



INGENIERÍA DE DETALLE DE OBRAS CIVILES

METRO DE SANTIAGO


LINEA 4

TRAMO A2

MANUAL DE OPERACIÓN

Y MANTENIMIENTO DE BOMBAS DE AGUAS LLUVIAS

Y DE INFILTRACIÓN

0	25/04/06	Emitido para construcción	ACM/AS	R.R.B.	R.R.B.	
Rev. N°	Fecha	Revisión	PREPARO	J. ESPEC.	IDEPE	METRO S.A.
						APROBO
			N° Consultor : 1936-MOP-IS-433-001			VERSION 0
			N° Metro S.A. :			
PROYECTO N° 1936			Archivo: j:\1936\doctos\sanitaria\1936-mop-is-433-001-0.doc			

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>CONTENIDO</u>	<u>PAGINA</u>
1.	ALCANCE.....	1
2.	DESCRIPCION GENERAL.....	1
2.1	Aliviaderos de subpresión.....	1
2.2	Recolección y Evacuación Aguas Percoladas.	2
2.2.1	Sistema Pique Arturo Prat	2
2.2.2	Sistema elevación Estación Plaza Puente Alto.	3
2.2.3	Aguas que se infiltran al Norte del Pique Norte de la Estación Plaza Puente Alto	4
3.	EQUIPOS	5
3.1	Pique Arturo Prat	5
3.1.1	Bombas	5
3.1.2	Armario Eléctrico Bombas	6
3.2	Estación Plaza Puente Alto. Pique Sur	6
3.2.1	Bombas	6
3.2.2	Armario Eléctrico Bombas	7
3.3	Estación Plaza Puente Alto. Pique Norte	9
3.3.1	Bombas	9
3.3.2	Armario Eléctrico de Bombas.....	9
4.	OPERACIÓN.....	10
4.1	Descripción de las Alarmas, Comando y Control Eléctrico.....	10
4.2	Pique Arturo Prat	12
4.3	Estación Plaza Puente Alto. Pique Sur	13
4.4	Estación Plaza Puente Alto. Pique Norte	14
5.	MANTENIMIENTO.....	14
5.1	Bombas	14
5.2	Obras de saneamiento.....	16
6.	MONITOREO	21
6.1	Aliviaderos de subpresión.....	21

6.2	Recolección y Evacuación Aguas Percoladas.	21
6.2.1	Sistema Pique Arturo Prat	21
6.2.2	Sistema elevación Estación Plaza Puente Alto.	22
6.2.3	Aguas que se infiltran al norte del Pique Norte de estación Plaza Puente Alto	22
7.	ANEXO	23

1. ALCANCE

Este documento tiene por objeto describir los sistemas de captación, conducción y evacuación de aguas de infiltración (aguas subterráneas) y aguas lluvias que llegan a los túneles del tramo A2 y A3 de Línea 4, especialmente los ubicados al Sur del PK 23+973 (242,75 m al Norte de la Estación Plaza Puente Alto), los 135 m del túnel-andén y los túneles al Sur de la Estación, hasta el término de la cola de maniobras Sur (Pique Arturo Prat), en el PK 24+992,075. (Ver Planos N° 1936-PLA-121-DG-001; 1936-PLA-121-DG-002; 1936-PLA-122-DG-001 y 1936-PLA-122-DG-002).

Además de la mencionada descripción general del sistema y sus equipos, en este documento se describe el modo de operación que deberán tener, las eventualidades que pueden ocurrir, una política general de mantenimiento y finalmente, el monitoreo mínimo recomendado.

2. DESCRIPCION GENERAL

2.1 Aliviaderos de subpresión

En primer término, en lo que se refiere a las características estructurales de las obras de los túneles interestación y túnel-andén comprendidos en este tramo, cabe mencionar que todas ellas fueron diseñadas para resistir las presiones hidrostáticas provenientes de la napa de aguas subterráneas, cuyo nivel máximo llegaría entre los 10 a 11 m sobre la cota del riel, de la Vía ferroviaria. A su vez, las obras se diseñaron con especificaciones de impermeabilidad relativamente altas, lo que por distintas razones, el Contratista a cargo de la construcción no pudo lograr. Esta circunstancia hace que, por una parte, haya aumentado el caudal de las infiltraciones con relación a lo estimado en el proyecto y, por otra, que podría existir el riesgo que en algunos sectores (en los que existe contrabóveda y una losa de rodado independiente de ésta), el agua se infiltre bajo la losa, generando subpresiones no consideradas en el cálculo. Este riesgo, que es bastante eventual, se ha eliminado efectuando algunas perforaciones estratégicamente ubicadas en las canaletas de vías, mostradas en el Plano N° 1936-PLA-433-IS-020, que en la eventualidad descrita, aliviarían dicha subpresión. Estas perforaciones (habilitadas con un tubo según el plano citado) no requieren de mayor mantenimiento, sólo es necesario que estén limpias, para que se pueda verificar visualmente las infiltraciones, por lo que, obviamente, NO PUEDEN SER TAPADAS o SELLADAS.

2.2 Recolección y Evacuación Aguas Percoladas de Infiltración

Para asegurar la evacuación de las aguas que ingresan a los túneles y a la estación, sean éstas de infiltración, de aguas lluvias que ingresan a través de las ventilaciones u otras, se ha previsto un sistema de colectores y canaletas, que las recolectan y las conducen a los diferentes puntos desde donde se evacuan a la superficie, mediante bombas de agotamiento, o se infiltran hacia la napa freática profunda, a través de Pozos de infiltración, o sistemas mixtos.

En los Planos N° 1936-PLA-433-IS-008, 1936-PLA-433-IS-009, 1936-PLA-433-IS-020 y 1936-PLA-433-IS-021, se describen las direcciones de los flujos de aguas que gravitacionalmente y de acuerdo a las pendientes de la vía o de los colectores construidos, conducen las aguas hacia estos puntos de evacuación.

2.2.1 Sistema Pique Arturo Prat

Al Pique Arturo Prat, ubicado en el extremo Sur de la Línea 4, bajo la plaza del mismo nombre, llegan las aguas canalizadas gravitacionalmente por:

- **Colector Oriente:** Constituido por una tubería de PVC de 100; 180 y 200 mm de diámetro, anclada en la caja oriente del túnel interestación sur, desde el PK 24+376 (Ventilación Johnson's) hasta la Galería de Acceso del Pique Arturo Prat, al cual descargan las barbacanas, instaladas por el Contratista durante la etapa de construcción y/o por Metro S.A. posteriormente.
Este Colector se subdivide en: Colector 1, que va desde el PK 24+376 hasta el PK 24+395 de 100mm de diámetro, desde P.K. 24+395 hasta P.K.24+430 de 180 mm. de diámetro y desde el PK 24+430 hasta el PK 24+980 de 200mm de diámetro y Colector 3, que atraviesa las Vías, desde el oriente al poniente, frente al PK 25+034.6.
- **Colector Poniente o Colector 4:** Constituido por una tubería de PVC de 200 mm de diámetro, anclada en la caja poniente del túnel interestación sur. desde el PK 24+392 hasta el PK 24+980, al cual descargan las barbacanas, instaladas por el Contratista durante la etapa de construcción y/o por Metro S.A. posteriormente.
- **Canaletas Longitudinales de la Vía:** Principalmente se utiliza la Vía 1, ya que la Vía 2 está interrumpida por el Foso de Visita, a partir del PK 24 + 857.5.

- Canaletas Longitudinales, al lado de Canaleta 20 Kv: construidas por el Contratista de Vías a ambos lados de la Vía 1 y 2. Existen a su vez canaletas transversales a la Vía, que permiten mejorar el flujo traspasando las aguas que escurren por ellas hacia las Canaletas de Vías Longitudinales.

Todas estas canalizaciones conducen finalmente las aguas hasta la Cámara de Inspección N°1 (CI N°1) y luego a la N°2, ubicadas al fondo del Pique Arturo Prat, de donde a través de una tubería de acero de 200 mm de diámetro, las aguas son conducidas a un Pozo Profundo de Infiltración, de aproximadamente 120 m de profundidad (desde el nivel de superficie). Este Pozo se encuentra encamisado con un tubo de acero de 10" de diámetro en los primeros 100 m, para terminar los últimos 20 m en un tubo de acero ranurado – llamado "Criba" – de 8" de diámetro que permite el traspaso del agua que entra al Pozo, al suelo que lo rodea. (Ver planta y sección B del plano 1936-PLA-433-IS-012). En caso que el Pozo de Infiltración quede fuera de servicio, las aguas tomarán carga en la CI N°2 y luego en la N°1, y serán conducidas a una Sentina y desde allí, mediante Bombas de Agotamiento, el agua será elevada a superficie y conducida a una red de Zanjas Drenantes construidos bajo los jardines de la plaza Arturo Prat.

2.2.2 Sistema elevación Estación Plaza Puente Alto.

Hacia el Norte del punto ubicado en el PK 24+392, donde se genera el cambio de pendiente de las Vías, parte de las aguas que ingresan al túnel inter estación sur a través de las Barbacanas instaladas en ambas cajas del túnel – las que no alcanzan a ser conectadas a los Colectores N°1 y N°4 - caen a las canaletas existentes de vía 1 o vía 2 y éstas las llevan gravitacionalmente hacia el Sistema de Bombeo ubicado en P.K. 23+219.

Las aguas que llegan, producto de infiltraciones, al bajo andén Poniente, son conducidas gravitacionalmente hacia la canaleta de vía 1 y esta es llevada hacia el Sistema de Bombeo ubicado en P.K. 23+219.

Las aguas de infiltración, que se generan en el bajo andén nor-oriente son conducidas gravitacionalmente, mediante canaletas, a Sentina del Pique Norte y estas son impulsadas por bombas de agotamiento a la Sentina del Pique Sur.

En resumen, todas las aguas que se infiltran por el bajo andén del sector oriente, terminan en la Sentina del Pique Sur, desde donde son bombeadas a superficie por Bombas de Agotamiento, a través de una cañería de acero de impulsión de 170 mm de diámetro. En superficie, estas aguas llegan a una cámara de inspección, ubicada en el sector poniente de la Plaza Puente Alto, según se ve en el plano 1936-PLA-433-IS-021. Desde allí pueden ser evacuadas hacia el Canal San José, perteneciente a la Sociedad de

Canalistas del Maipo, a través de dos rutas, según lo señalado en el Plano 1936-PLA-433-IS-021:

- Un colector ubicado bajo la vereda Sur de la calle José Luis Coo, al Norte de la Plaza Puente Alto, el cual se conecta al Canal San José, y
- Un Sumidero de Aguas Lluvias, ubicado en la esquina sur-oriente del cruce de la calle Manuel Rodríguez y Av. Concha y Toro, al Sur de la Plaza Puente Alto, el cual está conectado al Canal San José.

La elección de cualquiera de estos dos caminos para llegar a evacuar las aguas de la Estación al Canal San José, se deberá hacer previa revisión de las condiciones imperantes en cada una de estas dos alternativas, y se elegirá aquella que no presente problemas y esté habilitada. Para derivar el agua hacia uno u otro lado, se deberán abrir y/o cerrar las Válvulas de Corte dispuestas en la Cámara de Inspección, en la superficie.

2.2.3 Aguas que se infiltran al Norte del Pique Norte de la Estación Plaza Puente Alto

Los flujos de las aguas provenientes tanto de la Estación como de infiltraciones en el túnel inter estación norte, que en general son volúmenes bastante menores a los del túnel inter estación sur, que no alcanzan a ser enviadas a la Sentina del Pique Norte, son encausadas gravitacionalmente hacia el tramo A3, a través de las Canaletas de Vías, hasta la Estación de Bombeo del sector, ubicada en el PK 23+219, desde donde serán bombeadas a superficie y vaciadas en el Canal San José, a través de una obra de conexión construida bajo la calzada Poniente de la Av. Concha y Toro.

Por otro lado, las aguas que infiltran a través de la pared Oriente del túnel inter estación norte, son captadas por Barbacanas y vaciadas en el Colector N°2, que va desde el PK 24+195 hasta el PK 23+860, donde son vaciadas, e infiltradas a la napa freática profunda, al Pozo de Infiltración N°5, existente en el PK 23+859.

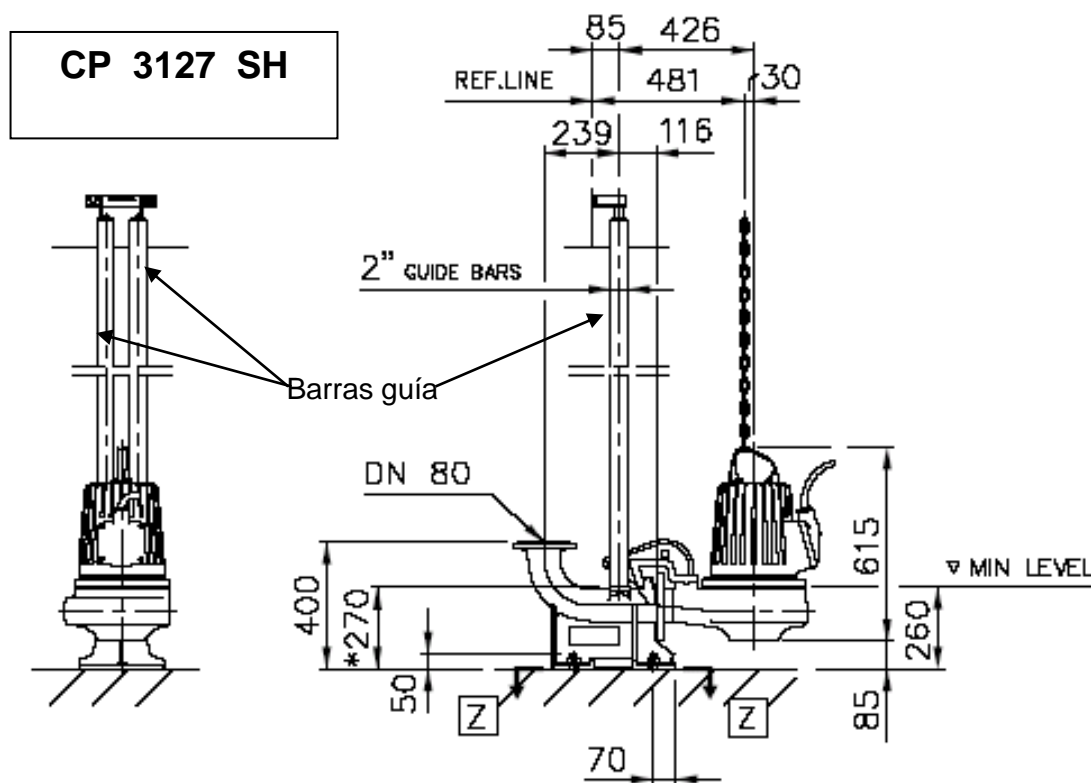
3. EQUIPOS

3.1 Pique Arturo Prat

3.1.1 Bombas

Existen dos (2) Bombas de Agotamiento para aguas lluvias y/o de infiltración, en Sentina ubicada en el piso del Pique Arturo Prat, al final del túnel Cola de Maniobras de la Estación Plaza Puente Alto.

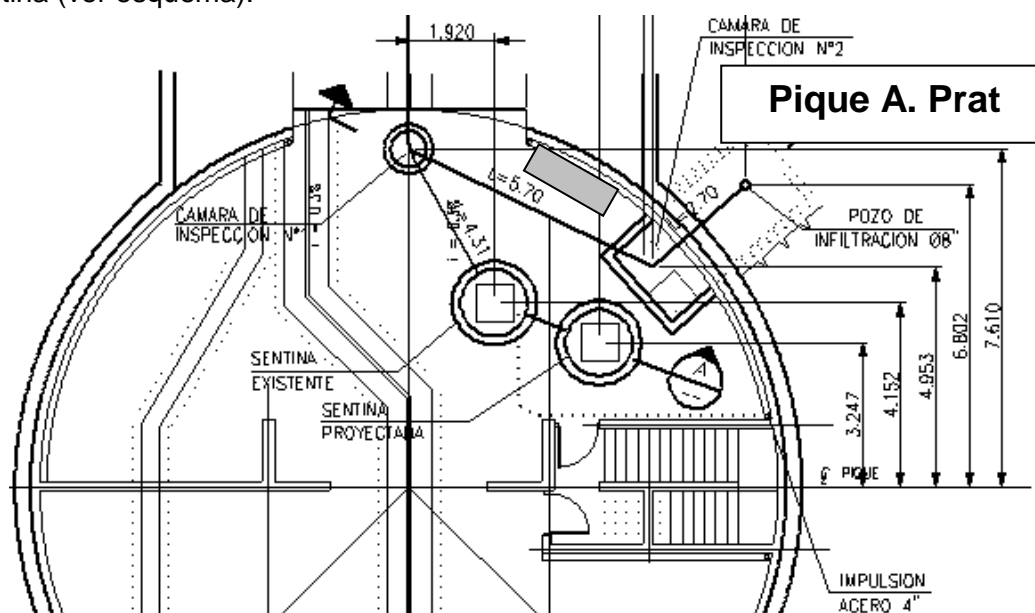
Estas Bombas son marca Flygt, modelo CP3127.181 SH-259 modificada por Flygt que equivale a SH-257, del tipo sumergible, de 7,4 KW de potencia, con impulsor mono/multi alabe. Son impulsores de alta eficiencia idóneos para aplicaciones en las que el agua residual sea limpia o con un grado de contaminación ligero o moderado y para el transporte de sólidos. El método de instalación es semi-permanente para pozos húmedos, es decir, la bomba se monta sobre dos barras guía en una conexión de descarga. (Ver figura siguiente o detalle bombas en Plano 1936-PLA-433-IS-012).



3.1.2 Armario Eléctrico Bombas

El circuito eléctrico de comando y de control de las Bombas, se instalará en el interior de tablero/partidor. El tablero/partidor garantiza la protección e integridad operativa de los componentes contenidos en su interior, con grado de protección equivalente a intemperie. Además considera un calefactor operado por termostato para evitar la condensación dentro del tablero/partidor debido a la humedad del recinto donde se encuentra.

El tablero/partidor de las Bombas del Pique Arturo Prat está ubicado cerca de la sentina (ver esquema).



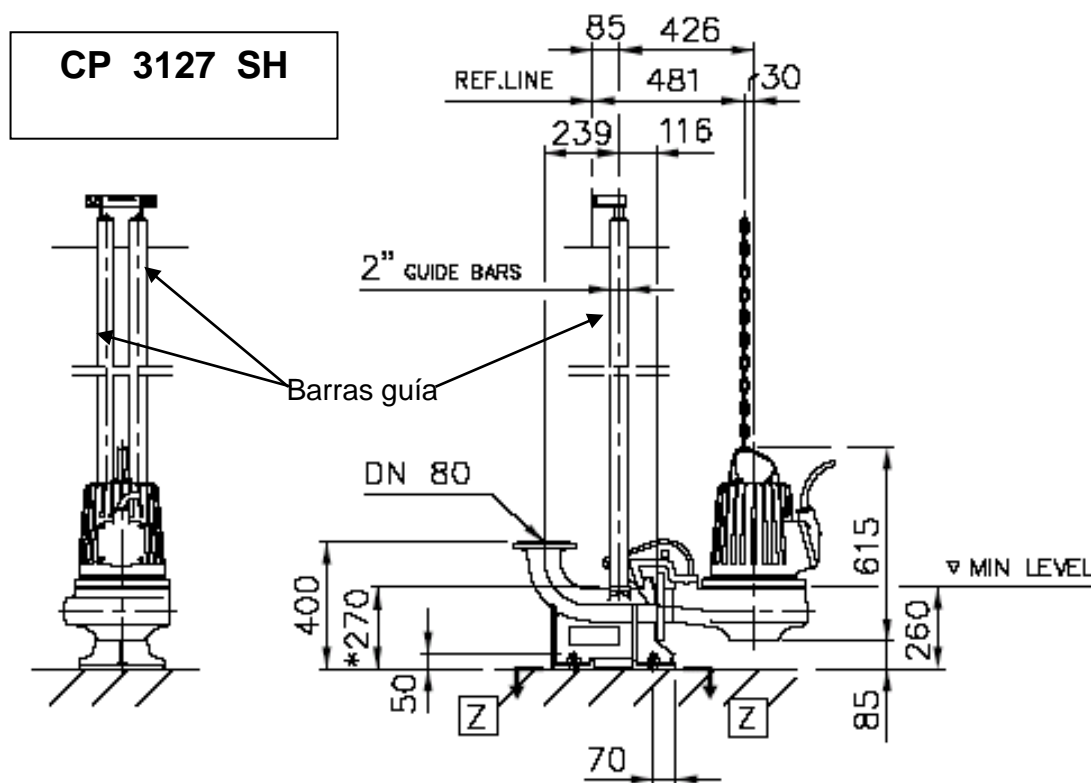
3.2 Estación Plaza Puente Alto. Pique Sur

3.2.1 Bombas

Existen dos (2) Bombas de Agotamiento para aguas lluvias y/o de infiltración en el Pique Sur, sector subterráneo técnico de la estación Plaza Puente Alto. Estas bombas corresponden al modelo CP3127.181-SH 257.

Estas Bombas son de la marca Flygt, modelo CP3127.181-SH 257, del tipo sumergible, de 7,4 Kw de potencia, con impulsor mono/multi alabe. Son impulsores de alta eficiencia idóneos para aplicaciones en las que el agua residual sea limpia o con un grado de contaminación ligero o moderado, y para el transporte de sólidos. El método de instalación es

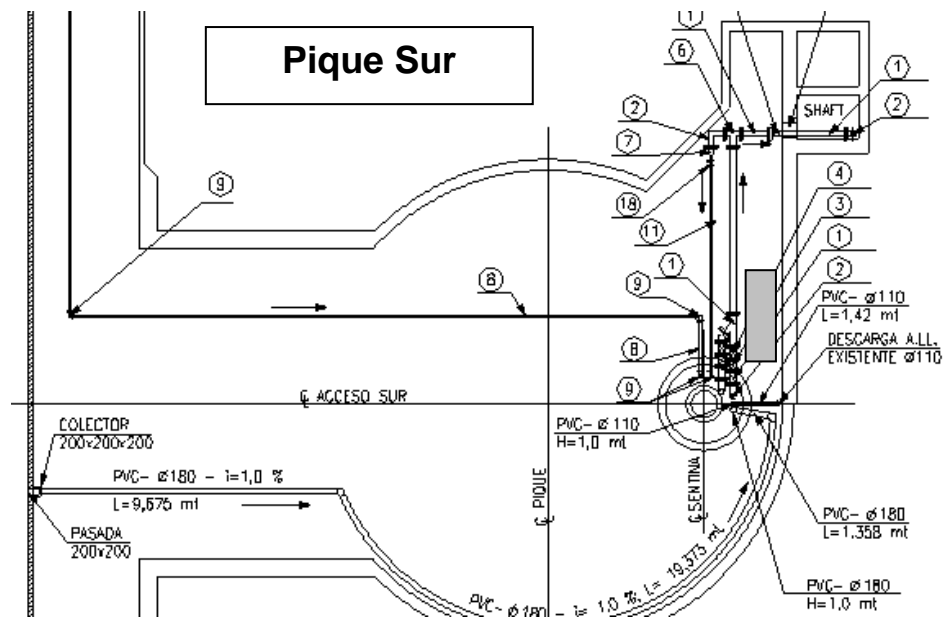
semi-permanente para pozos húmedos, es decir, la bomba se monta sobre dos barras guía en una conexión de descarga (ver figura).



3.2.2 Armario Eléctrico Bombas

El circuito eléctrico de comando y de control de las Bombas, también se instaló en el interior de tablero/partidor. El tablero/partidor garantiza la protección e integridad operativa de los equipos contenidos en su interior, con grado de protección equivalente a intemperie. Además considera un calefactor operado por termostato para evitar la condensación dentro del tablero debido a la humedad del recinto donde se encuentra.

El tablero/partidor de Bombas para cada Pique en general están ubicados cerca de cada Sentina en el subterráneo técnico de la estación Plaza Puente Alto (ver esquema). Particularmente la alimentación en el Pique Sur está dada por un tablero/partidor de Bombas que se alimenta (fuerza) desde el Tablero de Fuerza Preferencial "TDFyC1", circuito N° 4, con cable N° 6. El cable de control viene desde el tablero BNLT Sala Corrientes Débiles con cable multiconductor de 1X7/c 1.5 mm² Tipo Evalex Apantallado.

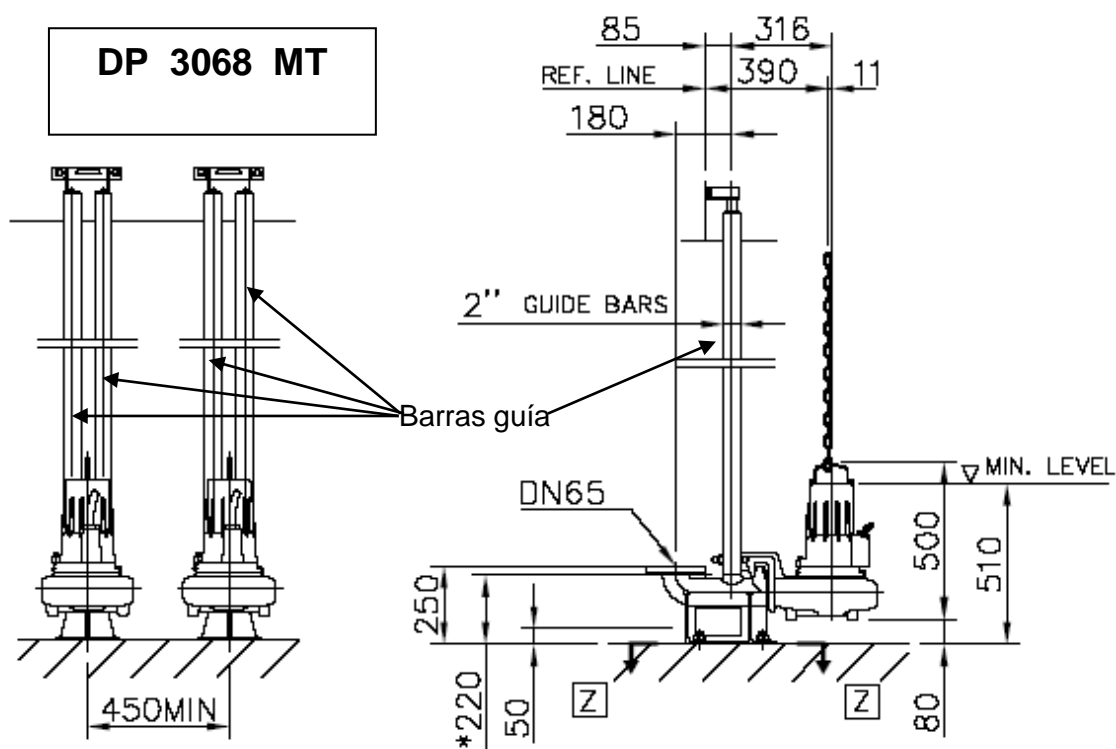


3.3 Estación Plaza Puente Alto. Pique Norte

3.3.1 Bombas

Existen dos (2) Bombas de Agotamiento para aguas lluvias y/o de infiltración en el Pique Norte, en el lado oriente, sector subterráneo técnico de la Estación Plaza Puente Alto. Estas bombas corresponden al modelo DP3068.180-MT 473.

Estas Bombas también son de la marca Flygt, modelo DP3068.180-MT 473, del tipo sumergible de 1,5 Kw de potencia, con impulsor Vórtex, que genera un rápido torbellino que produce una corriente con buenas propiedades de transporte de sólidos. Recomendada para el bombeo de aguas subterráneas. El método de instalación es semi-permanente para pozos húmedos, es decir, la Bomba se monta sobre dos barras guía en una conexión de descarga (ver figura).

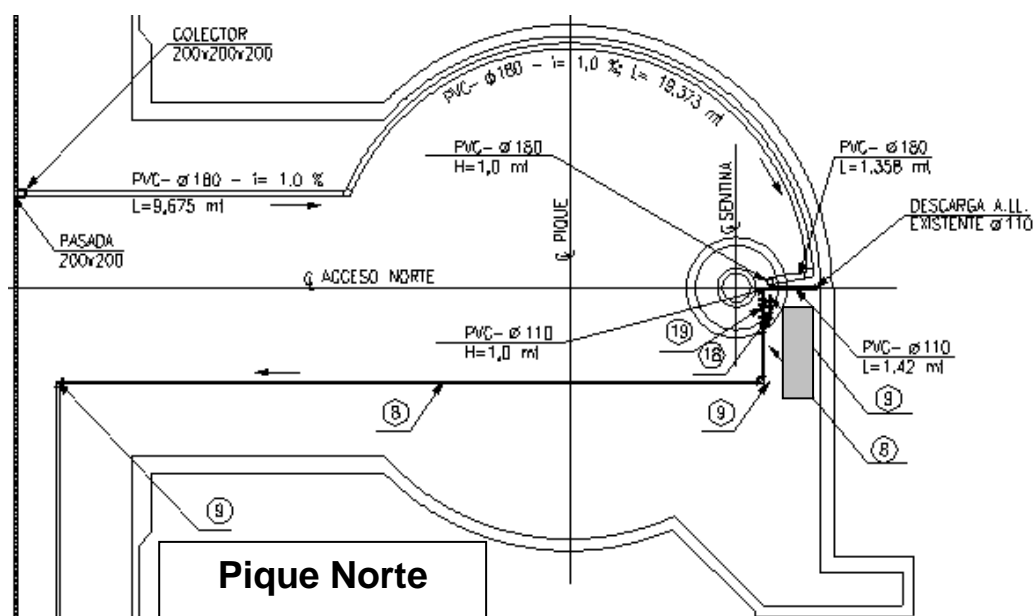


3.3.2 Armario Eléctrico de Bombas

El circuito eléctrico de comando y de control del equipo también se instaló en el interior de tablero/partidor de las Bombas. El tablero/partidor garantiza la protección e

integridad operativa de los componentes contenidos en su interior, con grado de protección equivalente a intemperie. Además considera un calefactor operado por termostato para evitar la condensación dentro del tablero debido a la humedad del recinto donde se encuentra.

El tablero/partidor de Bombas para cada Pique está ubicado cerca de la Sentina, en el subterráneo técnico de la Estación Plaza Puente Alto (ver esquema). Particularmente la alimentación en el Pique Norte está dada por un tablero/partidor que se alimenta (fuerza) desde el Tablero de Fuerza Preferencial "TDFyC1", circuito N° 3 con cable N° 6. El cable de control viene desde el tablero BNLT Sala Corrientes Débiles con cable multiconductor de 1X7/c 1.5 mm2 Tipo Evalex Apantallado.



4. OPERACIÓN

4.1 Descripción de las Alarmas, Comando y Control Eléctrico

El comando de las Bombas es local y automático. El Comando Local está en un tablero/partidor eléctrico ubicado en las cercanías de las Sentinas de las bombas, con un Panel de Control debidamente señalizado. El Comando Automático dependerá de la cantidad de agua acumulada en la Sentina, monitoreada por los interruptores de nivel.

Para el Comando Local se deja no operativa cualquiera automatización por la simple acción de pasar un selector a posición local y permite tomar el comando de cualquiera

de las dos Bombas. El objetivo es tener un comando voluntario, por razones de pruebas y mantenimiento, en este caso el comando se denomina “local-prueba” y cuenta con las señalizaciones luminosas suficientes para facilitar la inspección y pruebas por el operador; entre ellas: presencia de 380V, indicación de funcionamiento de la Bomba 1 o la 2, indicación de Bombas detenidas, indicación de fallas eléctricas, indicación de sobre nivel, etc.

Cuando las Bombas se quedan funcionando con dependencia de los interruptores de nivel, el comando se llama “automático” y localmente también está señalizada esta condición.

El diseño del circuito de Comando y Control de las Bombas, transmite la siguiente información a través del cable multiconductor que va desde la regleta de señales débiles ubicada en el tablero de control de las bombas (cerca de las sentinas) hasta llegar al tablero BNLT ubicado en el local técnico de Corrientes Débiles de la estación:

- Alarma de sobrenivel. A través de un contacto seco (libre de potencial), normalmente abierto, se controlará la ocurrencia de sobrenivel por el cierre de dicho contacto.
- Alarma falla de Bombas. A través de contactos secos normalmente abiertos, provenientes de la protección térmica del motor o de cualquier otra protección considerada para las bombas o para componentes del circuito de comando eléctrico, se controla la ocurrencia de una falla en el sistema que deje no operativas las bombas. Este conjunto de contactos se resumen en el equivalente a uno sólo que es el que se entrega para el control de falla hacia el tablero BNLT del local técnico de Corrientes Débiles.
- Alarma de sobrecarga
- Estado Bomba fuera de servicio, que puede ser a través de contactos secos, normalmente cerrados, asociados tanto a la posición cerrada normal del disyuntor de alimentación general 380V, como al disyuntor de protección de cada bomba, se señalizará la condición de bombas fuera de servicio por la apertura de uno u otro o ambos contactos secos.

En este tablero existen comandos para partida manual de la Bomba 1 y partida manual de la Bomba 2.

Los controles y señalizaciones de alarmas que derivan de contactos secos de equipos y componentes del Sistema de Bombas, están cableados hasta un bornero dedicado

e identificado en el interior del tablero/partidor de las Bombas. Luces pilotos y selector man/aut. van ubicados en la tapa del tablero.

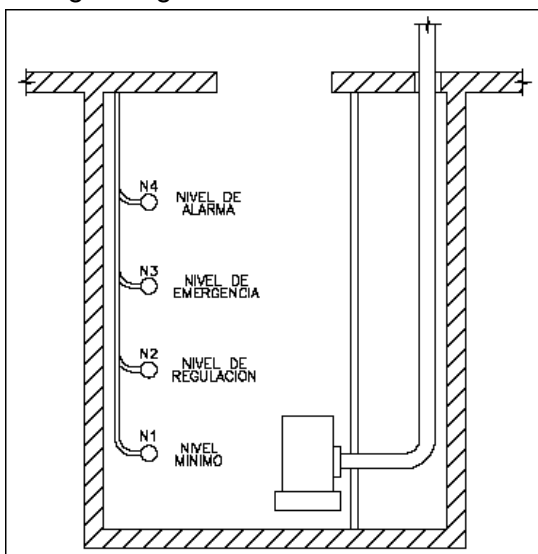
4.2 Pique Arturo Prat

Sólo para el caso del Pique Arturo Prat será recomendable que cuando comience a funcionar alguna de las Bombas de la Sentina de éste, se active alguna alarma con indicación de tal situación, ya que lo normal será que el agua que llegue al pique sea evacuada directamente hacia el Pozo de Infiltración. Esta alarma indicaría si se trata de una situación anómala, como un exceso de flujo, pozo tapado, mantenimiento de cámara de inspección o pozo, otros. Así se podrá tomar un plan de acción rápido.

Existen dos Bombas en la Sentina del Pique Arturo Prat utilizadas para impulsar y evacuar las aguas lluvias y de infiltración de esa zona hacia el exterior. Las Bombas se encuentran identificadas en el capítulo 3.1.1 (Bombas).

Si bien el comando de las Bombas es local y automático, existe un PLC que controla entre otros que el agua no debe permanecer acumulada por más de 10 a 12 hrs en la Sentina (dos accionamientos por día), después de lo cual se accionan las Bombas para evacuar las aguas, sólo si el nivel del agua no ha sobrepasado el nivel de activación de dichas Bombas en ese tiempo.

Para el funcionamiento automático, las bombas cuentan con cuatro sensores de nivel como se ilustra en la figura siguiente:



Las Bombas funcionarán alternadamente, es decir, primero la Bomba 1 y luego la 2.

El nivel mínimo de agua que debe mantenerse en la sentina es N1. Este nivel mínimo permitirá el correcto funcionamiento de las bombas.

- a) Cuando la Sentina comienza a llenarse de agua y sobrepasa el nivel N2, la primera Bomba (b1) entra en funcionamiento para evacuar el agua. Pueden ocurrir dos situaciones:
- b) que el nivel del agua comience a descender bajo el nivel N2 y llegue al nivel N1, en cuyo momento parará la primera Bomba (b1).
- c) que el nivel del agua continúe ascendiendo y sobrepase el nivel N3, en cuyo momento se accionará la segunda Bomba (b2).

Después de la última situación (c) pueden ocurrir dos cosas:

- d) que el nivel del agua comience a descender y baje del nivel N3, luego baje del nivel N2 y llegue al nivel N1, en cuyo momento parará la primera Bomba (b1) y luego la segunda Bomba (b2).
- e) que el nivel del agua continúe ascendiendo y sobrepase el nivel N4, en cuyo momento se activará una alarma de nivel alto, presente en el tablero/partidor de Bombas y enviada señal al BNLT. Se deberá chequear en terreno que sucede para tomar acciones.

Tanto después de la situación (b), como la (d), si el nivel de agua vuelve a subir sobre el nivel N1 y sobrepasa el nivel N2, entonces repetimos el proceso desde la situación descrita en (a), pero intercambiando la operación de la Bomba, es decir, si se trata de una segunda vez que ocurre todo el proceso descrito antes corresponderá que entre en funcionamiento la segunda Bomba (b2), si fuera la tercera vez corresponderá que entre en funcionamiento la primera Bomba (b1), y así sucesivamente.

4.3 Estación Plaza Puente Alto. Pique Sur

Existen dos Bombas en la Sentina del Pique Sur, diseñadas para impulsar y evacuar hacia la superficie – el exterior - las aguas lluvias y de infiltración que lleguen a ella. Las Bombas se encuentran identificadas en el capítulo 3.2.1 (Bombas).

Análogamente al punto anterior (4.2 Pique Arturo Prat) las situaciones de funcionamiento descritas en él son idénticas a la operación de las Bombas de la Sentina del Pique Sur, es decir, respecto al funcionamiento de los distintos niveles detectados por los sensores de nivel, secuencias en las partidas/paradas de las Bombas y alarmas producidas, es similar al funcionamiento del Pique Arturo Prat.

4.4 Estación Plaza Puente Alto. Pique Norte

Existen dos Bombas en la Sentina del Pique Norte utilizadas para impulsar y evacuar hacia la Sentina del Pique Sur, las aguas lluvias y de infiltración que lleguen gravitacionalmente a ella. Las Bombas se encuentran identificadas en el capítulo 3.3.1 (Bombas).

Análogamente al punto anterior (4.2 Pique Arturo Prat) las situaciones de funcionamiento descritas en él son idénticas a la operación de las Bombas de la Sentina del Pique Norte, es decir, respecto al funcionamiento de los distintos niveles detectados por los sensores de nivel, secuencias en las partidas/paradas de Bombas y alarmas producidas, es similar al funcionamiento del Pique Arturo Prat.

5. MANTENIMIENTO

5.1 Bombas

Las Bombas de los piques Arturo Prat, Pique Sur y Pique Norte requieren de una inspección regular y mantenimiento preventivo, que redundará en un funcionamiento más fiable.

Las bombas deberían inspeccionarse como mínimo una vez al año, y con mayor frecuencia si trabajan en condiciones operativas adversas. Sin embargo, el fabricante sugiere hacer mantenimientos preventivos a los equipos de bombeo cada tres meses (*). También indica que si algún equipo se encuentra con una cantidad de agua superior a lo indicado por fábrica, se cambiará el aceite colocando la cantidad que necesita el equipo de bombeo o agitador.

Del mismo modo indica que se tendrá que revisar la calidad del aceite después de una semana de operación.

Los ítemes que debieran incluirse en una pauta para hacer mantenimiento preventivo en las Bombas del Sistema de Aguas Lluvias y de Infiltración deben ser:

ITEM	TRABAJOS	FRECUENCIA DE INSPECCION MINIMA
5.1	BOMBAS piques Arturo Prat, Pique Sur y Pique Norte	
5.1.1	Aspectos mecánicos	3 meses (*)
1	Extracción, limpieza y comprobación del número de serie	
2	Inspección del alojamiento del motor	
3	Inspección de la cámara de aceite	
4	Comprobar impulsor, desgastes, etc.	
5	Comprobar estanqueidad de los sellos mecánicos	
6	Comprobar anillos de desgaste	
7	Comprobar volutas y/o colador	
8	Comprobar cable y cadenas	
9	Chequear si cantidad de agua en ambas bombas sumergibles es superior a lo indicado por fábrica, se cambiará el aceite colocando la cantidad que necesita el equipo.	
10	Revisar la calidad del aceite de la bomba sumergible	Después de una semana de funcionamiento
5.1.2	Aspectos eléctricos e instrumentación	3 meses (*)
1	Medir aislamiento eléctrico del cable	
2	Comprobar parámetros eléctricos	
3	Comprobar puesta a tierra	
4	Comprobar el cuadro eléctrico	
5	Limpiar el cuadro eléctrico (limpiar tablero)	
6	Comprobar y limpiar reguladores de nivel y / o sondas	
7	Comprobar sistema de alarma	
8	En el caso del Pique Arturo Prat si funciona (partida bomba) alguna de las Bombas de la Sentina, chequear/comprobar registro histórico de activación de alarma	
9	Comprobar funcionamiento alternado de bombas	
10	Comprobar los flotantes y costras si fuera el caso	
11	Comprobar funcionamiento / activación de Nivel Mínimo	
12	Comprobar funcionamiento / activación de Nivel Regulación	
13	Comprobar funcionamiento / activación de Nivel Emergencia	
14	Comprobar funcionamiento / activación de Nivel Alarma	
15	Comprobar si la instalación ha sufrido algún daño	

Ante la inspección de los ítemes anteriores debiera indicarse si se encuentran en buenas condiciones, condiciones aceptables o malas condiciones.

5.2 Obras de saneamiento

De modo de asegurar el correcto funcionamiento de las vías de evacuación de las aguas que ingresan hacia los túneles interestación, se debe contemplar un plan de mantenimiento y de seguimiento del comportamiento de los flujos que en todo el contorno se presenten.

Las principales trayectorias que seguirán los escurrimientos, están definidas a nivel de superficie, las cuales corresponden a las Canaletas de Vías. Estas estructuraciones, dada su exposición a los servicios que al interior de los túneles se disponen, estarán afectas principalmente a acumulación de sedimentos y basuras, producto de aguas de lavado, de mantención de equipos y/o de sólidos arrastrados por el movimiento de los trenes, entre otros. Por lo tanto, se debe asegurar un trayecto libre de obstáculos hacia las descargas.

En cuanto a los aliviaderos definidos a lo largo del trazado, se debe asegurar que se encuentren habilitados en toda su sección, de modo de permitir la salida de aguas que se acumulen bajo la losa radier, como también el permitir detectar e implementar un sistema de inspección y extracción de aguas que se encuentren estancadas.

El bombeo de aguas que se depositan entre el radier de Vías y la Contrabóveda, en el sector del túnel-andén, se efectuará por medio de Bombas Portátiles, las cuales descargarán hacia el subterráneo técnico oriente y de ahí, gravitacionalmente hacia la Sentina ubicada en el Pique Sur de la Estación Plaza Puente Alto.

Dentro del mantenimiento preventivo del Sistema de Aguas Lluvias y de Infiltración del tramo A2, se deberá incluir al menos los siguientes trabajos listados en la tabla siguiente:

ITEM	TRABAJOS	FRECUENCIA DE INSPECCION MINIMA
5.2	Rutas superficiales Aguas Lluvias y de infiltración antes de impulsión	
5.2.1	Canaletas de vías	2 semanas
1	Inspección / limpieza canaleta longitudinal vía 2. Evitar acumulación sedimentación o basuras que puedan ingresar al sistema de captación, conducción y evacuación de aguas.	
2	Inspección / limpieza canaleta longitudinal vía 1. Evitar acumulación sedimentación o basuras que puedan ingresar al sistema de captación, conducción y evacuación de aguas.	
3	Inspección / limpieza canaleta oriente (lado canaleta 20KV) . Evitar acumulación sedimentación o basuras que puedan	

ITEM	TRABAJO	FRECUENCIA DE INSPECCION MINIMA
	ingresar al sistema de captación, conducción y evacuación de aguas.	
4	Inspección / limpieza canaleta poniente (lado canaleta 20KV) . Evitar acumulación sedimentación o basuras que puedan ingresar al sistema de captación, conducción y evacuación de aguas.	
5	Inspección Barbacanas de muros túneles interestación norte y sur	
6	Inspección / limpieza canaleta transversales. Evitar acumulación sedimentación o basuras que puedan ingresar al sistema de captación, conducción y evacuación de aguas.	
5.2.2	Bajo Andén	2 semanas
1	Inspección / limpieza rutas de aguas infiltradas bajo andén oriente. Evitar acumulación sedimentación o basuras que puedan ingresar al sistema de captación, conducción y evacuación de aguas.	
2	Inspección / limpieza rutas de aguas infiltradas bajo andén poniente. Evitar acumulación sedimentación o basuras que puedan ingresar al sistema de captación, conducción y evacuación de aguas.	
5.2.3	Aliviaderos	2 semanas
1	Inspección / limpieza aliviaderos túnel-andén Central, verificar que el interior de los aliviaderos estén limpios de cualquier material o sedimento	2 semanas
2	Extracción aguas aliviaderos túnel-andén Central	3 meses o cuando corresponda
3	Inspección / limpieza aliviaderos túnel-andén Norte, verificar que el interior de los aliviaderos estén limpios de cualquier material o sedimento	2 semanas
4	Extracción aguas aliviaderos túnel-andén Norte	3 meses o cuando corresponda
5	Impulsión eventual hacia sentina Pique Sur: Chequear el correcto funcionamiento del ducto de conexión entre los aliviaderos y borde de bajo andén, chequear que no se encuentren tapados. Limpiar si fuese necesario.	1 año o cuando corresponda
5	Impulsión eventual hacia sentina Pique Norte: Chequear el correcto funcionamiento del ducto de conexión entre los aliviaderos y borde de bajo andén, chequear que no se encuentren tapados. Limpiar si fuese necesario.	1 año o cuando corresponda

ITEM	TRABAJO	FRECUENCIA DE INSPECCION MINIMA
5.3	Planta elevadora de Aguas Lluvias y de infiltración	
5.3.1	Tuberías	(ver nota a)
1	Inspección tuberías de descarga hacia Sentina pique Sur.	1 mes
2	Inspección tuberías de descarga hacia Sentina pique Norte	1 mes
3	Inspección tuberías de impulsión hacia Sentina pique Sur. Mantenimiento revestimiento exterior/pintura.	3 meses
4	Revisión y ajuste de sistema de anclaje, sujeciones y abrazaderas para tuberías de impulsión hacia Sentina pique Sur.	3 meses
5	Inspección tuberías de impulsión hacia cámara de inspección plaza Puente Alto. Mantenimiento revestimiento exterior/pintura.	3 meses
6	Revisión y ajuste de sistema de anclaje, sujeciones y abrazaderas para tuberías de impulsión hacia cámara de inspección plaza Puente Alto.	3 meses
7	Inspección tuberías hacia Sumidero, lado Sur Plaza Puente Alto. Limpieza.	1 mes
8	Inspección tuberías hacia Colector calle José Luis Coo, lado Norte Plaza Puente Alto. Limpieza.	1 mes
9	Inspección tuberías de impulsión desde sentina pique Arturo Prat. Mantenimiento revestimiento exterior/pintura.	3 meses
10	Revisión y ajuste de sistema de anclaje, sujeciones y abrazaderas para tuberías de impulsión desde sentina pique Arturo Prat.	3 meses
5.3.2	Bombas	(ver punto 5.1)
1	Inspección bombas sentina Pique Sur (ver punto 5.1)	
2	Inspección bombas sentina Pique Norte (ver punto 5.1)	
3	Inspección bombas sentina Pique Arturo Prat (ver punto 5.1)	
5.3.3	Ventilación	1 semana
1	Inspección ventilación Johnson´s – sacar residuos/limpiar	
2	Inspección ventilación Verónica – sacar residuos/limpiar	
5.3.4	Sumideros	1 semana
1	Inspección sumideros – sacar residuos/limpiar (sector pique Arturo Prat)	
2	Inspección sumideros – sacar residuos/limpiar (otros sectores)	
5.3.5	Cámaras de Inspección	1 semana
1	Inspección cámara de inspección N°1 Pique Arturo Prat – sacar residuos/limpiar	

ITEM	TRABAJO	FRECUENCIA DE INSPECCION MINIMA
2	Inspección cámara de inspección Nº2 Pique Arturo Prat – sacar residuos/limpiar	
5.3.6	Sentinas	
1	Inspección sentina de bombas Pique Arturo Prat (existente) – Lavado con chorro de agua a presión de sentina para prevenir la formación de costras y adherencias de flotantes en las paredes. Sacar residuos/limpiar.	3 meses
2	Extracción de lodos en el fondo de sentina (existente) Pique Arturo Prat	3 meses
3	Inspección sentina auxiliar Pique Arturo Prat (proyectada) – Lavado con chorro de agua a presión de sentina para prevenir la formación de costras y adherencias de flotantes en las paredes. Sacar residuos/limpiar	3 meses
4	Extracción de lodos en el fondo de sentina auxiliar Pique Arturo Prat (proyectada)	3 meses
5	Inspección sentina de bombas Pique Sur – Lavado con chorro de agua a presión de sentina para prevenir la formación de costras y adherencias de flotantes en las paredes. Sacar residuos/limpiar.	1 mes
6	Extracción de lodos en el fondo de sentina Pique Sur	1 mes
7	Inspección sentina de bombas Pique Norte – Lavado con chorro de agua a presión de sentina para prevenir la formación de costras y adherencias de flotantes en las paredes. Sacar residuos/limpiar	1 mes
8	Extracción de lodos en el fondo de sentina Pique Norte	1 mes
5.3.7	Pozo de infiltración	
1	Inspección Pozo de Infiltración Pique Arturo Prat, chequear que esté libre de materiales o basuras al interior de los pozos	1 semana
2	Medir nivel del agua en el Pozo de Infiltración con pozómetro	2 semanas
3	Efectuar registro del nivel del agua del pozo de infiltración	3 meses
5.3.8	Monitoreo y Calidad del agua	
1	Inspeccionar cambio en apariencia de las aguas en Sistema Pique Arturo Prat	1 mes
2	Comprobar calidad del agua en Sistema Pique Arturo Prat. Tomar muestra de agua y enviar a laboratorio para análisis químico-sanitario.	3 meses (ver nota c)
3	Aforar los flujos de agua que llegan a Sistema Pique Arturo Prat	3 meses (ver nota d)
4	Inspeccionar cambio en apariencia de aguas en Sistema	1 mes

ITEM	TRABAJO	FRECUENCIA DE INSPECCION MINIMA
	Estación Plaza Puente Alto	
5	Comprobar calidad del agua en Sistema Estación Plaza Puente Alto. Tomar muestra de agua y enviar a laboratorio para análisis químico-sanitario.	3 meses (ver nota c)
6	Aforar los flujos de agua que llegan a cada Sentina – Norte y Sur	3 meses (ver nota d)
7	Inspeccionar cambio en apariencia de aguas que infiltran al Norte del Pique Norte de la Estación Plaza Puente Alto	1 mes
8	Comprobar calidad de aguas que infiltran al Norte del Pique Norte de la Estación Plaza Puente Alto. Tomar muestra de agua y enviar a laboratorio para análisis químico-sanitario.	3 meses (ver nota c)
9	Aforar los flujos de agua que infiltran al Norte del Pique Norte de la Estación Plaza Puente Alto.	3 meses (ver nota d)
5.3.9	Estadísticas partida de Bombas	
1	Chequear estadísticas de partida de bombas respecto a cantidad máxima de arranques/hora especificado por el fabricante (Pique Sur)	1 mes
2	Chequear estadísticas de partida de bombas respecto a cantidad máxima de arranques/hora especificado por el fabricante (Pique Norte)	1 mes
3	Chequear estadísticas de partida de bombas respecto a cantidad máxima de arranques/hora especificado por el fabricante (Pique Arturo Prat)	Tomar acción inmediata de acuerdo a alarma (posible pozo infiltración tapado)

Notas:

(a) En la inspección de las impulsiones se deberá revisar todos los componentes de ésta, tales como: tuberías, codos de descarga, flanges, válvulas de retención, válvulas de corte, curvas, TEE, sujeciones tuberías, soportes de barra guía, barras guía para bombas, etc.

(b) Ante la inspección de los ítemes anteriores debiera indicarse si se encuentran en buenas condiciones, condiciones aceptables o malas condiciones.

(c) Además la calidad del agua deberá monitorearse y enviarse a laboratorio para análisis químico-sanitario en caso de aumento intempestivo de flujo. También si se observa un cambio en la apariencia de las aguas se deberá monitorear la calidad de ésta.

(d) Se deberá aforar la cantidad de agua antes del plazo referencial si ocurre un aumento significativo en el flujo.

6. MONITOREO

Los plazos indicados en esta sección para distintos monitoreos deben tomarse como referenciales. El personal de mantenimiento podrá modificar estos plazos de acuerdo a las situaciones que se presenten en régimen permanente, es decir, a mediano plazo.

6.1 Aliviaderos de subpresión

Se deberá verificar por lo menos cada 3 meses si fluye agua por los aliviaderos. En caso que haya flujo, se deberá hacer un análisis químico-sanitario de la calidad del agua para tratar de identificar su procedencia, es decir, si corresponde a aguas de napa, agua potable, aguas servidas u otro.

También se deberá extraer con Bombas Portátiles y en operación nocturna, si hay agua en los aliviaderos de la Estación e impulsarlos eventualmente hacia las sentinas del pique Norte o Sur según corresponda, para su evacuación como se indica en la planta del plano N° 1936-PLA-433-IS-020. Esta operación de todas formas será recomendable realizarla al menos una vez al año y deberá estar contemplada en los planes de mantenimiento de la estación.

6.2 Recolección y Evacuación Aguas Percoladas.

6.2.1 Sistema Pique Arturo Prat

Si ocurre un aumento significativo en el flujo, se deberá aforar la cantidad de agua que llega a las cámaras del pique, tratando de identificar su origen (drenos subterráneos, filtraciones muro oriente o poniente, otros). En este caso (aumento en el flujo) se puede pensar en colorear para identificar la procedencia.

Se deberá monitorear la calidad del agua cada 3 meses y/o ante cambios importantes de flujo. También si se observa un cambio en la apariencia de las aguas se deberá monitorear la calidad de ésta.

También se deberá monitorear la altura del agua en el Pozo de Infiltración (pozómetro) cada dos semanas.

Se recomienda efectuar estadísticas (reportes-históricos) de partida de Bombas y ocurrencia de alarmas. Especialmente deberá considerarse el o los casos de un aumento importante en la cantidad de partidas por hora.

6.2.2 Sistema elevación Estación Plaza Puente Alto.

Aforar los flujos de agua que llegan a cada Sentina – Norte y Sur - cada tres meses. Del mismo modo si ocurre un aumento significativo en el flujo se deberá aforar la cantidad de agua que llega a alguna de las Sentinas antes de este plazo referencial.

Monitorear la calidad del agua cada tres meses y/o en caso de aumento intempestivo de flujo. También si se observa un cambio en la apariencia de las aguas se deberá monitorear la calidad de ésta.

Se recomienda efectuar estadísticas (reportes-históricos) de partida de Bombas y ocurrencia de alarmas. Especialmente deberá considerarse el o los casos de un aumento importante en la cantidad de partidas por hora. Un aumento importante se refiere a uno cercano a la cantidad máxima de arranques/hora especificado por el fabricante y de acuerdo al modelo de Bomba en cuestión. Esta condición extrema deberá monitorearse en todas las Sentinas con Bombas habilitadas en todos los Piques.

6.2.3 Aguas que se infiltran al norte del Pique Norte de estación Plaza Puente Alto

Monitorear variaciones de flujo.

Monitorear la calidad del agua cada tres meses y en caso de aumento intempestivo de flujo. También si se observa un cambio en la apariencia de las aguas se deberá monitorear la calidad de ésta.

Aforar los flujos de agua cada tres meses.

7. ANEXO

SE ADJUNTAN LOS SIGUIENTES PLANOS LISTADOS A CONTINUACION:

1936-PLA-121-DG-001
1936-PLA-121-DG-002
1936-PLA-122-DG-001
1936-PLA-122-DG-002
1936-PLA-433-IS-008
1936-PLA-433-IS-009
1936-PLA-433-IS-012
1936-PLA-433-IS-020
1936-PLA-433-IS-021