramos de la tubería. Por lo tanto, no es necesario utilizar venteos exclusivos para la condición de arrastre de burbujas.

### 5.1.2 Drenaje y Llenado

En base a y la información expuesta en la sección anterior, se define la ubicación de las cámaras de venteos. El sistema considera utilizar una ubicación similar (a excepción de la cámara de venteo número 6) a las cámaras de venteo existente. Además, los nuevos venteos tendrán las mismas características de los venteos existentes.

Teniendo en cuenta las características del perfil, se puede identificar la función de las venteos dada su ubicación. A continuación se muestra detalle de estos venteos.

Cámaras de Venteo	Progresiva Proyecto Planta EW – Planta SX		Progresiva Planos de Alineamiento <sup>7</sup>		Descripción	Diámetro <sup>8</sup> (pulg)	Caudal de drenaje (m <sup>3</sup> /h)
	Ubicación	Elevación	Ubicación	Elevación			
	km	msnm	km	msnm			
CV1	0,36	3148,79	0,26	3148,79	Drenaje	4	1.800
CV2	2,38	3179,36	2,26	3179,36	Drenaje / Llenado	4	1.800
CV3	4,22	3132,15	4,08	3132,15	Drenaje	4	1.800
CV4	6,38	3109,64	6,22	3109,64	Drenaje	4	1.800
CV5	8,12	3090,90	7,94	3090,90	Drenaje	2	1.800
CV6	10,86	3072,62	10,66	3072,62	Drenaje	2	1.800
CV7	15,68	3049,45	15,58	3049,45	Drenaje	2	1.800

**Tabla 11: Detalle de los venteos**

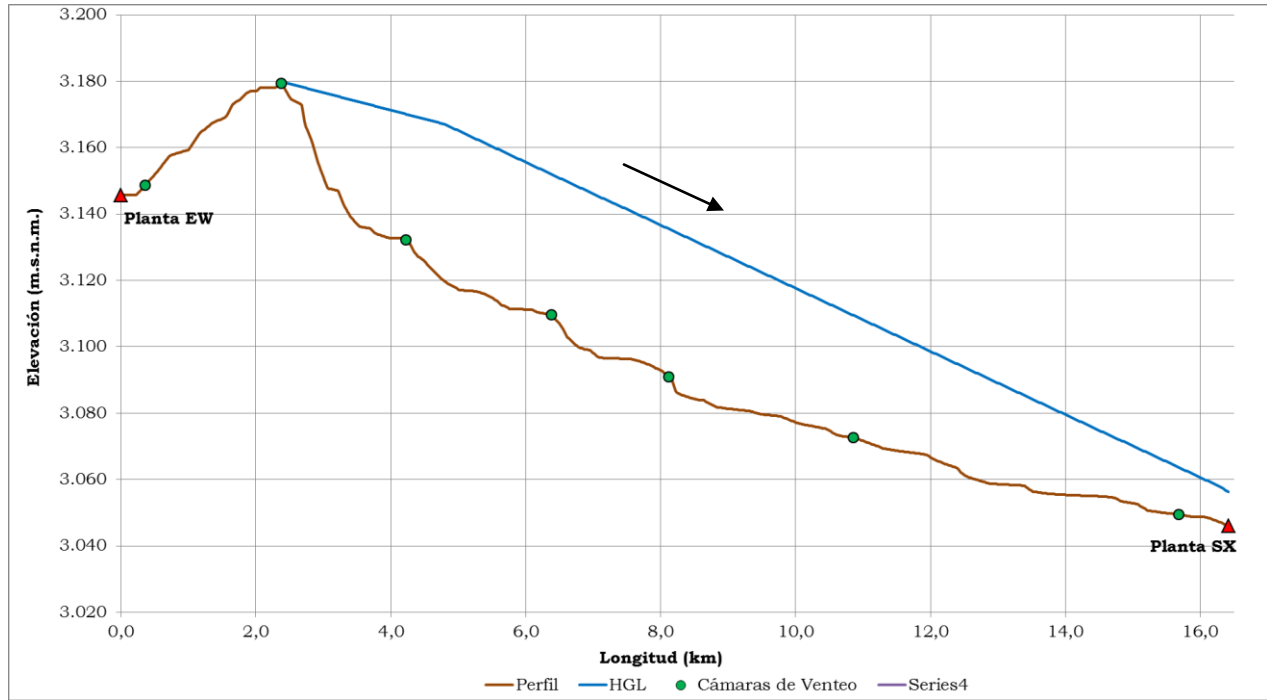
Cabe destacar que la ubicación y elevación entregadas en la Tabla 11 como “Progresiva Proyecto”, está referida desde la Planta de Óxidos hasta la Nave de Electrowinning. A continuación se presenta el escenario de drenaje con un flujo de 1.800 m<sup>3</sup>/h.

Se debería estimar el flujo de vaciado o drenaje. No necesariamente corresponde al flujo de diseño de la impulsión.

Así como se plantea el escenario, esta implicando que hay un drenaje controlado, en la practica el flujo será variable desde un máximo hasta un mínimo, dependiendo de la cota disponible y los elementos de disipación. Existen estos elementos ?. Debería incluirse una descripción y cálculo que involucre estos elementos.

<sup>7</sup> Esta progresiva solo hace referencia a la tubería del Sistema del Electrolito Pobre, según los planos de alineamientos número BPI17009-C-6000-TP001 al BPI17009-C-6000-TP024.

<sup>8</sup> Estos diámetros deben ser confirmados por Vendor.



**Figura 5: Operación de drenaje**

Falta incluir un cálculo del llenado de la tubería y verificación de la capacidad de evacuar aire de los venteos que esta recomendando.

## 6 CONCLUSIÓN

A partir de los cálculos presentados en este documento, se concluye lo siguiente:

- a) En base a la pendiente crítica calculada, se puede observar que no hay acumulación de burbujas a lo largo de la tubería. Por lo tanto, no es necesario utilizar venteos exclusivos para la condición de arrastre de burbujas.
- b) Se considera utilizar una ubicación similar a las cámaras de venteo existentes, a excepción de la cámara de venteo número 6, la cual fue reubicada.
- c) Las características de los nuevos venteos será la misma que la de los venteos existente para operación de drenaje, llenado y purga.

¿Se constató que los venteos actuales no están obstruidos por la cristalización del electrolito?, si fue así debería mencionarse ya que es un antecedente valioso. De lo contrario no podríamos recomendar mantener los mismos dispositivos.

Falta incluir un cálculo del llenado de la tubería y verificación de la capacidad de evacuar aire de los venteos que esta recomendando.

Los capítulos 3.4 al 3.7 contienen información que no es relevante para la memoria. Se recomienda reducirlos para no perder el centro en el cálculo de venteos.