

Tabla de Contenido

I. OBJETIVO.	1
A. EVALUACION Y SEGUIMIENTO	1
B. TRAMO EMBALSE-ADUCCION-PLANTA DE TRATAMIENTO	1
C. SISTEMAS DE DISTRIBUCION: REDES	2
II. EMBALSE-ADUCCION-PLANTA DE TRATAMIENTO	2
A. LA CUENCA MILLUNI	2
B. OBRAS DE CAPTACION Y ADUCCION PARA EL SISTEMA ACHACHICALA	3
1. EMBALSE MILLUNI	3
2. CANAL DE DESVIO JANKHOCOTA - MILLUNI	4
3. CANAL DE ADUCCION	4
4. CALERA COBEE	4
5. CAMARA DE CARGA	5
6. TUBERIA DE ADUCCION	5
C. PLANTA DE TRATAMIENTO ACHACHICALA "ETA 01"	6
D. OPERACIÓN DE LA PLANTA	6
1. GUARDIAS DE OPERACIÓN DE LA PLANTA	8
III. RED SISTEMA ACHACHICALA	9
A. Condiciones Naturales	9
B. El Servicio de Agua Potable	9
C. Control de la Red de Agua Potable	10
D. Reclamos	11
IV. CONTROL DE CALIDAD – LABORATORIO	12
V. EVALUACION FUENTE Y ADUCCION: MATRICES DE RELEVAMIENTO, MATRICES DE RIESGO	14
VI. EVALUACION DE LA RED SISTEMA ACHACHICALA	14
A. Red Mínima Instalada	14
B. Reclamos Agosto 97	15
C. Matrices y fichas de Riesgo	15
VII. PLAN OPERATIVO 1998	15
VIII. OBSERVACIONES	16
A. Embalse y aducción	16
B. Planta de Tratamiento	17
C. Red Sistema Achachicala	18
IX. RECOMENDACIONES	19

PLAN DE PREVENCIÓN DE EMERGENCIAS. SISTEMA **ACHACHICALA**

I. OBJETIVO.

Elaborar el Plan de Prevención y Emergencias para el Sistema de Agua Potable de la Empresa Aguas del Illimani.

Este Plan tiene por finalidad dar a conocer los procedimientos a realizar frente a situaciones de riesgo que afecten al normal suministro de agua potable

El informe del Plan de Prevención debe ser presentado a la Superintendencia de Aguas, el mes de agosto del presente, según requerimiento de la Concesión del Servicio de Agua Potable de La Paz a la Empresa Aguas del Illimani.

A. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

La Evaluación de la vulnerabilidad y riesgo de los sistemas de AGUAS DEL ILLIMANI en forma estructurada permitirá priorizar qué emergencias pueden ocurrir: naturales, causadas por el hombre, normales o extraordinarias. ¿Qué tan vulnerable es la Empresa de Aguas y la comunidad a una emergencia específica? Esta evaluación nos suministrará la información básica para diseñar las cuatro fases de un Plan de Emergencias, que son: prevención, preparación, respuesta y recuperación. Otra información importante será la obtenida de los indicadores de producción que Planificación Estratégica recupera de los diferentes departamentos de la empresa; de las visitas de campo, y de encuestas al personal de operación.

Para Control del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, será necesario contar con la información de antemano de los puntos de riesgo, problemas-causa-efecto, medidas de solución preventivas o de emergencia. Esta información será visualizada en la ficha y matriz de riesgo y en la descripción de procedimientos a seguir

Para facilitar el diagnóstico del Abastecimiento de Agua Potable en La Paz, se realizará evaluación de cada uno de los subsistemas: Achachicala, Pampahasi, Alto y Tilata que conforman el Sistema General de Abastecimiento (Ver Tabla I.1)

Cada uno de los mencionados es diferenciado en dos tramos:

- I.** Tramo Embalse-Aducción-Planta de Tratamiento
- II.** Tramo Red de Distribución

B. TRAMO EMBALSE-ADUCCIÓN-PLANTA DE TRATAMIENTO

Ver tabla I.2 Relación Represa-Aducción-Planta-Red.

Las actividades para su Evaluación serán:

Recopilación de Información

- Recorrido de Instalaciones del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable; para cada uno de los sistemas.
- Diagnóstico de los informes de Balance de Operación de Represas, Aducciones y Plantas de Tratamiento.
- Encuestas al Personal de Operación y Mantenimiento de las Obras Hidráulicas.
- Listado de los Puntos de Riesgo: en las diferentes unidades de operación, considerando: estado de instalaciones, capacidad de control y mantenimiento de las obras civiles, válvulas, bombas, calidad del agua, estado de tubería, etc.

- Listado de los Puntos de Control de las diferentes unidades de operación.
- Listado de las medidas de control, mantenimiento, etc.
- Elaboración de la Matriz de Riesgo.
- Evaluación: Fichas de Riesgo
- Procedimientos del Plan de Emergencias PE.

Tabla I.1. Sistema General. Aguas del Illimani

+FUENTE	SISTEMA	ZONAS DE ABASTECIMIENTO LA PAZ Y EL ALTO
Lagunas Milluni Laguna Tuni (eventual)	Achachicala	Centro, Norte, Noroeste de La Paz
Incachaca Hampaturi	Pampahasi	Sur Oeste de La Paz
Tuni	Alto	Alto y Laderas de La Paz
Pozos Altiplano	Tilata	Sur El Alto

SISTEMAS DE DISTRIBUCION: REDES

- Recopilación información con relación a estanques y tubería principal: tipo de tubería, válvulas, accesorios.
- Hacer un muestreo con relación a la Atención de Reclamos.
- Elaboración de la Matriz de Riesgo
- Evaluación: Fichas de Riesgo
- Procedimientos del PE: para Corte de Servicio Programado, Corte de Servicio de Emergencia. Afectación en la calidad del Agua.

II. EMBALSE-ADUCCION-PLANTA DE TRATAMIENTO

A. LA CUENCA MILLUNI

La Cuenca Milluni esta ubicada entre las coordenadas UTM 8189.000 S 5870.000 O 8201.000S y 5950.000 O, la cuenca se caracteriza por contener importantes cuerpos de agua (lagunas) de origen glaciar.

Esta Cuenca está siendo aprovechada para satisfacer parte de la demanda de la población de la ciudad de La Paz en cuanto agua y energía eléctrica se refiere.

Las lagunas JankhoKota, Milluni, Milluni Chico son aprovechadas para los propósitos anteriormente mencionados. Estas se originaron de los deshielos, siendo el Huayna Potosí el glaciar más imponente en las inmediaciones (Fig.II.1 al II.4)

Las formaciones geológicas corresponden al periodo del Cuaternario (morrenas, turbas, abanicos coluviales, etc.)

Tabla 1.2. Relacion Represa - Aducción - Planta Tratamiento - Red

FUENTE				ADUCCION			PLANTA DE TRATAMIENTO				RED	
Nombre	Capacidad (hm ³)	Nivel Max. (m.s.n.m.)	Año de Operación	Nombre	Tipo	Longitud (km)	Capacidad (l/s)	Nombre	Año de Operación	Capacidad (l/s)	Producción (10 ⁶ m ³ /año)	Sistemas
Represa Tuni	24.7	4434.5	1977	El Alto	T. Acero Dn 800	34.8	1000	El Alto	1979	818	24.86	Alto Meseta Alto Ladera
Represa Milluni	9.5	4480	1911-1971	Milluni- El Alto	Canal de Mamposteria	13.8	1000	Achachicala	1938	1000	22.47	Achachicala
Represa Incachaca	4.5	4365	Ampliación	Incachaca- Desarenador	Canal de Mamposteria	8.5	300	Pampahasi	1971; 1979-94 *	705	14.06	Pampahasi
				Desarenador Pampahasi	TFFD DN 150; T. Asbesto Cemento 350							
Represa Hampaturi	3.6	4203	1945	Hampaturi- Desarenador (operación)	Canal de Mamposteria (fuera operación)	13.2	280		1994			Pampahasi
Bateria Pozos Altiplano								Tilata	1990	347	1.31	Tilata

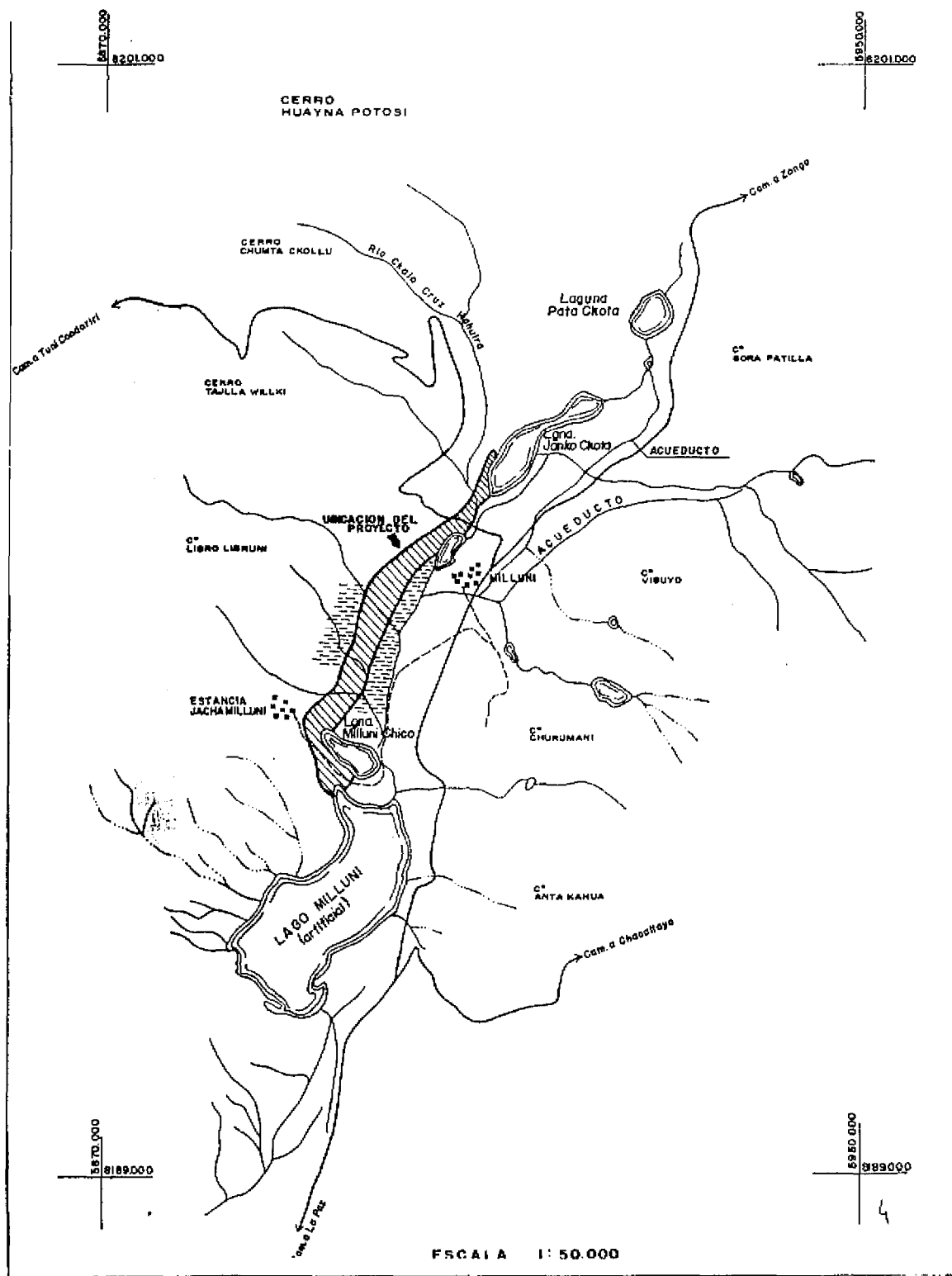


Fig. II.1 Cuenca Milluni. Ubicación Proyecto Canal Desvío Jankhocota a Milluni

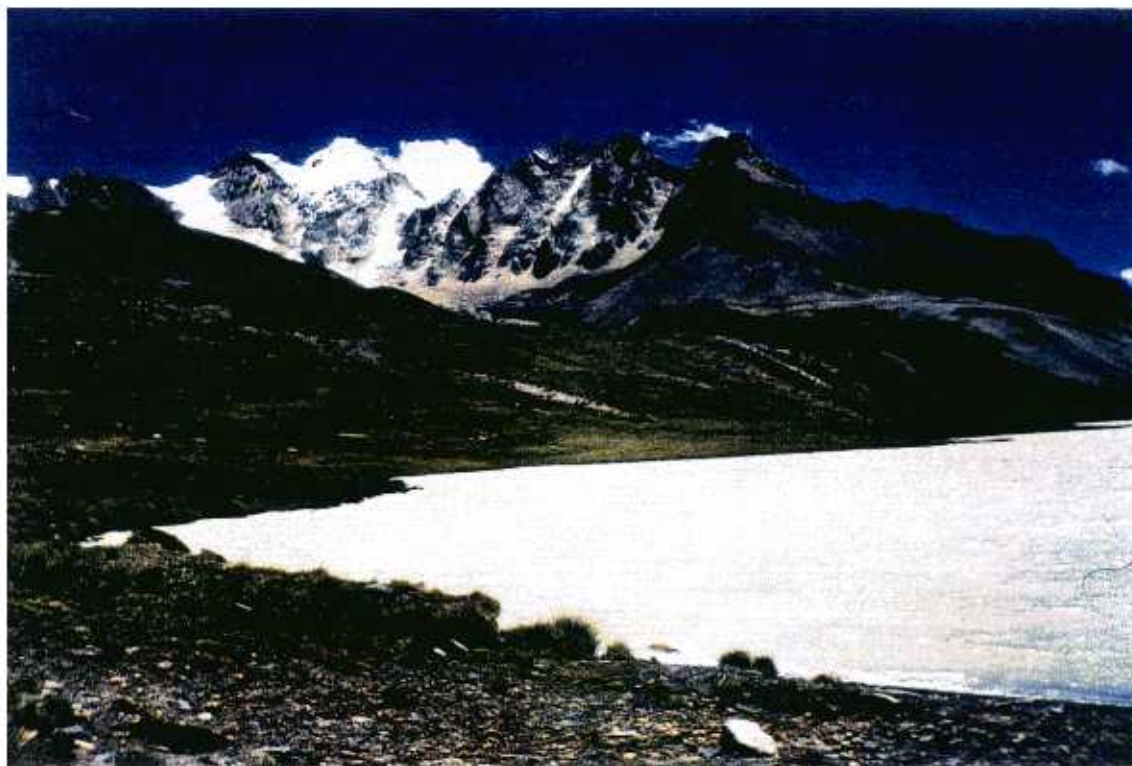


Fig. II.1.a Laguna Jankhocota. Inmediaciones salida bypass a Milluni. Marzo 1998



Fig.II.2 Laguna Jankhocota. Al Frente Mina Milluni, Marzo 1998



Fig. 11.3 Nevado Huayna Potosi. Milluni. Febrero 1998



Fig. 11.4 Embalse Milluni . Febrero 1998

La calidad de agua de Laguna **Jankhocota** es mejor a las de lagunas de Milluni, sin embargo en una ultima visita (marzo 98) se ha verificado una alteración notoria en su coloración normalmente cristalina a lechosa verdosa por estar recibiendo aguas con gran cantidad de sedimentos arrastrados desde otro glaciar que tiene sus flancos erosionados (Fig II 5 y II 6) La erosión es el resultado de actividades humanas concernientes al aprovechamiento de los nevados (hieleros). Los habitantes de la zona utilizan los pastos de las orillas del Jankocota como alimento del ganado. La presencia de sedimentos oxido ferrosos y de manganeso en las aguas de **Milluni** nos indican los efectos de las actividades mineras desarrolladas en la zona, que en un pasado fueron de considerable magnitud (Fig. II.7) Actualmente la principal empresa minera en la zona es **COMSUR**

Es muy notoria la contaminación minera en el área, tanto en los cuerpos de agua, como en los suelos principalmente aguas abajo de la Mina Milluni. Los elementos presentan una coloración amarillenta.

B. OBRAS DE CAPTACION Y ADUCCION PARA EL SISTEMA ACHACHICALA

Aguas del Illimani para el Abastecimiento de Agua Potable al Eje Central de la Ciudad de La Paz utiliza normalmente las aguas provenientes de la Cuenca Milluni (eventualmente utiliza del Río Choqueyapu y Embalse Tuni).

Para el suministro de Energía Eléctrica a La Paz la Compañía Boliviana de Energía Eléctrica COBEE controla y mantiene todas las obras de captación y aducción provenientes de valle de Milluni que derivan agua a su Planta Eléctrica de Achachicala. Esta misma agua, luego de pasar por COBEE, llega a la Planta de Tratamiento de Achachicala de AGUAS DEL ILLIMANI.

A partir de 1911 se realizaron una serie de obras hidráulicas para los propósitos mencionados siendo las principales obras de captación y conducción las siguientes:

Canal de desvío Jankhocota - Milluni
Embalse Milluni
Canal de Aducción
Cámara de Carga
Tubería de Aducción

Ver Anexo I. Tabla AI.1.

El objetivo principal de la empresa COBEE para su sistema "Achachicala" es asegurar una presión determinada para el trabajo de las Turbinas. Por lo tanto el control de flujo desde su inicio es muy importante, así el caudal mensual, niveles de agua en las diferentes obras hidráulicas aguas arriba de la Casa de Maquinas es observado y medido cuidadosamente. Existen limnímetros en las obras y personal de observación.

El control es una tarea de interacción entre las instalaciones de Milluni, Cámara de Carga, Planta Eléctrica Achachicala. El responsable de Operación y Mantenimiento en COBEE es el Ing. Victor Ticona.

El agua conducida por la tubería de aducción llega primero a la Planta Eléctrica Achachicala y luego se deriva a la Planta de Tratamiento Achachicala de Aguas del Illimani, después su tratamiento ingresa a la Red de distribución " Sistema Achachicala"



Fig. II.5 Inmediaciones Jankhocota. Nevado Erosionado por "Hieleros". Cauce Rio con Sedimentos hacia Laguna. Marzo 1998



Fig. II.6 Río con sedimentos de sílice. Flujo hacia Jankhocota.



Fig. 11.7 Mina Milluni Abandonada.
Febrero 1998



Fig. II 8 Dique Milluni. Bypass, Canal de descarga, Febrero 1998



Fig. II 9. Llegada bypass a Milluni proveniente de Jankocota. Parshall, Marzo 1998



Fig. 11.10 Canal de Aducción Milluni. Camiño Milluni – La Paz. Febrero 1998



Fig.11.11. Aduccion Milluni, Canal de mangrosto en el leterio. Febrero 1998

1. EMBALSE MILLUNI

Fue construido en 1911 actualmente tiene una capacidad de 9.900.000 m³. Elevación de 4220 m.s.n.m (Fig.II.8)

El manejo de la presa:

Como se había mencionado el manejo y mantenimiento esta a cargo de la empresa COBEE

En época de lluvias las compuertas del dique Milluni se cierran y es solo el agua proveniente de Jankhocota que es aprovechada.

En época de estiaje (o cuando la Planta Eléctrica de Achachicala lo requiera) además de las aguas de Jankhocota se utilizan las de Milluni y Milluni Chico. Se abren las compuertas del dique (Fig.II.4.a) a fin de incrementar el caudal de la producción y satisfacer la demanda de la Planta Eléctrica de COBEE. El mantenimiento de compuertas se hace cada año

Para el control de presa en Milluni se hacen mediciones de caudal y nivel de agua en la Cámara de Carga Alto y en la Planta Eléctrica de Achachicala

Las compuertas de la presa Milluni no son de cierre hermético por lo tanto existen fugas del agua hacia el canal de aducción de aguas abajo.

La diferencia de niveles extremos del embalse se aproxima a 4 m. En 1997 el nivel del agua rebasó la corona de la presa. En Febrero del año pasado (1997) el nivel de agua alcanzó su punto máximo, sin embargo no sucedió lo mismo con este año; la diferencia de volumen entre estos dos meses supera los 2 millones de m³ (Anexo II Fig.AII.1).

2. CANAL DE DESVIO JANKHOCOTA - MILLUNI

A fin de evadir la zona mas contaminada (cercanías Mina Milluni) y poder aprovechar agua de mejor calidad se hizo un canal de desvío (bypass) a partir de la Laguna Jankhocota hacia el Embalse Milluni. En su tramo inicial se denomina Canal Cade luego, Canal Aguas del Illimani, en el encuentro de estos dos canales, entre las lagunas Milluni Chico y Milluni, existe un punto de control (vertedero) luego, el bypass ingresa a la presa Milluni bordeando la zona de embalse. A la altura del dique se incrementa la energía del flujo critico con un Parshall y el agua sale con gran energía para continuar su curso hacia el Alto de La Paz (Fig.II.9).

En el Parshall también se hacen mediciones de flujo y de nivel de agua del canal con limnómetro. En este sector existe una compuerta por donde se descarga las aguas excedentes del canal hacia el embalse Milluni. En época de estiaje esta compuerta se cierra y se abren las compuertas de la presa de Milluni. Las aguas del canal y del embalse se mezclan aguas abajo y fluyen hacia la calera de COBEE por el canal de aducción

El control de canal se hace cada martes y viernes. El observador de dique hace el recorrido a pie.

3. CANAL DE ADUCCION

Es un canal abierto de mampostería, de una longitud de 13.5 Km. desde Milluni a la Cámara de Carga COBEE (Alto). Su capacidad es de 1 200 l/s.

Según la época puede transportar el agua proveniente de Jankhocota y/o del embalse Milluni. En todo su recorrido el agua como las paredes del canal tienen una coloración amarillenta por la presencia de los contaminantes fierro y manganeso. El canal pasa por la Calera donde se dosifica o no el agua con cal para luego llegar a la Cámara de Carga COBEE frente a la Planta de Tratamiento el Alto. Existen tramos donde la mampostería del canal esta suelta. (Fig.II.10 y II.11).

4. CALERA COBEE

Donde se hace la dosificación de cal al flujo de agua del canal de aducción, para ser derivadas a la Planta Eléctrica (COBEE) de Achachicala.

La Dosificadora de Cal esta conformada por una Tolva y un sistema electromecánico de control (Fig.II 12 al II 13)

El personal de control realiza 2 turnos cada uno de 8 horas, haciendo guardia desde hrs 8 hasta las 24 hrs. La dosificación es accionada cada vez que el control de la Planta Achachicala (COBEE) lo exige. Para parámetros de ph menores a 4 se realiza la dosificación. El ph de control se mide en Achachicala (COBEE)

Por ejemplo se ha verificado que para valores de ph entre 6 y 6.4 no se dosifica (Febrero 98)

El recorrido de control por todo el canal de aducción se realiza mensualmente (Fig. II. 14 y Fig.II.15)

5. CAMARA DE CARGA

La obra de carga esta ubicada en los predios de COBEE frente a Planta El Alto de AGUAS DEL ILLIMANI. Tiene un desarenador, una cámara de válvula compuerta, y la cámara de la válvula automática de regulación

Existe la caseta del cuidador, cuenta con una limnimetro (regleta) para control del nivel del Estanque (Fig.II.16)

El agua tiene una coloración amarillenta oscura, viene de la Calera con mucha lama, por la dosificación realizada arriba Cada año se hace limpieza de lodos del estanque. La salida del agua del Estanque hacia la tubería es regulada por una válvula compuerta manual, luego del pasamuros hay una válvula automática que regula la entrada a la tubería de aducción DN 1000 mm (Fig.II. 14 y II. 15)

6. TUBERIA DE ADUCCION

La tubería de aducción es Acero DN 800 mm

Desde la Cámara de Carga hasta la sala de maquinas existen 15 anclajes, enumerados en orden ascendente a partir de la Casa de Maquinas en la autopista (Planta Eléctrica Achachicala) (Fig.II.17)

Desde hace muchos años no se ha evidenciado ningun reventazón de tubería, solo rompimiento de la pita grafitada (en juntas) por efecto de la alta presión. En este caso se vieron obligados a cerrar la circulación por la tubería durante 2 horas para reparar el daño (anclaje 9).

El trayecto, sobre el cual se desarrolla la tubería, ha sido empedrado en su mayoría a fin de evitar la socavación del terreno especialmente en época de lluvias.

Antes del anclaje 7 se pasa por un puente, donde hay acumulación pequeña de material gravo arenoso, los suelos son aparentemente arenosos por donde fácilmente se infiltra el agua de las lluvias. A determinados intervalos, se ha colocado tubería de desagüe. Cerca al anclaje 7 se encuentra la Cámara Reductora de Presión de AGUAS DEL ILLIMANI por donde pasa la tubería de conducción desde Planta el Alto hacia Achachicala.

Ha medida que se desciende en dirección de la Casa de Maquinas, los taludes son de mayor pendiente, por lo tanto se ha hecho una estabilización por medio de plantaciones de Pinos, así como en las inmediaciones de la autopista Servicio de caminos ha construido canales para evitar la colmatación de los suelos. Sin embargo existen sectores que van cediendo poco a poco, por lo tanto se ha construido gaviones (al costado de la línea férrea), y se hace un control de deslizamiento de taludes a través de guías (de yeso). En las proximidades de la autopista la característica del suelo es areno arcilloso.

A partir del anclaje 4 sobresale a superficie la tubería de conducción DN 200 proveniente de la Planta Alto AGUAS DEL ILLIMANI hacia Achachicala. Ambas tuberías (DN 200 y DN 1000) paralelamente cruzan por un puente de gran altura (H^ºA, Fig.II.18) la autopista y llegan a la Casa de Maquinas de la Planta Eléctrica Achachicala (anclaje 1) para suministrar la presión hidráulica requerida para la producción de energía eléctrica (Fig.II.19)

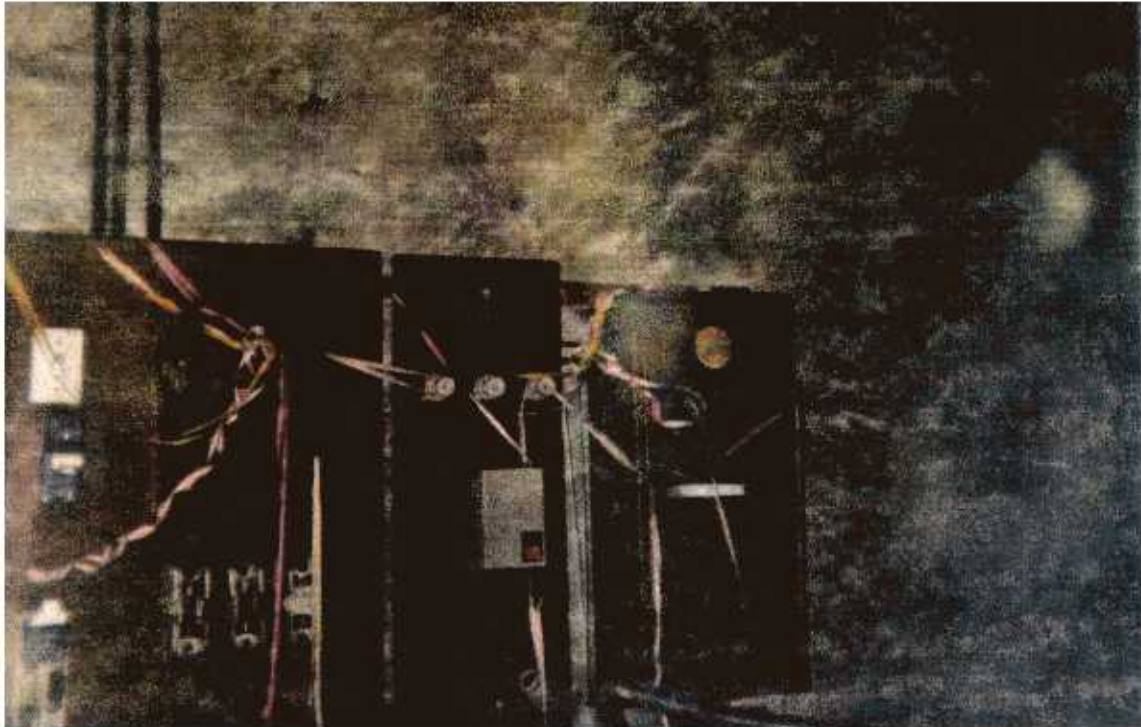


Fig.H.12 Tablero de Control Dosificacion Calera COBEE. Febrero 1998.



Fig.H.13 Tolva dosificación Cal. Calera COBEE. Febrero 1998.