

### III. RED SISTEMA EL ALTO

#### A. CONDICIONES NATURALES

La ciudad de El Alto, está situada aproximadamente a 16 grados y 36 minutos de latitud sur, el clima es bastante frío por su altitud de 3900 m.s.n.m. y la presencia de la Cordillera de los Andes que también incide en la baja humedad atmosférica. Se caracteriza por rayos ultravioletas muy intensos y gran diferencia de temperatura entre el día y la noche. Existen 2 estaciones bien marcadas. el invierno y la estación de lluvias, esta última se presenta en el período octubre a marzo

De los registros meteorológicos de 30 años se dedujo las siguientes cifras:

Temperatura anual promedio El Alto:	7.78 ° C
Temperatura mensual promedio El Alto:	Min. Julio 8.68 ° C
	Max. Nov. 12.73 ° C
Precipitación media Anual El Alto:	564 mm
Precipitación máxima Anual El Alto:	731 mm.
Humedad Relativa El Alto:	56 %

#### *Geología Regional Altiplano Boliviano*

El Altiplano boliviano constituye una cuenca endorreica limitada al Este con la Cordillera Oriental o Bloque Paleozoico, y la Cordillera Occidental hacia el Oeste. El Altiplano es una cuenca de origen tectónico, producida por fallamiento regional, durante la última distensión de la orogénesis andina.

En esta Cuenca, se depositó durante el cuaternario un gran espesor de material sedimentario, proveniente de las cordilleras mencionadas anteriormente, se trata básicamente, de un aporte continental mixto, volcánico-sedimentario, en subcuencas locales de ambiente lacustre.

La columna estratigráfica de la región considerada, está básicamente formada por las rocas sedimentarias paleozoicas, bien estratificadas del sistema silúrico de la Formación Catavi, representada por **areniscas, areniscas cuarcíticas y limolitas bien estratificadas**. Por encima y mediante discordancia angular, se distinguen tres unidades litológicas pertenecientes al Cenozoico: **sedimentitas de edad terciaria**. En la base, se encuentra la formación Aranjuez, constituida por un **conglomerado basal y areniscas de color rojo**. Al Centro, sigue la **Formación La Paz**, que constituye un potente paquete de aspecto masivo, formada por **gravas, arenas limos y arcillas** en posición horizontal. Culminando la secuencia terciaria, se dispone un conjunto sedimentario volcánico de arcillas margosas, areniscas y tobas bien estratificadas.

Mediante discordancia erosiva, se disponen de materiales muy heterogéneos de edad cuaternaria, representada en su base por la Formación Ulloma, que constituye una serie de estratos de **areniscas, con material tobáceo, que interstratifican con arcillas y gravas, constituyendo terrazas del antiguo Ballivian**.

Por encima de la Formación Ulloma, se distingue una espesa **secuencia de material detrítico, de origen fluvio-glacial**, que corresponde a una intensa actividad glacial durante el pleistoceno. Estos depósitos están litológicamente formados por gravas, arenas, limos y en menor proporción arcillas, cuya participación y porcentajes es variable localmente. Poseen una estructura masiva, adoptando posición horizontal. Como testimonio de la actual mecánica de erosión y deposición, se diferencian abanicos aluviales, deslizamientos, depósitos coluviales y aluviales recientes siendo en resumen los siguientes:

- Qfg: depósitos fluvio-glaciales
- Qa: depósito aluvial
- Qco: depósito coluvial
- Qm: Morrenas
- K: Cretácicos no diferenciados

Di: Devónicos no diferenciados, Lutitas de color gris negrusco.

La región del Altiplano se caracteriza por un relieve mas ondulado, con una pendiente regional hacia el Oeste; las forma de glaciación son mas acentuadas, con morrenas laterales y frontales bien desarrolladas y superpuestas, las cuales marcan diferentes períodos de avances y retrocesos de las masas glaciares.

En el ambiente geológico del Altiplano digno destacar la presencia de un lineamiento tectónico muy singular. Pues afecta a sedimentos de origen glacial correspondiente a depósitos mas recientes La traza de esta falla se puede observar a lo largo de muchos kilómetros cerca al pie de la Cordillera. En el relieve actual forma una ligera depresión o de lo contrario se la reconoce por pequeños quiebres topográficos de la superficie del terreno.

#### *Hidrologia*

El Altiplano Norte que comprende la Ciudad de El Alto pertenece a la cuenca de los ríos que fluyen hacia el Lago Titicaca. Hay varios ríos tales como el Khullu Cachi, Sehuenca, Huancase, Seco, etc., del oeste al este, que fluyen de las montañas del norte hacia la dirección suroeste. La mayoría de estos ríos confluyen con el río Catari que tiene la dirección noroeste hacia el Lago Titicaca.

#### *La Geología de la Ciudad de El Alto*

La geología se caracteriza con una base del estrato Catavi del Silúrico Paleozoico cubierto por la distribución de la formación de La Paz del Terciario, depósitos glaciales y estratos fluviales no seccionados del cuaternario, depósitos glaciales, sedimentarios, etc. El estrato Catavi presenta una estructura geológica en la dirección NO-SE que se supone está distribuida a profundidades superiores a 500-600 m en El Alto, pues no está expuesto ni en El Alto ni en la ciudad de La Paz La formación de La Paz consta de arenisca y sedimentos de granulometría fina y presenta una estructura geológica casi horizontal en dirección E-O. La mayoría del cuaternario consta de cascajo, con algunas inclusiones locales de arena y arcilla. Las formaciones glaciales y fluviales no seccionadas expuestas en los cortes de Autopista, son relativamente consistentes pero los sedimentos glaciales y las formaciones aluviales de los niveles más altos son menos consistentes

Las escarpas de los deslizamientos de terrenos de la ladera oeste de la ciudad de La Paz se inician en la ciudad de El Alto formando recortes semicirculares (cercanías Ciudad Satélite, El Kenko); en estas escarpas existen manantiales cuyas aguas se infiltran en las cabezas de los deslizamientos (Tembladerani).

#### *Hidrologia de la Ciudad de El Alto*

El principal rio es el Seco, este al final de su curso desemboca en el Titicaca. En el Alto, por la contaminación, se constituye como un colector natural de aguas residuales.

Después de un período largo sin o con muy escasas precipitaciones, el suelo está tan duro que el agua de los primeros eventos de precipitación, normalmente en el mes de noviembre, escurre casi en su totalidad como escurrimiento

## **B. LA CIUDAD DE EL ALTO. CONTEXTO SOCIOECONOMICO**

El Alto tuvo que superar varias etapas antes de consolidarse como un núcleo urbano institucionalmente reconocido, desde el momento en que pequeños contingentes de migrantes se asentaron en La Ceja hasta que las zonas y urbanizaciones en constante crecimiento delimitaron la llamada ciudad de El Alto. En 1987 adquirió el rango de ciudad. Administrativamente constituye capital de la cuarta sección de la Provincia Murillo. En 1994 la Ley de Participación Popular designó esta cuarta sección como Gobierno Municipal. (Choque Mamani, Teofilo. 1997)

#### *Diversidad Cultural*

La composición demográfica de El Alto, se manifiesta en una multiplicidad cultural; las diferencias comunales, zonales, provinciales y urbanas, se expresan en un conjunto de estructuras simbólicas, esto es un

complejo de percepciones, ideas, concepciones y prácticas colectivas diferenciadas. Los migrantes rurales, al trasladarse a contextos urbanos desarrollan procesos de adaptación apropiación, readecuación o reinención de una nueva realidad. Los ex-campesinos trasladan códigos, símbolos rurales, en una lucha permanente de resistencia cultural y conservación de tradiciones culturales.

Se pueden diferenciar dos ámbitos socio-culturales: los grandes conglomerados ayimaras en algunos barrios todavía estrechamente conectados a sus comunidades a través de fiestas patronales y relaciones económicas, especialmente la primera generación de migrantes; otros grupos ya desligados de sus pueblos, una baja diferenciación y por tanto un alto grado de homogeneidad social, pobreza concentrada en algunas áreas, una proporción significativamente alta de pobladores pertenecientes a organizaciones sociales, culturales y deportivas, salarios relativamente bajos en las unidades de producción.

### *Contexto Social*

Existen tres aspectos que perduran en el contexto social alteño: a) la naturaleza y el alcance de las creencias y prácticas comunitarias. b) apego a sus organizaciones locales y c) una relativa homogeneidad en procedencia étnica. Elementos que podrían contribuir favorablemente en la construcción de la identidad cultural alteña favorable para el desarrollo.

### *El escenario socio-político alteño*

El contexto alteño está caracterizado por:

1. Una economía de grandes, medianos y pequeños empresarios;
2. Un poder fundado en la participación ciudadana;
3. Relaciones sociales que tienden al pluralismo en sus organizaciones
4. Existencia de una gran masa de pobladores con una economía de subsistencia.

El territorio alteño ocupa una posición estratégica en el contexto nacional por

- a) La ubicación geográfica; se encuentra en el punto de articulación de los corredores de exportación entre el Atlántico y Pacífico;
- b) El crecimiento poblacional; tiene uno de los más elevados índices de crecimiento poblacional, producto de las migraciones rurales y de capitales de departamento;
- c) La existencia de patrones culturales y sociales altamente integradores que constituyen el capital social de este pueblo.

El contexto general alteño muestra una ciudad con muchas deficiencias, cinturones de marginalidad y discriminación socio-cultural, distorsiones políticas, tendencias a ciertos desajustes sociales y **puntos críticos en servicios básicos**; explora sus potencialidades económicas, actitudes solidarias y democráticas, ventajas comparativas y vigencia de organizaciones sociales altamente integradas, capacidad de ajuste social ante los conflictos y patrones de conducta favorables a la constitución de un sujeto con identidad urbana.

### *El escenario económico*

- En 1992 El Alto aportó el Producto Interno Bruto, en la rama industrial con **127,9 millones de dólares**. En cambio La Paz solo llegó a **85.3 millones de dólares**.

- El **57 % de las plantas industriales del departamento** están ubicadas en El Alto. Esta estructura no beneficia a la ciudad porque los circuitos económicos y obligaciones fiscales están vinculadas con la ciudad de La Paz y el gobierno central.

- En los últimos cuatro años las industrias se incrementaron en un 10 %. Este dato no toma en cuenta que hay un gran número de industrias, especialmente medianas y pequeñas, que funcionan clandestinamente.

- La Población económicamente activa constituye el 39.66 % de la PET (Población en edad de trabajar), infiriéndose que el desempleo involuntario representa un alto índice.

- La **tasa de desocupación en 1992 era de 6.5**, frente al promedio nacional de 5.6.

- El **ingreso promedio por hogar (Censo 92)** es de **184.38 dólares americanos mensual**. El ingreso per cápita es menor a 500 dólares anual.

- El comercio intercomunitario del altiplano se ha concentrado mas en esta ciudad, cuyos efectos son la apertura de núcleos de distribución de bienes, aumento de tambos, lugares de venta al detalle y al por mayor, acelerada circulación de capital y expansión de los espacios comerciales  
- En 1995 estaban en vigencia 150 asociaciones de comerciantes entre 200 a 1000 miembros cada una, asentados en 105 ferias y 25 mercados con lo cual se estima que un 30 % de la PEA (Población económicamente activa) dedica su tiempo productivo al comercio. El productor también se dedica a la comercialización

#### *Violencias individuales y sociales*

La violencia cotidiana de los días y la noche está marcando la ciudad de El Alto. Las últimas estadísticas de investigación policial establecen que esta ciudad presenta altos índices de delincuencia y violencia individual y social, aumenta sensiblemente la inseguridad ciudadana y se hace cada vez mas inestable, anómica o por lo menos indiferente, la interacción entre las personas.

La ciudad está atacada por un proceso de descomposición y desintegración que puede conducir a la formación de ghettos, derivar en núcleos de conflicto y generar finalmente territorios críticos de alta tensión.

#### *Servicios básicos*

**El nivel de vida de la ciudad es bajo, pues sólo el 34.4 % de la población tiene todos los servicios (teléfono público, red de agua potable pública y privada, energía eléctrica, alcantarillado, calles pavimentadas). En el desarrollo humano El Alto es el más débil en comparación con otras zonas y esto implica que gran parte de las familias tiene ingresos bajos, carece de agua y saneamiento básico, no atiende su salud adecuadamente, sus perspectivas de acceder a educación son limitadas o nulas.**

La situación en el servicio de agua potable no representa un problema grave, el servicio por red a domicilio es restrictivo, pues la mayor parte de las familias recurren a las piletas públicas, pozo o norias para obtener agua.

En la ciudad de El Alto, la energía eléctrica recibida en la subestación de Alto Achachicala, es enviada a las subestaciones de Río Seco, Senkata y Tarapaca y, posteriormente es distribuida a varias partes de la ciudad después de pasar por transformadores rebajadores. La situación de suministro de energía eléctrica en la Ciudad del Alto es satisfactoria. La capacidad de suministro es suficiente y es posible construir instalaciones de gran consumo de electricidad dentro de las áreas servidas por la red de distribución de energía.

En cuanto al suministro de energía eléctrica el 17% carece de este servicio. El problema no es tan solo en las instalaciones domiciliarias, sino también en el alumbrado público. Los riesgos derivados de esta situación disminuyen la calidad de vida, limita las actividades empresariales, culturales, deportivas y otras de carácter social integral. La consecuencia más grave de este contexto es la propensión a generar ambientes de inseguridad ciudadana, procesos de desintegración familiar y escenarios de violencia

**Una de las necesidades básicas insatisfechas es el alcantarillado, las cuatro quintas partes de los hogares carecen de este servicio básico. Una de las consecuencias graves de esta deficiencia es la presencia de focos de infección en hogares particulares y sitios públicos.**

La infraestructura vial es desfavorable, pues la mayor cantidad de las calles y avenidas son de tierra (94% sin piedra, cemento, adoquín ó asfalto rígido)

#### *La Pobreza*

Las descripciones anteriores indican que El Alto se asienta, en general, en un contexto de pobreza: **73% de familias pobres**, constituye el índice más alto en comparación a otras regiones de Bolivia.

La situación de pobreza en este municipio aún no ha sido atendida. La participación y las motivaciones provenientes de la administración del gobierno central en la resolución de problemas locales escasea.

La relación población-pobreza y asignación de recursos es desequilibrada pues la distribución del presupuesto nacional es calculado en base al número de habitantes según datos proporcionados por el Censo de 1992. **El Alto recibe 55.321.764 bolivianos (1997) para los 405.492 habitantes (INE, 1992)**

Pero la población de El Alto, tomando como base el Censo 92 y calculando en función al crecimiento geométrico de la población, en 1997 habría llegado a 630.510 habitantes. Eso significa que 225.018 habitantes están al margen del presupuesto asignado por la Ley de Participación Popular LPP y sus necesidades en educación, salud y saneamiento básico no pueden ser resueltas.

Si continua la misma tendencia en cuanto a crecimiento poblacional y asignación de recursos por coparticipación tributaria, la distorsión presupuestaria y capacidad de resolver demandas sociales generará cada vez más conflictos (Choque Mamani, Teófilo 1997)

#### *Perspectivas de Desarrollo*

Según su posición geográfica El Alto se encuentra en el punto de articulación de los corredores de exportación entre el Atlántico y Pacífico; es decir existen zonas con alto potencial económico competitivo respecto a los corredores. Será de prioridad que estas cuenten con los servicios adecuados para su desarrollo Tomando en cuenta que la ciudad de La Paz no soportará por más de una década la permanencia de industrias, por los efectos en el medio ambiente ciudadano, esas plantas tendrían que ser trasladadas a El Alto, hecho que incrementa significativamente sus posibilidades de fortalecimiento industrial. Asumiendo el desafío de la compatibilización entre crecimiento económico y equilibrio medioambiental El Alto podría constituirse en el núcleo de la actividad industrial nacional.

La ciudad tiene una tasa de crecimiento de población en el 1992 era del 9% y actualmente se estima es del 8.6 % con una expansión acelerada de su territorio urbano.

### **C. RED DE AGUA POTABLE: SISTEMA EL ALTO: ALTO MESETA Y LADERA**

Las áreas de abastecimiento de este sistema se encuentran ubicadas tanto en la ciudad de El Alto como en la ciudad de La Paz, designadas El Alto Meseta y El Alto Ladera respectivamente. Cubre la ciudad de El Alto y zonas talud Oeste y Norte de La Paz.

En la ciudad de La Paz (El Alto Ladera) el abastecimiento llega a las zonas ubicadas por encima de la cota 3.750. m.s n.m. (encima de las avenidas Buenos Aires y Periférica) de las laderas Este, Noreste y Oeste en la ciudad de La Paz y es denominado El Alto Ladera.

El Sistema fue puesto en funcionamiento en 1979. Las aguas provienen de las cuencas de Tuni, Condormi y Huayna Potosí.

En las tablas AL.III.2; AL.III.2 se tiene el listado de las zonas identificadas con abastecimiento de agua potable para la ciudad de El Alto y Ladera.

En 1991 la Red de Distribución del Sistema Alto Meseta y Ladera tenía la siguiente característica:

Longitud total :	467 Km
Area Cubierta:	4.326 Ha
Población Total:	522.000 Hab.
Pob. Abastecida:	397.000 Hab.
Cobertura servicio:	76 %

En la actualidad las cifras de población abastecida ha aumentado y datos más actuales serían:

Sistema	Longitud Total	Area Cubierta	Capacidad Estanques	Volúmen Abastecido
El Alto	715.1 Km	5.354 Ha	11.000 m3	64819 m3/dia
Tilata	130.8 Km	2.656 Ha	5.000 m3	3.202 m3/dia2

En Sistema El Alto se distribuye agua de las Planta El Alto y Tilata. La Planta El Alto provee la mayor area de la meseta y parte de la ladera. Tilata provee el sur de la meseta.

La distribución de las plantas hacia la red se realiza por gravedad, sin embargo para las zonas de subpresión se han instalado diversos estanques de bombeo. En la ciudad de El Alto tenemos el Estanque Pacajes principalmente y en la ladera el sistema de bombeo Pisagua Pacajes.

La demanda de la ciudad de El Alto en red es la siguiente:

Mes-Año	Demanda l/hab.día
Junio 98	65
Dic 98	67
1999	71
2000	75
2001	79

Fuente: Estimación Departamento Planificación Técnica

### **SISTEMA DE LA LADERA**

Una porción de la ladera Noreste de la ciudad de La Paz recibe agua potable de la Planta El Alto. Las condiciones topográficas obligan a la red hacer una división de presión cada 50 m de diferencia en altitud, mediante cámaras reductoras de presión. La presión máxima de estas zonas es de 70 m, y la mínima de 20 m de columna de agua. Sus condiciones hidráulicas como en el Sistema Achachucala sin embargo esta red es más reciente.

Las condiciones geológicas de las laderas de La Paz son susceptibles al riesgo de deslizamiento, desprendimiento de bloques y erosión

Dentro del Sistema de La Ladera se ha identificado la zona de a como de deslizamiento pasivo (Mapa de Riesgos HAM, 1996).

### **RED DE AGUA POTABLE DEL SISTEMA TILATA**

El área objeto de suministro de agua potable fue considerada en su inicio en dos partes, según la situación de las instalaciones de suministro de agua potable existentes:

Area A: Cuando se diseñó Tilata esta área no tenía servicio de suministro de agua potable, la densidad demográfica era baja y se pensaba que habría un gran aumento de población en el futuro. Actualmente se hallan urbanizaciones disgregadas, algunas industrias y grandes extensiones susceptibles a ser habitadas. La tubería principal es de diámetro 200 mm y fueron instaladas con este proyecto. El suministro se haría para hacer frente a la demanda según el crecimiento demográfico.

Area B: Gran parte de esta área contaba con servicio de suministro de agua potable. El suministro se llevaría a cabo según la demanda en periodos de sequía y en otras circunstancias afines. En esta área el suministro también se realizará en las nuevas redes conectadas con las ya existentes.

El suministro de agua diseñado consiste en:

- recolección de agua en la cisterna y rebombeo al reservorio de distribución del área de servicio.

Esta opción fue elegida, con respecto a otras dos, por sus bajos costos de construcción, mantenimiento y control. Además por su fácil operación.

Ambas áreas totalizan un área de 2000 ha aproximadamente.

Hacer uso racional, incluso en el futuro, del volumen de aguas subterráneas disponibles (30.000 m<sup>3</sup>/día).

### **Tabla iii.1 Urbanizaciones que se abastecen de Tilata**

Recorrido	Zonas
-----------	-------

40-S	Urb Panorámica 1 y 2, zona 25 de julio
52-A	San Luis Pampa, Romero Pampa, Amor de Dios, Cesar Augusto, 7 de Septiembre.
52-B	Villa Marcelina, Urb. Jaime Paz Zamora
52-C-D-E	Urb Cosmos 79
42-H	Urb. Las Delicias, Villa Mercedes
42-I	Urb. Nuevo Amanecer
42-L	Tilata Magisterio-La Merced
51-B	Pucarani y parte de Rosas Pampa
53-A	Charapaqui Central, Charapaqui 1 y 2
53-B	Charapaqui Central, Charapaqui 1 y 2
53-D	Quiswaras
59-A	Urbanización INTI
42-J	Urb. 6 de Junio
41-F	Villa Adela, Villa Jardín, Santa Ana, Barrio Madrid, Amig. Chaco.
41-G	Bartolina Sisa, Villa Candelaria
41-H	San Luis Tasa, Cosmos 77, Cosmos 78, San Luis Zongo, Villa Ester, 24 de Junio, San Luis Iro. de Mayo, San Nicolás
41-I	Villa Pacajes, Villa Juliana, Primavera, Iro de Mayo, S Luis Pampa
41-T	Adela Yunguyo, 2 de Abril. Paraíso 1
42-G	Villa Copacabana, Horizontes 1, Villa Luisa, Villa Victoria
42-E	Bolívar Municipal, Villazón, Concepción, Porvenir, Beneméritos, Las Delicias
42-F	Horizontes 3, Convi. Fac., Corazón de Jesús
51-A	Rosas Pampa, Las Industrias.
?	Cupilupaca, Oro Negro, Barrio Lindo, El Kenko,
?	Villa Aroma, Milluni, 18 de Mayo, Senkata, Litoral
?	Sajama, Los Pinos, 18 de diciembre, 6 de agosto, Gran Poder.

Algunas de estas zonas son abastecidas con el agua de Planta El Alto y de Tilata (mixto). De esta manera se asegura el abastecimiento las 24 horas del día.

### **Bombeo Pacajes**

Para ampliar la zona de influencia de la Planta Tilata y aliviar el requerimiento existente en la Planta de Tratamiento El Alto, se construyó el sistema de rebombeo Pacajes, el mismo consiste en la instalación de dos motobombas de 150 HP y el tendido de 56 metros de tubería FFD DN 500.

El diseño se hizo estimando que el funcionamiento del bombeo aliviaría el 15 % de la demanda en la Planta el Alto.

Existe una interconexión en la Avenida Bolivia para casos de emergencia de abastecimiento de agua para zonas comprendidas entre la Av. Bolivia y la Av. Litoral y son:

**Tabla iii.2. Zonas Interconectadas con el Bombeo Pacajes en caso de emergencias.**

<b>Recorrido</b>	<b>Zonas</b>
41-F	Villa Adela, Villa Jardín, Santa Ana, Barrio Madrid, Amig. Chaco.
41-G	Bartolina Sisa, Villa Candelaria
41-H	San Luis Tasa, Cosmos 77, Cosmos 78, San Luis Zongo, Villa Ester, 24 de Junio, San Luis Iro. de Mayo, San Nicolás
41-I	Villa Pacajes, Villa Juliana, Primavera, Iro de Mayo, S. Luis

	Pampa
41-T	Adela Yunguyo, 2 de Abril. Paraíso 1
42-G	Villa Copacabana, Horizontes I. Villa Luisa, Villa Victoria
42-E	Bolívar Municipal, Villazon, Concepción, Porvenir, Beneméritos, Las Delicias
42-F	Horizontes 3. Convi. Fac., Corazón de Jesús
51-A	Rosas Pampa, Las Industrias
?	Nuevos Horizontes, 21 de diciembre, Villa Alemania,
?	Caluyo, Villa Dolores, Achiri, Luis Espinal, Calama, Alto de la Alianza, Santiago II,
?	La Primera, El Porvenir, Bartos, CONFIGAG, Urb. La Primera

\* Verificar la información de las zonas de Tilata y bombeo con Sistemas o Producción Hidráulica para el control de los recorridos

Se bombea desde Pacajes a estas zonas, esto a fin de garantizar la continuidad del abastecimiento durante los trabajos de extensión de redes y las interconexiones entre redes existentes y nuevas, o cuando Planta El Alto tiene deficiencias. También cuando la presión no es suficiente en la red.

#### **Demanda de Agua al sistema por Etapa**

La demanda de agua al sistema Tilata para cada etapa del estudio, se muestra en forma resumida considerando la disminución de las pérdidas en la red de distribución desde un 38 % hasta 15 % para el 2020.

**Tabla iii.3 Demanda por etapas en l/s**

Demanda/año	1992	2000	2010	2020
En usuario	30	86	194	368
En red	49	107	237	433
En planta	49	107	237	433
En fuente	49	107	237	433

Fuente: Diseño Final Sistemas de Agua Potable La Paz

**Tabla iii.4 Relación Disponibilidad/Demanda de Agua Cruda**

La relación de disponibilidad de agua cruda brindada por el acuífero de Tilata en su condición actual y la demanda de agua cruda por etapas se resume de la manera siguiente.

**Tabla iii.5 Disponibilidad y Demanda agua cruda en l/s**

Descripción	2000	2010	2020
Disponibilidad	347	347	347

Por lo tanto se observa que la disponibilidad del acuífero es mayor que la demanda de agua en la zona a ser abastecida por este sistema.

Según lo mostrado en la Tabla de Disponibilidad/Demanda de Agua Cruda la producción del acuífero Tilata con las instalaciones actuales de producción, son suficientes para cubrir la demanda de agua cruda en todas las etapas del estudio

El proyecto de desarrollo de aguas subterráneas de Tilata en su concepción de diseño se estimó en el lapso de 20 años, año 2009, después del inicio de su desarrollo (año 1989), llegaría a producir 347 l/s para una población de 189,989 hab.

En el año 2020 la disponibilidad de la fuente de 347 l/s sería menor a la demanda de 433 l/s, en ese caso sería necesario ampliar en la misma proporción las instalaciones actuales. Se aconseja ajustarse a los valores de la demanda en forma paulatina con incrementos de 120 l/s y 90 l/s en los años 2012 y 2017 respectivamente

**Tabla iii.6 Cuadro Comparativo de los datos de diseño con los pronósticos poblacionales del Censo 92**

Descripción	Unidad	1990	1992	2000	2009	2010	2020	FUENTE
Población	hab	24200		81311	189989			diseño JICA
	hab		504939	98600		167900	244400	Censo 92
Dotación	l/hab	160		160	160			diseño JICA
	l/hab		52	75		100	130	Censo 92
Demanda	l/s	45		151	347			diseño JICA
	l/s		49	107		237	433	Censo 92

(Fuente. Bernardine Rachel, mayo 98)

## **D. CONTROL DE LA RED DE AGUA POTABLE**

El control de la red de agua potable es una tarea coordinada principalmente entre los departamentos de **Producción Hidráulica y Redes**.

Las principales tareas de control y mantenimiento están puntualizadas en:

- Control de Cámaras Reductoras: mediante lecturas mensuales de presión por personal del Departamento

de Redes de la Regional La Paz:

- Fugas: relevamiento zonificado de posibles fugas utilizando geofonos y varillas. El personal de Producción Hidráulica apoya con su personal y equipo para realizar esta tarea. El Departamento de Redes también interviene pero solo con varillas.

La descalibración de las válvulas reductoras pueden provocar dos tipos de problemas

- a) Sobrepresiones en la red
- b) Faltas de agua y bajas presiones.

Las sobrepresiones pueden provocar daños mayores como reventazones en la red, conexiones, medidores, hasta inclusive instalaciones domiciliarias

Las faltas de agua por cortes de servicio y deficiencias en el suministro.

La unidad de "Mantenimiento de Estaciones Reductoras de Presión" depende del Departamento de Redes, teniendo la responsabilidad del control de **16 estaciones reductoras en El Alto y 120 en La Paz.**

Si la unidad de emergencias de El Alto detecta un problema en las reductoras notifica a Redes en la Regional La Paz, según la emergencia la respuesta puede ser de unas horas o 1 día.

Una vez al mes se realiza la revisión de accesorios y control de problemas de presión en las estaciones reductoras de La Paz y El Alto (136). Este trabajo lo hace durante la última semana.

El personal de operación de la red está organizado en cuadrillas divididas de la siguiente manera: 8 cuadrillas de 2 miembros y 3 cuadrillas de 3 miembros (Departamento Redes El Alto. El Alto se ha dividido en 2 áreas de trabajo: Zona Norte y Zona Sur.

Por las mañanas trabajan 6 cuadrillas y por las tardes 4 repartiéndose cada mitad por zona Norte y Sur respectivamente. Participa también la guardia 4X2 ( 4 días trabajan y descansan 2, no descansan sábados ni domingos.

Para los días festivos se moviliza 2 cuadrilla en los turnos de 7 a 15 y de 15 a 23 hrs.

La **guardia pasiva** para las 24 horas y fin de semana. Solo una cuadrilla que rota semanalmente.

## **E. RECLAMOS**

La Empresa ha dispuesto 3 turnos para la atención de los **reclamos** de los usuarios referidos a la red de agua potable y alcantarillado.

- d) De 7 hrs a 15 hrs.
- e) De 15 hrs a 23 hrs
- f) De 23 hrs a 7 hrs

Para el agua potable, los reclamos según el daño informado se tipifica de la siguiente manera:

- Reventazon de agua
- Cambio medidores por mal estado
- Falta de agua caso puntual
- Filtración medidor
- Filtración de agua.

Los daños atendidos han sido clasificados en la Regional de El Alto de la siguiente manera:

- RVR: reventazon en red
- RVA: reventazon acometida
- RVM: reventazon medidor

- FA. falta agua
- FM. filtración medidor
- RHM: rehabilitación medidor
- RHS: rehabilitación grifo de prueba
- CA reparación cámaras de alcantarillado

Cuando el daño en la red es por causas domiciliarias internas, en ese caso el propietario se responsabiliza de la reparación.

Para cada reclamo los datos del daño informado y atendido son documentados en un mismo formulario "Formulario de Atención a Reclamos Agua Potable y Alcantarillado", la misma que es transcrita en una hoja electrónica para el informe mensual. En la Tabla AL.III.2.1 se tiene una relación de los reclamos recibidos en la unidad de emergencias de El Alto durante el mes de marzo 98.

En la siguiente Tabla AL.III.2.2 se tienen los registros de corte de servicio registrados entre noviembre 97 y junio 98 en la ciudad de El Alto De 24 cortes de servicio registrados en ese período 16 fueron imprevistos y el resto programados.

Los principales motivos de corte fueron:

- Nivel mínimo en Planta El Alto.
- Rotura de tuberías por personal y terceros
- Trabajos de Bombeo Pacajes
- Interconexiones en la red
- Interconexión nuevo estanque de Planta El Alto
- Falla en válvulas

Y como caso fortuito tenemos la reventazón de tubería PVC 4" por congelamiento del agua.

Durante el mes de mayo se tuvo que activar el Bombeo Pacajes para suministrar agua a

Villa Adela y alrededores por haber una subpresión provocada por desperfectos en una estación reductora de presión.

## IV. CONTROL DE CALIDAD - LABORATORIO

### A. LABORATORIO PLANTA EL ALTO ETA3

De acuerdo a las condiciones fisicoquímicas de las aguas que llegan a la Planta se ha asumido necesario realizar análisis de muestras de al menos 15 parámetros. El resto de los parámetros (28? en total) se lo realiza en Laboratorio Central Los resultados obtenidos constituyen la herramienta principal para realizar la dosificación y cloración y verificación de la calidad para la distribución.

El agua tratada es catalogada de buena calidad y apta para el consumo humano. potable (Informe Control de Calidad 1997).

El Laboratorio de ETA3 realiza el análisis de 15 parámetros fisicoquímicos siendo:

Temperatura de muestreo	Temperatura de Laboratorio	pH	Turbiedad
Solidos Totales	Alcalinidad $\text{CO}_3^-$	Calcio	Magnesio
Dureza total	Indice de Langelier	Cloro Libre	Mohr
Dureza $\text{CO}_3^-$	Dureza $\text{HCO}_3^-$	Alcalinidad $\text{HCO}_3^-$	Alcalinidad total
Indice de Langelier	ph de saturacion	Conductividad	

Y debido a la baja concentración de algunos elementos solo se analiza una vez a la semana y estos parámetros son los siguientes:

Hierro	Manganeso	Solidos totales	Solidos suspendidos
Cloruros	Nitratos	Nitritos	Sulfatos

Obteniéndose un total de 25 parámetros analizados. Ahora para igualar al número de parámetros de Laboratorio Central se realizan en Central.

Color aparente y real  
Cloro total

Silice

Fluoruros

Aluminio

No se realizan análisis bacteriológicos en Aguas del Illimani

Los métodos de análisis difieren entre ETA3 y Laboratorio Central. Se ha realizado el ejercicio interlaboratorial de algunos parámetros para uniformizar métodos de análisis, según la norma ISO 25, utilizando el Método Standard en todos los laboratorios de la empresa

## **B. LABORATORIO ESTACION TILATA ETA4**

De acuerdo a las condiciones naturales del agua y a fin de controlar la calidad de suministro de agua potable al Sistema Tilata, se hace un control diario en ETA4 de 3 parámetros fisicoquímicos:

Cloro Libre  
Turbiedad  
Alcalinidad

Laboratorio Central complementa los análisis fisicoquímicos de 28 parámetros mediante un trabajo coordinado con Producción Hidráulica que se realiza una vez por mes.

La toma de muestras de agua en Tilata por Laboratorio Central no consideraba el cronograma de bombeo de los pozos antes de junio 98.

## **C. CONTROL DE LA RED DE AGUA POTABLE**

Las muestras en la red de agua potable son obtenidas en diferentes puntos, 28 parámetros fisicoquímicos no son analizados para todas las muestras; sin embargo los principales como Cloro libre (indicador de contaminación), conductividad (discretizar a que sistema pertenece la muestra o que mezcla) y el pH son obtenidos en todas las muestras. Existen zonas bien diferenciadas donde se puede discretizar a que sistema pertenece la muestra sin embargo en otros casos hay muestras con mezcla de diferentes sistemas por las interconexiones.

Del conjunto de todas las muestras se combina el análisis de los parámetros y se tiene 28 parámetros de muestras combinadas de tal manera se tiene un rango de comportamiento de agua en toda la red. Con este método se asegura la potabilidad del agua.

En ocasión de presentarse contaminación en la red, no se podría descubrir, por laboratorio, el punto de origen.

## **V. EVALUACION FUENTE –ADUCCION – PLANTAS DE TRATAMIENTO: MATRICES DE RELEVAMIENTO, MATRICES DE RIESGO**

A fin de detectar los posibles riesgos de emergencia en la operación referente a las fuentes, aducción y tratamiento para el Sistema Achachicala se ha realizado el relevamiento de información y visita a las obras. Habiéndose encontrado muy poca documentación sobre las mismas.

En fin, de toda esa labor se ha confeccionado matrices de relevamiento donde principalmente se tipifica el tipo de obra, material, mantenimiento, dimensiones aproximadas y los procesos desarrollados en la misma. Ver Anexos.

La mencionada matriz ha sido confeccionada con el fin de facilitar el proceso de identificación de puntos de riesgo en las operaciones. La principal información proviene de las visitas, de los indicadores mensuales y anuales de producción proporcionados por las gerencias de la empresa AGUAS DEL ILLIMANI.

Adicionalmente informes referentes al tema.

La **tipificación del riesgo se muestra en las matrices**, según el nivel de gravedad "G": poco grave (1), grave (2), muy grave (3); según el nivel ocurrencia "O": poco frecuente (1), frecuente (2) y muy frecuente (3). El producto de niveles de gravedad y ocurrencia da el nivel de amenaza "A". Ver Anexos. Tablas AL.II.1 AL II.2, T.II 2 (Tilata).

Las **fichas de riesgo** describen el riesgo las **acciones preventivas y correctivas**, las posibles soluciones en algunos casos; además los interlocutores principales como las unidades que deben participar de la solución o ser informados de la situación de contingencia. Las fichas de riesgo para la fuente aducción se ha denominado con FDR#, para la Planta Tilata TR#

## **VI. EVALUACION DE LA RED SISTEMA EL ALTO**

A fin de identificar las variables de riesgo se ha residido durante un mes en la Regional de El Alto, participando del trabajo en campo de las unidades técnicas como departamento de Redes, Desarrollo, KFW (alcantarillado) en el lugar de trabajo.

También se ha consultado con información documentada al respecto.

En este sistema se ha visto por conveniente considerar, adicionalmente, la incidencia del saneamiento básico y aspectos socioeconómicos en la operación y mantenimiento de la red de agua potable.

Los reclamos del mes de marzo del presente así como los cortes de servicio para el periodo noviembre 97 y junio 98 (Ver Tablas AL.III.2.1; AL.III.2.2) también constituyen indicadores.

Adicionalmente se ha ubicado las zonas según la grilla cartográfica de la empresa ver Tabla AL III.2 donde se nombra las áreas con y sin servicio de agua potable (sondeo preliminar). Esto también con fines del seguimiento futuro del Plan de Prevención de Emergencias.

### **A. RECLAMOS MARZO 98**

A fin de dar un criterio sobre la situación de la red se ha tomado como muestreo los reclamos de emergencias correspondientes al mes de marzo 1998. En la tabla AL.III 2.1 se tiene el detalle.

Se puede notar que para este mes las zonas con mayor número de reclamos fueron:

<b>Zona</b>	<b>Número de Reclamos</b>
12 de Octubre	34
Ciudad Satélite	46
El Kenko	20
Alto Lima	17

Estas zonas coinciden en ser las primeras urbanizaciones de El Alto cuyo promedio de vida de la red de 20 años está en el límite de su vida útil.

Durante el mes de mayo en la zona de Ciudad Satélite se hizo el cambio de tubería de alcantarillado por la necesidad de cambiar la dirección de la misma para llevar todas las aguas residuales en dirección al colector principal de El Alto. En una visita al lugar se pudo verificar el estado de la red tanto de potable como alcantarillado, existían muchas filtraciones por el deterioro del tiempo. De lo que se puede concluir la necesidad de la renovación de tuberías y accesorios en estas viejas urbanizaciones.

Durante el trabajo de redes se pueden presentar sin fin de situaciones emergentes, en la medida que se vayan resolviendo estas sí las condiciones están dadas, entonces existe menos probabilidad de estar presente ante una contingencia. Algunos problemas que se pueden presentar en el trabajo de la red son los siguientes.

inadecuada señalización

atención de llamada de emergencia tardía

filtraciones y reventazones tubería Ciudad Satélite uso del BTR

Perdidas de herramientas  
Algunos radios no sirven, personal sin handy  
6 de marzo. Reventaciones de tubería por obras de la carretera  
Mantenimiento de cámaras reductoras  
Reventaciones válvulas (vástagos) por obras carretera  
Suelos duros. desgaste rápido de herramientas  
Planimetría no coincidente con el sitio  
Calles sin nombre  
Daño de cableado luces pista aeropuerto por tendido tubería  
Sobredimensionamiento de costos de reposición a terceros  
Reventación de colector para riego  
Inadecuada protección de tuberías en cruce de carreteras.  
Inadecuación del equipo de transporte  
Pérdida de información de tendido de red agua potable  
Desconocimiento tendido tubería gas  
Temperaturas bajas, sitios anegados en época de lluvias  
Etc.

## **B. MATRICES FICHAS DE RIESGO**

Se han confeccionado matrices de riesgo (Tabla AL.III 5 de anexos) sobre las causas internas y externas de riesgo sobre la red del sistema, y las posibles medidas de mitigación se muestran en las fichas de riesgo del AL.R# (ver anexos)

La tipificación del riesgo se muestra en las matrices; según el nivel de gravedad "G": poco grave (1), grave (2), muy grave (3); según el nivel de ocurrencia "O": poco frecuente (1), frecuente (2) y muy frecuente (3). El producto de niveles de gravedad y ocurrencia da el nivel de amenaza "A". Ver Anexos.

## **VII. PLAN OPERATIVO 1997-1998**

### **PRESA CONDORIRI, ADUCCION CONDORIRI TUNI**

Con el objeto de mejorar la captación existente, evitar pérdidas en el Canal de Condoriri-Tuni y en consecuencia incrementar el volumen de aguas aportante, se efectúa la construcción de una Presa Homogénea de Tierra de 6.9 metros de altura y embalse de 230.00 m<sup>3</sup>, así mismo el tendido de 2121 metros de tubería PVC RIB LOC DN 900 Y DN 700 hacia la represa Tuní

### **BOMBEO PACAJES**

En actual operación desde diciembre 97, consiste en dos motobombas de 150 HP y el tendido de 56 metros de tubería FFD DN 500. El bombeo se hace desde los estanques de almacenamiento y regulación Pacajes (2 x 2500 m<sup>3</sup>).

### **BOMBEO PISAGUA ALTO 27 DE MAYO**

Se ha dotado de un sistema de bombeo y un tanque de almacenamiento para dotar de agua potable a zonas ubicadas por encima de la avenida periférica.

La zona abastecida pertenece al Sistema Alto Ladera, sin embargo recibe agua proveniente de Planta Achachicala a través del sistema bombeo Pisagua.

### **PLAN DE OBRAS 97/98**

En el sistema El Alto ladera, se contempla la ejecución de 2595 conexiones de agua potable y 1860 de alcantarillado, la extensión de 28190 de tubería de agua y 19780 m de colectores de alcantarillado sanitario. En la ciudad de El Alto, se tiene previsto efectuar hasta diciembre de 1998, 13.500 m de tubería maestra de gran diámetro (DN 150 a 200 mm.), y 7 500 m de tuberías para atender las conexiones de expansión y, en el sector alto norte y sector alto sur, para alcantarillado esta previsto tender 40 000 m de redes; se efectuarán 15343 conexiones agua potable y 8840 conexiones de alcantarillado.

## **RENOVACION Y MEJORAMIENTO DE REDES**

Se realizará la renovación de 180 conexiones en el Alto Ladera.

Se realizará la renovación de 280 conexiones en el sistema Talud El Alto

Se tiene programada la renovación de redes de agua potable, 3.000 m del sistema Talud El Alto.

Se efectuará la renovación de colectores de alcantarillado sanitario y pluvial: 1830 m del sistema Talud El Alto.

Renovación y mejoramiento de sistemas El Alto meseta y Tilata Regional El Alto: renovación de 2000 m de alcantarillado sanitario, renovación de 2000 m de tubería de las redes de agua potable; ejecución de obras de protección de las redes de agua potable y alcantarillado sanitario; construcción de 2500 m. de alcantarillado para el mejoramiento de la red.

## **MEDICION**

### **Instalación y cambio de medidores Regional El Alto**

Se pretende medir la mayoría de clientes industriales, comerciales y estatales durante 1997, para luego abocarse a clientes domiciliarios durante 1998.

Cambio hasta fines de 1997 y 827 medidores en las categorías industrial, comercial y estatal. Instalación de 1400 medidores industriales, comerciales, estatales y a las piletas públicas.

## **PLANTAS**

Mantenimiento de pozos existentes y rehabilitación de dos pozos en sector Tilata

Mantenimiento de los canales de aporte al embalse Tuní.

Adquisición de repuestos para Plantas vía proyecto KFW.

Proyecto de macromedición: revisión de las características técnicas de los medidores propuestos y realizar una invitación directa internacional de cotizaciones.

Proyecto control en línea. Se efectuará un diagnóstico de los equipos existentes (Phímetros, turbidímetros, clorímetros, conductímetros, etc.) y se estudiará la posibilidad de automatizar y centralizar la información del control continuo.

Mantenimiento de las instalaciones: se realizará el mantenimiento civil de los embalses, aducciones y edificios; asimismo, se efectuará el mantenimiento electromecánico en las plantas, bombes y aducciones

## **REDES**

Optimización de redes; se programa ejecutar estudios hidráulicos para optimizar las redes, monitorear dichas redes y actualizar el catastro de redes de las ciudades de La Paz y El Alto.

## **PROYECTO KFW**

El objetivo del proyecto actual en ejecución, es la ampliación del sistema de alcantarillado y la construcción de una planta de tratamiento de aguas servidas para la ciudad de El Alto.

Las principales componentes son: 69 has. Planta Puchucollo, 45140 m. de colectores principales, 73240 m. redes de recolección de tubería de hormigón con junta elástica y 5000 conexiones domiciliarias.

## **PROYECTO TANQUE EL ALTO**

Para asegurar el abastecimiento de agua potable a la ciudad de El Alto, se tiene prevista la conclusión de la obra tanque de hormigón armado de 5000 m<sup>3</sup> de capacidad, su ubicación se encuentra en terrenos de la planta de tratamiento El Alto. Ya está concluido y en operación desde septiembre de 1998

## VIII. OBSERVACIONES

Las observaciones principales y resumidas están en las respectivas tablas de relevamiento, matrices de riesgo elaboradas para las diferentes unidades de producción y distribución de agua potable: Fuente-Aducción, Planta de Tratamiento y Red de Distribución (ver anexo), sin embargo remarcamos algunas a continuación ..... Los efectos sísmicos de algún epicentro lejano (300 a 400 km) puede ser influenciado más en zonas de falla o de fragilidad geológica de la región, y las construcciones de más años o en deterioro son susceptibles a dañarse más (Informe Observatorio San Calixto a Planificación Estratégica de Aguas del Illimani, julio 98). Considerar taludes inestables como factores de riesgo.

..... Otro factor importante en la inestabilidad de las estructuras importantes como embalses, tuberías de aducción, etc es el drenaje. La presencia de infiltraciones, aguas subterráneas e inestabilidad por humedecimiento de los suelos.

### .....respecto a la Planta Tilata

- Planta Tilata ubicada zona suburbana.
  - No se cuenta con servicios básicos como agua potable y alcantarillado en la zona.
- El Sistema Tilata está en operación desde hace 8 años por lo tanto debe hacerse el mantenimiento de cada pozo.
- Existen ya 4 pozos fuera de funcionamiento sea por mantenimiento o falta de repuestos. Pero se han comprado las bombas para la gestión 98.
  - Si 10 pozos de Tilata estarían fuera de funcionamiento se tendría que bombear más de 12 horas al resto de los pozos de operación, que significaría forzar la capacidad de bombeo de los mismos. El régimen hidráulico del acuífero podría ser alterado significativamente en el sitio de los pozos..
  - Se desconoce exactamente los recorridos del abastecimiento de Tilata y del Bombeo Pacajes utilizado en emergencias.
  - Durante el 12/06/98 bombearon del pozo Wb15 un caudal de 13.98 l/s que supera el caudal de diseño de la bomba de 11.6 l/s, por lo cual se está forzando el bombeo aprovechando los coeficientes de seguridad de diseño de la potencia de la bomba. Se han observado otros como el Wb13 para el mismo día con un caudal de bombeo de 19.59 l/s.
  - Por el contrario existen pozos con las mismas horas de explotación pero alcanzan valores de caudal bajos.
  - El aporte de las aguas pluviales sobre las subterráneas se nota hasta los 20 m de profundidad, es decir que a una profundidad de 90 m el aporte de las precipitaciones es nula para un año hidrológico. Significa que la fuente principal proviene de los deshielos.
  - El acuífero (semiconfinado) en su nivel 20 m está contaminado, y en el nivel 60 m tiene un manto de arena que podría contaminarse con la proliferación de pozos sépticos en la zona.
  - Los nevados ya no pueden ser considerados las “nieves eternas”, implicando que las aguas subterráneas tampoco. Por lo tanto la recuperación del acuífero explotado debe ser tema de análisis.
  - Existen diversos interrogantes sobre la situación actual del acuífero en explotación en Tilata, para lo cual se está realizando, en Aguas del Illimani (Gerencia de Planificación Estratégica), las respectivas investigaciones.
  - La infraestructura vial a la batería de 30 pozos está en muy malas condiciones.
  - Al momento de ser activado el Bombeo Pacajes Tilata pasa a ser también una unidad de emergencia, etc.
  - Las aguas residuales de la planta son evacuadas al exterior, sin conocer su punto final
  - Riesgos personales durante el trajín vehicular hacia o desde Estanque Pacajes – Planta, también durante maniobra válvulas en la red.
  - Considerar el efecto de operación de la Planta Puchucollo sobre los acuíferos profundos en explotación (ej: Tilata) así como para los acuíferos libres cercanos a la superficie. A fin de realizar la explotación adecuada de los pozos para evitar una contaminación de las aguas a largo o corto plazo, así también hacer las recomendaciones de los usuarios de agua subterránea.
  - Puntos conflictivos; Cruce con la línea férrea; sistema de sifón invertido en el cruce de Río Seco

### ... sobre la red

- Son 25 personas que trabajan en las cuadrillas de emergencias de la Empresa, para una población de cerca de los 600.000 habitantes, con al menos 300 000 hab. de población abastecida en un área de al menos 5000 Ha.

- La información cartográfica es ineficiente por el acelerado, desorganizado, arbitrario, crecimiento de la ciudad. Existen muchas calles sin nombre, que ni siquiera los pobladores saben el nombre de la calle donde habitan.

Asimismo los perfiles y rasantes de las calles no están definidos al detalle suficiente para elaboración de proyectos, demorando la implementación del mismo.

- La disponibilidad de personal y automotores restringe el trabajo del departamento de Redes y Desarrollo, lo que implica que el control en la actual red y la en construcción no es óptimo.

- Los disturbios sociales y el grado de criminalidad en El Alto es un aspecto a considerar seriamente en el trabajo que realiza el personal tanto en Redes como en otros Departamentos.

## IX. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones están descritas en las fichas de riesgos pero elaboradas para las diferentes unidades de producción y distribución de agua potable: Fuente-Aducción, Planta de Tratamiento y Red de Distribución (ver anexos)

### ...con respecto a Tilata

- Con respecto a Tilata se pueden dar algunas recomendaciones preliminares pues las definitivas saldrán de las investigaciones realizadas actualmente en Aguas del Illimani.

- Programar el bombeo de los pozos tomando en cuenta los valores máximos de diseño para el bombeo. Eso significa que no se debe exceder de los 11.6 l/s por pozo. Así aseguramos la producción del acuífero hasta el año 2009 y también evitamos acortar los rendimientos de las bombas

- Calcular el volumen máximo de producción por cada pozo durante las 12 horas de bombeo de tal manera que no se exceda los 11.6 l/s.

- Observar los pozos que con las mismas horas (12) de bombeo no alcanzan los 11.6 l/s para adoptar medidas de mantenimiento de equipo, accesorios, etc.

- Considerar en las de investigaciones la influencia de la situación ambiental de El Alto como ser los planes de evacuación y tratamiento de aguas residuales, hábitos de la población, perspectivas de contaminación de los niveles superiores de los acuíferos sobre el explotado actualmente.

- Los resultados de las investigaciones debieran dar los parámetros para readecuar un programa de Operación y Mantenimiento del acuífero asumiendo acciones preventivas que garanticen el suministro adecuado a la población para la cual fue diseñada la Planta Tilata.

-Puntos conflictivos; cruce tubería pozos en sector línea férrea; sistema de sifón invertido en cruce Río Seco

### ...sobre la red de agua potable

La renovación de tuberías y accesorios en viejas urbanizaciones (Ej. Ciudad Satélite, etc)

La ubicación exacta zonas de fallas o escarpes de deslizamientos en el borde de la meseta El Alto limitado con la ciudad de La Paz a el fin de ubicar zonas de conflicto. Así como en otras zonas (El Kenko ¿).

Considerar las zonas de extremo cuidado. **Aeropuerto, Industrias grandes, Senkata YPFB, etc** pues el daño a sus conexiones (eléctricas, agua, etc) pueden tener graves consecuencias. Ej. Daño al circuito de luces de la pista de aterrizaje Aeropuerto durante la excavación de zanjas.

### ... Recomendaciones Generales

Los compromisos contractuales asumidos por la empresa implica renovación de la infraestructura en todo el proceso de producción y abastecimiento de agua potable, lo que implica el movimiento de recursos financieros, de personal, equipo; en definitiva una sobrecarga en toda la empresa sea aún con fines de optimizar y asegurar el adecuado suministro a la población.

Sin embargo este proceso de transición constituye un proceso crítico para el caso de presentarse una emergencia extraordinaria donde se tenga que movilizar la empresa en un marco más amplio al actual. En ese caso deberá prevenir la contratación de personal, empresas de servicio adicional a las actuales a fin de atender una emergencia extraordinaria.

A fin de crear un mecanismo adicional para la comunicación documental en casos de emergencia se recomienda que todas las unidades técnicas que cuentan con equipo computacional se incorporen a la red de la Empresa, donde se facilitaría el envío de información, avisos de emergencia, etc en forma simultánea. Los mensajes de emergencias pueden ser diseñados con un sonido (bip).

Crear un sistema de protección de las fuentes principales, especialmente en los embales.

Construir un obra de toma convencional en el río en reemplazo de las precarias maderas.

- La efectividad de las instalaciones de la Planta de Tratamiento puede ser determinada mediante control de caudales. Renovar caudalímetros
- Actualizar los activos fijos de la Empresa.
- Crear línea de cuenta para emergencias.
- Para la red del sistema ver las fichas de riesgo.
- Realizar lista de proveedores para insumos en planta, crear línea de emergencia para el abastecimiento Cloro.
- Obtener o complementar planos de las instalaciones a fin de realizar un mantenimiento más efectivo.
- Obtener documentación actualizada sobre medidas de seguridad en obras sanitarias.
- Documentar las actividades de operación en planta y red mediante un Manual de Operación y Mantenimiento a fin de facilitar el seguimiento del Plan de Prevención y Emergencia.
- Visitas periódicas a Plantas, obras de extensión de redes.
- Seguimiento de Cortes de Servicio.
- Determinación de indicadores desgaste tubería, daños tubería
- Determinación indicadores rendimiento plantas de tratamiento.
- Actualización cartografía digital red de distribución
- 

#### **Bibliografía**

- Choque Mamani, Teofilo Agenda Municipal para el desarrollo Offset Prisa Ltda, El Alto 1997
- Diseño Final Sistemas de Agua Potable La Paz, 1997 CES, CONSULTORES GALINDO LTDA, JOHNSON Y SELAYA
- Bernardine Rachel, Informe sobre la explotación de los Pozos de Tlata para la Ciudad de El Alto, mayo 98 (preliminar), Gerencia Planificación Técnica. Aguas del Illimani
- Planes Maestros, 93,94, Informes KFW, JICA, Informes Control de Calidad, Informes DPH, etc

## PLAN DE PREVENCIÓN Y EMERGENCIAS SISTEMA EL ALTO

<b>I. OBJETIVO.....</b>	<b>1</b>
A. EVALUACION Y SEGUIMIENTO .....	1
<b>II. FUENTES – ADUCCION- PLANTAS DE TRATAMIENTO. ....</b>	<b>1</b>
A. FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL. TUNI, CONDORIRI Y HUAYNA POTOSI. . . . .	1
B. OBRAS HIDRAULICAS PARA LA CAPTACION Y ADUCCION TUNI, CONDORIRI Y HUAYNA POTOSI.....	2
1. <i>LA REPRESA DE TUNI.</i> .....	2
2. <i>CANAL CONDORIRI- TUNI</i> .....	3
3. <i>TUBERIA DE ADUCCION</i> .....	3
C. PLANTA DE TRATAMIENTO EL ALTO “ETA 3” .....	3
1. <i>OPERACION DE LA PLANTA ETA3.</i> .....	4
2. <i>AGUAS SUBTERRANEAS SISTEMA TILATA.</i> .....	4
3. <i>EXPLOTACION, TRATAMIENTO Y DISTRIBUCION AGUAS SUBTERRANEAS. TILATA.</i> ..	5
D. SANEAMIENTO. PLANTA DE TRATAMIENTO PUCHUCOLLO ..	12
1. <i>CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE DISEÑO</i> .....	12
<b>III. RED SISTEMA EL ALTO .....</b>	<b>15</b>
A. CONDICIONES NATURALES.....	15
B. LA CIUDAD DE EL ALTO. CONTEXTO SOCIOECONOMICO.....	16
C. RED DE AGUA POTABLE: SISTEMA EL ALTO: ALTO MESETA Y LADERA .....	19
D. CONTROL DE LA RED DE AGUA POTABLE.....	23
E. RECLAMOS .....	24
<b>IV. CONTROL DE CALIDAD - LABORATORIO.....</b>	<b>25</b>
A. LABORATORIO PLANTA EL ALTO ETA3 .....	25
B. LABORATORIO ESTACION TILATA ETA4 .....	26
C. CONTROL DE LA RED DE AGUA POTABLE.....	26
<b>V. EVALUACION FUENTE –ADUCCION – PLANTAS DE TRATAMIENTO: MATRICES DE RELEVAMIENTO, MATRICES DE RIESGO .....</b>	<b>26</b>
<b>VI. EVALUACION DE LA RED SISTEMA EL ALTO.....</b>	<b>27</b>
A. RECLAMOS MARZO 98.....	27
B. MATRICES FICHAS DE RIESGO .....	28
<b>VII. PLAN OPERATIVO 1997-1998 .....</b>	<b>28</b>
<b>VIII. OBSERVACIONES .....</b>	<b>30</b>
<b>IX. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>31</b>