

Cada uno de los mencionados es diferenciado en dos tramos.

- I. Tramo Embalse-Aduccion-Planta de Tratamiento
- II. Tramo Red de Distribución

II. EMBALSE-ADUCCION-PLANTA DE TRATAMIENTO

A. LA CUENCA INCACHACA

Esta Cuenca tiene una superficie de 36.2 km², de los cuales un 3.1% de la superficie está cubierta de glaciares o campos significando que los aportes a la cuenca son de ríos provenientes de glaciares situados aguas arriba, y que en área de Incachaca existe el aporte de las precipitaciones pluviales.

La Cuenca Incachaca junto con la Cuenca Hampaturi constituyen, las dos fuentes de abastecimiento del sistema Pampahasi.

El aporte específico en un año medio es de 0.30 hm³/Km².

Los aportes de esta cuenca son reducidos por las pérdidas durante el almacenamiento. En resumen sus valores de disponibilidad son los siguientes:

La cuenca con un área de 33.2 Km², tiene los caudales anuales siguientes:

Aporte año seco:	5.98 hm ³ /a	189 l/s
Aporte año medio:	9.96 hm ³ /a	316 l/s
Aporte año húmedo	13.45 hm ³ /a	426 l/s

Disponibilidad año medio	9.46 hm ³ /a	300 l/s
Disponibilidad año seco	6.50 hm ³ /a	206 l/s

Para un volumen útil de 4.60 hm³, el embalse Incachaca tiene un factor de embalse de 46.2% con el cual se puede compensar las variaciones de los aportes anuales en el año medio y poder entregar el volumen total de los aportes anuales, además permite almacenar 1.02 hm³ para años secos.

Debido a la compensación multianual pueden ser puestos a disposición en un único año seco, el 65% de los aportes del año medio.

B. LA CUENCA HAMPATURI

La Cuenca Hampaturi con un área de 57.5 km², con los embalses de Ajuan Khota con 3.2 hm³ y Hampaturi bajo con 3.3 hm³ de capacidad, constituye con la cuenca de Incachaca, las dos fuentes actuales de abastecimiento del sistema Pampahasi.

La superficie de la cuenca correspondiente al embalse **Ajuankhota es de 32.5 km²** y la correspondiente al embalse Hampaturi Bajo, ubicado aguas abajo, es de 25,0 km².

Los aportes anuales de la cuenca al embalse **Ajuankhota** alcanzan los valores siguientes:

Aporte/Caudal año seco	8.13 hm ³ /a	258 l/s
Aporte/Caudal año medio	13.55 hm ³ /a	430 l/s
Aporte/Caudal año húmedo	18.30 hm ³ /a	580 l/s

Estos aportes son reducidos por las pérdidas durante el almacenamiento en el embalse. **Con el actual aprovechamiento el factor de embalse alcanza un valor de 23.6 %, necesitándose un factor de embalse de 33.2 %** para compensar las variaciones de los aportes anuales en el año medio. Puesto que para esta compensación el embalse necesitaría un volumen útil de 4 50 hm³, en los años medios serán aportados 3.91 hm³ en promedio a la cuenca inferior a través del vertedero o del desagüe de fondo.

Los aportes anuales de la subcuenca de 25,0 Km² de Hampaturi Bajo tienen los valores siguientes:

Aporte año seco:	6.26 hm ³ /a	198 l/s
Aporte año medio	10.43 hm ³ /a	331 l/s
Aporte año húmedo	14.07 hm ³ /a	446 l/s

El aporte específico para la cuenca es de 0.417 hm³

Los aportes arriba mencionados son disminuidos por las pérdidas que se producen en el embalse. **El embalse Hampaturi tiene el año medio un factor de embalse de 31.4 %, necesitándose un valor de 33.2 % para compensar las variaciones de los aportes anuales en el año medio.** Para este efecto el embalse tendría que tener un volumen útil de 4.76 Hm³, en vez de los 3.2 hm³ existentes, razón por la cual en los años medios se entregan 4.50 hm³ en promedio a la cuenca inferior a través del vertedero o desagüe de fondo.

La disponibilidad del agua de la cuenca Hampaturi se resume de la siguiente forma:

Disponibilidad año seco:	13.19 hm ³ /a	418 l/s
Disponibilidad año medio:	18.29 hm ³ /a	580 l/s

C. REPRESA INCACHACA

La represa de Incachaca construida de hormigón simple y concluida el año 1990, con un volumen de almacenamiento de 4.5 hm³. Se inició su operación desde julio de 1990. Ver Foto P5 en anexos.

El embalse cuenta con un vertedero de excedencias de 8 m de ancho, con un canal de quietamiento en su extremo inferior, las tuberías de toma y desagüe están embebidas en el cuerpo de uno de los bloques de la represa. Fue construida en 1940 con una capacidad de 0.5 hm³ y posteriormente ampliada a 1.5 hm³ para finalmente en el año 1990 se construyó la nueva represa con una capacidad de embalse de 4.6 hm³.

Tipo de presa:	gravedad en hormigón
Nivel Normal	4.369 m s.n.m
Nivel Mínimo de explotación	4.356 m.s.n.m
Area Normal	0.7 Km ²
Cota de Coronamiento	4.371 m.s.n.m
Altura máxima sobre la solera de fundación	23.5 m

D. REPRESA HAMPATURI

La represa Hampaturi, está construida de mampostería de piedra, con un vertedero de excedencias y una obra de toma, reconstruida en 1992 (Fotos P1 y P2 en anexos). Cuenta con un vertedero de excedencias y una obra de toma reconstruida en 1992, consistente en tuberías dentro de un túnel en el cuerpo de la represa y una casa de válvulas que data de 1992, y que conecta tanto el canal antiguo como también a la aducción nueva por tubería. Por la gran cantidad de filtraciones que se producían a través del cuerpo y fundaciones de la represa en 1988 fue objeto de un saneamiento con inyecciones de mortero de cemento, reduciéndose apreciablemente las fugas de agua.

E. REPRESA DE AJUAN-KHOTA

Esta represa construida en hormigón simple y concluida el año 1993, con un volumen de abastecimiento de 3.2 hm³, siendo utilizada para recibir el aporte de 430 l/s en un año de precipitaciones medias desde su cuenca de 32.5 km², subcuenca de Hampaturi. El factor de embalse no alcanza el valor requerido de 33 % para compensar las variaciones, por lo cual 3.91 hm³ no pueden ser almacenados en el embalse produciéndose su rebalse aguas abajo.

F. CANAL DE ADUCCION REPRESA INCACHACA A PLANTA PAMPAHASI

Este canal de mampostería de piedra con tramos de hormigón armado con capacidad de conducción de 280 a 380 l/s, fue construido inicialmente en 1941, y rehabilitado el año 1971 con un tramo de rápida de hormigón armado y desde entonces fueron instalados tramos de tubería reemplazando al canal con sectores con problemas mayormente geológicos. Este canal está actualmente en mantenimiento por las pérdidas por infiltración que se estaban registrando (33%).

El canal parte de un desarenador ubicado en el sitio de la presa, continua su trayecto 13 Km hasta llegar a otro desarenador donde la aducción es de tubería de asbesto cemento de diámetro 350 mm. La tubería cuenta con cámaras interruptoras de presión.

G. TUBERIA DE ADUCCIÓN REPRESA HAMPATURI A PLANTA PAMPAHASI

La tubería de aducción fue construida a fin de reemplazar el canal de ladera que pasaba por terrenos inestables con erosión activa, produciéndose frecuentes derrumbes y deslizamientos del canal que ocasionaban cortes en el abastecimiento de agua.

Actualmente el agua del embalse Hampaturi es conducida a la planta de tratamiento de Pampahasi por medio de una tubería de FFD DN 800, con una longitud de 13.7 Km, con una capacidad de 1400 l/s. Viene funcionando desde 1994 sin problemas.

En el trayecto se han instalado ventosas, una estación reductora de presión y una estación de seguridad cuyas funciones son de romper la presión. Existen dispositivos para evitar golpes de ariete (válvulas) y los desagües respectivos.

La estación reductora de presión funciona con válvulas con flotador, las cuales al subir el nivel del agua se cierran y al bajar el nivel se abren.

También hay un canal de aducción de Hampaturi al desarenador que puede funcionar en caso de corte de la tubería.

H. OPERACIÓN DE PRESA INCACHACA Y ADUCCIÓN

El agua embalsada mediante la tubería de la toma llega a la casa de válvulas, ahí se divide en dos tuberías: una de desagüe y otra de aducción para continuar hacia un desarenador, para posteriormente el agua sea transportada por el canal de aducción hacia la Planta de Pampahasi.

Existe un operador en la presa para manipulación de válvulas y medición de niveles de agua, diariamente. El mismo operador también opera las válvulas que regulan el caudal de ingreso al canal de aducción y hace un recorrido del mismo, con la misma frecuencia. Al realizar su reporte diario recibe instrucciones del operador de la planta de la cantidad de caudal a enviar a Planta Pampahasi. La válvula se cierra en las noches, por ser el consumo menor, y se abren por las mañanas.

Existe un operador del desarenador que también hace el recorrido del canal diariamente en el tramo asignado.

El agua que sale de la represa toma aproximadamente 5 horas para llegar a la planta.

I. OPERACIÓN DE LA PRESA HAMPATURI

El abastecimiento de agua desde la presa es regulado en la casa de válvulas, estas se mantienen constantemente abiertas, pues existe otro punto de control en una válvula compuerta ubicada al final de la tubería de aducción, próxima a la Planta Pampahasi.

No existe un operador o cuidador residente, es el encargado de la estación interruptora de presión quién realiza visitas diarias a fin de verificar el correcto funcionamiento de las instalaciones de la presa.

J. OPERACIÓN ADUCCION-HAMPATURI-PAMPAHASI

El operador de Hampaturi hace recorrido diario por tubería y canal by pass y represa Ajuankhota. Se reporta diariamente (mañana y tarde) al operador de la planta.

Existe una estación interruptora de presión entre la presa Hampaturi y la planta de Pampahasi. La estación funciona mediante válvulas conectadas a un flotador, las cuales al subir el nivel del agua se cierran y al bajar el nivel se abren.

El operador de Estación Interruptora de Presión hace control en el estanque y recorrido al sector que le corresponde.

El personal del departamento de Producción Hidráulica hace control semanal

K. PLANTA DE TRATAMIENTO PAMPAHASI "ETA 02"

La planta de Tratamiento de Pampahasi inicio su operación en 1971, la primera ampliación la hicieron en 1978 y la segunda en 1995.

Su capacidad es de 416l/seg y abastece zona Este y Sur de La Paz.

La población servida actual es de 303.870 habitantes aproximadamente

Las aguas provienen de las cuencas Hampaturi e Incachaca

Los procesos de purificación realizados en la planta son los siguientes

- mezcla rápida
- floculación
- filtración
- desinfección
- almacenamiento

Las principales obras con que cuenta la planta son (ver flujograma):

- Tubería de ingreso T.A.C 250 y TFFD 150
- Válvula Embolo
- Disipador de Energía
- Tanque de Mezcla
- Canal de Ingreso
- Sala de Dosificación Cal y Sulfato de Aluminio
- Estanques de Floculación
- Estanque de Sedimentación
- Filtros
- Estanques de Agua Filtrada
- Tanque de Lodos
- Estanques de Agua Purificada
- Sala de Cloración
- Tanque de Distribución

L. OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PAMPAHASI "ETA 02"

Ingresan a la planta el agua de las presas de Incachaca y Hampaturi por medio de dos tuberías respectivamente T.A.C 250 y TFFD 150.

La entrada es regulada en la casa de control de válvulas. La manipulación es manual, existe un sistema automático para caudales de llegada muy pequeños: mediante un contrapeso se cierra automáticamente las válvulas.

En el cierre de la entrada se tarda de 16 a 20 minutos en la manipulación de válvulas. En la tubería de entrada también existe un sistema de desagüe.

El dissipador de energía también cumple la función de aireación.

Existe otro punto de control: Válvula compuerta entre Dissipador de Energía y el canal de ingreso, en donde su manipuleo debe ser cuidadoso, sin embargo no se tiene antecedentes de cavitaciones.

En el inicio de las operaciones de la planta se registraron desembones en la tubería de ingreso, en el codo debido a asentamientos por flujo de mucha presión.

Luego del Dissipador de Energía el agua ingresa a un tanque de Mezcla para luego continuar el flujo por el canal de ingreso que se conecta a los floculadores o al bypass según se lo requiera este último durante la limpieza de estanques de floculación. El paso es regulado por compuertas (ver Foto PP5). En el canal existe una pantalla de madera para romper la fuerza del flujo. Antes de llegar al estanque de floculación se hace la dosificación de sulfato de aluminio.

En los estanques de floculación existía un flotador conectado a la válvula mariposa que da paso al agua proviene de Incachaca.

Los agitadores de los floculadores no funcionan por falta de repuestos (retenes de motor).

Continúa el estanque de sedimentación para luego derivar el agua a los 8 filtros de arena.

El agua de lavado de filtros se puede desaguar a un tanque de lodos para luego proceder al reciclaje del agua mediante un retorno al canal de ingreso siempre y cuando se haga la dosificación de Sulfato de Aluminio, sino el agua de lavado es eliminada al río.

Cada 56 horas se lavan los filtros, y se adiciona 3 horas si el lavado es con retorno.

Se ha ampliado la capacidad de los filtros mediante la construcción de 4 vertederos paralelamente a los filtros existentes. El agua filtrada es retenida en el Tanque de Agua filtrada.

En la sala de pupitres se controla las bombas de aire y agua para el lavado de los filtros.

Antes del ingreso del agua al tanque de distribución se hace la cloración con gas cloro.

En la visita de Julio/98 se usaba hipoclorito de calcio por desabastecimiento del gas cloro.

En el panel de control se puede comprobar el funcionamiento del Hidrofor y de la dosificación de Cal y Sulfato.

El tablero de distribución algunos circuitos pueden trabajar con dificultad por la improvisación de fusibles.

Producción Hidráulica ha implementado un rol de turnos de **guardias operativas** de 3 turnos y de turnos adaptados a los fines de semana.

Ver fotos PP1 a PP12 en anexo "Fotografías"

1. TURNOS DE OPERACIÓN

La guardia de 3 turnos funciona con 5 equipos de trabajo o operadores que trabajan con un ciclo de 6 días de turno por 2 días de descanso. Siendo un promedio semanal de 42 horas. Los turnos de trabajo son:

- a) De 7 hrs. a 15 hrs.
- b) De 15 hrs a 23 hrs
- c) De 23 hrs a 7 hrs