

INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS NACIONALES

ESCUELA DE GOBIERNO Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA



Ing. Gabriela Rodríguez

**Abastecimiento de agua potable en Quito ¿Cuáles son las alternativas en
gestión de crisis?**

**SEGUNDO DIPLOMADO SUPERIOR EN GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS Y
DESASTRES**

QUITO, 2011

INDICE

Índice.....	ii
Agradecimiento.....	v
Introducción.....	vi
Capítulo I.....	1
1. El Sistema de abastecimiento de agua del DMQ y su vulnerabilidad	
1.1 El Agua en el Distrito Metropolitano de Quito	
1.1.1 Hidrología recursos.....	2
1.1.2. Usos del agua	2
1.2 El Sistema de abastecimiento de agua del DMQ	
1.2.1 Red pública de abastecimiento de agua potable de Quito.....	3
1.2.2 Cobertura de servicio de agua potable de la EMMAP-Q.....	6
1.3 Historia de abastecimiento de agua en Quito.....	9
1.4 Crecimiento poblacional y urbanización una amenaza para el recurso.....	10
1.5 Elementos y lugares esenciales de funcionamiento del abastecimiento de agua potable del DMQ.....	13
1.6 Nuevos elementos del sistema de abastecimiento de agua del DMQ.....	15
1.6.1 Proyectos de la EMAAP-Q a construirse a corto y mediano plazo.....	17
1.7 La vulnerabilidad de los grandes subsistemas de agua potable	
1.7.1 Los grandes subsistemas.....	17
1.8 Autoabastecimiento de la población del DMQ sistemas altamente vulnerables....	20
1.9 Importancia de las alternativas de abastecimiento de agua	
1.9.1 Situaciones generadas por emergencias.....	24
1.9.1.1 Consecuencias de los desastres naturales en el abastecimiento de agua Potable.....	28
1.9.2 Importancia y características de los sistemas de agua potable en periodos de emergencia y desastre.....	32
1.9.2.1 ¿Que son las fuentes alternativas de abastecimiento?.....	32
1.10 Búsqueda de fuentes y restricciones para el uso de las fuentes alternativas de Agua.....	32
1.10.1 Indicadores cuantitativos en relación al agua.....	33
1.10.2 Indicadores cualitativos en relación al agua.....	33
1.10.3 Continuidad y accesibilidad al servicio.....	34

1.10.4 Medidas a tomar en situaciones de emergencia.....	34
1.10.5 Planeación de un sistema de emergencia de abastecimiento de agua.....	35
1.10.6 Posibles fuentes de abastecimiento de agua.....	38

Capítulo II.....	40
-------------------------	-----------

2. Fuentes alternativas de abastecimiento de agua del DMQ y reducción de la vulnerabilidad

2.1 Alternativas EMAAP-Q	
2.1.1 Aprovechamiento de agua cruda.....	41
2.1.2 Proyecto Ríos Orientales PRO: Una alternativa a futuro.....	42
2.1.3 Alternativas dentro del sistema de abastecimiento de agua de Quito.....	45
2.1.4 Alternativas con los nuevos proyectos de la EMAAP-Q.....	47
2.2 Otras alternativas.....	53
2.2.1 Alternativas en período normal	
2.2.1.1 Vertientes.....	54
2.2.1.2 Móviles.....	56
2.2.2 Sistemas de autonomía existentes -Pozos privados-.....	59
2.2.3 Aguas subterráneas El Acuífero de Quito: un recurso subutilizado?.....	61
2.2.3.1 Características geológicas e hidrogeológicas.....	62
2.2.3.2 Reservas de explotación.....	62
2.2.3.3 Los acuíferos del DMQ.....	64
2.2.3.4 Riesgo de Contaminación del acuífero.....	67
2.3 Gestión de riesgos en el DMQ.....	68
2.3.1 Plan de contingencias para erupción del volcán Cotopaxi.....	68
2.3.2 Procedimiento para el control de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre.....	71
2.3.3 Plan Integral de Mitigación de riesgos y atención de emergencias.....	72

Capítulo III.....	73
3. Relación espacial: los espacios recursos y los espacios utilizadores	
3.1 ¿Que son los espacios recursos?.....	74
3.1.1 Repartición territorial de las capacidades.....	75
3.2 Espacios Utilizadores.....	76
3.2.1 Población.....	77
3.2.2 Elementos útiles para el manejo de crisis	
3.2.2.1 Establecimientos de salud.....	78
3.2.2.2 Albergues.....	80
3.3. Vulnerabilidad	
3.1 Los espacios no cubiertos por las fuentes alternativas de agua y sin autonomía suficiente en período de crisis.....	82
CONCLUSIONES.....	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
SIGLAS, TABLAS, Y GRAFICOS.....	93
CUADROS Y MAPAS.....	94
ANEXOS.....	95

AGRADECIMIENTO

Gracias al Instituto Francés de Estudios Andinos IFEA así como a su Director el Dr. Georges Lomné por la oportunidad de ser becaria andina el año 2009. Al Programa Andino de Capacitación en Investigación en Vulnerabilidad y Riesgos Urbanos PACIVUR en especial a su director el Dr. Robert D'Ercole por permitirme una participación activa en el programa. Así como a la Dra. Pascale Metzger y al Dr. Alexis Sierra tutores de la investigación por su empeño y constancia en el seguimiento de la misma.

A personas sin las cuales la investigación no hubiese sido posible:

Ing. Otón Cevallos Gerente general de la EMAAP-Q

Ing. Juan Romero Asesor Ambiental EMAAP-Q

Ing. Gustavo Velasco Asesor de Gerencias EMAAP-Q

Ing. Oscar Larrea Gerente del Departamento del Acuífero de Quito EMAAP-Q

Arq. Nury Bermúdez Coordinadora PAUD

Dr. Theofilos Toulkeridis Director del GVG, USFQ

EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO ¿CUÁLES SON LAS ALTERNATIVAS EN GESTION DE CRISIS?

INTRODUCCIÓN

Los servicios de agua potable son elementos fundamentales para garantizar las condiciones de salud y de bienestar de la población y el desarrollo de un territorio. Ya sea debido a eventos extremos (fenómenos de origen natural o antrópico como la contaminación) o internos a los sistemas de abastecimiento y de distribución de agua potable (inexistencia de sistemas de calidad, disfuncionamiento de plantas de tratamiento o de canalizaciones, etc.), el suministro de agua potable constituye, para las ciudades de los países en vías de desarrollo, un problema constante. Este problema se agrava considerablemente en periodo de crisis (D'Ercole y Metzger, 2004).

A la escala mundial, varios ejemplos demuestran la gran fragilidad de las redes de abastecimiento y distribución de agua cuando ocurren desastres de origen natural o antrópico¹. Al mismo tiempo la experiencia de los desastres demuestra que el agua es el elemento más indispensable en estas circunstancias tanto para la vida, la salud y la dignidad humana (Proyecto Esfera, 2004).

El Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) tiene una variedad de amenazas en su territorio (terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, aluviones, deslizamientos, varias fuentes de contaminación, etc.) que hacen vulnerable al sistema de abastecimiento de agua potable a exposición de las mismas. Sin embargo estos no son las únicas condiciones que amenazan su normal funcionamiento. La falta de accesibilidad en periodos de crisis, la vulnerabilidad intrínseca de los elementos que componen el sistema, la dependencia con otros elementos exteriores, la baja capacidad de control y preparación para crisis; son factores que también incrementan su vulnerabilidad y no permiten la seguridad del abastecimiento de la población de este recurso indispensable como lo es el agua.

Cabe renombrar algunos eventos ocurridos en Ecuador. Durante el fenómeno de El Niño de 1997-1998, en la Costa, se rompieron tuberías a causa de deslizamientos, se perdieron captaciones de agua y por tanto se interrumpió el servicio a las áreas urbanas. (D'Ercole y Trujillo, 2003). En 1999 tras la erupción del volcán Guagua Pichincha y el 2002 del Reventador, la caída de ceniza tuvo grave afectación sobre el abastecimiento de agua potable. Dentro de las consecuencias deploradas en el DMQ resaltaron la perturbación y

1

Por ejemplo, el 90% de la población de Honduras quedó sin servicio de agua potable después del huracán Mitch en 1998. El terremoto del 21 de mayo del 2003 provocó la ruptura del abastecimiento de agua potable en Argel (Argelia). De la misma manera las redes de distribución de agua potable fueron casi totalmente destruidas en la provincia del Sichuan (China) afectada por el terremoto del 12 de mayo del 2008.

la suspensión de los servicios de distribución, casos de contaminación de fuentes de agua, en particular las fuentes al aire libre, y el desabastecimiento de algunos barrios (Estacio y D'Ercole, 2003; Estacio, 2005). En el 2003, la rotura del oleoducto que transporta el petróleo crudo a la costa contaminó la fuente de abastecimiento de Papallacta pero la catástrofe, al menos en lo que respecta a la población del Distrito, se evitó gracias a la rápida intervención de la EMAAP-Q.

Todos estos ejemplos demuestran la fragilidad de los sistemas de abastecimiento de agua y la necesidad de reflexionar en términos de alternativas a las redes públicas de agua potable, en particular en previsión de períodos de emergencia.

Este estudio pretende orientar la investigación científica sobre riesgos en dirección de la gestión de crisis, a la vez por una vulnerabilidad creciente de los sistemas urbanos y por las limitaciones de la acción preventiva (protección tecnológica, planificación preventiva urbana). Así el interés creciente de considerar la gestión de crisis como un objeto científico y de investigar en aspectos todavía muy poco considerados desde el punto de vista científico: el agua en períodos de emergencia, y en particular las fuentes alternativas de agua potable en la hipótesis de ruptura de las redes públicas.

La investigación actualiza el libro La Vulnerabilidad del DMQ (D'Ercole y Metzger, 2004) focalizándose en el sistema de abastecimiento de agua potable. Además se identifican, localizan y caracterizan las fuentes alternativas de agua fuera y dentro de la red de la EMAAP-Q. Las alternativas las constituyen las mismas fuentes utilizadas por la red de agua potable como vertientes y acuíferos, también fueron considerados los pozos de los sistemas autónomos como instituciones o empresas que no son totalmente dependientes de estas redes La distribución de este recurso también es considerada mediante móviles o tanqueros. La capacidad de producción de estos pequeños sistemas a nivel general es baja para alcanzar a cubrir las necesidades de toda la población del DMQ sin embargo, representan fuentes continuas de agua a las que la población podría recurrir en contexto de crisis.

Se aprecia la mayor dependencia de la ciudad de Quito (solo parroquias urbanas) a la red de abastecimiento de agua potable debido a la poca presencia de alternativas fuera de la misma. Esta zona presenta mayor densidad de población así como el mayor número de elementos útiles en manejo de crisis por lo tanto la mayor necesidad de alternativas por número de usuarios estratégicos se contrasta con la menor capacidad lo que vuelve vulnerable esta parte de territorio.

Este estudio no pretende localizar todas las alternativas ni solucionar todas las necesidades en cuanto a abastecimiento de la población del DMQ, la determinación de estas zonas de vulnerabilidad constituye un apoyo tanto para los organismos operativos de emergencia como para los planificadores urbanos llegando a medidas preventivas que permitan reducir la dependencia y aumentar la autonomía de los sectores urbanos más vulnerables en cuanto al recurso agua potable.

CAPITULO I

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL DMQ Y SU VULNERABILIDAD

1.1 El Agua en el Distrito Metropolitano de Quito

1.1.1 Hidrología –recursos-

El Distrito Metropolitano de Quito DMQ tiene una superficie de 4.272 km² es la capital del Ecuador y se localiza en la región sierra agrupando a más de 2'200.000 habitantes (ver mapa 1). Los recursos hídricos del Distrito Metropolitano de Quito DMQ están constituidos por las aguas superficiales de la cuenca alta del río Esmeraldas que nacen en la hoya de Quito, aguas subterráneas (acuíferos de Quito) y los trasvases de las subcuencas orientales que captan aguas de ríos Antisana, Oyacachi y Papallacta. El DMQ se ubica en la cuenca hidrográfica del río Guayllabamba y su sistema hídrico está formado por los ríos de alta montaña. El Plan de Manejo de la Calidad del Agua¹ (PMCA) elaborado en el 2005, cita como las principales subcuencas a las de los ríos:

- San Pedro: inicia a los 2.760 msnm y concluye en la confluencia con el río Machángara, a 2.080 msnm.
- Machángara: inicia a los 2.180 msnm y está nutrido por varias quebradas del sur de Quito; este río es el principal receptor de las descargas de aguas residuales del sur y centro de la ciudad.
- Guayllabamba: se forma a los 2.080 msnm por la confluencia de los ríos San Pedro y Machángara; otros afluentes importantes son los ríos Chiche, Guambi, Urvia, Coyago, Pisque y Monjas.
- Monjas: inicia los 2.470 msnm y converge con el río Guayllabamba a los 1.655 msnm. Este río recibe las aguas residuales del sector norte de la ciudad.

1.1.2 Usos del agua

Existen tres usos formales declarados del recurso hídrico en Quito:

- Con fines de riego
- Fines de generación hidroeléctrica
- Abastecimiento de agua potable

Los ríos Pita y San Pedro son utilizados para abastecimiento de agua potable y generación hidroeléctrica. Y el río Pisque ubicado en la zona más seca de la hoya de Quito con fines de riego.

De acuerdo al Plan Maestro de Agua potable de 1998 el uso de agua potable con fines domésticos en Quito era del 76% mientras que otros usos (industrial, comercial, oficial, municipal) el 24%. En la actualidad el uso doméstico de agua incrementó al 89 en Quito, mientras se redujeron los otros consumos principalmente en comercial y el oficial. A nivel de parroquias suburbanas el consumo era mayor en el año 1998 por el rango del 93% mientras ha aumentado el consumo industrial, oficial y municipal.

¹ MDMQ y DMA, 2008

Tabla 1. Usos del agua en el DMQ

Usos	1998		2006-2008	
	Quito	Parroquias	Quito	Parroquias
Doméstico	76,15	93,2	89	77
Industrial	3,5	2,3	4,9	12
Comercial	9,4	1,2	2,8	2,8
Oficial	7,17	3,3	1,5	5,6
Municipal	3,78	.	1,8	2,6
Total	100	100	100	100

Fuente: Plan Maestro de Agua de Quito, 1998. Estudio de actualización del plan maestro de agua potable, 2010

1.2 El Sistema de abastecimiento de agua del DMQ

1.2.1 Red pública de abastecimiento de agua potable de Quito

La red pública de abastecimiento de agua potable tiene una longitud de 5.701 Km (ver tabla 2) que cubren el Distrito Metropolitano de Quito DMQ y dotan de agua a un 98% de la población (ver gráfico 1). Alrededor de 2'200.000 habitantes se benefician de este servicio.

Tabla 2. Cobertura del sistema y red de agua potable en Quito

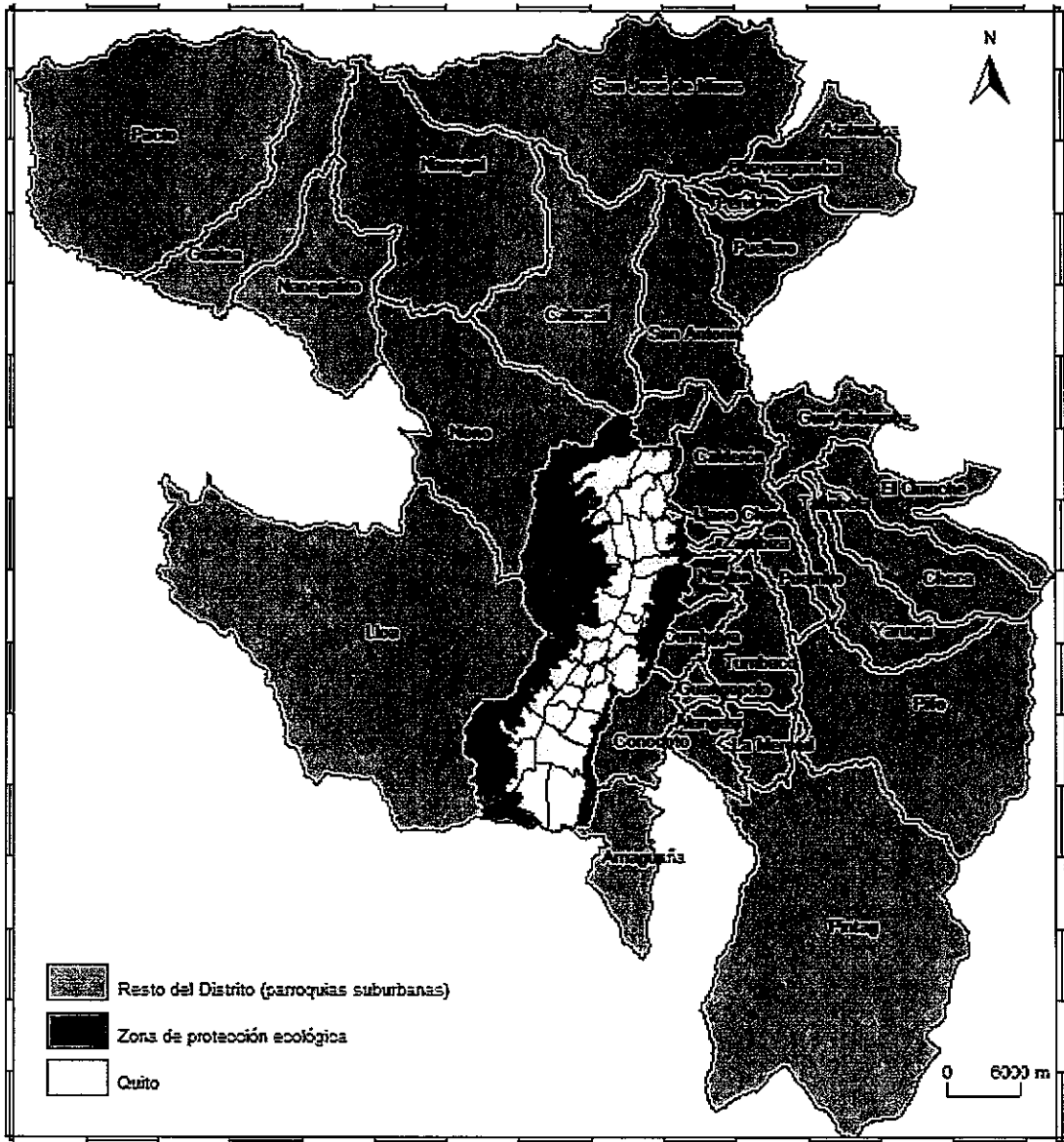
Cobertura	
Agua Potable	%
DMQ	98
Parroquias urbanas	98
Parroquias rurales	96
Red agua potable	Km
Longitud de redes del DMQ	5701

Fuente: EMAAP-Q, 2008

En cuanto a las formas de abastecimiento de agua potable en Quito la población se abastece directamente de la red pública de la Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable EMAAP-Q y tan solo un 2% se abastece de diferentes maneras: acequia o canal (1,13%), pozos (0,52%), carro repartidor (0,15%) y otros (0,15%)² (ver gráfico 2).

² Proyección realizada a partir de datos del Censo 2001

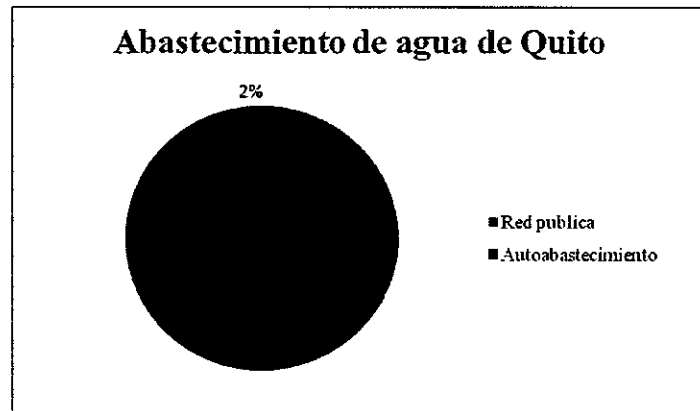
Mapa1. Localización del Distrito Metropolitano de Quito



Fuente: MDMQ, 2003

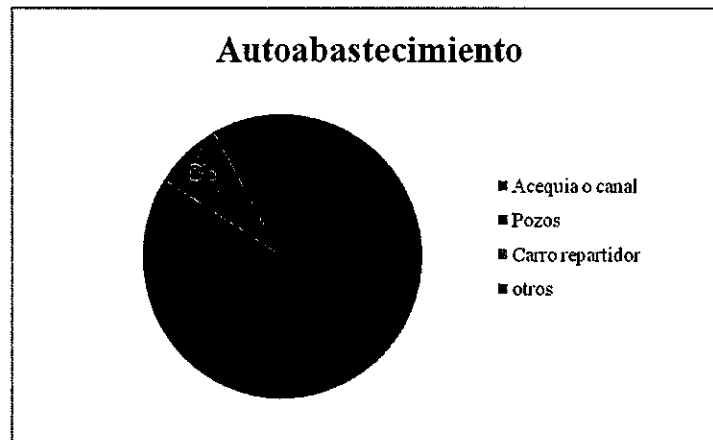
Elaboración: Investigación Gabriela Rodríguez

Grafico 1. Formas de abastecimiento de agua en Quito



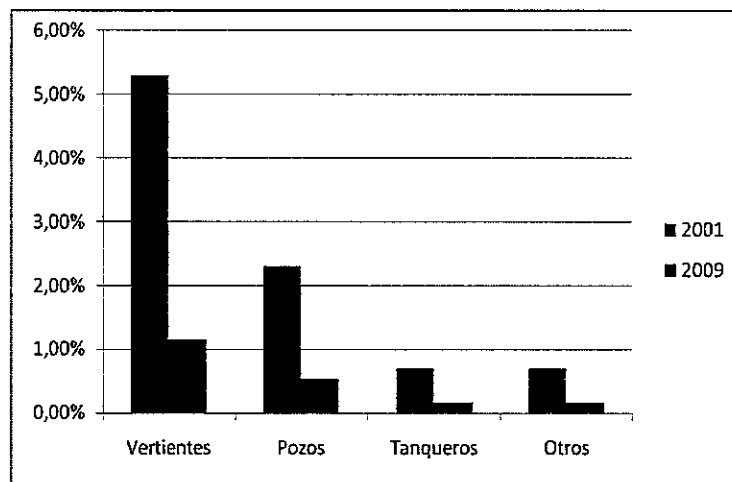
Fuente: EMAAP-Q, 2008

Grafico 2. Formas de autoabastecimiento de agua en Quito



Fuente: EMAAP-Q, 2008

Grafico 3. Proyección datos de autoabastecimiento de agua en Quito



Fuente: EMAAP-Q, 2008

1.2.2 Cobertura de servicio de agua potable de la EMMAP-Q

La Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable EMAAP-Q es la encargada desde el año 1993 de la captación y distribución del agua en Quito. La Empresa Municipal de Agua Potable de Quito, se constituye mediante Ordenanza Municipal N° 3057 del 8 de diciembre de 1993. Sus fines y objetivos son los establecidos en el Código Municipal para el DMQ, publicado en el Registro Oficial No. 226 del 31 de diciembre de 1997 y que son básicamente el suministro de agua potable en condiciones sanitarias apropiadas, para lo cual la empresa deberá desarrollar todas las actividades pertinentes de operación y mantenimiento de los sistemas, así como la distribución y comercialización de agua potable, la recolección de aguas lluvias y la conducción y tratamiento de aguas servidas, integrando los proyectos de agua potable y alcantarillado dentro de los programas de saneamiento ambiental.

Tabla 3. Agua de la EMAAP-Q

AGUA CAPTADA, PRODUCIDA Y DISTRIBUIDA 2008					
	Gravedad	Bombeo	Total captada lt/seg.	Agua producida lt/seg.	Agua distribuida lt/seg.
PLANTAS					
Plantas de la ciudad	5.552	206	5.759	5.648	5.543
Plantas rurales	631	222	647	463	450
Subtotal Plantas	6.184	228	6.406	6.111	5.993
POZOS					
Pozos ciudad		68	68	68	68
Pozos parroquias		178	178	178	178
Subtotal pozos		246	246	246	246
VERTIENTES					
Subtotal vertientes	749		749	749	749
Total lt/seg.	7.047	468	7.515	7.106	6.988

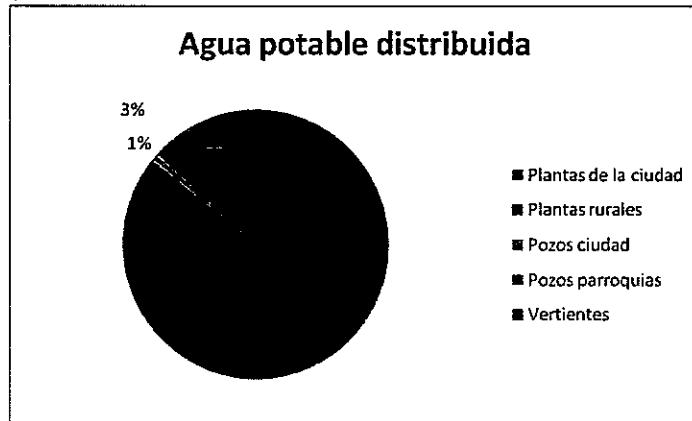
Fuente: EMAAP-Q, 2008

Según Estacio (2003) la diferencia de cantidad de agua se debe a que al referirnos al agua captada hablamos del agua que ingresa a las plantas proveniente de las líneas de captación, no se considera el agua proveniente de redes redistribución de otras plantas, excepto en El Troje de cuya agua que ingresa el 70% aproximadamente se redistribuye a la línea de captación Pita-Puengasí. El agua producida es aquella agua que se potabiliza y está apta para el consumo, aunque parte del agua se queda en el procesamiento por sedimentación o por almacenamiento temporal en tanques piscinas de las mismas plantas. Y el agua distribuida es aquella que se distribuye a través de tanques, estaciones de bombeo y líneas primarias y secundarias, la cantidad de esta agua decrece del agua producida significando que los volúmenes de agua conducidos a las plantas no son iguales de las que salen de las mismas.

Según la tabla 3 la producción total de la EMMAP-Q es de 7,1 m³/seg. distribuidos por plantas, pozos y vertientes. Las plantas representan el 85% del total de agua

distribuida a nivel de Quito mientras el restante proviene de los pozos y vertientes (ver gráfico 4).

Grafico 4. Agua potable distribuida al DMQ



Fuente: EMAAP-Q, 2008

Las plantas en la ciudad son trece y de las parroquias suburbanas son catorce, en total 27 plantas a nivel del DMQ (ver tabla 4) con producción de 6,1 m³/seg. Se puede apreciar la falta de sistemas de agua en las parroquias noroccidentales, las cuales se abastecen principalmente de vertientes.

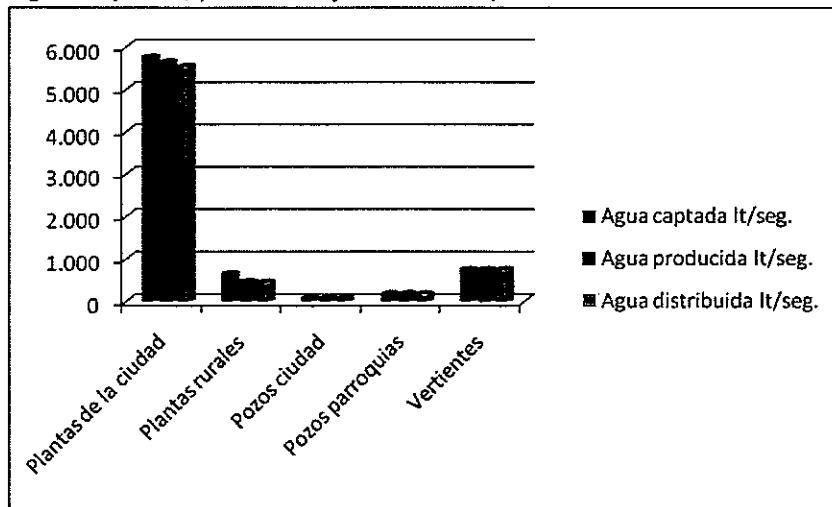
Tabla 4. Plantas de tratamiento de agua en el DMQ

Zona urbana	Zona rural
Bellavista	Conocoto
Puengasí	El Quinche
El Placer	Checa
Toctiuco	Yaruquí
Torohuco	Tababela
Noroccidente	Tumbaco
Rumipamba	Guayllabamba
Cochabamba	Calluma
Iñaquito	Ocaña
Chilibulo	Chaupimolino
Troje	Línea Oyambarillo
Libertad-Chillo Gallo	Línea aeropuerto
Pichincha Sur	Iguñaro
	Tesalia

Fuente: EMAAP-Q, 2008

En el gráfico 5 se aprecia que los pozos y vertientes producen un total estimado de 995 lt/seg. de agua. Los pozos de la ciudad 68 lt/seg. mientras los pozos a nivel parroquial distribuyen casi el triple de agua, es decir 178 lt/seg. Las vertientes producen 749 lt/seg.

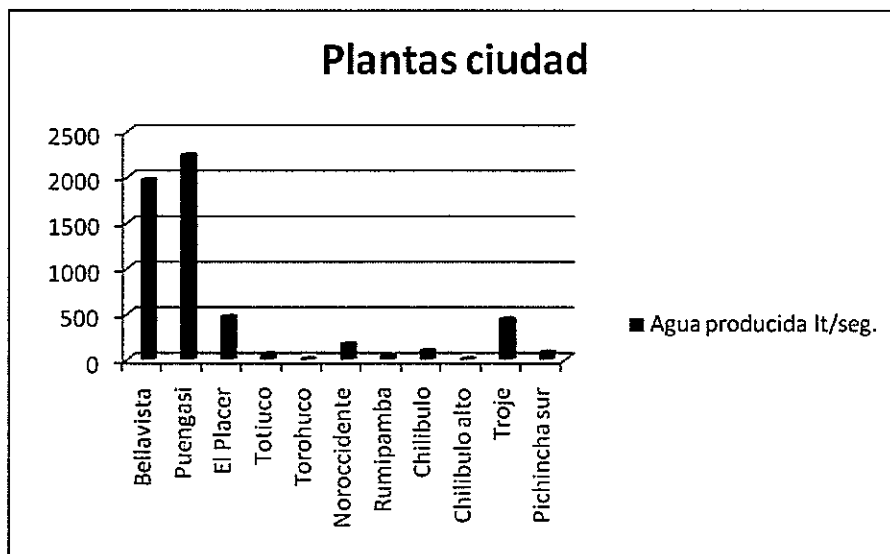
Grafico 5. Agua captada, producida y distribuida por la EMAAP-Q



Fuente: EMAAP-Q, 2008

El siguiente grafico n° 6 nos muestra la producción de las plantas de la ciudad con los niveles de producción en litros por segundo, podemos apreciar las cuatro plantas mayores: Bellavista, Puengasí, El Placer y El Troje de quienes se detallará más adelante. Las plantas con mayor nivel de producción de agua, después de las principales son la planta Noroccidente (166 lt/seg.) y la de Chilibulo (97 lt/seg.)

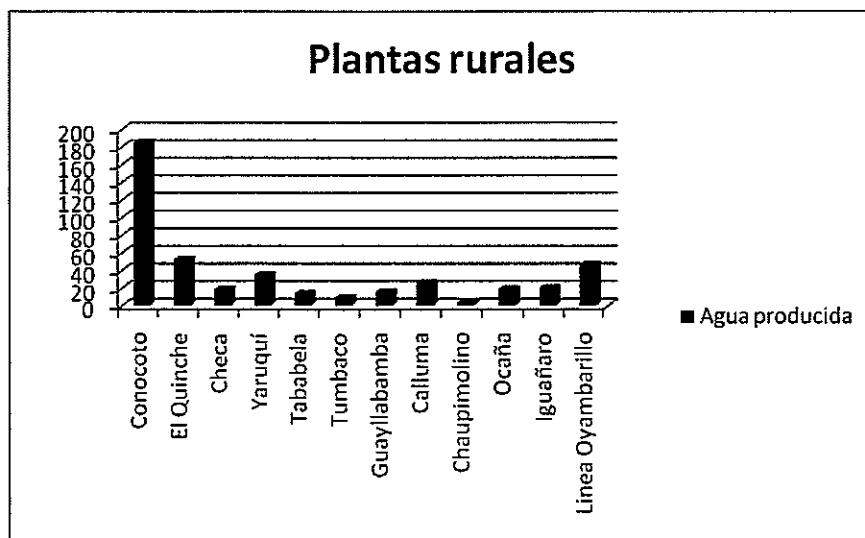
Grafico 6. Distribución de agua de las plantas de la ciudad



Fuente: EMAAP-Q, 2008

En el grafico n° 7 sobre de la producción de agua potable de las plantas de rurales podemos observar que las plantas con mayor producción en la zona suburbana son las parroquias orientales de Conocoto, El Quinche, Linea Oyambarillo y Yaruquí. Sin embargo, las plantas de mayor producción y distribución son las plantas de la ciudad.

Grafico 7. Distribución de agua de las plantas rurales



Fuente: EMAAP-Q, 2008

1.3 Historia de abastecimiento de agua en Quito

Quito fue fundada el 6 de diciembre de 1534 por Sebastián de Benalcázar y otros españoles. Según el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias IEOS en 1536 el Cabildo concedió el derecho de aguas de las fuentes de las Llagas al Convento San Francisco para uso doméstico y de riego. Y mediante la fuente de San Francisco a consumo público de la ciudad que en ese momento contaba con un poco más de 200 habitantes. Los moradores accedían directamente a la fuente o por medio de aguadores que prestaban el servicio a domicilio en los denominados pondos o vasijas de barro.

En los siglos siguientes se utilizó de igual forma la vertiente chorrera del Pichincha (actual barrio El Placer). En el siglo XIX con la disminución de los caudales y aumento de necesidades en la población (aproximadamente 40.000 habitantes) el Gobierno optó por adquirir las aguas provenientes del Atacazo y en 1893 las aguas se adjudicaron al Municipio de Quito.

En el Congreso de 1902-1905 se estableció un fondo para estudios de agua y canalización a cargo de la empresa alemana Mannesmann para utilizar las aguas del Pichincha y del Atacazo proyecto aprobado el 13 de septiembre de 1905.

Por decreto supremo de mayo de 1906 se declararon obras nacionales y de beneficencia las de agua potable y canalización de Quito, por la cual se asignó el 5% de los derechos de importación de aduanas marítimas de la república, creándose al mismo tiempo la Junta de Agua Potable y Canalización de Quito. La casa Manesmann construyó el sistema de agua potable de Quito que fue terminado en 1911.

En el año de 1913 se construye la planta de purificación a base de filtros lentos en El Placer y la estación de bombeo El Sena con un caudal promedio 200lt/seg.

Desde 1925 a 1940 la ciudad de Quito se extiende hasta el norte, donde su población se duplicó prácticamente (ver cuadro siguiente) la demanda aumentaba y el agua era insuficiente. Ante esta necesidad el Concejo Municipal contrató en 1941 la perforación de 5 pozos en la hacienda La Carolina para la producción de 20.000 m³ por día. Los pozos se ampliaron de igual forma al norte donde empezaron su funcionamiento entre 1944 y 1947.

En 1947 se construye el Canal de Lloa que aumenta la entrada en 180 l/s a la Planta de El Placer.

El Concejo de Quito resolvió crear la Empresa Municipal de Agua Potable el 19 de mayo de 1959 como organismo que se encargue exclusivamente del servicio de agua potable.

La construcción del actual sistema de alcantarillado de la ciudad de Quito se inició a principios de siglo en el Centro Histórico, al ser canalizadas las primeras quebradas de las múltiples que cruzan la ciudad en sentido occidente-oriente.

Se constituye la Empresa Municipal de Alcantarillado en una Empresa Pública Municipal, con personería jurídica propia y autonomía administrativa y patrimonial mediante Ordenanza Municipal el 15 de noviembre de 1962. Fue creada fundamentalmente para prestar el servicio de alcantarillado de la ciudad de Quito y las parroquias rurales del Cantón.

1.4 Crecimiento poblacional y urbanización Una amenaza para el recurso

El crecimiento poblacional acelerado y desproporcionado ha condicionado a Quito desde sus inicios en la necesidad de obtener permanentemente nuevas fuentes del recurso hídrico (cada vez más lejanas) para abastecer a la población. Podemos observar que entre 1760 y 1888 tanto la población como la superficie de Quito crecen muy poco debido entre otras causas, a la tradición agrícola del país (ver tabla 5). De 1888 a 1946 se pasa de un tipo de crecimiento concentrado en el centro histórico a una extensión longitudinal. La construcción de la Terminal de ferrocarril al sur del Centro Histórico favorece la industrialización y la conformación de barrios populares. Entre 1888 y 1946 se da una densificación permanente aunque lenta. Las clases acomodadas empiezan a instalarse en el norte de la ciudad y se vive, hasta 1970, un desplazamiento funcional del centro histórico hacia la Mariscal. A partir de 1970 el crecimiento demográfico es fuerte por el crecimiento natural y los aportes migratorios. Se extienden los barrios populares en la periferia de la ciudad y se desarrolla el norte de la ciudad en parte por la especulación inmobiliaria y del suelo (CEPEIGE y otros, 2002).

Tabla 5. Crecimiento poblacional en Quito

Área cubierta	Año	Población total
Quito	1534	205
Quito	1650	3.500
Quito	1748	58.000
Quito y cinco parroquias	1779	60.987
Provincia de Pichincha	1825	54.250
Provincia de Pichincha	1840	79.161
Quito	1858	27.900*
Quito	1886	39.600
	1906	51.526
Quito	1922	80.702
Quito	1933 (estimado)	107.192
Quito	1947	187.077
Quito (urbano y rural)	1950	224.344

Fuente: FAO, 1998

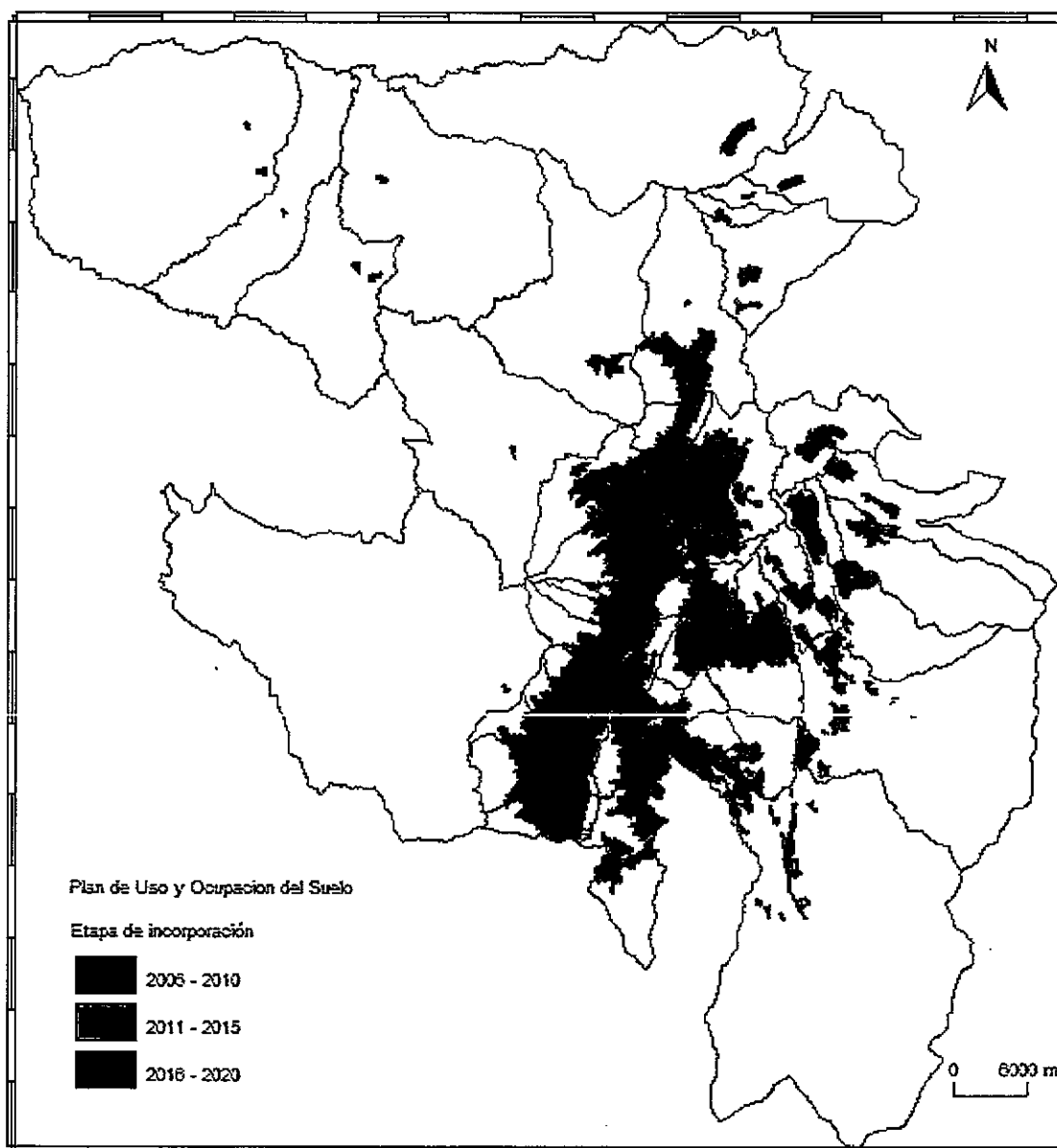
Debido al incremento de la población y su acelerada actividad poblacional que ha causado el aumento de producción de gases invernadero, abuso de los recursos naturales, contaminación del ambiente, ampliación de la frontera agrícola, pérdida de biodiversidad entre otras, se ha hablado del polémico cambio climático. La EMAAP-Q ante la amenaza del cambio climático que podría reducir o provocar la desaparición de los glaciares y afectar paulatinamente a la disponibilidad de agua plantea algunas soluciones:

- La reducción o la desaparición de los caudales superficiales y subterráneos que entregan esos grandes cuerpos de agua;
- El aumento en la concentración de sedimentos que transportan los ríos
- La elevación de la frontera agrícola a los páramos, con lo cual se reducirá el espacio de las cuencas aportantes y se afectará a la calidad de la esorrentía.
- Mayores conflictos que podrán surgir por los usos del agua.
- Mayor migración que podrá producirse hacia la Región Interandina, por el aumento de los niveles de los océanos.
- El incremento del consumo de agua potable por los cambios de los hábitos de los habitantes para adaptarse a un clima más caluroso.

Ante toda esta problemática el MDMQ ha planteado el Plan de Uso y Ocupación del suelo de Quito PUOS en etapas de incorporación del suelo urbano hasta el año 2020

con un crecimiento limitado del DMQ en 3 etapas: 2006-2010, 2011-2015 y 2016-2020. En el PUOS podemos observar (ver mapa 2) un crecimiento hacia el este, el desarrollo de los centros poblados de los valles de los Chillos y Cumbayá-Tumbaco (parroquias orientales); y hacia las parroquias noroccidentales.

Mapa 2. Plan de Uso y Ocupación del Suelo del DMQ



Fuente: MDMQ, Plan de Uso y Ocupación de Suelo PUOS (2008)

Elaboración: Investigación Gabriela Rodríguez

El sistema de agua potable de la EMAAP-Q se irá expandiendo más y más con motivos *de satisfacer la demanda de agua* misión de la EMMAP-Q sin embargo, este sistema tiende a fragilizarse a la población en periodos de crisis en el caso de no contar con alternativas fuera y dentro de esta red.

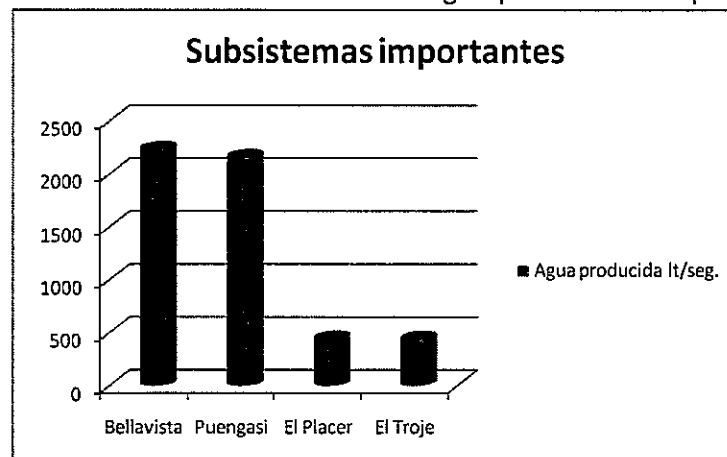
Un sistema muy caro, eficiente y de calidad como el de la EMAAP-Q supone la satisfacción de necesidades pero en casos de desastre la población, por la alta dependencia (98% consumen agua de la EMAAP-Q) del mismo se vuelve vulnerable. Estas alternativas dentro del sistema funcionan y han funcionado (en el caso de las crisis anteriores) ante amenazas no muy severas (como la caída de ceniza del volcán Guagua Pichincha 1999 y Reventador 2002) sin embargo ante un evento de gran magnitud como un sismo de gran escala o ante la eventual erupción del Cotopaxi no estaría preparado.

1.5 Elementos y lugares esenciales del abastecimiento de agua potable del DMQ

El abastecimiento de agua potable del DMQ a breves rasgos es el producto de tres procesos sucesivos: la captación, la conducción del agua hasta una planta, el tratamiento del agua para hacerla potable y la distribución al consumidor (a través de red de tanques y líneas de distribución).

El 92% del abastecimiento de agua por plantas en el distrito se realiza por cuatro subsistemas³ principales en relación a 4 plantas: Puengasí, Bellavista, El Placer y El Troje (ver grafico 8).

Grafico 8. Producción de la los subsistemas de agua potable más importantes



Fuente: EMAAP-Q diciembre, 2009

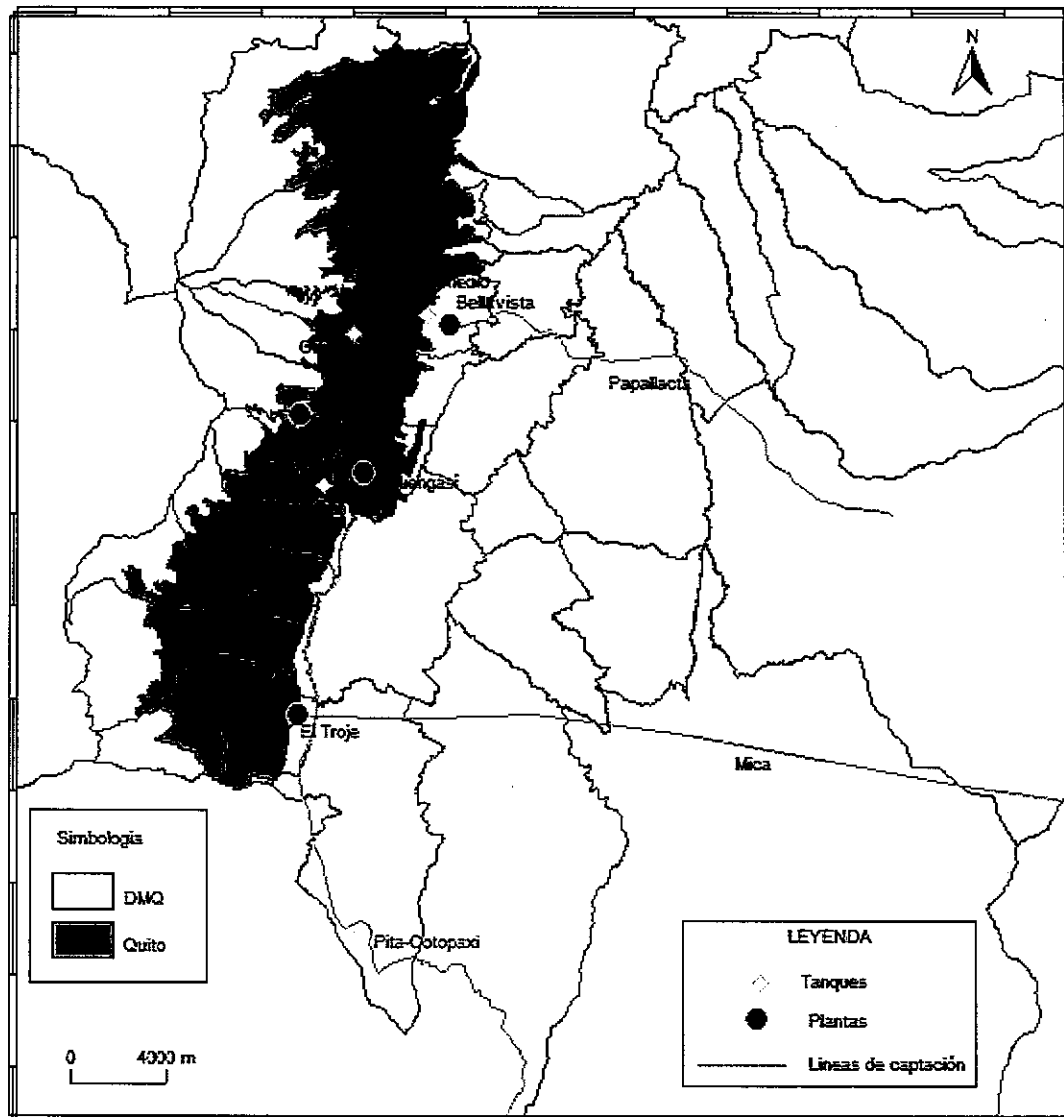
Dentro del estudio de elementos esenciales de abastecimiento de agua potable del DMQ (D'Ercole Y Metzger, 2002) se determinaron dentro de los elementos esenciales del sistema de abastecimiento de agua potable del DMQ los sistemas de abastecimiento de Bellavista con 2,2m³/seg. Puengasí con 2,1m³/seg, El Placer 0,44m³/seg y El Troje⁴ 0,43m³/seg⁵ (ver mapa 3).

³ Según D'Ercole y Metzger se habla del sistema de agua potable en conjunto, por lo tanto al hablar de los elementos que lo conforman se habla de subsistemas

⁴ El Troje entro en funcionamiento en el año 2002, al 2008 utiliza el 59% de su capacidad de producción de agua potable, lo que registra un 20% de aumento en relación al año 2004.

Después de la captación, la transmisión y el tratamiento, el agua potable transita por tanques de distribución⁵. En el DMQ existen tres considerados esenciales el más importante por su capacidad es el tanque Carolina medio (17.000m³) además los tanques Bellavista (9000 m³) y Alpuhuasi alto (8.450 m³)

Mapa 3. Elementos esenciales de abastecimiento de agua potable de Quito



Fuente: MDMQ, Elementos esenciales del DMQ (2002)

Elaboración: Investigación Gabriela Rodríguez

⁵ En los datos al 2008 se aprecia una disminución a los caudales de las plantas principales debido principalmente al funcionamiento de nuevos subsistemas y aumento de caudal de otros.

⁶ Según D'Ercole y Metzger (2002) los tanques de distribución son puntos altos de almacenamiento y de regulación de agua potable antes de que entre en la red de distribución que atiende a los consumidores.

En este estudio también se analizaron los elementos de acuerdo a su importancia funcional en relación a todo el sistema de abastecimiento.

Es así que se evidencia la dependencia reciproca entre los cuatro sistemas principales y las zonas de abastecimiento y el impacto que ocasionaría el no funcionamiento de un sistema sobre los otros. Los elementos esenciales del sistema de abastecimiento de agua potable de Quito son:

- Tres líneas principales de captación
 - línea de los paramos del Papallacta que alimenta a la planta de Bellavista
 - línea del río Pita proveniente del Cotopaxi que alimenta a Puengasí
 - línea de la laguna La Mica proveniente del Antisana que alimenta El Troje
- Cuatro Plantas principales de tratamiento de agua: Puengasí, Bellavista, El Troje y El Placer
- Tres tanques principales: Bellavista, Carolina medio y Alpahuasi Alto

1.6 Nuevos elementos del sistema de abastecimiento de agua del DMQ

Las necesidades crecientes de agua en la capital ha obligado a la EMAAP-Q a pensar en nuevos proyectos, los barrios menos abastecidos se localizan al sur de la ciudad y en las parroquias orientales. Debido a estas necesidades en el año 2008 y 2009 han sido inaugurados dos nuevos proyectos de abastecimientos de agua en Quito. Los proyectos son Tesalia y parroquias orientales.

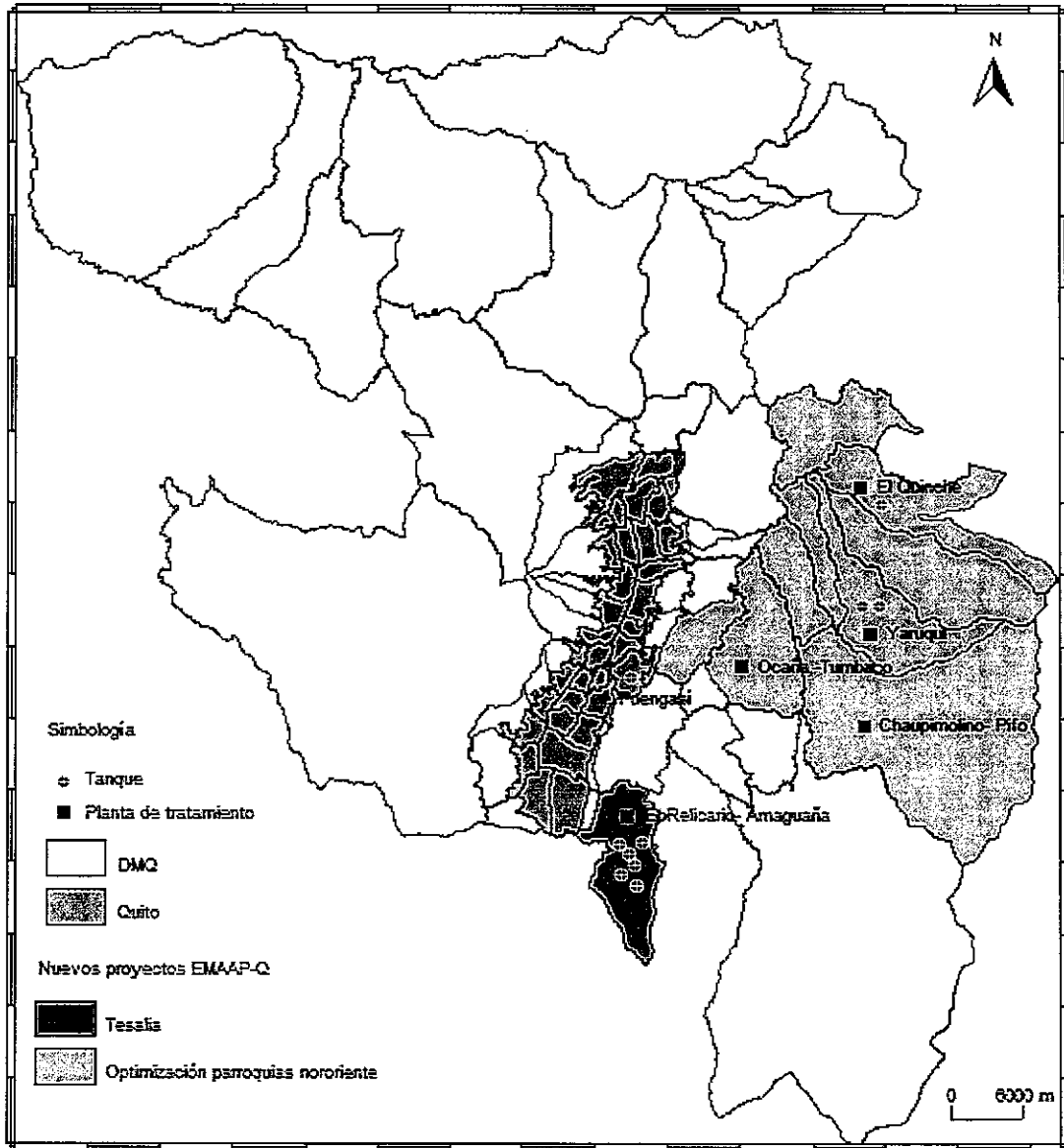
El **proyecto Tesalia** plantea en dotar de agua al valle de los Chillos beneficiando a las parroquias de Amaguaña, Alangasí, Guangopolo y Conocoto aprovechando los recursos de la quebrada La Plata en el sector Tesalia. Este proyecto incluye una planta de tratamiento en Amaguaña y 6 tanques de almacenamiento con una capacidad de casi 3850m³ entre todos: Tanque Medrano (250m³), Relicario (250m³), Cachipicha(250m³), Tres Cruces (100m³), Paredes (1000m³), y tanque La Providencia Alta (2000m³),

Según el estudio de actualización del Plan Maestro integrado de agua potable ya alcantarillado del DMQ (Informe 2010) la planta de tratamiento Tesalia, construida por las empresas COANDES y ECOSAN en el año 2007, entro en operación en el año de 2008. Se encuentra ubicada en el sector de El Relicario en la parroquia de Amaguaña, a una cota de 2770 m.s.n.m.; de acuerdo con las memorias de diseño de la planta, el caudal de operación es de 400 l/s. pero en la actualidad está operando con un caudal promedio de 140 l/s. El agua tratada en Tesalia proviene de la captación construida en la quebrada de La Plata, junto a la fábrica Tesalia, cercana a la ciudad de Machachi.

De igual forma el **proyecto optimización parroquias noroccidente** plantea aumentar el caudal de las ya existentes plantas en estas parroquias e incluye 4 plantas de tratamiento y tres tanques de almacenamiento de agua. Los beneficiarios son las personas que habitan en esta parroquias y por supuesto la nueva zona aeropuerto ubicada en Tababela.

Un nuevo elemento ha sido integrado al sistema Puengasí y es el **tanque Puengasí** con una capacidad de 5000m³ el cual reduciría en cierta forma la vulnerabilidad del subsistema del mismo nombre y la falta de alternativas entre este sistema y el tanque Alpahuasi alto que abastecen la zona sur de Quito (ver mapa 4).

Mapa 4. Nuevos elementos al sistema de abastecimiento de agua de la EMAAP-Q



Fuente: EMAAP-Q, 2009

Elaboración: Investigación Gabriela Rodríguez

1.6.1 Proyectos de la EMAAP-Q a construirse a corto y mediano plazo

La Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito dentro del estudio de actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado con el fin de establecer un calendario de la oferta de agua cruda, ha hecho las siguientes suposiciones de proyectos:

- La construcción de la planta Paluguillo entrara en operación en el 2010 para abastecer a las parroquias orientales con una capacidad de 600 lt/seg.
- La construcción del proyecto Galería Guápulo incorporará al sistema 72 lt/seg. en el 2012
- La segunda fase de la optimización La Mica (con regulación) entregará 180 lt/seg. en el 2012
- El proyecto optimización Atacazo-Lloa aportará 180 lt/seg. a partir del 2011
- El proyecto Sena – Colinas Norte entrará en funcionamiento en el 2010 aportando 59lt/seg.
- Durante el periodo 2010-2017 el bombeo del sistema Papallacta se incrementará de 2.100 l/s (para abastecer las Plantas de Paluguillo y Bellavista (o Calderón en caso de que la alternativa de conducción que incluye esa planta sea seleccionada) hasta 3.000lt/seg. en el 2017

El DMQ podría afrontar un déficit de agua durante el periodo 2010-2017 bajo condiciones de oferta mínima (caudales mínimos de estiaje) y máxima demanda diaria (épocas de estiaje). El déficit se daría con mayor o menor grado en función del crecimiento real que experimente el DMQ, en función del éxito que tengan los programas de reducción de pérdidas, reducción del consumo, y uso eficiente del agua y de la rapidez con la que se den los efectos del fenómeno de cambio climático.

Con estos proyectos y el más importante el Proyecto Ríos Orientales PRO la EMAAPQ pretende dotar de agua a Quito hasta el año 2040.

1.7 La vulnerabilidad de los grandes subsistemas de abastecimiento de agua potable

El libro Vulnerabilidad en el DMQ (D'Ercole y Metzger, 2004) en base al análisis de los elementos esenciales de agua potable (elementos de importancia mayor) señala que los cuatro grandes subsistemas son justamente los más vulnerables.

1.7.1 Los grandes subsistemas

Subsistema Bellavista

La planta de tratamiento Bellavista (creada en 1989) es la principal fuente de abastecimiento de Quito y parte del DMQ. Además su línea de captación abastece no solo a esta planta sino a un sinnúmero de plantas suburbanas a través de su nuevo proyecto de optimización Papallacta. Las fuentes de producción se localizan al suroriente de Quito, en el margen oriental de la Cordillera por lo que requieren de un

importante sistema de bombeo y de un túnel para cruzar hacia el corredor interandino (Estacio, 2003).

El subsistema Bellavista presenta la menor vulnerabilidad. Las debilidades identificadas se encuentran en los dos extremos del proceso de abastecimiento de agua, por una parte completamente aguas arriba a nivel de la conducción y, por otra, en las líneas de distribución. Globalmente, la vulnerabilidad intrínseca es baja, pues se trata de un sistema relativamente nuevo. La primera vulnerabilidad proviene de la exposición a amenazas de la tubería de conducción que, en especial atraviesa zonas expuestas a los lahares del Cotopaxi (D'Ercole y Metzger, 2004).

Subsistema Puengasí

La planta de Puengasí (desde la cual se ha trazado una tubería principal que llega hacia la planta del El Placer al otro lado de Quito), presenta una gran cobertura para Quito. Las fuentes de producción se localizan al suroriente de Quito, en las faldas del volcán Cotopaxi. La zona atendida exclusivamente por Puengasí es un espacio muy densamente poblado. Se cuentan alrededor de 570.000 personas (Estacio, 2003).

La línea está muy expuesta a las amenazas, especialmente por la inestabilidad de los suelos y los potenciales lahares del Cotopaxi. Además, esta no dispone de alternativa alguna y sufre de la ausencia de personal calificado permanente. La capacidad de control es igualmente limitada debido a la ausencia de televigilancia y a un difícil acceso, y la preparación para crisis, comparable a la de las demás líneas de conducción es, al parecer, poco eficiente. En definitiva, el único punto positivo de esta línea es su poca dependencia de elementos exteriores.

Se tiene pues un verdadero problema de vulnerabilidad de la conducción del subsistema Pita que, además, llega a una planta que presenta una vulnerabilidad más bien elevada por su dependencia de elementos exteriores y sus debilidades intrínsecas (antigüedad de las instalaciones, insuficiencia de mantenimiento, fragilidad del tanque de reserva en terrocemento y de las válvulas de clorogás) (D'Ercole y Metzger, 2004).

Subsistema El Placer

Recoge las aguas del Atacazo, de Lloa y del Pichincha y son transportadas a la planta El Placer. En total recibe 400 l/seg. de estas tres fuentes. Además de recibir los caudales de la planta Puengasí.

Las debilidades corresponden a una elevada vulnerabilidad intrínseca, debida en particular a la antigüedad del subsistema, el más viejo de los cuatro analizados. Pero además, la línea de captación está gravemente expuesta a las amenazas de origen natural pues se sitúa en las laderas del Pichincha, sector sometido a todas las amenazas, salvo la inundación. Más expuesta que todas las demás, la planta El Placer es susceptible de daños (D'Ercole y Metzger, 2004).

Subsistema El Troje

Abastece al sur y sur oriente del Distrito mediante su planta El Troje. Las fuentes se localizan en la laguna Micacocha que retoma las aguas del Antisana. La laguna está localizada a 70 kilómetros al sur-este de la ciudad de Quito, en las faldas del volcán Antisana a 3.900 msnm. La conducción se desarrolla en dirección Noroeste hasta llegar al sector El Troje cerca del perímetro urbano del sector Sur de Quito, en donde se ubica la planta de tratamiento (Estacio, 2003).

La primera vulnerabilidad del subsistema La Mica, centrado en la planta El Troje, proviene de la exposición a las amenazas de la línea de conducción. Globalmente la vulnerabilidad es relativamente elevada ligada a la exposición, a la dependencia de elementos exteriores y sobre todo a la inexistencia de alternativa de funcionamiento, tanto de la conducción como de la planta (D'Ercole y Metzger, 2004).

De acuerdo a las características de cada subsistema, la importancia radica en aquellas que presentan plantas con mayores zonas de abastecimiento. En este caso la más importante es la Zona Hídrica de Bellavista, pues su abastecimiento presenta grandes zonas que se extienden al norte, extremo norte y noriente de Quito.

Esto hace suponer que la planta Bellavista es la de mayor abastecimiento sin considerar su línea de captación que es un eje fundamental para la dotación de agua en parroquias suburbanas. La segunda zona de mayor importancia es la Zona Hídrica Puengasí-El Placer que cubre gran parte del centro y Sur de Quito, donde el eje operacional es la planta Puengasí. En tercer lugar se encuentra la Zona Hídrica Mica que abastece al sur y extremo sur de Quito donde la planta El Troje podría cubrir a futuro una zona de mayor magnitud.

Las dos plantas más vulnerables, Puengasí y El Placer, son también las que abastecen al centro de la ciudad, lugar donde se concentra una gran proporción de los elementos esenciales (21%) del funcionamiento del Distrito⁷

Según el estudio de actualización del plan maestro de agua potable el estudio de (EPN, DICA, IG, 2005) evaluó los impactos sobre la infraestructura de agua potable ante una eventual erupción del volcán Cotopaxi, que incliye un plan general de mitigación y de protección de obras, consistente en medidas no estructurales y estructurales. En el estudio se establecen los escenarios potenciales de afectación, que varían desde eventos pequeños y muy grandes, y se analizan las condiciones hidráulicas de los flujos de lodo y escombros (lahares) que afectarían directamente a los cruces del sistema Papallacta en el río San Pedro; del sistema La Mica – Quito Sur en los ríos Pita, Santa Clara, Sambache y San Pedro; del sistema Pita en el río El Salto y la obra de toma. Determinándose la alta vulnerabilidad de los sistemas Pita, Papallacta y La Mica – Quito Sur ante una posible erupción del volcán Cotopaxi.

En caso de una erupción del Cotopaxi, se estima que las áreas transversales de flujo laharítico son del orden de 3000 m² en el sector de la unión de los ríos Pita y El Salto y del orden de los 1000 m² en la zona de Pillagua / Nayón, en el río San Pedro.

A lo largo del río Pita, en el cruce de la tubería del sistema La Mica – Quito Sur, el flujo laharítico alcanza niveles mínimos de 30 m sobre el fondo del cauce, con velocidades mayores a 20 m/s. Los caudales máximos estimados en el tránsito del lahar son del orden de los 35 000 m³/s. En el cruce de la misma línea de aducción del sistema. La Mica – Quito Sur con la quebrada Santa Clara, se calculan áreas de 800 m² y correspondientemente caudales máximos del orden de los 10 000 m³/s.

En el extremo norte de la zona de influencia del proyecto - sector de Pillagua - en el cruce de la tubería de aducción del sistema Papallacta, se estima que el caudal máximo del flujo laharítico es del orden de 15 000 m³/s.

En relación con las captaciones y conducciones de los principales sistemas de abastecimiento de la EMAAP-Q, se concluye que los sistemas orientales, por tener más alternativas de funcionamiento, tienen los menores indicadores de vulnerabilidad.

En efecto, el análisis de la vulnerabilidad y de sus diferentes formas, aplicado a los elementos esenciales del funcionamiento del suministro, valida una crítica de fondo a los grandes sistemas de abastecimiento de agua potable impulsados por el financiamiento internacional. Tales sistemas tienen una modalidad de producción del agua potable que se basa en dos grandes principios: producir grandes cantidades de agua y generar agua de muy buena calidad. La otra cara de la moneda es un costo extremadamente elevado y un abastecimiento doblemente vulnerable: para garantizar la cantidad, la longitud de las líneas de captación representa una primera vulnerabilidad, en especial en una zona muy expuesta a amenazas como el DMQ, e implica importantes exigencias en términos de vigilancia directa o a distancia; por otra, para asegurar la calidad, enormes cantidades de agua deben transitar por algunos puntos clave, las plantas, que presentan pocas o ninguna alternativa (D'Ercole y Metzger, 2004).

1.8 Autoabastecimiento de la población del DMQ: sistemas altamente vulnerables

En el DMQ aproximadamente 50.000 habitantes usan un sistema diferente a la red pública de abastecimiento de agua potable de la EMAAP-Q. Esta población se abastece de medios alternativos como: vertiente, acequia o canal, pozos, carro repartidor y otros.

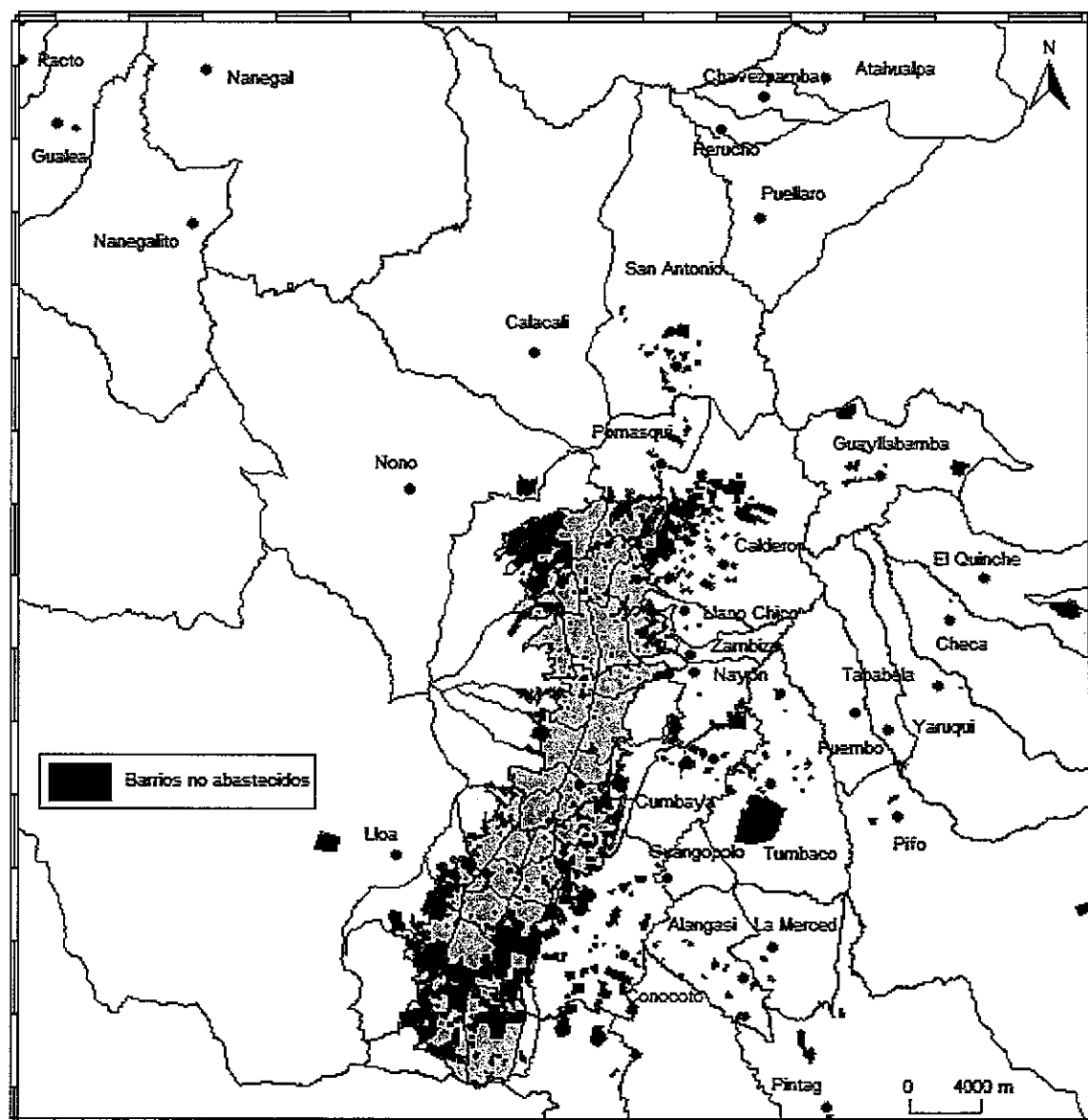
La producción individual y colectiva de agua mediante pequeños sistemas de autoabastecimiento tiene la ventaja de determinar una presión mucho menor sobre el recurso en Quito, en la medida en que los volúmenes producidos y consumidos son más bien bajos⁸. En cuanto al abastecimiento por vertiente, acequia o canal se

^{8, 9} BERMUDEZ Y METZGER, 1996

abastece el 65% de la población, el 26% se abastece por pozos, el 5% por carro repartidor y el 4% de otras formas.

Las parroquias con menor servicio de agua potable y por lo tanto con mayor uso de sistemas alternativos son las del noroccidente: Atahualpa, Chavezpamba, Gualea, Lloa, Pacto, Perucho, Nanegal, Nanegalito, Nono, Puéllaro y San José de Minas con cobertura de agua potable menor al 35% de las viviendas. En menor proporción, las parroquias orientales de los valles con una cobertura promedio del 60%. Y en un mínimo porcentaje algunos barrios de Quito debido principalmente a legalización de los mismos (ver mapa 5).

Mapa 5. Barrios no abastecidos por la EMAAP-Q



Fuente: MDMQ, 2005

Elaboración: Investigación Gabriela Rodríguez

Estos pequeños sistemas de autoabastecimiento presentan innumerables problemas de vulnerabilidad ante fenómenos de contaminación química y sanitaria. Consecuentemente, otro inconveniente mayor para los consumidores de agua potable es la calidad del agua. Si bien para usos de tipo industrial se puede suponer que la calidad de las agua corresponde más o menos al nivel de exigencias de los procesos de fabricación, en lo que atañe al agua potable existe un verdadero problema de calidad⁹.

Pese a los avances de planificación preventiva y normas de construcción, la prevención de riesgo se enfrenta a la cuestión del desarrollo en los barrios autoconstruidos que son más vulnerables. Y con la necesidad diaria de ampliar coberturas de abastecimiento de la población (Bermúdez y Metzger, 1996)

Los sistemas comunitarios de agua o juntas administradoras de agua potable son totalmente independientes y tienen su propia reglamentación, formas de mantenimiento, distribución y tarifas. Lo que representa inconvenientes ante este manejo comunal del agua y demuestra la vulnerabilidad de muchas formas dentro de los sistemas de autoabastecimiento. Así podemos observar varias realidades a nivel de barrios del DMQ a continuación:

“Generalmente los sectores que tienen agua de vertientes aledañas prefieren no ser parte de la red pública de la EMAAP-Q”¹⁰

Altos costos: el barrio el Tablón en Yaruquí tiene una vertiente, el servicio fue implementado por el IESS hace algunos años, pagan 1usd. por el agua. El 70% del barrio no quiere ingresar a la red pública aduciendo que el servicio que ofrece la EMMAP-Q es muy caro y prefieren autoabastecerse.

Manejo por juntas de agua: el barrio José Peralta al sur de la ciudad tiene agua de vertientes aledañas con caudal suficiente para abastecerse, prefiere no ingresar a la red pública de abastecimiento a que a cambio realicen obras como adoquinado en el barrio. Sin embargo el año 2008 entregaron la concesión de agua a la EMAAP-Q.

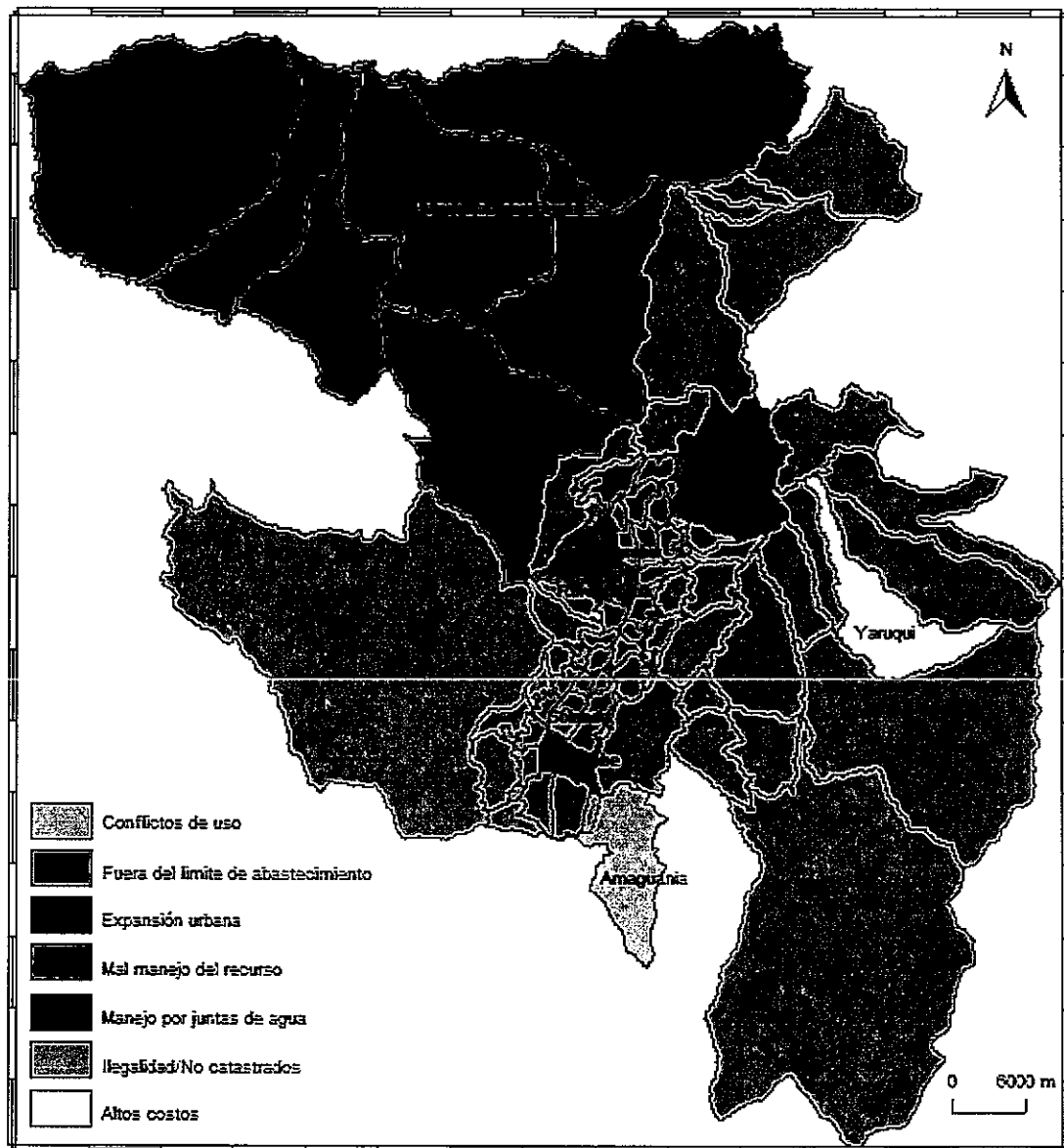
Conflictos de uso: el barrio Armero recibe aguas de la vertiente donde esta actualmente el teleférico de Quito. Debido a las instalaciones del mismo esta agua de vertiente fue destinada en cierta parte al funcionamiento de estas instalaciones. El barrio no quería entregar las aguas. Se llegó a un convenio entre el teleférico, el barrio Armero y la EMAAP-Q para entregar la concesión e integrar a la red pública al barrio.

En el sector la Baquería en Amaguaña vive una familia que ha sido dueña del agua por muchos años. La misma exige el dinero que crea conveniente para dotar de este servicio a los moradores otra opción es mediante mingas, si no se cumplen estos requisitos simplemente hay corte de agua. Hay conflictos entre moradores del sector

¹⁰ Entrevista realizada al Sr. Carvajal encargado del Departamento de estudios y diseños de la EMAAP-Q

que si quieren ingresar a la red pública pero la familia no permite que la EMAAP-Q dote este servicio aduciendo que ellos son los únicos dueños. La EMAAP-Q ha realizado trámites legales en la defensoría del pueblo para que se hagan las peticiones de los moradores del sector. Sin embargo, no se ha llegado a ninguna resolución.

Mapa 6. Conflictos de sectores no abastecidos por la EMAAP-Q



Fuente: Investigación Gabriela Rodríguez, 2009

Fuera del límite abastecimiento: el barrio Santa Clara de San Millán tiene un 50% de abastecimiento de la EMAAP-Q y un 50% de cobertura por vertientes. La red pública abastece la mitad del barrio debido al límite de cobertura. De igual forma sucede en las laderas del pichincha y cantones noroccidentales

Mal manejo del recurso: el barrio Osorio tenía autoabastecimiento por vertiente aledaña por lo tanto no quería ser abastecido por la red pública. Sin embargo, por la falta de mantenimiento, cuidado y mingas constantes se produjo el desecamiento de la

fueron por lo cual dieron a la EMAAP-Q la concesión de aguas para que se encargue de dotar de servicio a todo el barrio.

Ilegalidad/ No catastradas: los barrios del camal metropolitano en el sur de Quito son asentamientos ilegales por lo tanto no pueden ser legalmente abastecidos por la EMAAP-Q, en la actualidad se están haciendo los respectivos trámites de legalización de tierras para así ser atendidos. Estos así mismo se abastecen de fuentes cercanas de otros barrios ya abastecidos por la EMAAP-Q. Estas fuentes ya abandonadas fueron aprovechadas por los concesionarios anteriores de las aguas y son vendidas a otros barrios.

Expansión urbana: ejemplo los barrios de Calderón, las tierras se siguen vendiendo y hay que seguir ampliando la red.

Como podemos observar la vulnerabilidad de estos sistemas de autoabastecimiento también son de carácter social. Mientras unos habitantes piensan en ser parte de la red pública de abastecimiento otros se enfrentan a conflictos de agua por familias que monopolizan el recurso. La vulnerabilidad social no se refiere exclusivamente a la situación de pobreza como carencia de recursos materiales, sino también a la falta de capacidad y de organización necesaria para mejorar la calidad de vida y acceder a diferentes bienes y servicios¹¹. Sin embargo, a pesar de todos estos conflictos las alternativas diferentes a las de la red pública de la EMAAP-Q podría reducir la vulnerabilidad de esta población en el momento en que este sistema no pueda producir o captar agua.

1.9 Importancia de las alternativas de abastecimiento de agua

El agua es el elemento vital e indispensable en situaciones de emergencia tanto porque garantiza las condiciones de vida así como de salubridad necesaria. Debido a la vulnerabilidad múltiple (exposición a amenazas, dependencia con el sistema de energía eléctrica, baja capacidad de control, etc.) de la red de abastecimiento de la ciudad de Quito se determina la necesidad de buscar alternativas en periodos de emergencia. A continuación se exponen varios casos de afectaciones sobre los sistemas de agua potable del Ecuador y otros países, donde se aprecia la fragilidad de los mismos.

1.9.1 Situaciones generadas por emergencias

Según la OPS (1998) los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado son especialmente vulnerables a los desastres naturales y su destrucción o la interrupción de los servicios conllevan graves riesgos sanitarios. Estos sistemas son extensos, a menudo están en mal estado y expuestos a diversos peligros. Las deficiencias en la cantidad y calidad del agua potable y los problemas de eliminación de excretas y otros desechos traen como consecuencia un deterioro de los servicios

¹¹ MONAF, La situación de vulnerabilidad social de la niñez y la adolescencia Modos de intervención

de saneamiento que contribuyen a crear las condiciones favorables para la propagación de enfermedades entéricas y de otro tipo.

Los desastres naturales suelen producir graves daños a las instalaciones sanitarias y a los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado, y tienen un efecto directo sobre la salud de las poblaciones que dependen de estos servicios. En el caso de hospitales y centros de salud cuya estructura es insegura, los desastres naturales ponen en peligro la vida de sus ocupantes y limitan la capacidad de la institución para proveer servicios a las víctimas. En 1988, el huracán Mitch destruyó los sistemas de suministro de agua de 23 hospitales de Honduras y afectó a 123 centros de salud y para noviembre más del 90% de la población no contaba con agua potable. En Nicaragua se registró que el 32% de las obras hidráulicas estaban dañadas, en Guatemala hubo 396 comunidades con sistemas dañados y en el Salvador el 32% de las obras hídricas dañadas con pérdidas económicas de casi 100 millones de dólares en ese tiempo¹².

Por ejemplo, como resultado del terremoto de la ciudad de México en 1985, se calculó que el 37% de la población de la ciudad permaneció sin agua durante varias semanas posteriores al desastre. Los efectos del fenómeno de El Niño entre 1997 y 1998 dejaron sin agua durante 3 meses a la población de Manta. El costo de reparación de la infraestructura dañada superó los 600.000usd. y las pérdidas sufridas por los responsables del abastecimiento de agua por facturas no pagadas llegaron a 700usd. El costo de la reparación del sistema de acueductos tras el terremoto que afectó a Limón, Costa Rica, en 1991, sobrepasó los nueve millones de dólares.

En las comunidades afectadas por el desastre o en los campos de personas desplazadas donde se han alterado las actividades de tratamiento de agua, la población estará en mucho mayor riesgo de sufrir enfermedades transmitidas por el agua. En algunos casos, los efectos de enfermedades pueden ser catastróficos. Por ejemplo se estima que el cólera diseminado por el agua contaminada con *Vibrio cholerae* causó la muerte de más de 50.000 refugiados ruandeses en los campos de Zaire, durante la primera semana de julio de 1994. El uso de fuentes contaminadas de agua para consumo humano por los refugiados se identificó como la causa primaria de esta epidemia. Además, fue aparente que las intervenciones de emergencia para asegurar el agua potable a la población habrían prevenido o reducido el tamaño de la epidemia¹³.

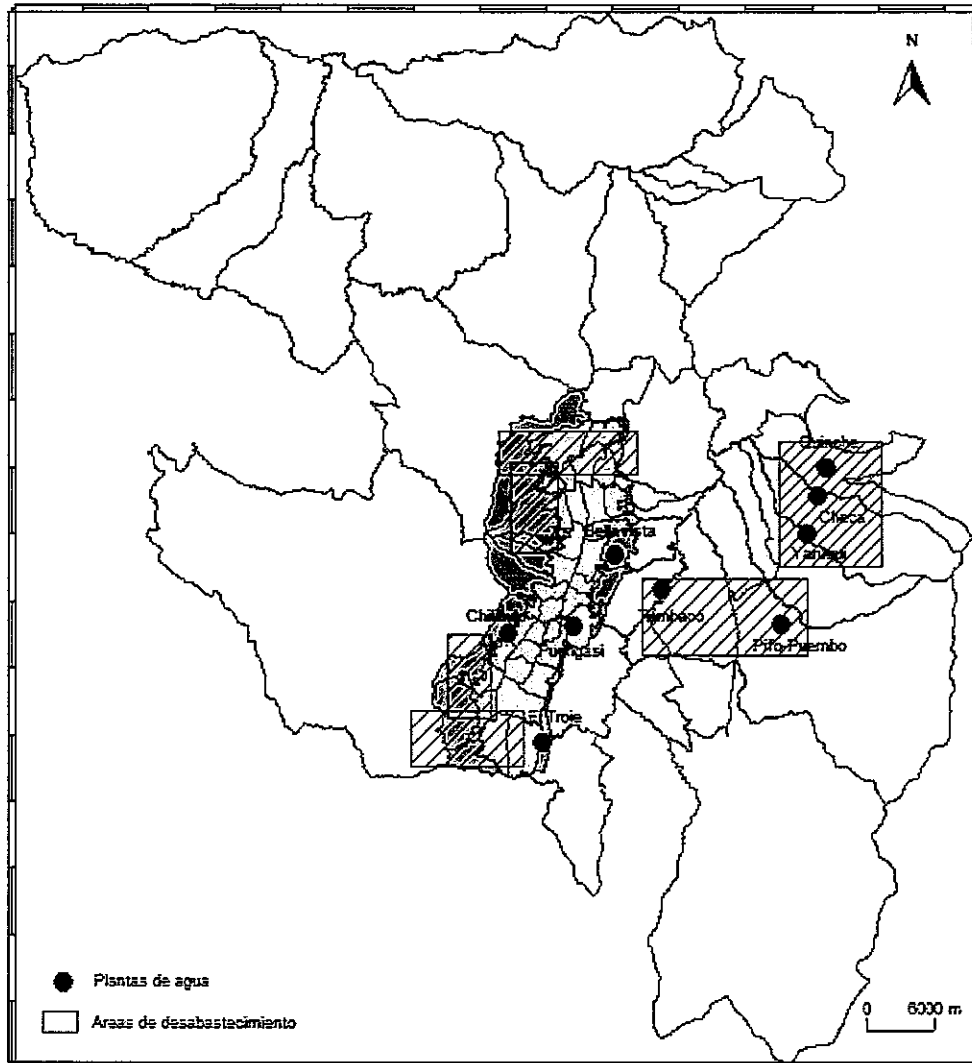
Estos son algunos casos en los que se aprecia la vulnerabilidad de estas redes públicas de abastecimiento a nivel latinoamericano, sin embargo las realidades no varían mucho de un país a otro. En el caso de Ecuador la red pública de abastecimiento de Quito ha enfrentado dos crisis, la del año 1999 con la erupción del volcán Guagua Pichincha y la del 2002 del volcán Reventador. Sin embargo, estas no han sido tan fuertes como podrían presentarse en el caso de la concreción de otras

¹² OPS, 2000. Pág 4.

¹³ NOJI, E. 2000, Pág. 66

amenazas. Por ejemplo una eventual erupción del volcán Cotopaxi se sabe que las tres redes más importantes están expuestas ante los lahares y flujos piroclásticos.

Mapa 7. Desabastecimiento de agua en el DMQ por erupción del volcán Reventador



Fuente: EMMAP-Q, 2007

Elaboración: Investigación Gabriela Rodríguez

Los escenarios de riesgo volcánicos vividos en el año 1999 y 2002 ocasionaron pérdidas dentro del sistema de abastecimiento del agua de Quito así como desabastecimiento de la población. El 3 de noviembre del 2002 se produjo la erupción del volcán Reventador localizado a 90 Km. al noroeste de Quito, como podemos ver en la tabla nº6 tras la caída de ceniza se produjo el desabastecimiento de agua potable en 9 plantas del DMQ. Se registró la filtración de ceniza y contaminación de las fuentes e indirectamente tras la suspensión del servicio de energía eléctrica, Quito sufrió una disminución de caudales de tres plantas: Bellavista, Chilibulo y El Troje y en Puengasí debido a la acumulación de ceniza en el sistema. Los subsistemas más afectados fueron Checa, El Quinche, Yaruquí, Pifo y Tumbaco (ver mapa 7). Las zonas rurales fueron abastecidas por medio de tanqueros de agua. Después del evento también se registraron inundaciones debido a la acumulación de cenizas en

colectores y arterias del sistema de alcantarillado. Las medidas implementadas por la EMAAP-Q registran el incremento de la producción en las plantas de tratamiento urbanas y rurales en el DMQ en 2,1%, con relación a la producción de octubre de 2002 y en 2,7% con relación a la producción media de enero a octubre, para un periodo de 10 días en la emergencia. Durante el período de emergencia se cubrió normalmente 97,43% de la demanda total.

Tabla 6.- Afectación a los subsistemas de agua potable debido a la erupción del volcán Reventador en el año 2002

Elementos del Sistema de Agua Potable	Tipo de Afectación	Tiempo de afectación	Áreas afectadas
Bellavista	Problemas de bombeo por falta de energía eléctrica	1 día (4 de noviembre)	Noroccidente de Quito, extremo norte de Quito
El Troje	Problemas en la producción de agua potable por carencia de energía eléctrica	1 día (4 de noviembre)	extremo sur de Quito
Puengasí	Acumulación de ceniza en los clarificadores, disminución del caudal	Mediodía (5 de noviembre)	Problemas temporales al sur de Quito y sur
Chilibulo	Problema de energía eléctrica	50% funcionó 1 día (4 de noviembre)	Sur oriente de Quito
Checa	Caída de ceniza en los filtros	5 días (desde el 3 hasta el 7 de noviembre)	Problemas de abastecimiento en poblados de Checa y poblaciones aledañas
El Quinche	Inoperatividad por carencia de energía eléctrica	5 días (desde el 3 hasta el 7 de noviembre)	Poblaciones del Quinche
Tumbaco	Acumulación de ceniza en los clarificadores, disminución del caudal	3 días operación al 50% (días 5, 6 y 7) 4 días sin operación (desde el 3, 4, 8 y 9 de noviembre)	Poblaciones de Tumbaco y parte de Cumbayá
Pifo	Acumulación de ceniza en los clarificadores	4 días (desde el 3 hasta el 6 de noviembre)	Poblaciones de Pifo, Puenbo
Yaruquí	Inoperatividad por carencia de energía eléctrica	5 días (desde el 3 hasta el 7 de noviembre)	Poblaciones de Yaruquí
Vertientes de los valles de agua cruda	Concentración de sedimentos por caída de ceniza	3 días (desde el 4 hasta el 6 de noviembre)	Disminución del caudal en algunas plantas de tratamiento de los valles como: Tumbaco, Checa, Tababela , El Quinche, Yaruquí, Calluma, Guayllabamba)

Fuente: COE Metropolitano, 2002

1.9.1.1 Consecuencias de los desastres en el abastecimiento de agua potable

Los servicios de salud ambiental como los sistemas de abastecimiento de agua o de alcantarillado son vulnerables a los desastres. Las instalaciones pueden dañarse, las canalizaciones romperse o las operaciones interrumpirse por falta de corriente eléctrica. Los preparativos para desastres deben incluir provisiones para abastecer la demanda de agua de la población afectada (OPS, 1985).

En el terremoto del 19 de septiembre de 1985 en la ciudad de México DF, en forma paralela con objeto de aliviar la falta del servicio en los refugios temporales, guarderías, hospitales y centros de atención de damnificados, se realizó mediante la distribución de agua de 15.000 bolsas de plástico diarias, suministradas por una planta elaborada localizada en la Delegación Benito Juárez. Además, se coordinó la distribución de agua en 480 carros cisterna, provenientes de los estados vecinos, del ejército, de otras instituciones y del propio D.F.

En algunas zonas afectadas se instalaron 90 tanques portátiles de 11.000 litros cada uno, con varias llaves a manera de hidrantes públicos. Con todas estas medidas se llevo un estricto control de la calidad del agua. No obstante, se detectó contaminación bacteriana en grado variable a nivel de las redes, tanques y carros cisternas. OPS 1985

Así mismo el 22 de abril de 1991 un sismo de 7,4 Ms impactó la región atlántica de Costa Rica y causó severos daños en la infraestructura sanitaria de la Ciudad de Limón. El sismo inutilizó la cuenca del río Banano usada por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) para suplir 71% del abastecimiento de dicha ciudad. Esta situación obligó al AyA a desplegar por varios meses un conjunto de actividades para atender la demanda de agua potable y rehabilitar provisionalmente los sistemas afectados para luego sustituir parte de la infraestructura con financiamiento externo.

En condiciones normales la ciudad de Limón contaba con organización y recursos suficientes para una operación y mantenimiento satisfactorios, pero con serias limitaciones para enfrentar una emergencia de gran magnitud (OPS, 1991)

Como consecuencia de la reducción de producción debido al detrimento de la calidad del agua de río Banano y al programa de racionamiento impuesto a la ciudad de Limón, fue necesario recurrir al reparto de agua mediante camiones cisternas. Esta labor, que en el momento más crítico, llegó a ejecutarse con la participación de 10 unidades se realizó durante todos los días posteriores al terremoto (en forma intensiva por aproximadamente 90 días) iniciándose la jornada de trabajo a las 05:00 horas hasta las 20:00 horas. Se planificaron las rutas de las unidades y verificaron que estas se cumplieran; se veló por las necesidades de agua de grupos prioritarios (orfanatos, asilos de ancianos, albergues de damnificados y posteriormente escuelas y colegios); de controlar que las unidades mantuvieran los tanques portátiles estacionarios con agua suficiente; y de controlar las horas laboradas por las unidades contratadas. Se dividió la ciudad en sectores, a los cuales se les asignó un número de unidades para su debida atención. El reparto se hacía una vez al día por sector.

La organización Médicos Sin Fronteras y la Comisión Nacional de Emergencias facilitaron 23 tanques portátiles estacionarios con capacidades de 2 m³, 3 m³ y 15 m³, se estableció un grupo de funcionarios tenía la responsabilidad de instalar y vigilar estos tanques. Estos tanques, instalados en lugares estratégicos de la ciudad, fueron abastecidos durante la emergencia mediante camiones cisterna y permitieron incrementar la eficiencia de estas unidades.

Con el fin de evitar el detrimento de la calidad del agua que la institución distribuyó en los días posteriores al terremoto por cualquiera de los medios expuestos anteriormente, se implantó, especialmente en la etapa de atención inmediata, un control básico sobre la calidad del agua que se entregó a la población y sobre los medios que se usaron para este fin. Por este motivo, se inspeccionó el estado interno de los tanques de los camiones de reparto de agua y se vigiló constantemente el nivel de cloro residual en el agua de los tanques de almacenamiento del sistema y en el agua que era entregada a la población directamente de los camiones cisterna.

Como acierto dentro de la atención de la emergencia destacan la buena disposición de la iniciativa privada, la Dos Pinos (empresa dedicada a la producción e industrialización de leche y sus derivados) y Coca-Cola que envasaron gratuitamente en sus plantas de San José agua potable en bolsas plásticas con capacidad de un litro y botellas plásticas de dos litros, las que se distribuyeron entre las poblaciones más afectadas.

Además, se ha demostrado que siempre es más económico invertir en la prevención que el desembolso posterior a los desastres en tareas de rehabilitación. Así lo demuestra el Estudio de Caso: Terremoto del 22 de abril de 1991, Limón, Costa Rica, en el que se concluyó que los costos de respuesta y rehabilitación ascendieron a los US\$ 9 millones. En cambio, si se hubiesen ejecutado las oportunas medidas de mitigación previamente al desastre, éstas hubiesen sido del orden de los US\$ 5 millones, sin contar con la innecesaria exposición de la población a correr riesgos sanitarios.

Las medidas de mitigación planteadas hubiesen permitido no solamente disminuir fuertemente la vulnerabilidad física del sistema, reduciendo los efectos de un terremoto, sino que también hubiesen eliminado casi en su totalidad la vulnerabilidad operativa y hubiesen fortalecido la capacidad general de respuesta de la empresa a nivel local (CEPIS y otros, 1996)

En la tabla n°7 se describen las afectaciones sobre ocho componentes de los sistemas de agua potable analizados por exposición a varias amenazas. Estos fueron hechos en base a información de las experiencias de la OPS y OMS¹⁴.

¹⁴ Emergencias y desastres en sistemas de agua potable y saneamiento. Una guía para una respuesta eficaz.

Se puede apreciar que en caso de ocurrencia de eventos de terremoto, deslizamiento, huracán o inundación la afectación sería alta y en cuanto a erupción volcánica (caída de ceniza) y sequía la afectación sería menor sobre los sistemas de agua potable.

- En cuanto a **fallos estructurales en las infraestructura** de los sistemas las amenazas más devastadoras serían terremoto, deslizamiento, huracán o inundación
- En efectos sobre la **ruptura de tuberías** la afectación alta sería causada por eventos de terremoto, deslizamiento o inundación, con una afectación media en caso de huracán.
- Las **obstrucciones** en captaciones, desarenadores, plantas de tratamiento y tuberías de conducción tendrían afectación alta en caso de producirse una erupción volcánica (causado principalmente por la caída de ceniza) o inundación; con menor impacto en los deslizamientos.
- Los eventos de erupción volcánica, huracán o inundación tienen una alta afectación en la **contaminación biológica y química** de las aguas para abastecimiento, así en menor parte los terremotos con una afectación moderada.
- En cuanto a la reducción de la producción de las fuentes de agua para abastecimiento las sequías tienen una alta incidencia y en forma moderada lo tienen los eventos de terremoto o erupción volcánica.
- La **interrupción de servicio** eléctrico, comunicación y vías de acceso serían gravemente afectados en caso de terremoto o huracán y en intensidad moderada en el caso de eventos como deslizamiento, inundación o sequía.
- La **escasez de personal** en caso de terremoto sería alta y en caso de erupción volcánica, deslizamiento, huracán o inundación sería moderada.
- En relación a **escasez de equipos, repuestos y materiales** los eventos que tendrían influencia alta son terremoto, huracán e inundación; con afectación moderada en caso de deslizamiento.

En general se puede apreciar en la tabla nº 7 que los eventos generadores de más daños en los sistemas de agua potable son los terremotos e inundaciones.

Tabla 7. Efectos de los eventos adversos sobre los sistemas de agua potable y agua residual

Efectos sobre los sistemas de agua potable y agua residual	Terremoto	Erupción volcánica	Deslizamiento	Huracán	Inundación	Sequía
Fallos estructurales en las infraestructura de los sistemas	3	1	3	3	3	1
Ruptura de tuberías	3	1	3	2	3	1
Obstrucciones en captaciones, desarenadores, plantas de tratamiento y tuberías de conducción.	1	3	2	3	3	1
Contaminación biológica y química de las aguas para abastecimiento	2	3	1	3	3	1
Reducción cuantitativa de la producción de las fuentes de agua para abastecimiento	2	2	1	1	1	3
Interrupción del servicio eléctrico comunicación y vías de acceso	3	1	2	3	2	2
Escasez de personal	3	2	2	2	2	1
Escasez de equipo, repuestos y materiales	3	1	2	3	3	1

Fuente: OPS - OMS (2004)

Elaboración: Rodríguez, G.

1.9.2 Importancia y características de los sistemas de agua potable en periodos de emergencia y desastre

El suministro de agua potable es la respuesta inmediata más importante en un desastre, pues asegura la supervivencia de las poblaciones afectadas, particularmente si han sido desplazadas a regiones donde se ha destruido la infraestructura de soporte en salud pública. Para reducir amenazas en la salud los programas de emergencia deben satisfacer ciertas condiciones¹⁵ : primero se deben suministrar cantidades adecuadas para el reemplazo de fluidos, la higiene personal, la cocina y el saneamiento. Si las cantidades son insuficientes es posible que las poblaciones cubran sus necesidades con agua insegura. Segundo, se debe proveer agua en buena calidad para evitar transmisión de enfermedades. Las fuentes potenciales de agua para consumo humano necesitan ser evaluadas y tratadas para asegurar la potabilidad.

1.9.2.1 Que son las fuentes alternativas de abastecimiento

Las fuentes alternativas de abastecimiento son formas dentro o fuera del sistema de agua potable que permiten satisfacer las necesidades hídricas de la población en situaciones de emergencia. Es vital que las instituciones encargadas de este recurso en cada ciudad cuenten con planes de contingencias adecuados a sus realidades. La evaluación de las fuentes potenciales debe atender sus superficies de drenaje, la proximidad a los sistemas de alcantarillado y su potencial de contaminación química. Igualmente, se debe considerar el volumen diario de agua producida, su factibilidad como fuente continua y los costos asociados con su adecuación. La rapidez con la que un sistema potencial de suministro de agua se pone en servicio es de trascendental importancia¹⁶.

1.10 Búsqueda de fuentes y restricciones para el uso de las fuentes alternativas de agua

Después de los desastres, el agua se convierte en el bien más importante para la población afectada y su escasez o contaminación puede tener consecuencias muy graves sobre la salud pública. Dentro de las acciones prioritarias de respuesta se encuentran la provisión de agua segura, así como el desarrollo de acciones de monitoreo y vigilancia de la calidad del agua, para minimizar los posibles riesgos a la salud (OPS, 2000)

Es así que se deben cumplir condiciones las cuales están a continuación y consisten en calidad, cantidad, continuidad y accesibilidad a este recurso.

¹⁵, ¹¹ NOJI, E. 2000

1.10.1 Indicadores cuantitativos en relación al agua

Según la UNICEF (ver tabla nº 8), las personas deben recibir al menos 15 a 20 litros de agua potable por día. La cantidad mínima de agua potable para asegurar la supervivencia de las personas está en el rango de 3 a 5 litros por persona cada día sin embargo, el calor y la actividad física pueden incrementar sustancialmente los requerimientos diarios a niveles muy superiores de lo normal. Se debe brindar atención especial a las unidades clínicas, los centros de alimentación y las áreas de higiene personal para el suministro de cantidades adecuadas de agua potable.

Tabla 8. Necesidades diarias de agua potable por persona

Litros	Necesidad
3 - 5	Mínimo para la supervivencia diario
15 - 20	Óptimo individual diario
20 - 30	Centros de alimentación (por beneficiario/día)
35	Instalaciones de lavado (por beneficiario/día)
3	Centros escolares (litro/alumno/día)
40 - 60	Centros de salud (por paciente/día)

Fuente: United Nation Children's Fund UNICEF, 1992

1.10.2 Indicadores cualitativos en relación al agua

El aspecto más importante en la seguridad pública en relación a la calidad del agua es su contaminación microbiana. La primera prioridad para garantizar la calidad del agua en situaciones de emergencia es la cloración; gracias a su eficacia, costo y disponibilidad, este es el mejor medio para desinfectar y hacer un tratamiento de urgencia de agua¹⁷.

Se define el *agua potable* como aquella libre de contaminación microbiológica o toxicológica que pudiera afectar adversamente la salud humana. En general la calidad del agua se establece por análisis de laboratorio de muestras representativas. En la tabla nº 9 se observa que bajo condiciones de emergencia, los análisis pueden estar limitados a la presencia de coliformes o a determinar si el tratamiento es adecuado con agentes purificadores como el cloro. La presencia de *Escherichia coli* es otro indicador microbiano de calidad del agua. Su presencia es más específica de contaminación fecal de fuentes humanas o de animales de sangre caliente. Tal agua se considera insegura para el consumo humano¹⁸.

¹⁷ OPS, 2000

¹⁸ NOJI, E. 2000

Tabla 9. Guías microbiológicas para muestras de aguas recogidas en sitios de desastre

Coliformes por 100 ml de agua	Calidad del agua
0 - 10	Aceptable
10 - 100	Contaminada
100 - 1.000	Peligrosa
Más de 1.000	Muy contaminada

Fuente: United Nation Children's Fund UNICEF, 1992

La contaminación química y la toxicidad son una segunda preocupación en relación a la calidad del agua, por lo que es necesario identificar y analizar los posibles contaminantes químicos. Para garantizar la calidad del agua en situaciones de emergencia se consideran puntos de muestreo para la vigilancia de la calidad del agua.

1.10.3 Continuidad y accesibilidad al servicio

Generalmente en situaciones de emergencia y desastre disminuye la cantidad de agua disponible; por lo tanto, se deben implementar medidas para la distribución racionada con criterios de equidad, que permitan disponer de agua a la población, la mayor cantidad de tiempo posible. Durante la emergencia, es importante tener en cuenta la proximidad del punto de suministro de agua con respecto a la población afectada; se recomienda que la distancia máxima permisible entre las viviendas y el punto más cercano de suministro sea de 500 m. En caso de encontrarse lejos la fuente de abastecimiento de agua, habrá que tomar las medidas necesarias para traer el agua por medio de camiones cisterna (adecuadamente identificados y desinfectados), racionar el agua y garantizar su distribución equitativa¹⁹.

1.10.4 Medidas de preparación para enfrentar situaciones de emergencia

El agua es un elemento esencial para la vida y la salud. En situaciones de emergencia, a menudo, no está disponible ni en cantidad ni en calidad conveniente, lo cual supone un gran peligro para la salud. Como medidas de preparación ante emergencias se debe considerar²⁰:

- Calcular las necesidades de agua y efectuar inmediatamente una evaluación de los posibles abastecimientos de agua;
- Inventariar todos los abastecimientos de agua y evaluar en términos de calidad y productividad cada uno de estos abastecimientos;

¹⁹ OPS, 2007

²⁰ Según Lavell, son consideradas medidas en situaciones de emergencias sin embargo, todas las acciones realizadas previas a una emergencia son consideradas medidas de preparación para enfrentarlas.

- Proteger los abastecimientos de agua de la contaminación y conseguir suficiente cantidad de agua de buena calidad;
- Mejorar el acceso a los abastecimientos construyendo fuentes y un sistema de almacenamiento y distribución para repartir la cantidad suficiente de agua en buen estado, incluyendo un suministro de reserva;
- Llevar a cabo análisis periódicos de la calidad del agua;
- Crear la infraestructura para su funcionamiento y mantenimiento;
- Archivar y actualizar la información sobre recursos hidráulicos obtenida durante la evaluación de las necesidades; planificación, construcción, funcionamiento y mantenimiento.
- Anteponer la cantidad pero respetando la calidad.

1.10.5 Planeación de un sistema de emergencia de abastecimiento de agua

A continuación en los esquemas 1a y 1b United Nation Children's Fund UNICEF (1992) nos plantea la posibilidad de planear un *sistema de emergencia de abastecimiento de agua*.

Primero, se realiza un cálculo de las necesidades diarias y se hace una valoración del recurso agua, si el agua disponible es suficiente y segura para beber se protege la fuente y se evita la contaminación para así mediante gravedad o un sistema de bombeo realizar la distribución a la población.

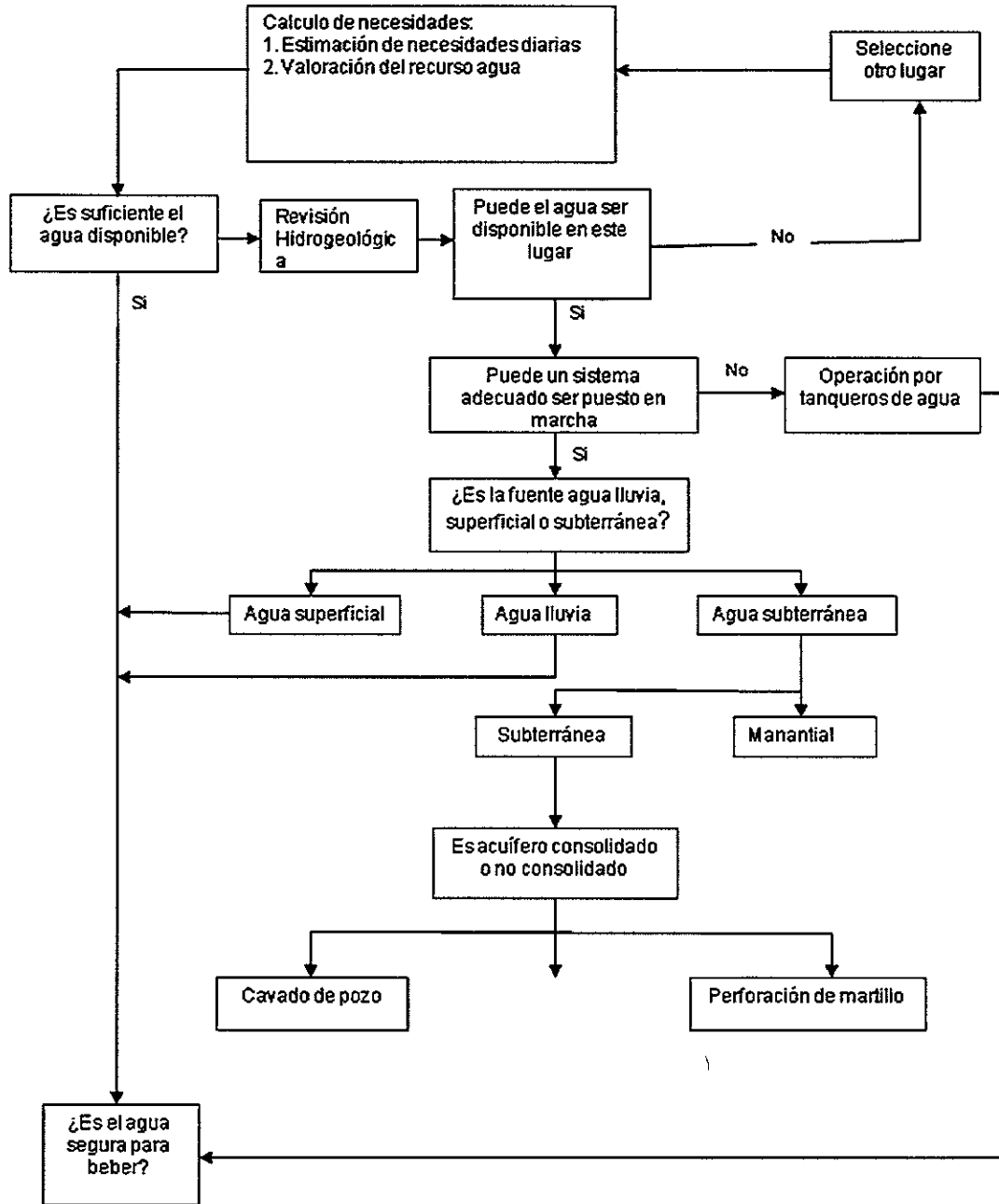
Por otro lado, si el agua no es suficiente se hace una revisión hidrogeológica, si el agua no está disponible en ese lugar se deja esta y se buscan otras fuentes alternativas. Si tras la revisión hidrogeológica el agua está disponible hay dos opciones: la primera es poner en marcha un sistema adecuado o sino realizar la operación por tanqueros.

En el caso de poner en marcha un sistema adecuado se verifica si la fuente es el agua lluvia, superficial o subterránea. En el caso del agua subterránea se verificará si el acuífero es o no consolidado para realizar una perforación convencional rotatoria (consolidado o no consolidado) un cavado de pozo (no consolidado) o una perforación de martillo (consolidado). Si estas fuentes de agua son seguras para beber de igual forma se protegerán las fuentes y se evitara la contaminación para así mediante gravedad o un sistema de bombeo realizar la distribución a la población.

Si tras estos pasos, el agua no es segura para beber en caso de las fuentes de agua superficial se controlará el acceso a la fuente y se almacenará con el tratamiento inmediato más simple. En caso de las fuentes de agua subterránea se eliminará la contaminación externa y se mejorará las condiciones sanitarias al máximo.

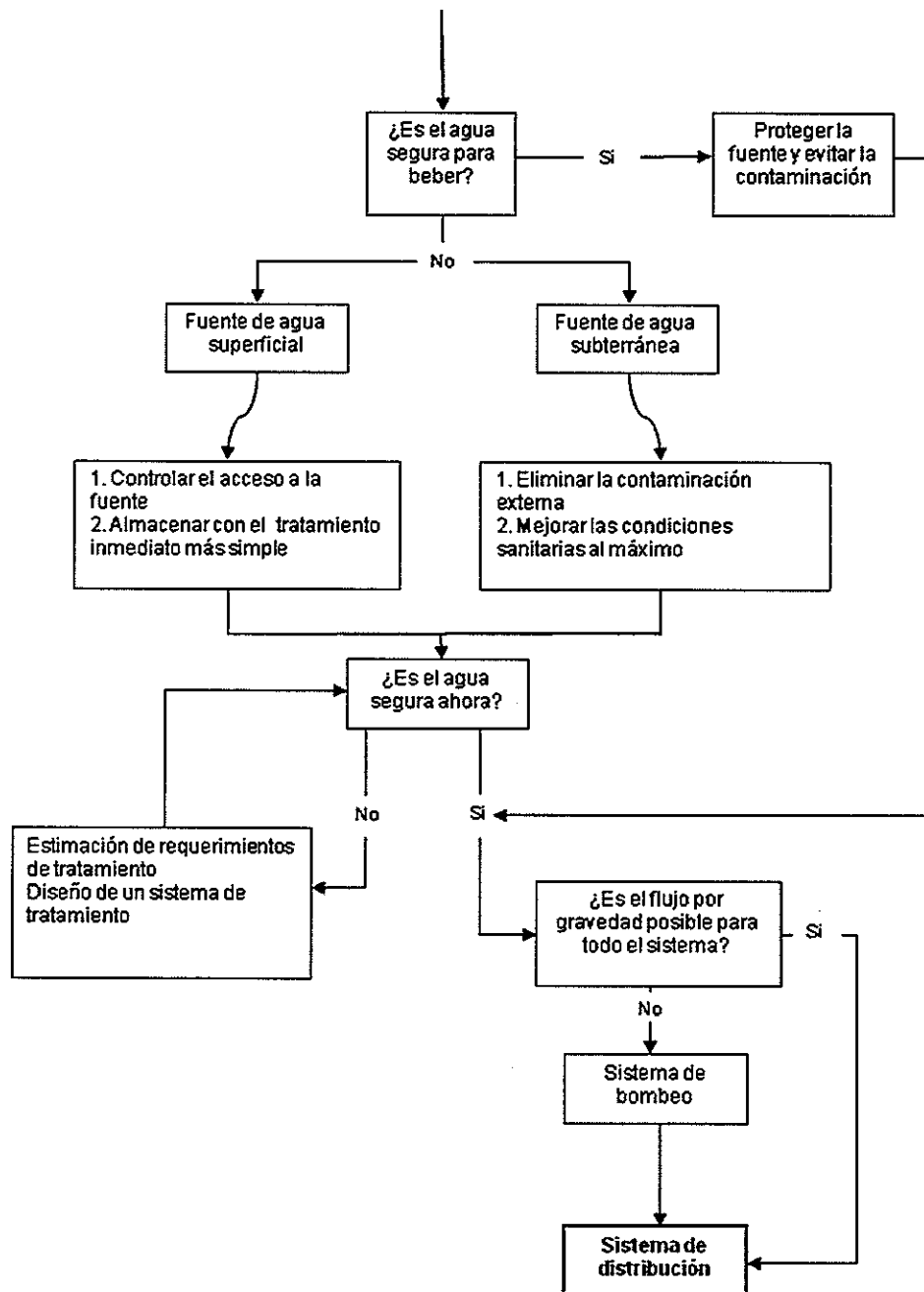
Si aun así, el agua no es segura para beber se hará una estimación de requerimientos de tratamiento y se diseñará un sistema de tratamiento. Así por último se podrá realizar la distribución por flujo de gravedad o sistema de bombeo.

Cuadro 1a. Condiciones generales para planear un sistema de emergencia de abastecimiento de agua



Fuente: United Nation Children's Fund UNICEF, 1992 Traducción propia

Cuadro 1b. Condiciones generales para planear un sistema de emergencia de abastecimiento de agua



Fuente: United Nation Children's Fund UNICEF, 1992 Traducción propia

1.9.6 Posibles fuentes de abastecimiento de agua

Según la Organización Panamericana de la Salud OPS por orden de preferencia, las posibles fuentes alternativas de agua son:

- Acuíferos profundos
- Acuíferos superficiales y agua de manantiales
- Agua de lluvia
- Aguas superficiales

Es frecuente que en la vecindad de la comunidad afectada por el desastre existan fuentes privadas de suministro de agua pertenecientes a fábricas de productos lácteos, cerveza, alimentos, centros turísticos y otros. Los acuerdos previos que se hayan establecido con los propietarios de estos sistemas facilitarán su uso en caso de emergencia.

Las fuentes de agua, existentes y nuevas, requieren las siguientes medidas de protección:

- 1) Restricción del acceso a personas y animales. Si es necesario, se construirá un cerco y se colocará una guardia.
- 2) Garantía de que la eliminación de excretas se hará a una distancia segura de la fuente de agua.
- 3) Prohibición de bañarse, lavarse y criar animales, corriente arriba de los puntos de recogida en ríos y torrentes.
- 4) Elevación de los pozos para protegerlos de la contaminación. Esto incluye un drenaje adecuado del agua vertida en una fosa de absorción situada a distancia segura de la boca del pozo
- 5) Cálculo de la producción máxima de los pozos; una extracción excesiva podría propiciar una intrusión salina (en áreas costeras), o hacer que el pozo se agotara. Si es necesario se racionará el suministro de agua.

En muchas situaciones de emergencia resulta necesario llevar el agua a las áreas afectadas por el desastre o a los campamentos de refugiados. Los tanques para el transporte del agua pueden obtenerse localmente de empresas que venden agua, lecherías, cervecerías, plantas embotelladoras, etc. No deben usarse camiones que han sido utilizados para transportar gasolina, productos químicos o aguas residuales. El riesgo de contaminación de estos tanques puede reducirse grandemente añadiendo un grifo (si es posible) o un sifón que permita extraer el agua lo más cerca posible de la parte inferior del depósito, en lugar de introducir objetos para sacar agua, posiblemente contaminándola.

A continuación, según NOJI (2000) el factor más importante para considerar cuando se buscan nuevas formas de suministro de agua es la fuente. En cuanto a fuentes de alternativas de agua: el agua superficial puede estar rápidamente disponible pero está sujeta a una constante contaminación por excretas, agentes químicos o desechos. Sin embargo, con un tratamiento apropiado, este líquido puede ser una fuente de agua potable de emergencia para una población afectada por un desastre. Las aguas de

manantiales y pozos pueden tener mejor calidad microbiológica comparada con las superficiales. Si el agua de manantial se va utilizar para el consumo humano, una buena medida es dotar su fuente de una barrera para protegerla de la contaminación superficial a través de la construcción de un bebedero.

Las aguas de pozos poco profundos se pueden contaminar fácilmente por drenajes superficiales o por extravasación de aguas pútridas de pozos sépticos o letrinas, si los pozos no están situados, mantenidos o recubiertos apropiadamente.

El agua de pozos muy profundos es usualmente superior a la superficial en términos de calidad microbiológica, pero puede ser turbia y ocasionalmente dañina por tener minerales disueltos.

En ciertas regiones, el agua de lluvia puede ser suficiente para suplir las necesidades. Sin embargo, esta agua puede estar contaminada a menos a que se tomen ciertas medidas para mantener su calidad durante los procesos de recolección y almacenamiento (es decir descartar la caída inicial, mantener el cloro residual durante el almacenamiento). Las agua lluvias son menos confiables que las fuentes de ríos o de la capa freática, ya que susceptibles a los cambios estacionales.

CAPÍTULO II

FUENTES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL DMQ Y REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD

CAPÍTULO II

2. Fuentes alternativas de abastecimiento de agua del DMQ y reducción de la vulnerabilidad

Las alternativas de abastecimiento de agua del DMQ son todas las opciones dentro y fuera de la red de abastecimiento de agua potable para que la población pueda enfrentar una posible crisis, el momento de reducir la dependencia a las redes de agua potable mediante alternativas se habla de reducción de la vulnerabilidad asociada.

Pero ¿qué entendemos por crisis? Según D'Ercole y Metzger (2004) la mayoría de autores distinguen un período fuera de crisis, un período de crisis y un período poscrisis (período de reconstrucción, denominado igualmente período de normalización a largo plazo). El período de crisis propiamente dicho presenta dos o tres fases según existan o no fenómenos anunciadores:

- una fase de pre-emergencias marcada por la existencia de fenómenos precursores (actividad sísmica anormal registrada en un volcán, averías repetidas de una fábrica que almacena o procesa productos peligroso, amenazas de levantamiento social, etc.) que ponen en alerta a las autoridades y a los servicios implicados y hacen que se informe a la población potencialmente amenazada;
- una fase de emergencia que se inicia en el momento en que la amenaza es inminente o cuando se produce el impacto si se trata de un fenómeno imprevisible: esta fase, que puede durar de algunas horas a varios días, cubre todo el período del impacto y no termina sino una vez que se han tomado todas las medidas de auxilio y de protección de personas y bienes;
- una fase de recuperación (llamada igualmente «de regreso a la autonomía» o «fase de normalización inmediata») que puede durar de algunos días a varios meses en los casos más graves: esta fase se prolonga hasta el restablecimiento de las condiciones mínimas indispensables para un retorno a una situación aceptable en los sectores afectados.

La búsqueda de estas fuentes de agua forma parte de las medidas de preparación para enfrentar situaciones de emergencia que garantizarán la provisión de la misma mientras se rehabilitan los sistemas dañados para así asegurar un rápido retorno a la normalidad de la población afectada.

2.1 Alternativas de la EMAAP-Q

Pensar globalmente la seguridad del abastecimiento de agua supone la implantación de una política más general de reducción de la vulnerabilidad que podría centrarse en las debilidades que presenta la conducción (en especial a través de la protección y el refuerzo de las tuberías que pueden ser atravesadas por los lahares del Cotopaxi) y en el mejoramiento de las posibilidades de utilización de los recursos hídricos locales (pequeños sistemas comunitarios, acuíferos), lo que ofrecería alternativas al funcionamiento de los sistemas existentes. (MDMQ, 2005)

2.1.1 Aprovechamiento de agua cruda

La primera alternativa que podría plantear la EMAAP-Q es la utilización del agua sin tratamiento es decir se pensaría en alternativas de agua producida, mas no de agua potable se podría utilizar esta agua producida sin tratamiento básicamente para suplir necesidades sanitarias mas no para beber (en ese caso se podría suplantar mediante compra de agua embotellada por ejemplo). Como sabemos las necesidades de agua de beber tan solo representan un mínimo porcentaje del total, sus principales usos son actividades de saneamiento, cocina y lavado. Por lo tanto con los grandes volúmenes de agua captada se podrían satisfacer estas necesidades mientras se ponen en funcionamiento los sistemas afectados.

Los racionamientos²¹ serían una alternativa en casos de crisis menores y si los subsistemas no son realmente afectados. Sin embargo, el aprovechamiento de agua sin tratamiento podría ser proporcionado por el sistema de agua potable, provisto y almacenado en las plantas de tratamiento y en los tanques.

El aprovechamiento del agua sin tratamiento puede ser aprovechada de las reservas de agua cruda en embalses. El Sistema Papallacta Ramal Norte, tiene como principal fuente de captación el embalse Salvefaccha con 16'500.000 m³ de capacidad; el embalse Mogotes con 3'500.000 m³; y, la laguna Sucus con 1'600.000 m³. Otro embalse importante es la laguna La Mica con 23'200.000 m³ de volumen útil, que se alimenta de varios aportes que se originan en el Volcán Antisana: rio Alambrado, Sarpache y Quebrada Moyas. Esta cantidad importante de agua podría ser utilizada si las conducciones no fueran afectadas, en caso de una crisis menor.

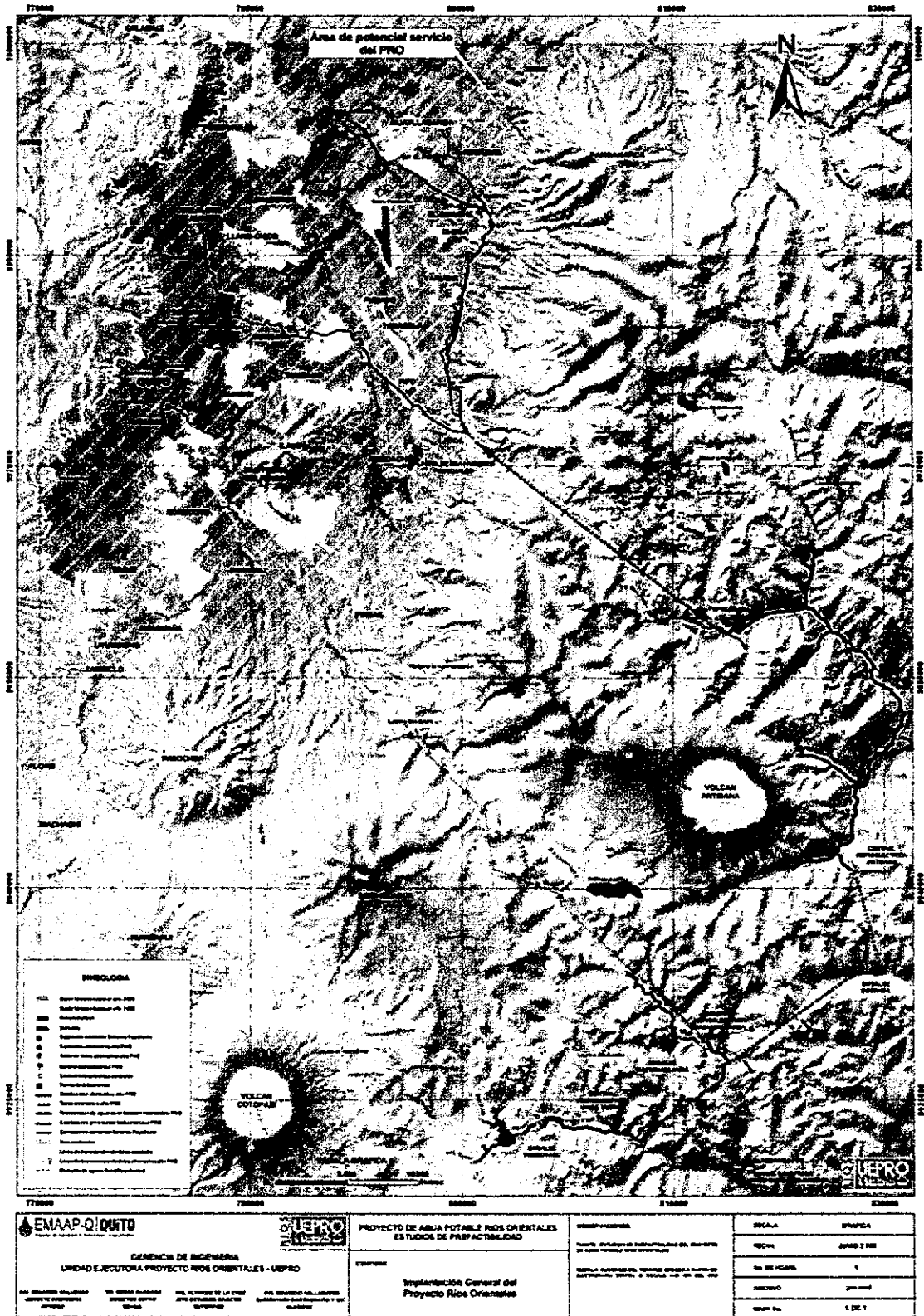
2.1.2 Proyecto Ríos Orientales PRO: Una alternativa a futuro

El proyecto Ríos Orientales PRO tiene como objetivo satisfacer la demanda de agua del DMQ hasta el 2050. Las fuentes del Proyecto se encuentran en los páramos orientales de la Cordillera Central de los Andes, en el extremo occidental de la Amazonía, y permitirán entregar a gravedad un caudal regulado de 17 m³/s. El Proyecto, según una de sus alternativas, está conformado por: tres embalses de regulación con un volumen útil total de 58 millones de m³, 188,6 Km de tubería de acero, 47 Km de túneles (de los cuales el mayor túnel tiene una longitud de 20 Km, para trasvasar el agua desde la cuenca atlántica a la del Pacífico), una planta de tratamiento de agua potable, y varias centrales hidroeléctricas.

El crecimiento poblacional y por lo tanto la creciente demanda de agua repercuten en la búsqueda de alternativas de la EMAAP-Q para garantizar el suministro de agua potable y de uso industrial a futuro para Quito. Es así que este proyecto consiste en satisfacer, a mediano y largo plazo la demanda de agua del DMQ a partir del año 2015 hasta después del 2050.

²¹ Este plan ya se lo ha hecho antes, la última crisis energética 2009 obligo a la EMAAP-Q a cortes o racionamiento del servicio de agua potable (principalmente aquellos dependientes de la energía eléctrica, sin planta propia de energía)

Mapa 8. Localización del Proyecto Ríos Orientales PRO



Fuente: EMAAP-Q. Departamento Proyecto Ríos Orientales, 2009

En el mapa 8 podemos observar que las fuentes hídricas del Proyecto se encuentran a unos 70 Km al sudeste de Quito, sobre los páramos de la vertiente oriental de la Cordillera Real de los Andes. El Proyecto se inicia en los 3607 msnm (Nivel Máximo de Operación del embalse Tamboyacu), en las laderas orientales del volcán Cotopaxi, y se extiende en 116 Km hasta llegar a Quito en la cota 2980 msnm (sector de Bellavista).

El Proyecto en su recorrido, capta y regula el agua de 31 ríos, con lo cual puede entregar a gravedad un caudal constante de 17 m³/s. El suministro futuro de agua potable a la ciudad de Quito y 22 parroquias rurales del DMQ, se logrará con la planta de tratamiento, las líneas de transmisión y los tanques de reserva que el Proyecto tiene previsto construir²².

El PRO brindara servicio a un área de 150.000 ha. y los beneficiarios serian:

- La ciudad de Quito
- La mayoría de las cabeceras parroquiales y poblados ubicados dentro del DMQ y,
- Los potenciales centros poblados aledaños al DMQ ubicados en los cantones vecinos, que pueden ser abastecidos a gravedad.

Al estudiar áreas mayores como la Provincia de Pichincha se proyectaron separadamente las tres variables del cambio demográfico: mortalidad, fecundidad y migración internacional, tomando en cuenta sus relaciones mutuas. Los resultados indican que la población a la cual el PRO potencialmente podrá atender crecerá de los 2,2 millones actuales a un total de 3,7 millones de habitantes en el año 2055.

Las unidades territoriales que requieren con mayor urgencia el agua del Proyecto se ubican en el Norte y el Centro de Quito (sistemas Calderón, Bellavista y Puengasí) ya que en el año 2055 consumirán un caudal total de 11,73 m³/s.

La oferta conjunta de los sistemas que la EMAAP-Q posee actualmente para atender a Quito y las 22 parroquias del DMQ, es igual a 7,17 m³/s (6,32 m³/s en Quito y 0,85 m³/s en las parroquias rurales), a los cuales se incorporará un caudal adicional de 1,68 m³/s, que provendrá de los pequeños proyectos que la Empresa ha previsto hasta el año 2014. Esta oferta total de 8,85 m³/s es insuficiente para satisfacer el requerimiento de agua que en el 2055 tendrá Quito y el DMQ. En consecuencia, el PRO es el único proyecto que permitirá atender la demanda futura hasta el 2055.

El Ilustre Municipio de Quito, mediante Ordenanza de Zonificación No. 004 del Plan General de Desarrollo territorial del 14 de Noviembre del 2001, declaro al Proyecto Ríos Orientales como "Proyecto Metropolitano de Máxima Prioridad Municipal", lo cual fue ratificado con Ordenanza No. 0023, publicada en el Registro Oficial No. 332 del 10 de Agosto del 2006. El PRO cuenta también con la respectiva concesión de las aguas otorgada por el CNRH en el año 2002.

²² Ayabaca y Cruz, 2008

Sin embargo, ante la magnitud de este proyecto pensado a futuro los funcionarios de la EMAAP-Q²³ han manifestado que para este proyecto no se ha considerado ningún análisis de riesgos además, se considera que el caudal en su año de apertura (2015) sea el mismo que el actual. Es decir no están consideradas estas variables de riesgo las cuales condicionarían a futuro este proyecto debido al nombrado cambio climático y amenazas entre otras, la reactivación del volcán Cotopaxi.

2.1.3 Alternativas dentro del sistema de abastecimiento de agua de Quito

El estudio de vulnerabilidad del DMQ (2004) estudió las alternativas dentro de la red puntualizando los elementos esenciales. Así se determinaron alternativas parciales, muy limitadas, una y varias dentro de las líneas de captación, plantas de tratamiento, tanques y líneas de distribución, así tenemos su descripción en la tabla n° 10 :

Tabla 10. Alternativas de funcionamiento de los elementos esenciales

	Alternativas de funcionamiento	
Línea de captación Papallacta	Tiene 2 alternativas: por el sistema de bombeo (1ra etapa) o por el sistema de optimización Papallacta (2da etapa) y ambos tienen diferentes fuentes. Presenta más alternativas que la Mica y el Punto de unión de los sistemas está más cerca de Quito	Parciales
Línea de captación Puengasí	No presenta alternativas	Ninguna
Línea de captación Mica Quito Sur	En caso de fallar esta línea El Troje no podría ser abastecido por otras fuentes. Se podría considerar una alimentación desde Puengasí pero con bombeo. Alternativas muy aguas arriba	Muy limitadas
Líneas que alimentan a El Placer	Tres líneas de entrada Puengasí	Varias
Planta Bellavista	Varios tanques de gran capacidad pueden abastecer por un tiempo a los sectores atendidos por esta planta. Puede tener el apoyo de la planta Puengasí a través de la línea Puengasí – tanque Bellavista medio que es confiable en cuanto a la calidad del agua y a la facilidad del transporte del recurso	Varias
Planta Puengasí	Varios tanques de gran capacidad pueden abastecer por un tiempo a los sectores atendidos por esta planta. La planta El Placer y el Pozo Sena podrían abastecer al tanque Alpahuasi alto, pero la planta Bellavista no podría abastecer fácilmente a los sectores atendidos por Puengasí (en particular en caso de insuficiencia de los reservorios de Puengasí que recibe el agua proveniente de Bellavista y porque la línea Bellavista Puengasí no se encuentra funcionando habitualmente.	Por lo menos una buena
Planta El Troje	Las únicas alternativas provienen de los tanques del suroccidente conectados con esta planta que no puede contar con el apoyo de otras plantas	Muy limitadas
Planta El Placer	Podría ser suplantada solo en parte por algunas plantas del suroccidente. La línea que proviene de Puengasí no podría apoyar si esta planta está totalmente fuera de servicio	Parciales

²³ Ing. Juan Romero Gerencia Asesoría ambiental e Ing. Manuel Cueva

	(incluyendo el tanque se reserva de agua tratada) Otra alternativa es el agua que se podría recoger de vertientes aunque no sería tratada.	
Tanque Carolina medio	Presenta dos celdas de almacenamiento de agua. En caso de fallar la una, la otra podría seguir abasteciendo. Si falla todo el tanque el agua podría llegar a Carolina alto por bombeo directamente de la línea 165 y cubrir gran parte de su zona de influencia (pese a que se trata de una zona extensa). Sin embargo por referencia de capacidad podría haber problemas de caudales de distribución.	Por lo menos una buena
Tanque Bellavista medio	Presenta dos celdas de funcionamiento y en caso de fallar ambas el agua podría ser distribuida directamente por líneas de distribución de la planta Bellavista hacia otros tanques como Bellavista bajo. Además su zona de influencia es poco extensa	Varias
Tanque Alpahuasi alto	Presenta dos celdas de almacenamiento. Si fallara todo el tanque habría problemas de abastecimiento del extenso sector consolidado del sur (alternativas limitadas en cuanto a redistribución por parte de otros tanques y de líneas de distribución que no pueden cubrir todo el sector)	Muy limitadas
Línea 165	Su función es transportar el agua desde Bellavista hasta el tanque Carolina medio. Es una línea única de gran capacidad y no podría ser reemplazada, no tiene alternativas	Ninguna
Línea 164 ^a	Su función es transportar el agua desde Puengasí hasta el tanque Bellavista medio. Si fallara este podría ser abastecido por la planta Bellavista.	Por lo menos una buena
Línea 77	Su función es transportar el agua cruda desde Puengasí hacia la planta El Placer. Si fallara habría la posibilidad de llevar agua cruda desde Puengasí, pero la planta El Placer podría tener agua aunque en menor cantidad.	Muy limitadas
Línea 19	Su función es transportar el agua tratada desde la planta Puengasí hasta el tanque Alpahuasi alto (pasando por Chiriyacu alto). Si fallara, el pozo el Sena podría abastecer el tanque Alpahuasi alto.	Por lo menos una buena

Fuente: D'Ercole y Metzger, 2004

En cuanto a líneas de captación Puengasí y La Mica son las más vulnerables por no presentar alternativas, de igual forma al estar expuestas a los lahares del volcán Cotopaxi que fragilizan todo este sistema que abastece a la población del centro y sur de la ciudad. Las plantas, tanques y líneas de distribución cuentan de una u otra forma con al menos una alternativa de funcionamiento que permiten reducir las vulnerabilidades. Esto se debe a que mientras más cerca está el sistema del usuario está más interconectado.

Al apreciar la vulnerabilidad de estos subsistemas se deben poner a consideración otras alternativas fuera de la red pública, que en caso de su no funcionamiento representen fuentes continuas de agua con las que cuente la población.

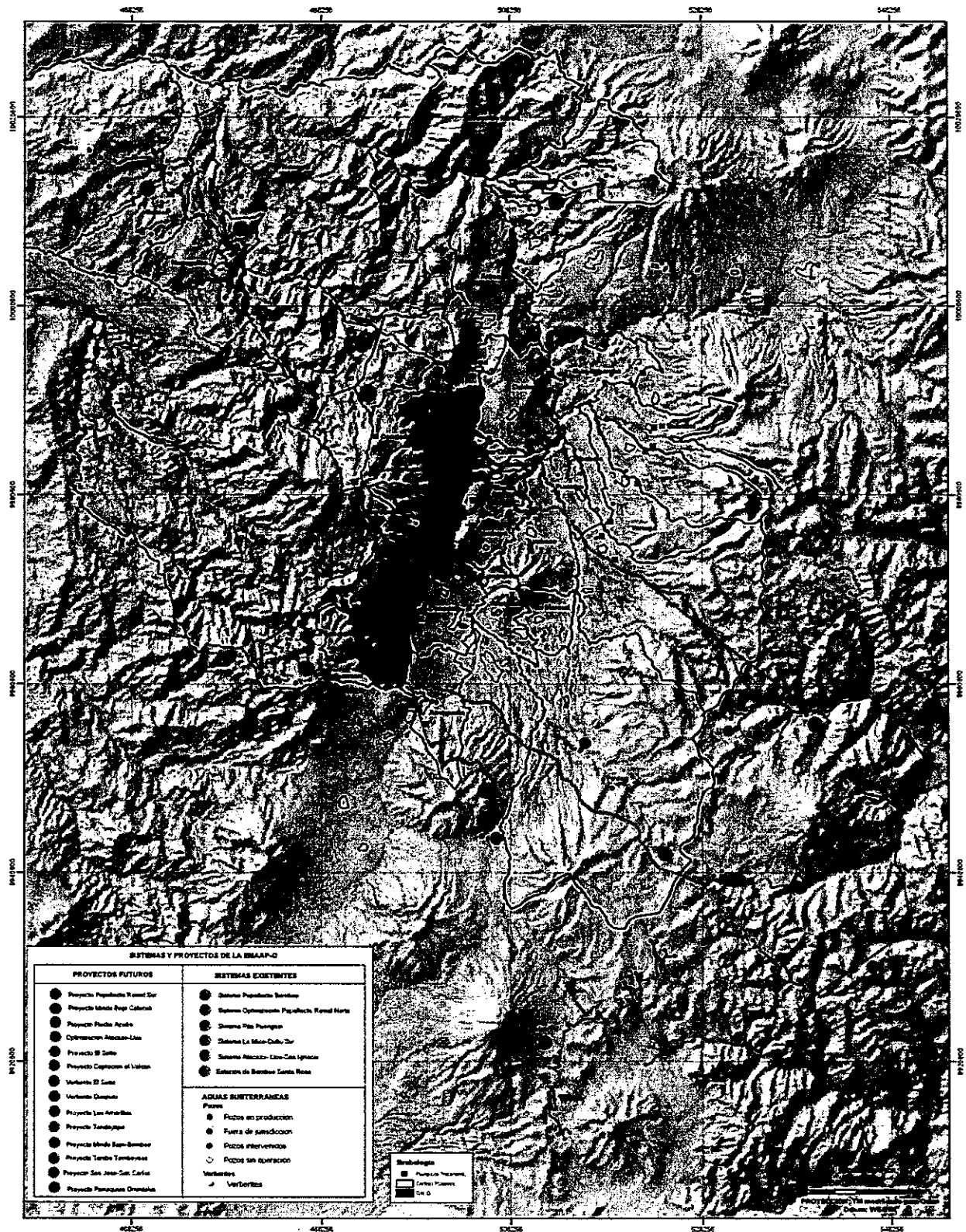
2.1.4 Alternativas con los nuevos proyectos de la EMAAP-Q

La EMAAP-Q dentro del estudio de actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado (informe febrero 2010) plantea la expansión de algunas plantas de tratamiento para aumentar su capacidad de producción, además de nuevas plantas que permitan el abastecimiento del norte y los valles de Quito. Es importante considerar dentro de estas alternativas de la EMAAP-Q que la demanda actual (a 5 años) es satisfecha sin embargo, a un plazo mediano (10 años) sería satisfecha parcialmente y a para una demanda a 30 años habría un déficit. Según planificación de la EMAAP-Q en cuanto a oferta de agua (cantidad) actualmente es suficiente pero a futuro no lo es, por lo tanto se han planteado la construcción estos proyectos. A continuación:

- Expansión Planta de tratamiento Bellavista hasta una capacidad total de 4500lt/seg.
- Expansión Planta de tratamiento Puengasí hasta una capacidad total de 3000lt/seg
- Expansión Planta de tratamiento El Troje a 1500lt/seg.
- Construcción de la Planta de tratamiento de Paluguillo en el 2010 con una capacidad de producción de 600 lt/seg proveniente del sistema Papallacta. Esta planta abastecería a las parroquias orientales de Quito. Se plantea la centralización de la infraestructura de tratamiento de los valles orientales en esta planta con la eliminación de los pequeños sistemas actuales (plantas paquete), esto minimizaría los costos de operación y brindaría una mejor administración de los recursos.
- Construcción de la planta de tratamiento Calderón prevista para el 2015 con una capacidad de producción de 1300 lt/seg, cuando entre en funcionamiento el Proyecto Ríos Orientales. La planta de Calderón se construirá con la finalidad de servir el área norte de Calderón, Pomasqui y San Antonio.
- Desarrollo de infraestructura de tratamiento en parroquias localizadas en las parroquias noroccidentales
- Las Galerías de Guápulo en construcción con un caudal de 80 l/s para cubrir parte del déficit de la zona de Tumbaco
- Incorporar un caudal de 200 l/s de la optimización del sistema Atacazo – Lloa, con captaciones en cotas más bajas de las existentes (estudio en proceso de licitación). La alternativa por gravedad puede suministrar un caudal mínimo de 200 l/s, con los cuales se puede satisfacer la demanda del sistema de distribución El Placer.

Así las plantas de las parroquias orientales transferirán sus recursos a otras plantas. La demanda de la planta de Conocoto será transferida a Puengasí. Las plantas Tumbaco, Ocaña, Caluma, Chaupimolino, Tababela, Yaruquí y Checa serán eliminadas y su área de servicio será transferida a la Planta Paluguillo. Estas plantas podrían ser utilizadas a futuro podrían ser trasladadas y utilizadas en otros puntos del DMQ donde se requiera capacidad adicional de tratamiento.

Mapa 9. Nuevos proyectos de abastecimiento de agua potable de la EMAAP-Q



Fuente: EMAAP- Q, HAZEN & SAWER. Estudio de actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado (Informe a febrero 2009)

Según el estudio de actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado (Informe a febrero 2009) se han identificado tres diferentes alternativas que combinan opciones de nueva capacidad de tratamiento y líneas de conducción y transmisión de agua. Estas alternativas serán evaluadas para seleccionar la solución óptima que permita garantizar la producción y suministro de agua potable en el marco del Plan Maestro hasta el 2040. La generación de alternativas del presente estudio tomó en cuenta y se basó en el análisis de las opciones consideradas como parte del estudio del PRO, al igual que otras recomendaciones que se hacen a lo largo de este documento. Todas y cada una de las alternativas para la conducción desde Paluguillo a las plantas de tratamiento que se discuten a continuación están integralmente unidas con el sistema de captación de agua cruda propuesto anteriormente.

Las tres alternativas propuestas fueron formuladas entre otros factores, en base a:

- El análisis de las proyecciones de demanda futura para el DMQ
- La selección de diferentes áreas de servicio dentro del DMQ
- La oferta disponible en cada una de las áreas de servicios identificadas dentro del DMQ en el estudio
- La posibilidad de transferencia de agua cruda y tratada entre los diferentes sistemas de abastecimiento en el DMQ
- La capacidad de tratamiento instalado existente y opciones de expansión
- La capacidad de abastecimiento de agua cruda existente y futura
- Los sistemas de conducción, las redes de transmisión y distribución y sistemas de almacenamiento
- Proyectos actuales en desarrollo o en planificación

Cada una de las tres alternativas propuestas conlleva una serie de recomendaciones de expansión, retiro de infraestructura existente o construcción de nueva infraestructura que envuelve sistemas de captación y transmisión de agua cruda, plantas de tratamiento de agua potable y sistemas de almacenamiento y transmisión de agua potable. Las diferentes alternativas también consideran la posibilidad de transferencia de agua cruda o tratada entre los diferentes sistemas de abastecimiento dentro del DMQ.

2.1.4.1 Alternativa 1

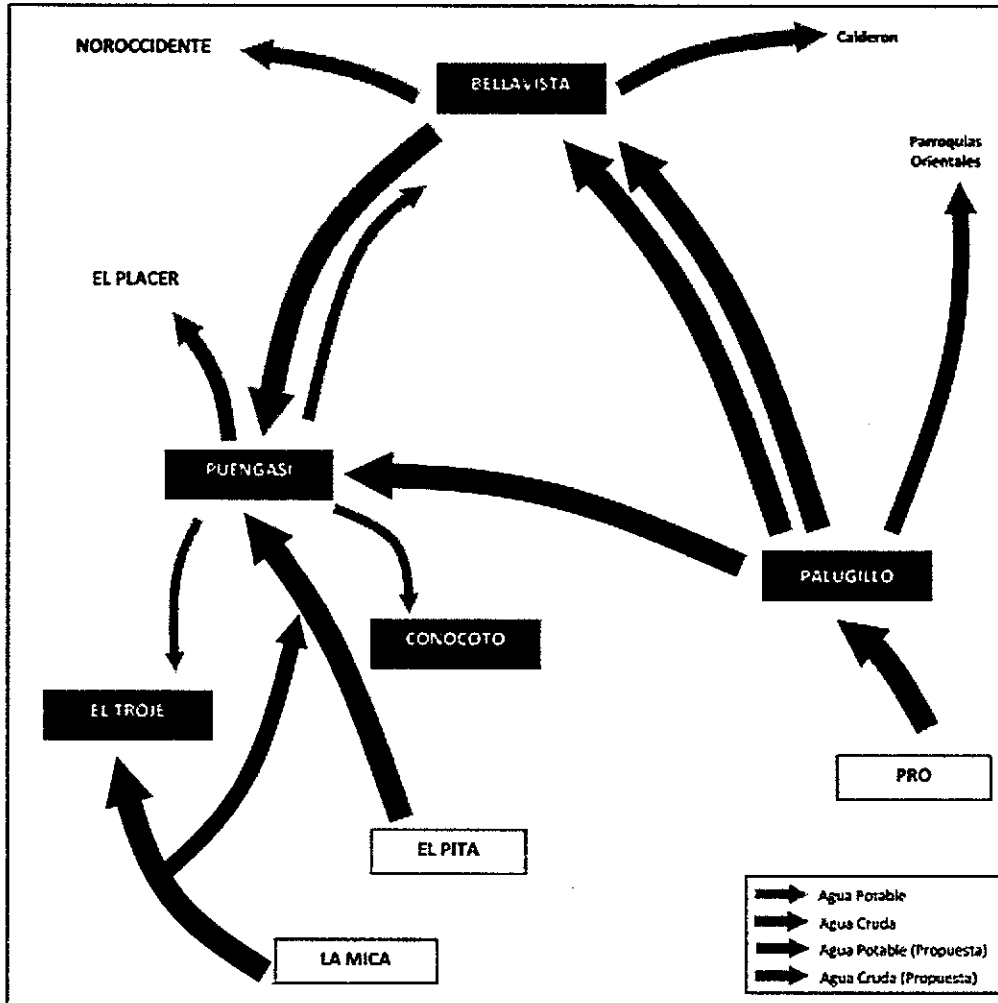
Esta alternativa suministrará agua tratada desde la planta de Paluguillo hacia los sistemas Puengasí y Parroquias Orientales. Esta alternativa suministrará agua cruda a la planta Bellavista. El área de Calderón será abastecida desde la planta Bellavista. La principal nueva fuente de agua cruda de esta alternativa será el PRO (ver cuadro 2).

Los principales componentes de esta alternativa serán los siguientes:

- Nuevas Fuentes de Agua Cruda:
 - Proyecto Ríos Orientales
- Nueva Capacidad de Tratamiento:
 - Expansión de la Planta Bellavista
 - Expansión de la Planta Paluguillo
- Nuevas Líneas de Conducción y Transmisión

- Paluguillo-Bellavista (conducción)
- Paluguillo-Parroquias Orientales (transmisión)
- Paluguillo-Puengasí (transmisión)

Cuadro 2. Alternativa 1 de abastecimiento de agua potable EMAAP-Q



Fuente: EMAAP- Q, HAZEN & SAWER. Estudio de actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado (Informe a febrero 2009)

2.1.4.2 Alternativa 2

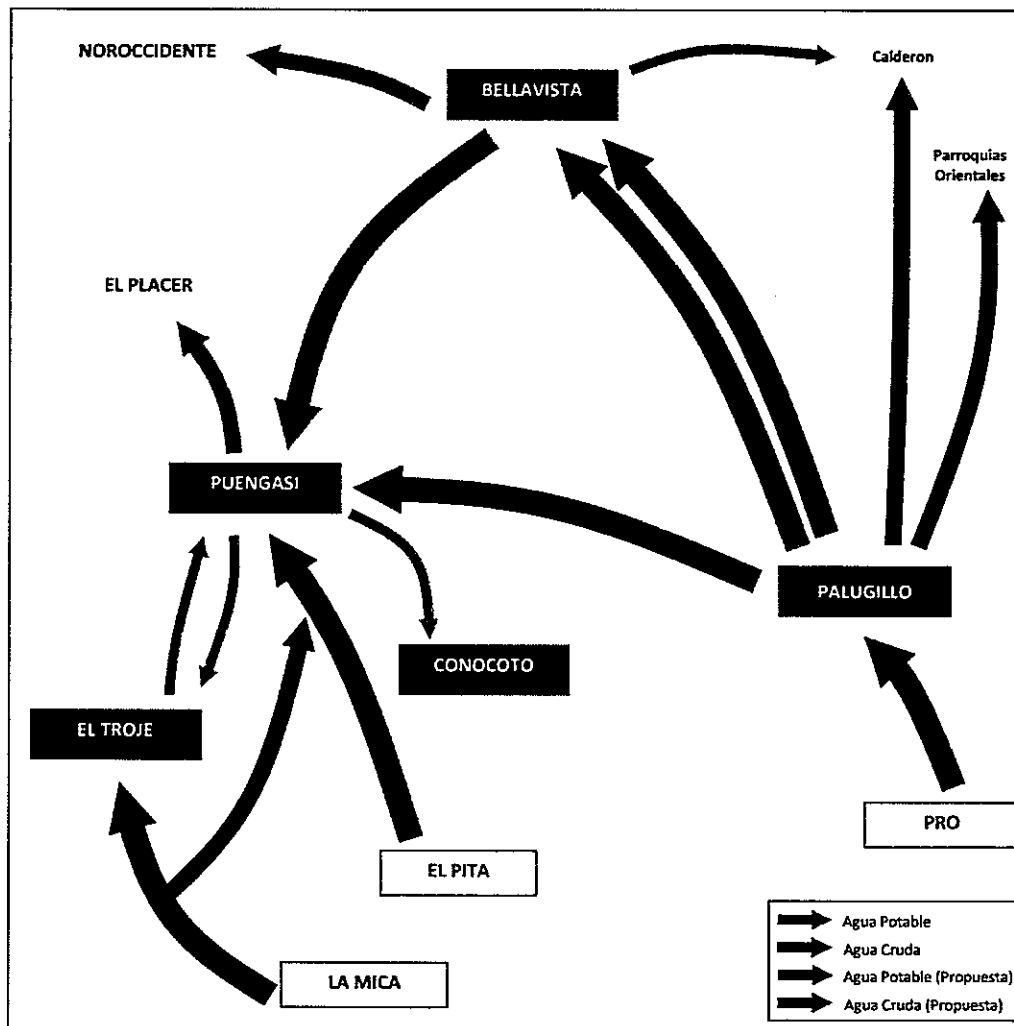
Esta alternativa suministrará agua tratada desde la planta de Paluguillo hacia los sistemas de Calderón y Parroquias Orientales. Igualmente llevará agua cruda a las plantas Bellavista y Puengasí. La principal nueva fuente de agua cruda de esta alternativa será el PRO (ver cuadro 3).

Los principales componentes de esta alternativa serán los siguientes:

- Nuevas Fuentes de Agua Cruda:
 - Proyecto Ríos Orientales
- Nueva Capacidad de Tratamiento:

- Expansión de la Planta Bellavista
- Expansión de la Planta Palugillo
- Expansión de la Planta Puengasí
- Expansión de la Planta El Troje
- Nuevas Líneas de Conducción y Transmisión
 - Palugillo-Bellavista-Puengasí (conducción)
 - Palugillo-Parroquias Orientales (transmisión)
 - Palugillo-Calderón (transmisión) (conducción)

Cuadro3. Alternativa 2 de abastecimiento de agua potable EMAAP-Q



Fuente: EMAAP- Q, HAZEN & SAWER. Estudio de actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado (Informe a febrero 2009)

2.1.4.3 Alternativa 3

Esta alternativa suministrará agua tratada desde la planta de Palugillo hacia el sistema de Parroquias Orientales y además suministrará agua cruda a las plantas Bellavista, Puengasí y a una nueva planta en Calderón. La principal nueva fuente de agua cruda de esta alternativa será el PRO (ver cuadro 4).

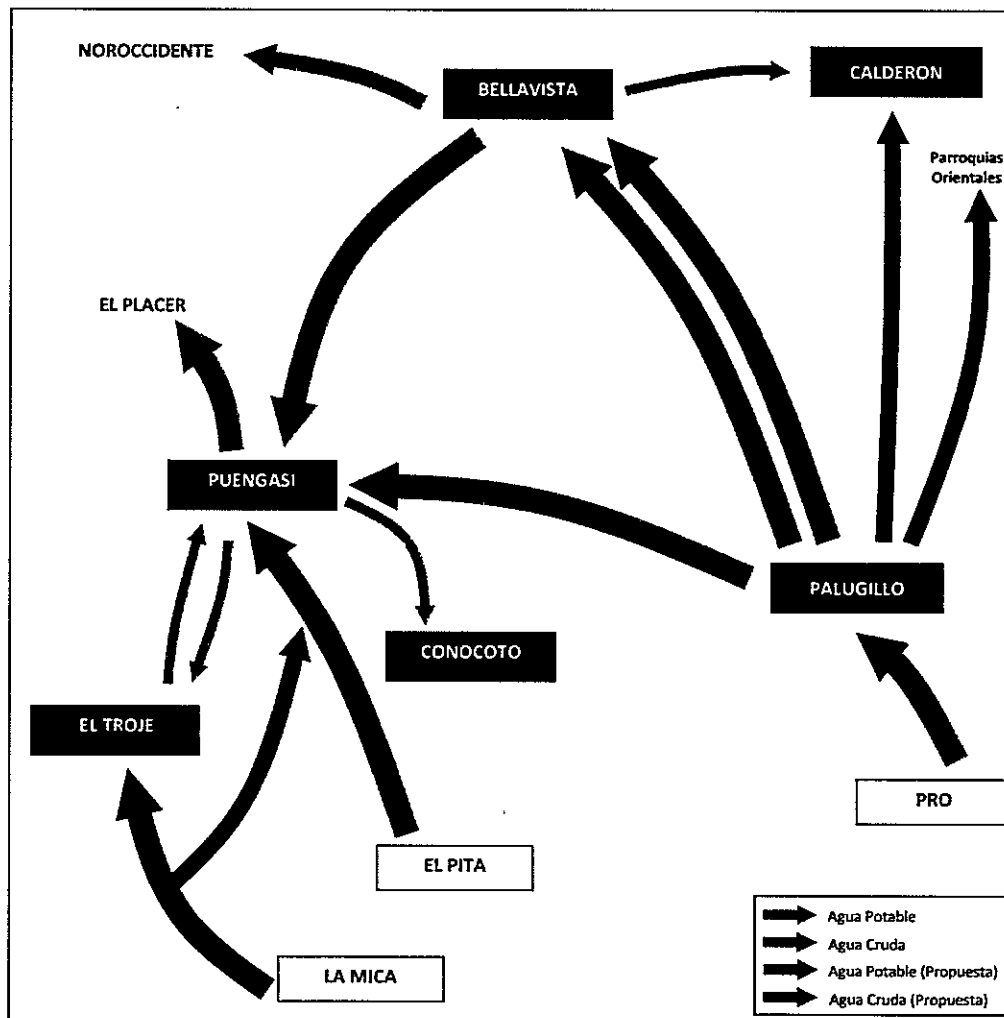
Los principales componentes de esta alternativa serán los siguientes:

- Nuevas Fuentes de Agua Cruda:
 - Proyecto Ríos Orientales

- Nueva Capacidad de Tratamiento:
 - Expansión de la Planta Bellavista
 - Expansión de la Planta Palugillo
 - Expansión de la Planta Puengasí
 - Expansión de la Planta El Troje
 - Nueva Planta en Calderón

- Nuevas Líneas de Conducción y Transmisión
 - Palugillo-Bellavista-Puengasí (conducción)
 - Palugillo-Parroquias Orientales (transmisión)
 - Palugillo-Calderón (conducción)

Cuadro 4. Alternativa 3 de abastecimiento de agua potable EMAAP-Q



Fuente: EMAAP- Q, HAZEN & SAWER. Estudio de actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado (Informe a febrero 2009)

2.2 Otras alternativas

Las alternativas consideradas en este capítulo se refieren específicamente a aquellas fuera de la red pública de la EMAAP-Q. Pese a que algunas forman parte del actual aprovechamiento de agua de esta institución, las mismas en sí, representan fuentes que podrían ser aprovechadas sin ser necesariamente conducidas por las redes públicas.

Ahora ¿por qué analizar las opciones fuera de esta red?, según D'Ercole y Metzger los pequeños sistemas comunitarios de abastecimiento son recursos hídricos locales de bajo costo, con características insuficientes en cuanto a cantidad y calidad, y están presentes principalmente en los barrios periféricos no atendidos por la EMAAP-Q, sin embargo tienen el mérito de existir y pueden constituir una alternativa para la red pública en caso de crisis.

Cuadro 5. Alternativas de abastecimiento de agua en el DMQ y características

FUENTES ALTERNATIVAS	CANTIDAD	USOS	ENTIDAD	AMENAZA
Alternativas en período normal	Vertientes 749 lt/seg. 132 vertientes inventariadas		EMAAP-Q MDMQ	Contaminación química, exposición a deslizamientos, erupciones volcánicas
	Móviles Tanqueros Emaap-Q y Privados 29 Bomberos 19 HCCP 3	Depende del manejo de tanqueros puede reducirse con la implementación de grifos	EMAAP-Q Tanqueros La Ofelia y sur. Bomberos Privados	Riesgo de contaminación de tanqueros
	Fijas el acuífero de Quito 2000 lt/seg. Aprovechamiento sustentable. 61 pozos operativos al 2008	Los pozos están operativos y algunos en monitoreo químico para controlar su calidad	EMAAP-Q Departamento del acuífero de Quito	Contaminación de pozos en estratos a poca profundidad, zonas de infiltración de lluvias, laderas
Sistemas de autonomía existentes	Empresas Instituciones Establecimientos 389 lt/seg. 124 pozos inventariados	Usos de pozos abrevadero, balneología, doméstico, industria, potable, riego y otros usos	Particulares	Falta de ordenanzas para el aprovechamiento o del recurso hídrico en emergencias
Proyecto Ríos Orientales Una alternativa a futuro	Captación de 31 ríos del Cotopaxi y Antisana 17m ³ /seg. en construcción desde el 2015		EMAAP-Q Proyecto ríos Orientales	Amenaza volcánica, sísmica, entre otras

Fuente: Investigación Gabriela Rodríguez, 2009

Las alternativas aunque algunas son aprovechadas dentro del sistema de abastecimiento, son autónomas (es el caso de los pozos y vertientes) que constituyen fuentes continuas de suministro de agua que pueden ser aprovechadas en contexto de una crisis.

2.2.1 Alternativas en período normal

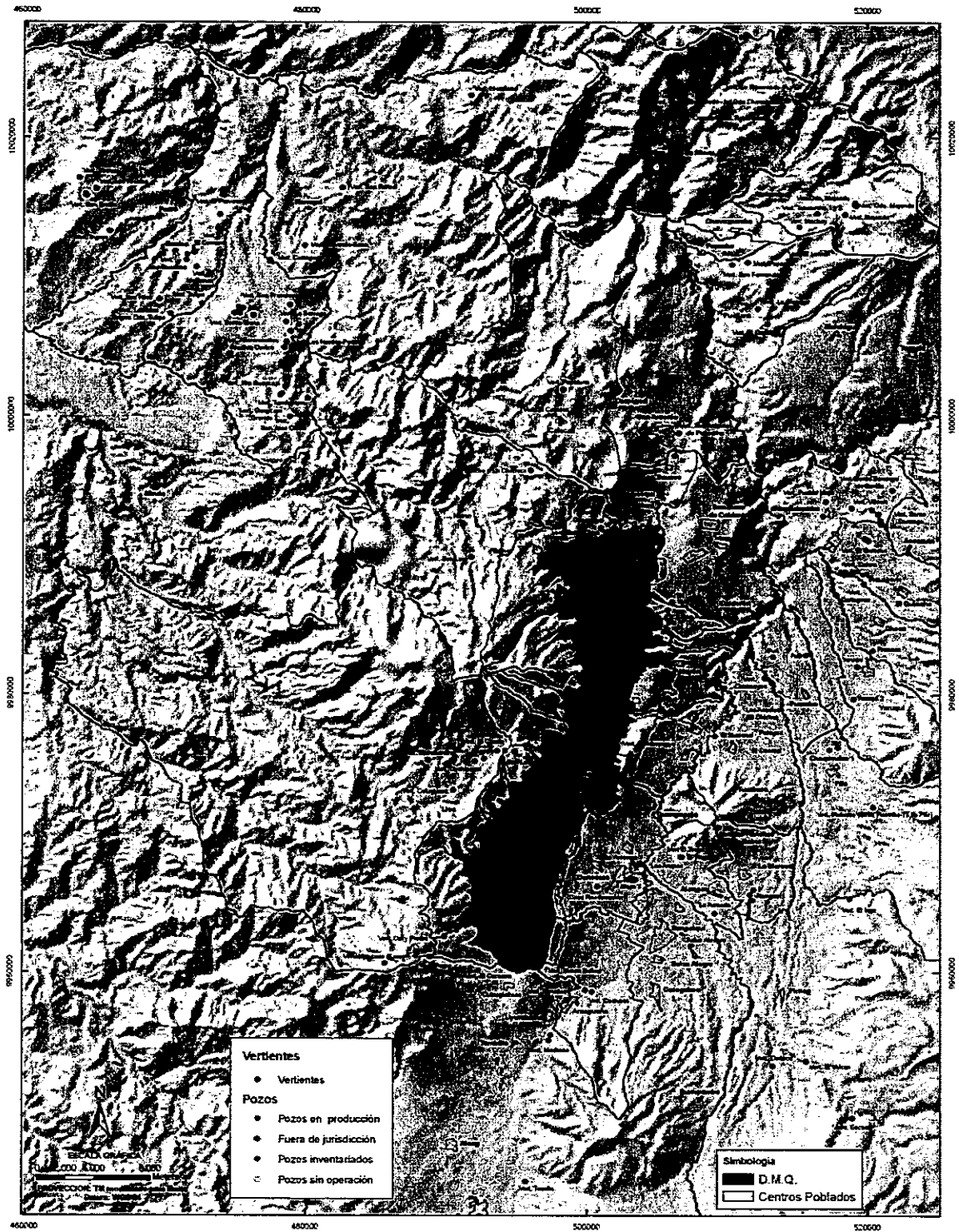
2.2.1.1 Vertientes

Las vertientes constituyen el 10,7% del abastecimiento de agua de Quito, están integradas a los sistemas principales y secundarios de abastecimiento de Quito y sus parroquias rurales y pueden constituir una alternativa en gestión de crisis. Su caudal conjunto aproximado es de 749 lt/seg, y se localizarían dentro del sistema de la EMAAP-Q como fuentes de captación de agua sin embargo, en gestión de crisis se podrían aprovechar estas fuentes mediante tanqueros, si es que las conducciones hacia los tanques fallaran. En este caudal de vertientes se debe incluir los 400 l/s de Tesalia y 115 l/s de las vertientes de Lloa lo que suma un caudal continuo de 1264 lt/seg.

El total de vertientes en el DMQ son 132, de estas 41 (31 %) tienen concesión, 90 (68%) no disponen y 1 (1%) está fuera de servicio.

Según el mapa 9 las vertientes se distribuyen espacialmente en mayor forma sobre las parroquias noroccidentales (64 vertientes), esto debido a que son las que más sistemas alternativos utilizan debido a no estar conectadas a la red pública de abastecimiento de agua potable de la EMAAP-Q. A continuación, 50 de las vertientes se localizan en las parroquias orientales en su mayoría en El Quinche, Tababela y Checa. Y en menor proporción en Quito con 17 distribuidas: 5 vertientes en el sur, 10 en el norte y 2 en el centro.

Mapa 9. Localización de vertientes del DMQ



<p>PSA HAZEN AND SAWYER Ingenieros Arquitectos e Instaladores</p> <p>EMPRESA DE CONSUMIDORES INDIVIDUALES PARA EL D.M.Q. (EMAI) SUBPROGRAMA DE AGUA POTABLE</p>	<p>PROYECTO: 1 Estudio de Actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el D.M.Q.</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: 1 Actualizar el Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el D.M.Q.</p>	<p>FECHA: 1 Enero de 2009</p>	<p>ESTADO DE AVANCE: 1 100%</p>
	<p>CLIENTE: 1 EMPRESA DE CONSUMIDORES INDIVIDUALES PARA EL D.M.Q. (EMAI) SUBPROGRAMA DE AGUA POTABLE</p>	<p>OBJETIVO ESPECÍFICO: 1 Actualizar el Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el D.M.Q.</p>	<p>FECHA: 2 Enero de 2009</p>	<p>ESTADO DE AVANCE: 2 100%</p>
<p>COORDINADOR GENERAL: 1 Ing. Roberto Ballester</p>	<p>FECHA: 3 Enero de 2009</p>	<p>FECHA: 3 Enero de 2009</p>	<p>FECHA: 3 Enero de 2009</p>	<p>FECHA: 3 Enero de 2009</p>

Fuente: EMAAP- Q, HAZEN & SAWYER. Estudio de actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado (Informe a febrero 2009)

2.2.1.2 Móviles

De igual forma como se consideran alternativas de abastecimiento de agua en gestión de crisis, también es importante incluir en este estudio alternativas de distribución del agua en crisis. Es decir, se pueden obtener recursos hídricos dentro de los lugares posibles en la ciudad sin embargo, en ocasiones puede ser difícil transportar o hacer llegar este recurso donde hay requerimientos, más si se sabe que ha habido rupturas de conducciones y conexiones en las redes de agua potable.

Al hablar de sistemas móviles serán considerados tanques cisternas, tanqueros y cualquier vehículo que permita el transporte adecuado del agua (ver mapa 11)

2.2.1.2.1 De la EMAAP-Q

La EMAAP-Q cuenta tan solo con 6 tanqueros de agua, el Gerente General Otón Cevallos comenta que son insuficientes y en caso de requerir más se contrata empresas que ofrecen este servicio. Cuatro de los tanqueros se localizan en Promoción social en la Sección de Gestión comunitaria y los dos restantes cargo de Distribución de la Gerencia de Operación y Mantenimiento.

Los sitios de abastecimiento o carga son los hidrantes que asigna el Departamento de Distribución en coordinación con los diferentes Distritos de la EMAAP-Q. Con los tanqueros de la EMAAP-Q, también se atiende las emergencias dentro del DMQ, tales como ayuda a los bomberos, en época de verano, daños técnicos en las tuberías, cambios de válvulas, lavado de tanques donde se desabastece a la población, entre otros.

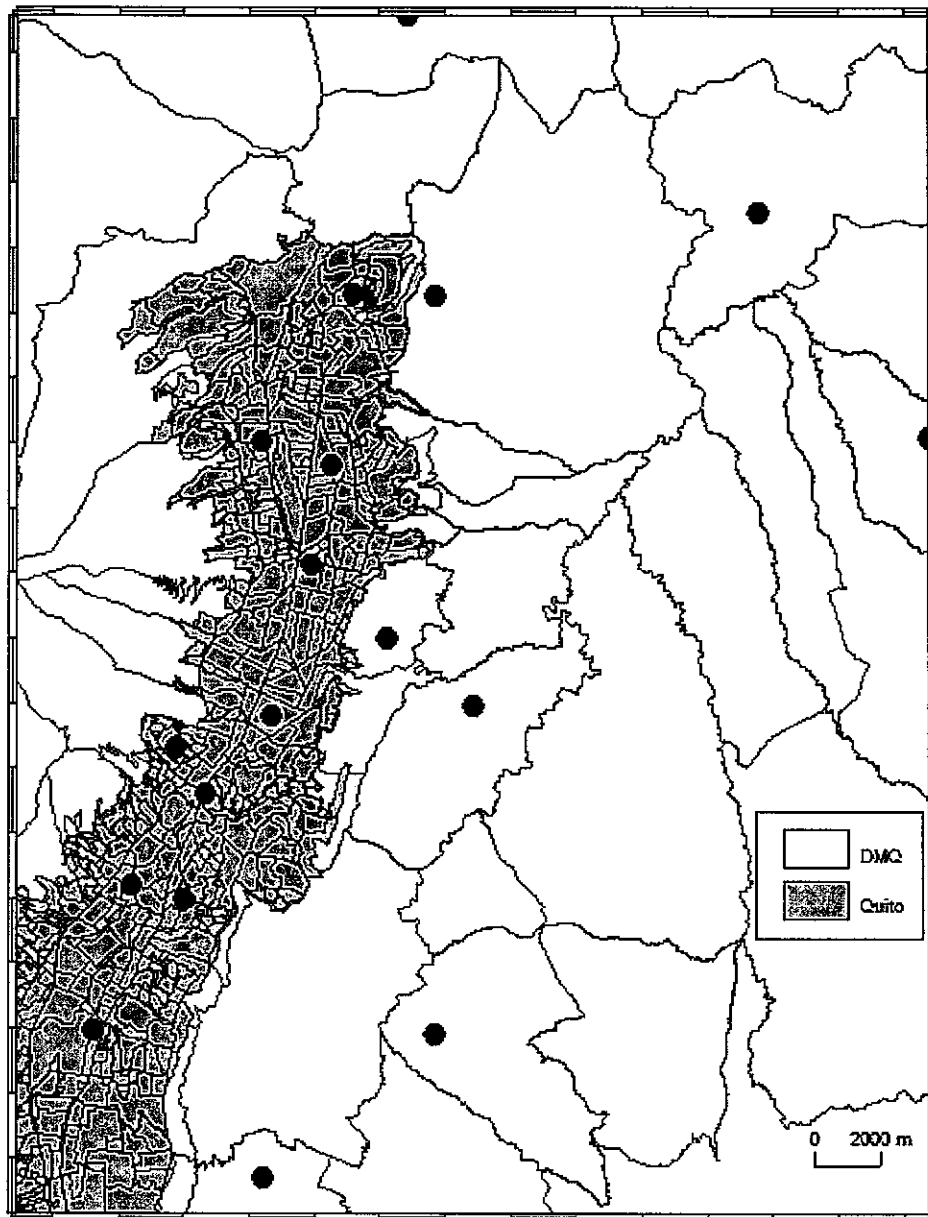
2.2.1.2.2 Otras Instituciones

El Honorable Consejo Provincial de Pichincha HCCP cuenta con 3 tanqueros con una capacidad de 2000 m³ cada uno. Estos han sido utilizados en caso de necesidades de comunidades, se encuentran localizados la parroquia Los Bancos, Nanegalito y Quito.

La Cruz Roja posee 6 tanques de potabilización de agua potable, estos también podrían ser considerados tienen la capacidad de producir 23.000 litros en 8 horas y están disponibles en condiciones de emergencias.

Los Bomberos tienen 19 estaciones a nivel de todo el DMQ (Ver mapa 10) cada estación cuenta con un tanquero (tanque cisterna) y con un tanque de almacenamiento de agua (cisterna de agua). Estas estaciones son de gran utilidad en emergencias por lo tanto no se desprecia la misma cuando haya deficiencia de agua en el Distrito es así que cuentan con capacidad de movilidad y de almacenamiento de agua. Así mismo pueden aprovechar la disponibilidad de hidrantes y transportar el agua a donde fuere necesario.

Mapa 10. Estaciones de bomberos del DMQ



Fuente: MDMQ, 2003
Investigación Gabriela Rodríguez 2009

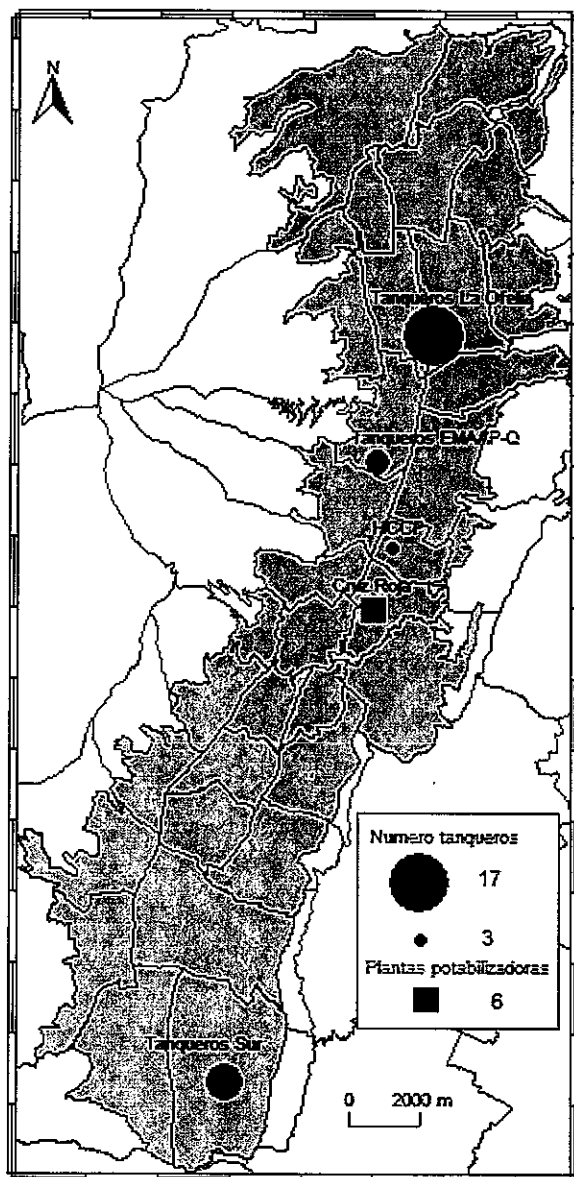
2.2.1.2.3 Privados

- Tanqueros La Ofelia y Sur

La asociación de tanqueros de agua la Ofelia funciona al norte de la ciudad con aproximadamente 20 tanqueros de agua. El agua proviene de la planta Bellavista localizada al norte de la ciudad mediante tubería a 4 medidores. Cada tanquero tiene la capacidad de transportar 7000lt y aprovisionan de agua a cualquier sector del DMQ.

La señora Mirian Gualan secretaria de la asociación comenta que han prestado su servicio para la limpieza del aeropuerto de Quito en la erupción del volcán Reventador en el año 2002. Cartera y Cobranzas es el departamento encargado en la EMAAP-Q y se realizan 20 viajes al día aproximadamente es decir 140m³/día.

Mapa 11. Localización de móviles en el DMQ



Fuente: EMMAP-Q, 2009
Investigación Gabriela Rodríguez

El inconveniente de este tipo de servicio es su alto costo "...los fletes, o recorridos, varían de acuerdo a las distancias. La ruta a San Antonio de Pichincha, por ejemplo, cuesta US\$ 35, mientras a Tumbaco, US\$ 60. Al llegar a estos sitios los beneficiarios deben pagar de manera equitativa el costo del recorrido..."²⁴

²⁴ Tomado de El telégrafo "El agua no llega a 11 barrios periféricos" 15 de enero del 2010.

Los tanqueros del sur conforman una flota aproximadamente 12 tanqueros, todos estos del sur y los de la Ofelia tienen un convenio de utilización de tanqueros de la EMAAP-Q en contexto de crisis. Así la EMAAP-Q cuenta con aproximadamente 29 tanqueros que puede variar dependiendo de la emergencia donde también se pide ayuda al acuerpo de ingenieros del ejército, Empresa Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, entre otros (ver anexo 1)

2.2.2 Sistemas de autonomía existentes –pozos privados-

Los pozos profundos son considerados como la primera fuente de abastecimiento de agua según la Organización Panamericana de la Salud OPS.

Los sistemas de autonomía existentes son aquellos establecimientos considerados independientes en el momento de una emergencia por no depender de la red pública de la EMAAP-Q para su funcionamiento, aquellos considerados como pozos privados.

Originalmente se pensó incluir a los centros de atención médica, albergues y refugios y empresas (Instituciones o establecimientos) que contaran con formas de almacenamiento (tanques, cisternas). Debido a la prioridad de los centros de atención médica, albergues y refugios como elementos esenciales de apoyo a la población, su necesidad de ser autónomos (no dependientes solo de la red de agua potable de la EMAAP-Q en periodos de emergencia). Al realizar encuestas en los elementos esenciales: los centros de salud (27) y en los albergues de Quito (93) se determinó que los establecimientos de salud poseen tanques de almacenamiento con un tiempo de reserva de 1 a 4 días²⁵. Y los albergues no poseen ningún tipo de alternativa de agua para emergencias²⁶. Estas deficiencias de agua vislumbran la necesidad de vincular alternativas a estos elementos de atención a la población en gestión de crisis²⁷.

Es así que en los sistemas autónomos se han considerado a las Instituciones, empresas o establecimientos de Quito que cuenten con pozos privados.

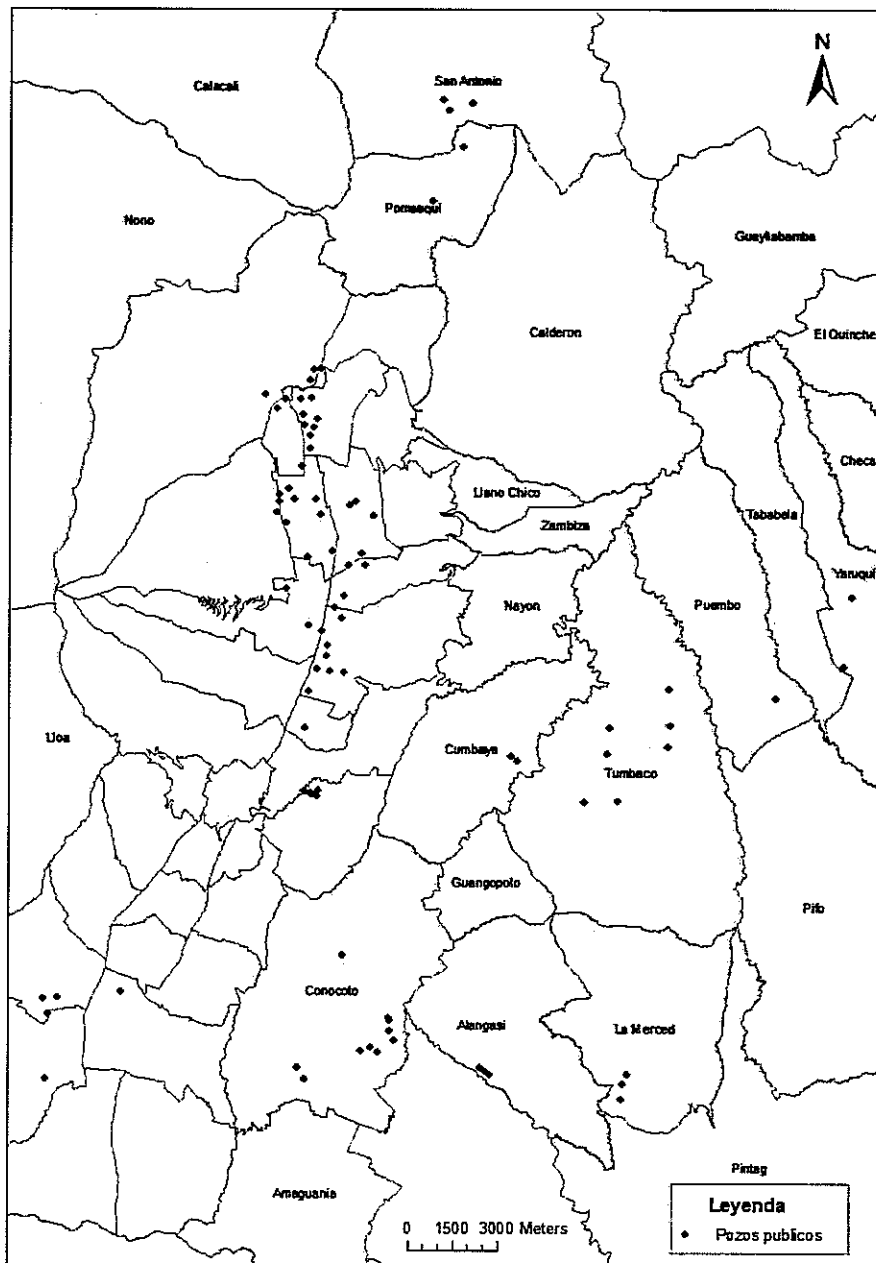
Se localizaron los pozos privados analizados en el año 2003 en el estudio de Vulnerabilidad del DMQ (D'Ercole y Metzger) con un total de 124 pozos privados a nivel de todo el DMQ. Para estos pozos se registraron siete diferentes usos: abrevadero, balneología, doméstico, industria, potable, riego y otros usos. Los pozos independientemente del uso que se le destine a los mismos su volumen puede ser considerado como alternativa en gestión de crisis (ver anexo 2).

²⁵ Entrevista telefónica a los centros de atención médica

²⁶ Entrevista Carmita Bucheli en el Ministerio de Inclusión Económica y social MIES, institución encargada del manejo de albergues

²⁷ Es decir, ninguno de estos cuenta con un sistema autónomo eficiente en caso de crisis. Estos serán considerados en el siguiente capítulo donde se realiza el análisis de espacial de espacios recursos y espacios utilizadores.

Mapa 12. Localización y uso del agua de pozos privados del DMQ



Fuente: MDMQ, 2003

Elaboración: Investigación Gabriela Rodríguez

Los pozos privados cuentan con un caudal aproximado de 389 lt/seg. Y pueden representar una fuente continua del recurso agua. En el mapa 12 podemos apreciar que la mayoría de pozos o más del 50% se localizan en el lado este del DMQ en las parroquias orientales, casi el 40% en Quito y aproximadamente el 10% en las parroquias del noroeste. Seis de los pozos son de uso abrevadero, 45 balneología, 29 de uso doméstico, 19 de uso industrial, 20 de riego, 1 potable y 4 de otros usos.

2.2.3 Aguas subterráneas El Acuífero de Quito: ¿un recurso subutilizado?

En el DMQ existen varios yacimientos de agua subterránea, denominados acuíferos y, desde el año 2004, la Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable (EMAAP-Q) realiza estudios para el aprovechamiento sustentable del agua, considerando la cantidad, calidad y los riesgos de contaminación que presenta cada uno de dichos yacimientos. Los objetivos de los estudios se enfocan hacia la explotación racional y buscan que la ciudad cuente con fuentes alternativas para el abastecimiento de este recurso²⁸.

A partir de 1991 en que entro en funcionamiento el proyecto Papallacta, se dejo de bombear los pozos del acuífero, y por recarga natural, se ha producido el almacenamiento de grandes volúmenes de agua subterránea provocando el ascenso de los niveles a cotas superficiales.

El agua subterránea del acuífero de Quito ha sido explotada desde 1940 con más de 130 pozos de hasta 180 metros de profundidad, todos con fines de abasto de agua potable. A pesar de ello, solo los pozos recientemente perforados por la EMAAP-Q desde el año 2004 alcanzaron el basamento y por tanto, han permitido un adecuado conocimiento de sus características hidrogeológicas, reservas, caudal de explotación, etc. El territorio de estudio abarca un área total de 275 Km² y coincide con las áreas ocupadas por la ciudad, la cual se extiende en una longitud aproximada de 30 km²⁹.

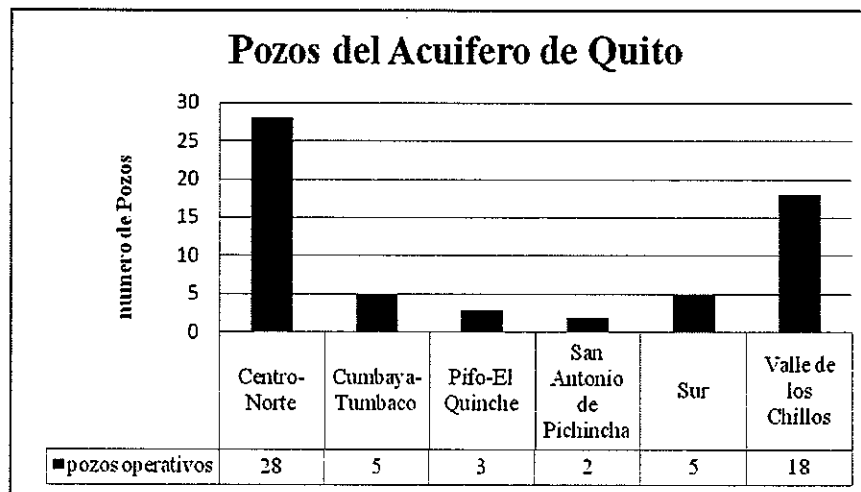
El aprovechamiento de las aguas subterráneas del llamado Acuífero de Quito cuenta con un caudal aproximado de 600l/s. representa el 15% del abastecimiento de Quito distribuido en 6 acuíferos de la ciudad con 61 pozos en estado operativo (ver mapa 13).

Como se puede apreciar en el grafico nº 9 la mayoría de pozos, 28 se localizan en el sector centro-norte de la ciudad, continuando con 18 en el valle de los Chillos, 5 en el valle de Tumbaco- Cumbayá, 5 en el sur, 3 en Pifo-El Quinche y 2 es San Antonio de Pichincha (ver Anexo 3)

²⁸ MDMQ y DMA, 2008

²⁹ LARREA O. MUÑOZ T. 2008

Gráfico 9. Pozos de los acuíferos de Quito



Fuente: Departamento del Acuífero de Quito, EMAAP-Q 2008

2.2.3.1 Características geológicas e hidrogeológicas

Según LARREA y MUÑOZ (2008) el valle donde se encuentra el acuífero de Quito esta dentro de un entorno geodinámico complejo, en donde interaccionan: depositación, volcanismo, tectónica y erosión, generando una de las cuencas estratigráficamente complicada.

El relleno de la cuenca se ha desarrollado con productos volcano-sedimentarios depositados en diferentes ambientes.

2.2.3.2 Reservas de explotación

En la tabla nº 11 se indican las reservas totales (recursos hídricos subterráneos potenciales), así como las reservas disponibles (recursos hídricos subterráneos utilizables técnica, económica y legalmente) en seis acuíferos del DMQ.

Tabla 11. Acuíferos del DMQ

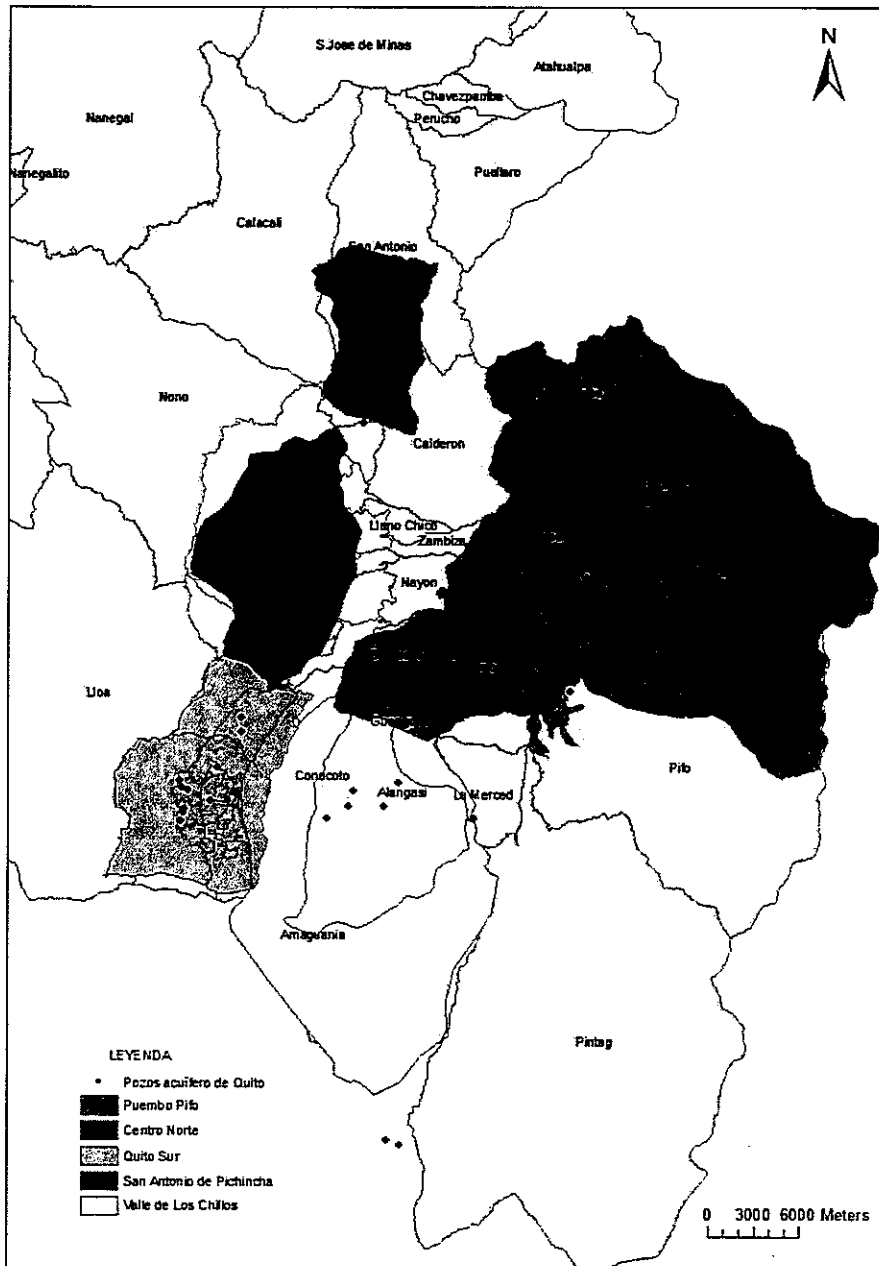
Acuífero	Reservas (l/s)	Recurso disponible (l/s)
Centro Norte de Quito	870	200
Valle de los Chillos	950	500
San Antonio de Pichincha (nivel superior)	180	320
San Antonio de Pichincha (nivel inferior)	195	
Puambo-Pifo	800	430
Sur de Quito	563	166
Pita	450	450
Total	4008	2066

Fuente: Departamento del Acuífero de Quito, EMAAP-Q 2008

En cuanto a la calidad del agua subterránea por su dureza total las aguas en general son blandas y potables. Igualmente existen pocos puntos con alto contenido bacteriológico por lo que las aguas deben ser tratadas para el consumo humano.³⁰

El departamento del acuífero de Quito en la EMAAP-Q se encuentra a cargo de los acuíferos de la ciudad. El estudio del Municipio de Quito MDMQ y la Dirección Metropolitana del Ambiente DMA detalla más información sobre los mismos:

Mapa 13. Localización de pozos de los acuíferos del DMQ



Fuente: EMAAP-Q, 2010

Elaboración: Investigación Gabriela Rodríguez

³⁰ LARREA O. MUÑOZ T. 2008

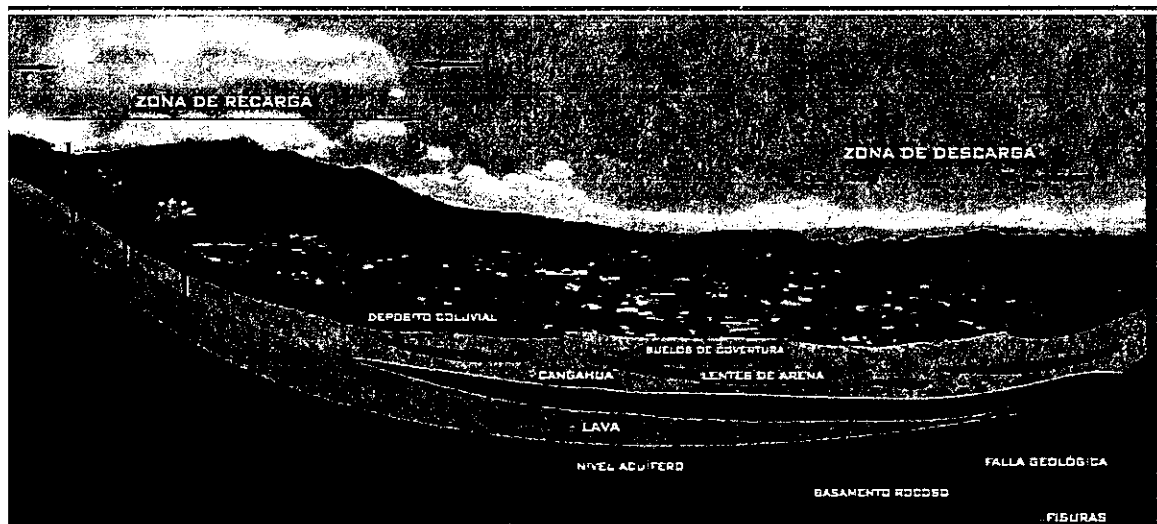
2.2.3.3 Los acuíferos del DMQ

2.2.3.3.1 El Acuífero Centro – Norte

En el subsuelo de Quito se encuentra un acuífero con dos yacimientos (Sur y Centro Norte). Desde 1991, cuando comenzó el Proyecto Papallacta, se detuvo la explotación del segundo yacimiento, lo que generó mayor almacenamiento de aguas subterráneas. Así, se volvió imprescindible utilizar esta agua para bajar el nivel freático e impedir que éste cause daños en las estructuras soterradas de las edificaciones. La recarga se produce en las laderas del Pichincha y el área acuífera tiene un caudal de recarga de 460 l/s (ver gráfico n° 12). La hidrogeología describe a este acuífero como multicapa, el cual consta de dos niveles relacionados entre sí, con una profundidad media del nivel piezométrico que varía entre 5 a 17 m entre los parques El Ejido y La Carolina y hasta 43 m en el sector del Aeropuerto Mariscal Antonio José de Sucre.

Las reservas de explotación acumuladas desde 1991, sumadas a los aportes que llegan a la zona de almacenamiento, se estiman en 765 l/s, los mismos que pueden ser explotados a lo largo de 25 años. En lo referente a la calidad de las aguas subterráneas, el agua presenta mineralización inferior a 0,5 g/l. Se trata, principalmente, de aguas bicarbonatadas-magnésicas, aguas blandas y potables – luego de someterse a cierto tratamiento–. Los riesgos de contaminación se presentan en los estratos superiores, a poca profundidad, en un rango de 20 a 30 m; sin embargo, la zona de alimentación del acuífero, es decir, las laderas del Pichincha (2.800 – 3.800 msnm) tiene gran vulnerabilidad ante los vertidos de cualquier sustancia contaminante, ya que las áreas más profundas podrían llegar a contaminarse por infiltración. Asimismo, la urbanización de este sector representa una amenaza para el mantenimiento del acuífero que, debido a este proceso, reducirá sus reservas y caudales.

Gráfico 12. Acuífero centro norte



Fuente: Departamento del Acuífero de Quito, EMAAP-Q 2008

2.2.3.3.2 El Acuífero Sur de Quito

La explotación de este acuífero comenzó hace 40 años, para uso industrial, con la utilización de pozos propios; la EMAAP-Q explota este acuífero en menor escala, con miras al uso doméstico. En este acuífero existen 2 periodos lluviosos entre los meses de febrero a mayo y de octubre a noviembre. Las precipitaciones son mayores en el sector sur, donde se registran valores medios anuales entre los 1.400 y 2.000 mm, mientras que al norte estos oscilan entre 1.000 y 1.200 mm.

El acuífero Sur de Quito se ubica dentro de la cuenca del río Machángara y tiene un área de acumulación de 52 km² y su cuenca de alimentación es de 127 km². Existen 2 yacimientos bien diferenciados. El primero, el yacimiento "El Pintado", se encuentra en el noroeste y está formado por depósitos fluvio-lacustres en distintos niveles, con un espesor de 60 m. Este yacimiento no tiene buenas características hidrogeológicas para el aprovechamiento intensivo. El segundo, el yacimiento "Guamaní", se ubica en el sector sureste, tiene un área de acumulación de 39,2 km² y un área de recarga de 51 km². Este yacimiento presenta 2 niveles separados por una capa de 20 m de depósitos fluvio-lacustres y llega hasta una profundidad de 165 m.

Las reservas de explotación equivalen a 563 l/s, de los cuales se extraen en la actualidad 397 l/s y se mantienen disponibles 166 l/s (entre los 2 yacimientos). Este acuífero tiene alto riesgo, sobre todo al nivel superficial (hasta los 15 m de profundidad), ya que se produce infiltración directa en la zona de acumulación y es un área urbanizada y de alto desarrollo industrial. Se recomienda realizar un monitoreo permanente de los sistemas de alcantarillado, eliminar letrinas y establecer un control constante del manejo de efluentes industriales.

2.2.3.3.3 El Acuífero San Antonio de Pichincha

Debido al desarrollo urbanístico e industrial de los sectores de Pusuquí, Pomasqui y San Antonio de Pichincha, la demanda de agua ha aumentado, por lo que se utilizan los pozos ubicados en El Condado, Pomasqui y San Antonio de Pichincha. La precipitación media anual es baja (538 mm), la evapotranspiración anual es de 513 mm y la infiltración corresponde a 25 mm; por esta razón, la mayor recarga de este acuífero se produce gracias al acuífero Centro Norte de Quito.

El Acuífero San Antonio de Pichincha está conformado por 2 niveles: el superior, con profundidades entre 40 y 80 m, cuyo nivel piezométrico oscila entre 40 y 50 m, y cuya recarga es producida por el río Monjas. El nivel inferior está incluido en la formación Pisque, a partir de los 180 m de profundidad, con un espesor de 100 m y un nivel piezométrico que varía entre 80 y 120 m, con un área de acumulación de 20,4 km². Las reservas acumuladas en el acuífero son de 180 l/s en el nivel superior, mientras que en el inferior se tienen 195 l/s. Se estima un tiempo de explotación de 20 años, con un recurso disponible de 320 l/s. Las aguas del nivel inferior son bicarbonatadas sódicas, con mineralogía menor a 0,5 g/l y son consideradas aguas blandas. El riesgo a la contaminación es elevado para el nivel superior del yacimiento, puesto que es alimentado por el río Monjas, que recibe las aguas residuales del sector Norte de la ciudad. El riesgo es bajo para el nivel inferior, ya que hay poca permeabilidad entre los 2 niveles.

2.2.3.3.4 Acuífero Valle de Los Chillos

El Valle de los Chillos se encuentra entre los 2.320 y 4.120 msnm al suroriente de la ciudad. Las principales fuentes de abastecimiento están constituidas por aguas superficiales, especialmente aquellas que se encuentran distribuidas por la Planta de Tratamiento de Puengasí y, en menor grado, por aguas subterráneas. La recarga del acuífero se produce, en mayor medida, a través de la ladera norte del volcán Pasochoa, con un caudal de recarga de 950 l/s, del cual se aprovechan actualmente 450 l/s. Se trata de un acuífero estratificado (multicapas), cuya estructura ha generado 2 niveles: el superior, con profundidades de hasta de 40 - 60 m; y el inferior, con profundidades entre 100 a 120 m, con un nivel piezométrico alrededor de 24 m. El recurso disponible es de 500 l/s.

De los análisis de laboratorio se desprende que el 70% de las aguas son bicarbonatadas magnésicas; por su mineralización son consideradas aguas dulces con pH neutro. El primer nivel, en especial en las cercanías al río San Pedro, presenta aguas con cierto grado de contaminación bacteriológica, pero pueden ser fácilmente potabilizadas; es necesario emprender políticas de gestión y manejo del recurso hídrico, tanto a nivel del sector acuífero como en las zonas de recarga. Cabe comentar que la mayor parte de la zona de alimentación del acuífero se encuentra dentro del Refugio de Vida Silvestre Pasochoa, lo que favorece la conservación del recurso hídrico.

2.2.3.3.5 Acuífero Pifo

Este acuífero se encuentra en estudio de interés se ubica en Pifo, Puenbo, Tababela, Yaruquí y El Quinche. La precipitación media anual es de 1.089 mm para la zona montañosa, mientras que para el valle es de 904 mm. La temperatura media anual corresponde a 15,40 °C y la evapotranspiración oscila entre 530- 560 mm. Las aguas de este acuífero son consideradas como bicarbonatadas. Dadas las características hidrogeológicas, la zona de estudio se ha dividido en 3 sistemas acuíferos:

- El Guambi: es un acuífero libre con permeabilidad secundaria, tiene una extensión de 15 km² y un espesor de 50 m. La EMAAP-Q construyó galerías para explotación, como la galería Malauco, con un caudal de 60 l/s, que abastece a Pifo y Puenbo. Además, existe una descarga de este acuífero, conocido como vertiente Chantag, cuyo caudal es de 20 l/s.
- Pifo-El Quinche: formado por material sedimentario; constituye un acuífero multicapa, con un espesor de 100 m y un caudal de explotación de 3 a 15 l/s y únicamente en los sectores de fallas geológicas o discontinuidades sus caudales llegan hasta 60 l/s.
- Tobas Doradas: es un acuitardo³¹ que se extiende a lo largo de 376 km². Su topografía es accidentada; constituye parte de la recarga de los acuíferos anteriores.

³¹ Según UNESCO son formaciones geológicas semipermeables que conteniendo agua en gran cantidad, la transmiten muy lentamente. la presencia de un acuitardo puede proporcionar a un acuífero que esté en contacto con él, una recarga vertical que puede llegar a ser importante

2.2.3.4 Riesgo de Contaminación del acuífero

El riesgo de contaminación y degradación de los horizontes acuíferos en las áreas de almacenamiento, está limitado a los estratos que se encuentran a poca profundidad de la superficie del terreno, hasta unos 20-30m, esto debido a que a mayor profundidad existen estratos de baja permeabilidad por su litología. Paralelo a lo antes expuesto las presiones existentes mayores a 10 atmosferas impiden la contaminación de los acuíferos profundos en las zonas de almacenamiento. (LARREA O. MUÑOZ T. 2008)

En las zonas de alimentación (de infiltración de lluvias) y en específico en las laderas del Pichincha, entre las cotas 2.800 y 3.800 m.s.n.m. cualquier tipo de contaminante líquido vertido sobre el terreno o sólido que pueda presentar disolución con las aguas de las lluvias pueden infiltrarse y llegar hasta las zonas de almacenamiento, con lo que pueden contaminarse incluso los acuíferos profundos. En estas áreas el desarrollo urbano conspira contra las propiedades de alimentación de los acuíferos, pudiendo a mediano y largo plazo disminuir considerablemente sus reservas y caudales de pozos. (LARREA O. MUÑOZ T. 2008)

El análisis del riesgo a la contaminación del acuífero Intermontano de Quito fue realizado por la EMAAP-Q en el año 2008. La determinación de la amenaza se basa en el conocimiento de flujo de agua subterránea, su movimiento, la calidad de los efluentes y la ubicación de las industrias existentes en la Dirección Metropolitana del Ambiente de Quito, las concentraciones de los diferentes efluentes y la ubicación de las descargas con relación al acuífero. En este análisis se encontró que las zonas menos vulnerables, sujetas a un grado de amenaza medio y alto, representan las zonas de más alto riesgo de contaminación. Las zonas de vulnerabilidad alta, representan un riesgo de contaminación alto, inclusive cuando se presenta una amenaza media o baja. (LARREA y otros, 2008)

El análisis de la vulnerabilidad demuestra que la inclusión del tipo de suelo incide directamente en el resultado de la vulnerabilidad, presentándose valores más altos donde está más expuesto el manto acuífero; en función del grado de confinamiento (de las aguas que contienen), se establecieron como libres³² a la zona de las laderas del Pichincha, semiconfinados³³ y confinados³⁴ a las zonas donde el acuífero tiene capas superficiales con poca permeabilidad y/o en zonas urbanizadas; combinando estas características con la profundidad del nivel de agua, se obtiene el mapa reclasificado en: baja, media, alta y extrema. (LARREA y otros, 2008)

³² Según UNESCO los acuíferos libres son aquellos en que el agua subterránea presenta una superficie libre, sujeta a la presión atmosférica, como límite superior de la zona de saturación. Esta superficie libre se conoce como superficie freática y el nivel a que ella se eleva, respecto a otro de referencia, nivel freático. Está formado en general por un estrato permeable parcialmente saturado de agua que yace sobre otro estrato impermeable o relativamente impermeable.

³³ Los acuíferos semiconfinados son acuíferos completamente saturados sometidos a presión que están limitados en su parte superior por una capa semipermeable (acuitardo) y en su parte inferior por una capa impermeable o también por otro acuitardo.

³⁴ Los acuíferos confinados o artesianos son formaciones geológicas permeables, completamente saturadas de agua, confinadas entre dos capas o estratos impermeables o prácticamente impermeables (una inferior y otra superior).

La amenaza a la contaminación del acuífero de Quito se localiza en términos generales en las zonas que drenan hacia las descargas y quebradas, con una mayor propagación del contaminante para el primer nivel acuífero que va desde el eje de la cuenca urbana hacia los cuerpos de descarga, teniendo como descarga las quebradas El Batán, El Colegio y Río Monjas. Para niveles de acuíferos inferiores, si bien la amenaza no es mayor, por funcionar como un elemento de almacenamiento, con un tiempo de viaje relativamente extenso, conlleva a concluir que de producirse un gran transporte del contaminante, consecuentemente solo la prevención constituye la única alternativa factible para evitar los daños al acuífero. (LARREA y otros, 2008)

La zona de mayor riesgo lo constituye la zona del callejón del río Monjas, donde se asientan algunas industrias farmacéuticas y gasolineras. En la zona aeropuerto, la vulnerabilidad oscila entre media y alta. Se ratifica la susceptibilidad a la contaminación a la que está expuesto el parque La Carolina, la zona de la Jipijapa por la cercanía de nivel freático y en especial se comprueba el alto riesgo de contaminación que presentan las quebradas de las Laderas del Pichincha cuando estas se aproximan a la ciudad. En las partes altas de la ladera oriental del volcán Pichincha, el riesgo es medio en cercanía a las quebradas, sin embargo surge la necesidad de establecer un manejo ambiental y de expansión territorial que garantice la sostenibilidad del recurso hídrico. (LARREA y otros, 2008)

Los pozos del acuífero de Quito constituyen la principal fuente alterna de Quito ya que representan el 15% de fuente de agua en forma continua y cuentan con una amplia capacidad de aprovechamiento de hasta 2000lt/seg. y una reserva de agua de hasta 4000lt/seg. Sin embargo el aprovechamiento de esta fuente representa un amenaza de contaminación química y biológica que deberá ser considerada antes de la utilización de cada pozo e inclusión de un monitoreo constante.

2.3 Gestión del riesgo en el DMQ

El éxito de la respuesta dada a una situación de emergencia depende, entre otros factores, de la preparación durante los periodos normales. Hay que constatar sin embargo que las situaciones de crisis volcánica de finales de los años 1990 (Pichincha y Tungurahua) y de inicios de los años 2000 (El Reventador) vividas por la población y las diferentes instituciones, provocaron un real asalto cualitativo en la reducción de la vulnerabilidad mediante preparación para crisis D'ERCOLE y METZGER, 2004

La Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito EMAAP-Q ha venido desarrollado desde las crisis de 1999 una serie de planes de contingencia y emergencia a continuación se presentan:

2.3.1 Plan de contingencias para erupción del volcán Cotopaxi

Ante la reciente reactivación del volcán Cotopaxi, la Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (EMAAP-Q) ha desarrollado un plan de contingencia para proteger los puntos vulnerables de los sistemas de abastecimiento

de agua y saneamiento y de este modo estar en condiciones de hacer frente a una eventual erupción.

La ceniza proveniente del volcán puede contaminar el agua de las fuentes, canales y plantas de tratamiento, pero los lahares tienen mucha energía y pueden destruir las obras de infraestructura de los sistemas de abastecimiento que se encuentren a su paso. Así, un desastre disminuiría significativamente la disponibilidad de agua potable y la población se vería seriamente afectada en su salud y calidad de vida.

Las obras de infraestructura más amenazadas en este escenario son las localizadas en el río Pita, el río Santa Clara y el río San Pedro, que constituyen los drenajes naturales de los flujos de lodo. El estudio inicial propone cambiar los pasos subfluviales de los ríos Pita y Santa Clara por pasos aéreos construidos fuera del alcance de los lahares.

Las medidas de prevención se relacionan principalmente con la captación de caudales que puedan suplir a los que proporciona el sistema del río Pita, ya que la captación se vería seriamente afectada por el eventual desastre.

Aunque no se puede conocer cuánto tiempo estaría fuera de servicio esta toma, es posible estimar que este hecho afectaría el abastecimiento de medio millón de personas de las zonas centro y centro sur de la ciudad de Quito.

Como parte de las actividades de respuesta durante la emergencia, la EMAAP-Q implementará planes de racionamiento, planes de abastecimiento mediante vehículos cisterna y el incremento del caudal extraído del acuífero de Quito, especialmente en las zonas central y centro sur de la ciudad.

El plan de contingencia ante la eventual erupción de este volcán se ha visto beneficiado por la experiencia vivida en 1998-1999 por la actividad del volcán Pichincha y por la erupción del volcán Reventador en noviembre de 2002

En 1998, el volcán Pichincha tuvo muchos eventos eruptivos menores que, según los expertos, constituían el preámbulo de una erupción de gran magnitud. Para los sistemas de abastecimiento de agua potable, el riesgo consistía en el impacto de piroclastos en las fuentes y conducciones localizadas en las estribaciones del volcán y en la caída de ceniza en las plantas de tratamiento de la ciudad.

Las medidas de mitigación incluyeron el recubrimiento de los filtros, clarificadores y sedimentadores de las plantas urbanas para evitar la contaminación con ceniza. Además, se realizaron "by-passes" en algunas plantas que tenían reservas de agua cruda, a fin de usar el agua directamente de la conducción en el caso de que se contaminara la reserva.

Se puso énfasis en las actividades de respuesta y se conformaron equipos de trabajo para la evaluación de daños y necesidades y para la atención de emergencias puntuales.

Se conformaron el Comité General de Emergencia y el Comité Operativo de Emergencia, se estableció un centro de operaciones y se determinaron los estados de alerta y las actividades asociadas a ellos.

En el caso específico de cada subsistema que compone el sistema de abastecimiento de agua potable de Quito cuenta con un instructivo del plan de contingencia a erupción volcánica, con un instructivo para arranque y parada de la planta y además con un instructivo para el manejo y almacenamiento y control de derrames de sulfato de aluminio líquido. A continuación las actividades a realizar antes, durante y después en los subsistemas de agua potable.

2.3.1.1 Subsistema El Placer

Este subsistema incluye las plantas de tratamiento: El Placer, Toctiuco, Rumipamba y Torohuco en caso de erupción volcánica. El plan contiene 3 alertas: amarilla, naranja y roja.

La alerta amarilla activa la estructura organizativa de la empresa, en esta se preparan básicamente las estructuras para la protección de los diferentes equipos y se los ubica en caso sitio requerido. Todo el personal de operación y mantenimiento participan activamente en caso de producirse una emergencia.

En la alerta naranja se procede al recubrimiento de equipos expuestos a la caída de la ceniza mediante plásticos además, se revisan las herramientas necesarias para remoción de ceniza y se efectúan recorridos de prueba para traslados de personal desde y hacia la planta.

En la alerta roja el personal trabaja en turnos de 12 horas mientras dura la caída de ceniza, el personal remueve la ceniza de las cubiertas para evitar la falla y taponamiento. Si la caída de ceniza es abundante y altera la calidad de agua, se suspende el ingreso de agua de los canales abiertos del Atacazo, Lloa y Pichincha para evitar taponamientos en las conducciones al ingreso de las plantas El personal de aducción desviaré el agua cruda de los canales abiertos anteriormente dichos hacia las quebradas nueva Aurora y la Chorrera. La planta continúa operando con el agua del sistema Pita Tambo o Puengasí para lo cual se abre las válvulas de ingreso de este sistema y se trabaja con el 50% de la capacidad de operación de la planta.

2.3.1.2 Subsistema Puengasí

Este subsistema incluye las plantas Puengasí y Conocoto en caso de erupción volcánica.

La alerta amarilla y naranja consiste en lo definido en el subsistema anterior. En alerta roja se aplican las mismas condiciones del sistema anterior y si la caída de ceniza es abundante y altera la calidad del agua, se suspende el ingreso de agua cruda del canal abierto del Pita-Tambo, para evitar taponamientos en las conducciones de ingreso a la planta. Si se determina que el agua no es estable se deberá comunicar al personal de aducción para que desvíe el agua cruda al canal abierto del Pita. La planta continuará operando con el agua de los tanques de reserva hasta un nivel de dos metros.

2.3.1.3 Subsistema Bellavista

El instructivo define las actividades a seguir en las plantas Bellavista y Noroccidente, en caso de erupción volcánica.

La alerta amarilla y naranja esta definidas de igual forma en todos los subsistemas. En alerta roja se aplican las mismas condiciones del sistema anterior, si la caída de ceniza es abundante y altera la calidad del agua, se suspende el ingreso de agua cruda para evitar taponamientos en las conducciones de ingreso a la planta. En este subsistema se incluye además instrucciones para el manejo seguro del cloro gas.

2.3.1.4 Subsistema El Troje

El instructivo define las actividades a seguir en las plantas del subsistema El Troje, en caso de erupción volcánica.

La alerta amarilla y naranja esta definidas de igual forma en todos los subsistemas. En alerta roja se aplican las mismas condiciones del sistema anterior, y si la caída de ceniza es abundante y altera la calidad del agua, se suspende el ingreso de agua cruda de los canales abiertos de Atacazo y Lloa para evitar taponamientos en las conducciones de ingreso a las plantas de Chilibulo y Filtro Chilibulo Alto. La planta de Chilibulo continuará operando con el agua de la lines Garzón (Lloa) 40lt/seg. Que significa el 40% del suministro de agua tratada al departamento de distribución.

2.3.1.5 Subsistemas Menores

El instructivo define las actividades a seguir en las plantas de los subsistemas menores, en caso de erupción del volcán Reventador

La alerta amarilla y naranja esta definidas de igual forma en todos los subsistemas. En alerta roja se aplican las mismas condiciones del sistema anterior, y si la caída de ceniza es abundante y altera la calidad del agua, se suspende el ingreso de agua cruda de de las captaciones superficiales para evitar taponamientos en las conducciones de ingreso a las plantas. El personal de mantenimiento de aducciones desviará el agua cruda de las captaciones hacia su cauce natural. Las plantas de tratamiento de paralizarán.

Para todos los subsistemas se plantea ya el organigrama del equipo de respuesta para el plan de contingencias.

2.3.2 Procedimiento para el control de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre

El procedimiento define los lineamientos para el control de calidad del agua³⁵ que se procesa en las plantas de tratamiento de la EMAAP-Q, en situaciones de emergencia y desastre. Este procedimiento se aplica para las actividades de control de calidad del agua cruda, en proceso y tratada, antes, durante y después de ocurrida la emergencia y desastre.

³⁵ Es el conjunto de actividades ejercidas en forma continua por el abastecedor, en el objeto de verificar que la calidad del agua suministrada a la comunidad sea segura. EMAAP-Q, 2008.

Considerando las recomendaciones de la Guía para la vigilancia y el control de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastres –OPS, la EMAAP-Q establece que los parámetros que deben ser monitoreados son el PH, turbiedad, cloro residual. Estas tres determinaciones se las considera claves porque están directamente relacionadas con la desinfección, el mantenimiento del nivel de cloro libre residual en el agua y, por lo tanto con la posibilidad de transmisión de agentes patógenos.

Posteriormente, si las circunstancias lo permiten se deberá hacer la determinación bacteriológica para evaluar la concentración de bacterias coliformes totales y *Escherichia coli*.

En base a estas consideraciones se establece la matriz para el control de calidad del agua en caso de erupción volcánica en la que se describe los parámetros, frecuencias y responsables de los controles de calidad. La matriz se aplicará en caso de que las circunstancias lo permitan en las plantas de tratamiento que cuentan con laboratorio de control de calidad (Bellavista, El Placer, El Troje y Tumbaco). En las plantas de tratamiento que no cuentan con laboratorio el operador de turno realizará el control de calidad de agua cada dos horas en el agua cruda, en proceso y tratada. Los parámetros a determinarse son PH, color, turbiedad y cloro residual.

2.3.3 Plan Integral de Mitigación de riesgos y atención de emergencias

El plan integral de mitigación de riesgos y atención a emergencias considera las emergencias que puedan surgir durante la operación y mantenimiento de las diferentes plantas de tratamiento de agua potable de Quito considerando: condiciones técnicas operativas y los riesgos naturales asociados al desempeño de las plantas así como también considera potenciales emergencias atribuidas al sabotaje de infraestructuras por actos subversivos o terroristas.

Las amenazas de origen natural mas graves para los sistemas son en orden de importancia las erupciones volcánicas (principalmente la del guagua Pichincha) y los sismos. Las amenazas derivadas de acciones antrópicas son pocas siendo las más importantes: actos de terrorismo o sabotaje, incendios o explosiones, emergencias medicas y posibles fugas de cloro gas.

CAPITULO III

RELACIÓN ESPACIAL ENTRE LOS ESPACIOS RECURSOS Y LOS ESPACIOS UTILIZADORES

CAPITULO III

3. Relación espacial entre los espacios recursos y los espacios utilizadores

3.1 ¿Que son los espacios recursos?

Los espacios recursos en este estudio son los lugares donde se asientan fuentes de abastecimiento de agua para la población fuera de la red de abastecimiento de agua potable de Quito. Esta repartición territorial de las capacidades nos indica la localización y la cantidad de este recurso para posteriormente analizar si son suficientes para satisfacer las necesidades hídricas de la población.

Gráfico 13. Relación espacial espacios recursos/ espacios utilizadores



Elaboración: Investigación Gabriela Rodríguez, 2009

Como podemos observar en el gráfico n° 13 en este capítulo se analizan la repartición de las capacidades a nivel del DMQ vistas en el capítulo anterior en relación a los espacios utilizadores o llamada población estratégica, la cual debe ser abastecida en prioridad (zonas de alta densidad poblacional y lugares esenciales en gestión de crisis).

3.1.1 Repartición territorial de las capacidades

Los recursos disponibles en el DMQ de fuente de agua continua son los pozos del acuífero de Quito, los pozos privados y las vertientes. Además por la importancia de la distribución de este recurso, se cuentan los móviles o tanqueros a nivel del DMQ. A nivel general se aprecia que los recursos suman un caudal aproximado de 2853 lt/seg. que representarían el 40% del caudal que producen los sistemas actuales. Entonces, ¿estas fuentes continuas representarían la cantidad suficiente para abastecer al DMQ en contexto de crisis?

Estas capacidades se reparten espacialmente en el Distrito Metropolitano de Quito de la siguiente forma:

QUITO URBANO

Norte

- El 50% de pozos privados se localizan al norte de Quito
- En cuanto a pozos del acuífero de Quito en el acuífero centro-norte se localizan 28 pozos todos de uso domestico. Seis en estado operativo y 22 en estado operativo con monitoreo químico.
- Se cuenta con 5 estaciones de bomberos que podrían a disposición sus tanques y móviles para transporte de agua: en las parroquias Calderón, Carcelén, La Concepción, La Mariscal y Jipijapa.
- Los tanqueros de la EMAAP-Q son 6 localizados en sus Instalaciones y están encargados de brindar servicio a aquellos barrios que no son abastecidos por la red pública de agua potable. El HCCP cuenta con 3 tanqueros.
- La asociación de tanqueros de agua de La Ofelia se localiza en el norte de Quito con una capacidad de 17 tanqueros que provisionan a todas las parroquias urbanas y suburbanas de Quito. Estos tanqueros al ser móviles tienen la ventaja de desplazarse a todo el DMQ. Ya han prestado sus servicios en otras crisis.
- Las vertientes se en el norte son tres localizadas en Colinas de Norte.

Centro

- El sector centro de Quito dispone entre sus capacidades dos vertientes: la del Sena y la del río Machángara.
- El 6% de pozos se localizan en el centro del DMQ
- Posee cinco de los 28 pozos del acuífero centro-norte. En el centro se localizan dos estaciones de bomberos que pueden prestar sus servicios de tanqueros.
- La Cruz Roja en el centro donde se localizan 6 tanques de potabilización de agua capaces de producir 69.000 litros en un día.

Sur

- El acuífero sur de Quito posee cinco pozos de los cuales cuatro están en estado operativo y uno en estado operativo con monitoreo químico. Los pozos se localizan al sur en los barrios de Chillogallo y La Ecuatoriana.

- Los pozos privados en su mayoría de uso industrial representan el 6% del total sin embargo, ni pozos ni vertientes se localizan al extremo sur.
- Las vertientes son cinco y se localizan: 4 en Chillogallo y una en Cataguango.
- En la parroquia Turubamba se asientan los tanqueros del sur, aproximadamente 12 tanqueros particulares contratados por la EMAAP-Q de igual forma abastecen a los barrios no abastecidos por la red pública y en caso de emergencias.
- Las estaciones de bomberos al sur son cuatro. Se aprecia también los tanqueros del sur que distribuyen agua proveniente de del subsistema El Troje.

PARROQUIAS ORIENTALES

- Las vertientes que se localizan en las parroquias orientales son aproximadamente cincuenta.
- **Esta zona presenta una característica especial ya que las viviendas presentan en su mayoría cisternas de agua, esto debido a que hace algunos años antes de que llegue la red pública las viviendas eran abastecidas mediante tanqueros, su única forma de abastecimiento.**
- Mas del 30% de los pozos privados se localizan en las parroquias orientales sin embargo no se localizan en aquellas hacia el noreste como Guayllabamba, Tababela, Checa y El Quinche.
- Los pozos del acuífero del Quito son 5 en el acuífero de Cumbayá-Tumbaco, 3 en Pifo-El Quinche y 18 en el acuífero valle de Los Chillos.
- Las estaciones de bomberos presentes son seis presentes en las parroquias de Amaguaña, Cumbayá, Tumbaco, Alangasí, Checa y Guayllabamba.

PARROQUIAS NOROCCIDENTALES

- **Cuentan con la mayor cantidad de vertientes (62) del DMQ ya que es su principal fuente de abastecimiento. Se localizan principalmente en las parroquias de Nanegalito, Gualea, Pacto Atahualpa y la parroquia de Puellaró.**
- Poseen cuatro pozos del acuífero de Quito localizados en la parroquia san Antonio y Pomasqui, debido a que al extremo noroccidental no hay acuíferos.
- Poseen el 5% del total de pozos privados
- Se aprecia la existencia de una estación de bomberos en la parroquia de San Antonio

3.2 Espacios Utilizadores

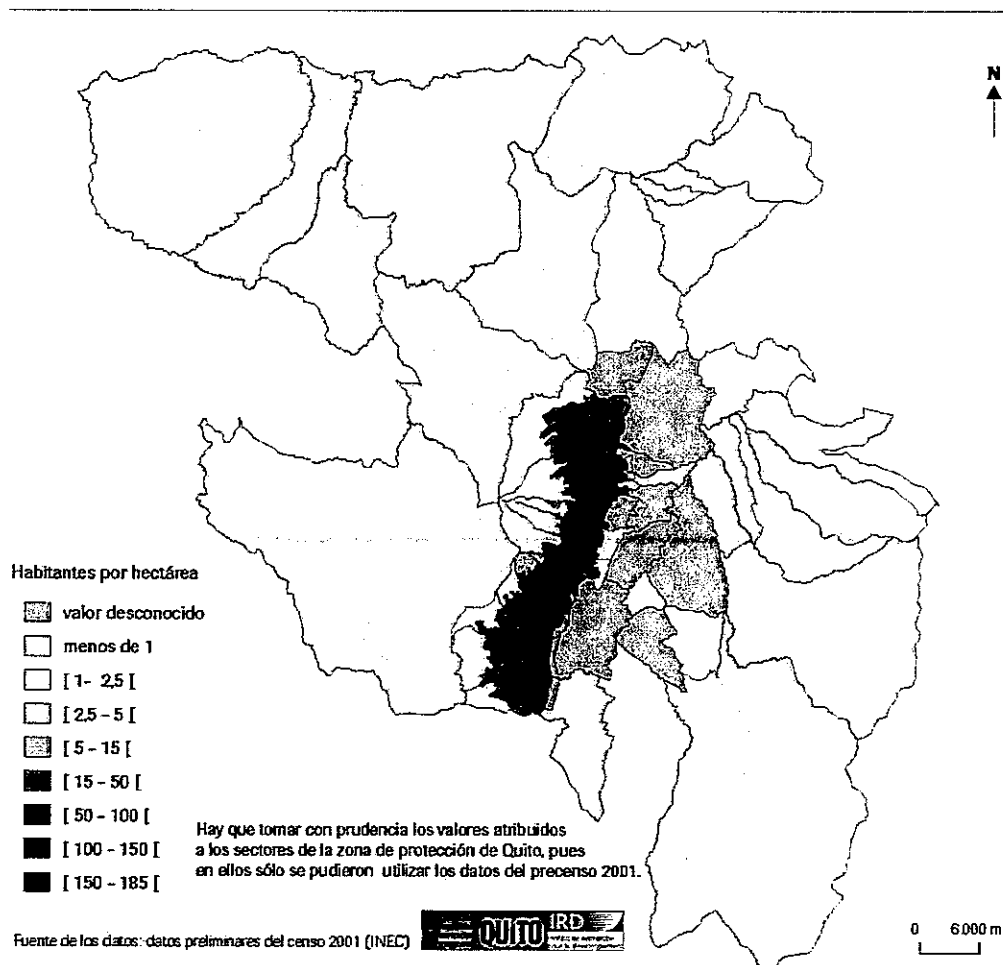
Los espacios utilizadores en este estudio son aquellos donde se localizan los usuarios estratégicos a los que hay que abastecer en prioridad debido a ser población sensible: lugares de grande concentración de población sin alternativas y lugares esenciales en gestión de crisis (establecimientos de salud y albergues o refugios). Es así que se establecerá una relación entre los lugares donde hay recursos con aquellos que lo necesitan prioritariamente.

3.2.1 Población

La población del DMQ se aproxima a 2'200.000 habitantes, cada habitante consume un promedio de 275lt/día lo que le significa a la EMMAP-Q una producción de agua de 7m³/seg.

Según el Censo del INEC en 2001 el área más densamente poblada es Quito con una densidad poblacional de más de 50 hab/ha. (diferenciándolo entre Quito parroquias urbanas y el resto del DMQ, parroquias suburbanas). Podemos apreciar en el mapa 14 el centro de Quito (cinco parroquias) con más de 150 habitantes por hectárea y cuatro parroquias con más de 100 hab/ha. esta zona que coincide con la zona de abastecimiento de los subsistemas Puengasí y El Placer. Y dos parroquias (Kennedy y Cotocollao) del Norte en la zona de abastecimiento del subsistema Bellavista con una densidad de más de 100hab/ha. A continuación las densidades poblacionales de los Valles de Los Chillos, Tumbaco y Cumbayá superior a 5 hb/ha. El resto de parroquias del DMQ figuran con una densidad de 1 hab/ha.

Mapa 14.Espacios utilizadores 1: Densidad poblacional del DMQ



Fuente: MDMQ, La Vulnerabilidad del DMQ (2004)

Pero hay alguna relación entre la densidad población y alternativas de agua en emergencia? Mientras mayor es la densidad poblacional, a mayor número de personas se debe abastecer en un área determinada generalmente un área pequeña con poca accesibilidad. Por otra parte, esta área es más fácil abastecer que a una población dispersa. Por lo tanto la dispersión es otra forma de vulnerabilidad.

3.2.2 Elementos útiles para el manejo de crisis del DMQ

Dentro de los elementos esenciales de gestión de crisis se definió a los elementos de apoyo a la población a los centros de atención médica³⁶ y los albergues³⁷ (D'Ercole y Metzger, 2004). Los elementos de apoyo a la población serán los que alberguen a mayor número de gente (enfermos, heridos, personas sin techo) en caso de una emergencia, por lo tanto deberán contar con agua oportunamente.

3.2.2.1 Establecimientos de salud

Los establecimientos de salud y particularmente aquellos que disponen de camas capaces de acoger enfermos y heridos constituyen elementos indispensables para el manejo de crisis (D'Ercole y Metzger). Entre los más importantes constan los 27 centros de atención médica (clínicas y hospitales), que representan el 14% del total inventariado en el DMQ pero el 87% del total de las camas de hospitalización. Según D'Ercole y Metzger (2004) la distribución espacial de los establecimientos de salud es inadecuada y el número de camas y de médicos insuficiente en relación con la extensión y la población del Distrito.

Esto se evidencia en el mapa 15, en el cual podemos observar que de los 27 centros tan solo el 15% se localizan fuera de Quito (3 en las parroquias orientales Conocoto, Cumbaya y Yaruquí, y uno en la parroquia noroccidental de Nanegalito). Con respecto a la localización espacial a nivel de Quito se observa que los centros de atención médica se concentran en el centro, varios se distribuyen al norte y sur sin embargo, al extremo sur se aprecia una deficiencia³⁸.

Sin embargo en un contexto de crisis se debe contar con todos los establecimientos y centros de atención médica por lo tanto se localizan en el mapa 16 las clínicas y hospitales a nivel del DMQ.

Según la UNICEF (1992) se estima que un paciente requiere al menos de 40-60 lt/día de agua por lo tanto se requiere de grandes cantidades de agua para el funcionamiento de estos elementos en gestión de crisis. Los establecimientos de salud cuentan con fuentes de almacenamiento de agua como cisternas sin embargo, su

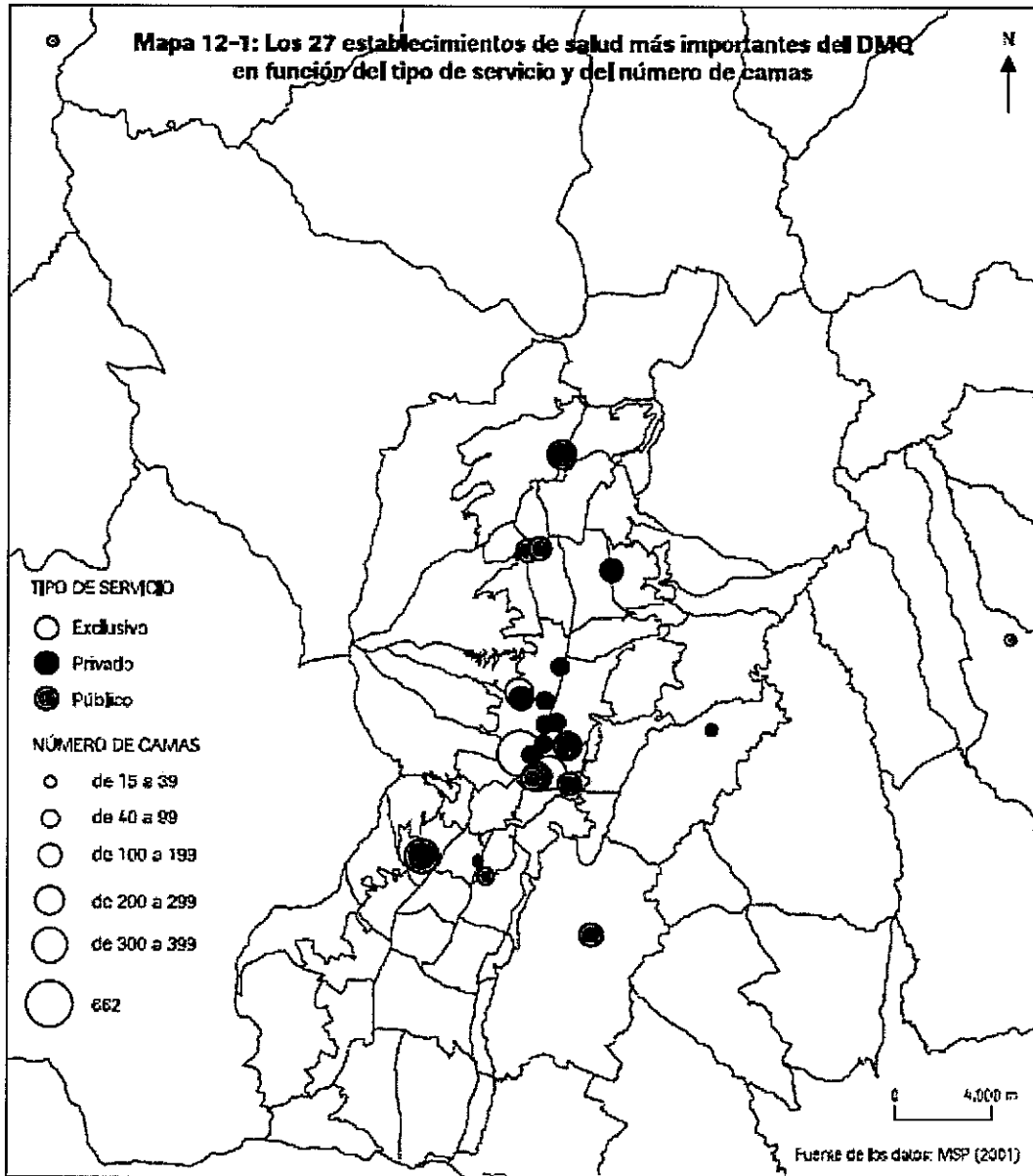
³⁶ En ese estudio se definieron los establecimientos de salud, ambulancias y hospitales móviles. En este caso solo serán considerados los establecimientos de salud. Además los datos son al 2003 pueden variar al 2010.

³⁷ Se consideraran para este estudio tan solo los albergues oficiales no los temporales

³⁸ Los datos pueden variar en la actualidad debido a que los datos son del año 2001

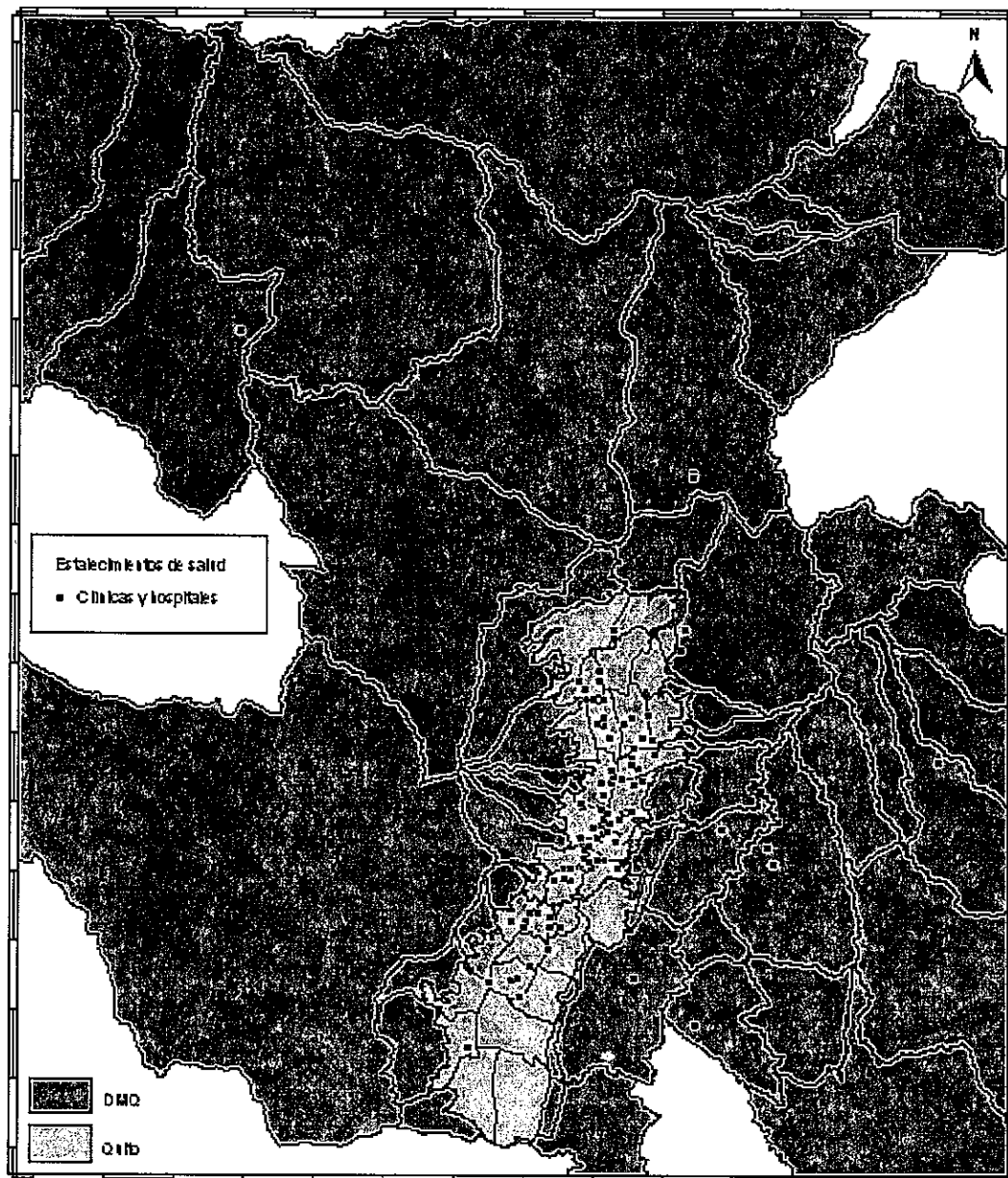
dependencia a la red pública de abastecimiento de agua potable los hace vulnerables en casos de emergencia. Es por esto vital considerar a los establecimientos de salud elementos prioritarios de atender en contexto de crisis.

Mapa 15. Espacios utilizadores 2: Establecimientos de salud más importantes en el DMQ



Fuente: D'Ercole y Metzger, Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito (2004)

Mapa 16. Espacios utilizadores 2: Centros de atención médica –Clínicas y Hospitales del DMQ-



Fuente: MDMQ, 2003

Elaboración: Gabriela Rodríguez

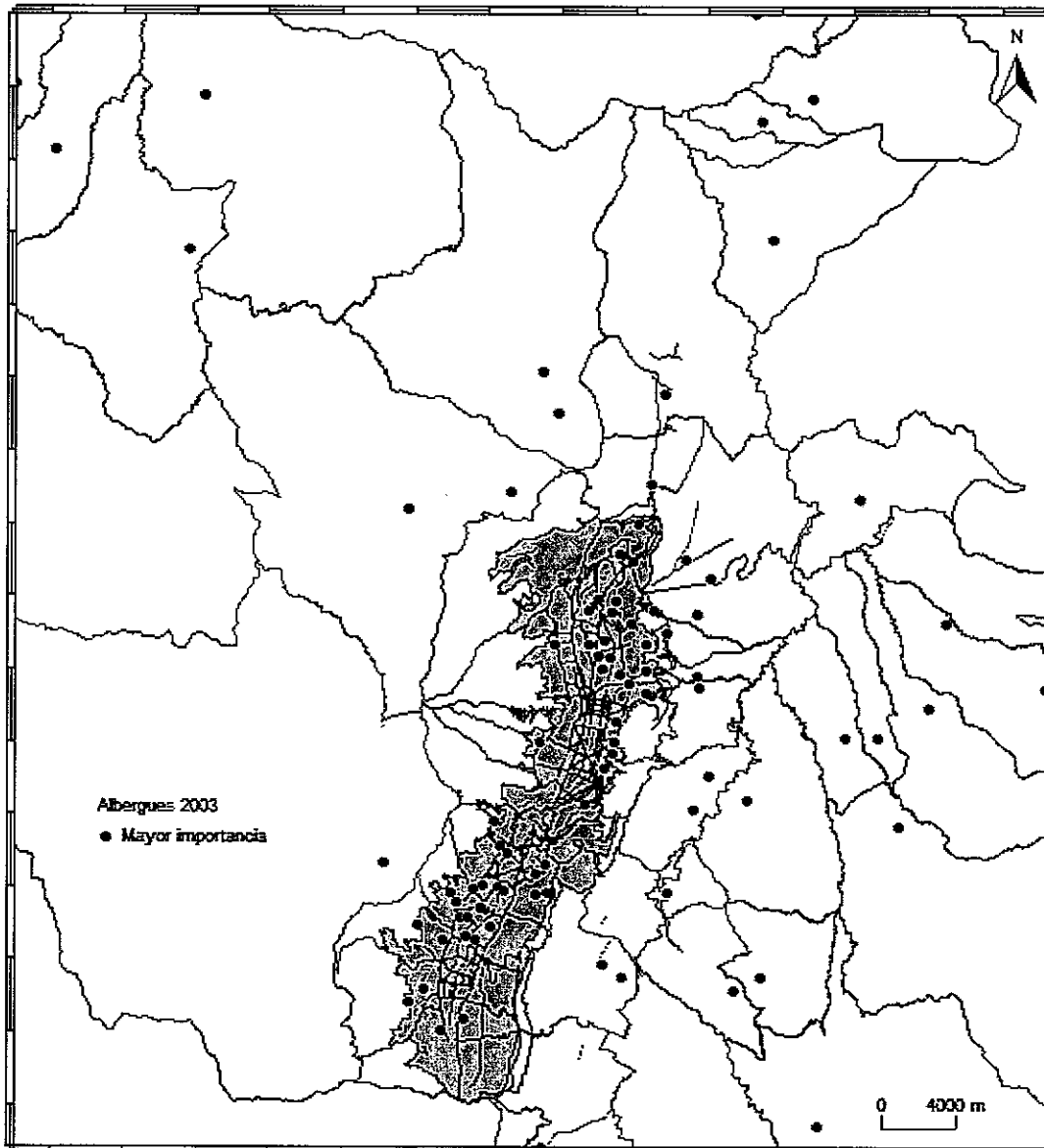
3.2.2.2 Albergues

Los albergues son lugares de abrigo para albergar temporalmente a una población afectada. Entre los albergues de mayor importancia en el DMQ figuran la mayoría de casas barriales y comunales, algunas haciendas y algunos colegios. Los albergues fueron seleccionados bajo unas condiciones: instalaciones antisísmicas, espacios internos que deben tener por lo menos 3 m² por persona, servicios básicos adecuados y en funcionamiento, altura del albergue de 2,5 m en promedio, suficiente aeración,

pisos y paredes protegidos contra la humedad, lugares con espacios internos amplios³⁹.

En el DMQ son 93 los albergues de importancia mayor (ver mapa 15). En cuanto a su distribución se aprecia que las parroquias suburbanas poseen de uno a dos albergues por parroquia aproximadamente, a excepción de Perucho, y El Quinche (que no cuentan con ninguno), mientras que Quito concentra al 60% de los albergues de importancia mayor. En Quito se puede apreciar una deficiencia de albergues en la zona centro, así como en extremo norte y extremo sur de la ciudad.

Mapa 17. Espacios utilizadores 3: Centros de atención a la población –Albergues y refugios de importancia mayor-



Fuente: MDMQ, 2003

Elaboración: Gabriela Rodríguez

³⁹ D'Ercole y Metzger, 2004

Se estima las necesidades de agua de una persona en un albergue son de de 15-20lt/día.⁴⁰ Es decir cada albergue debería dotar al menos esta cantidad para garantizar las condiciones mínimas requeridas sin embargo, ningún albergue en el DMQ cuenta con autonomía suficiente a la red pública de abastecimiento del DMQ. Por lo tanto la importancia de considerar en este estudio también a los albergues como elementos útiles en gestión de crisis y albergadores de población vulnerable.

De igual forma hay que considerar agua para las poblaciones en refugios temporales⁴¹, espacios abiertos que como en el caso del terremoto de Haití (febrero 2010) albergan a la mayor parte de la población en caso de desastre. En este caso los albergues y demás viviendas han sido destruidos y no cumplen las condiciones necesarias.

3.3 Vulnerabilidad

3.3.1 Los espacios no cubiertos por las fuentes alternativas de agua y sin autonomía suficiente en período de crisis

Se aprecia en este estudio la dependencia marcada del área urbana a la red pública de agua de la EMAAP-Q. Mientras las parroquias suburbanas noroccidentales cuentan con fuentes alternas que son parte de su provisión regular como las vertientes, la ciudad tan solo cuenta con dos lugares de abastecimiento por tanqueros y pozos del acuífero principalmente al centro norte. Son insuficientes ante la gran cantidad de población.

A pesar de que Quito (urbano) cuenta con alternativas de abastecimiento por tanqueros en el norte y en el sur; estos son provistos del recurso hídrico por la misma red de la EMAAP-Q. Bellavista que abastece a los tanqueros La Ofelia y El Troje que abastece los tanqueros del sur. Existe alguna flexibilidad ya que al ser móviles (tanqueros) pueden desplazarse a los lugares necesarios para ser cargados y poder abastecer a la población. Usualmente son cargados en hidrantes.

Sin embargo, aquí sale a la luz un problema en el abastecimiento por tanqueros, la accesibilidad. Si en tiempo regular la accesibilidad a nivel del DMQ es deficiente, en contexto de crisis las vías pueden ser totalmente afectadas y afectar el desplazamiento de móviles para abastecimiento. Las parroquias más vulnerables son las urbanas a la vez por su poca accesibilidad. Es así que las parroquias menos vulnerables son las que tienen alternativas y varias.

Dentro del DMQ se aprecia una mayor repartición de capacidades de pozos al centro norte debido a contar con pozos del acuífero de Quito. No obstante, hay que rescatar la necesidad de su monitoreo debido a su alta vulnerabilidad de contaminación

⁴⁰Óptimo individual diario según UNICEF (1992)

⁴¹ Zonas verdes, parques, estudios, plazas o cualquier otra espacio lo suficientemente amplio para acoger a personas que buscan protegerse y alejarse de una zona de alto riesgo, por ejemplo cuando se produce un sismo o en la perspectiva de réplicas. D'Ercole y Metzger, 2004

química. Caso contrario ocurre en las parroquias noroccidentales ya que no se localizan sobre ningún acuífero.

Las zonas de mayor dependencia del recurso agua se localizan en Quito especialmente en el centro-norte debido a la alta densidad poblacional y localización de un alto número de elementos de gestión de crisis.

Los establecimientos de salud y los albergues son lugares sin autonomía debido a que no cuentan con opciones fuera de la red de agua potable de Quito a excepción de la clínica CAM que cuenta con un pozo, fuente continua de agua en emergencia, el resto cuentan con fuentes de almacenamiento pero insuficiente en caso de una emergencia mayor que albergue a un vasto número de gente y por varios días sin acceso al agua.

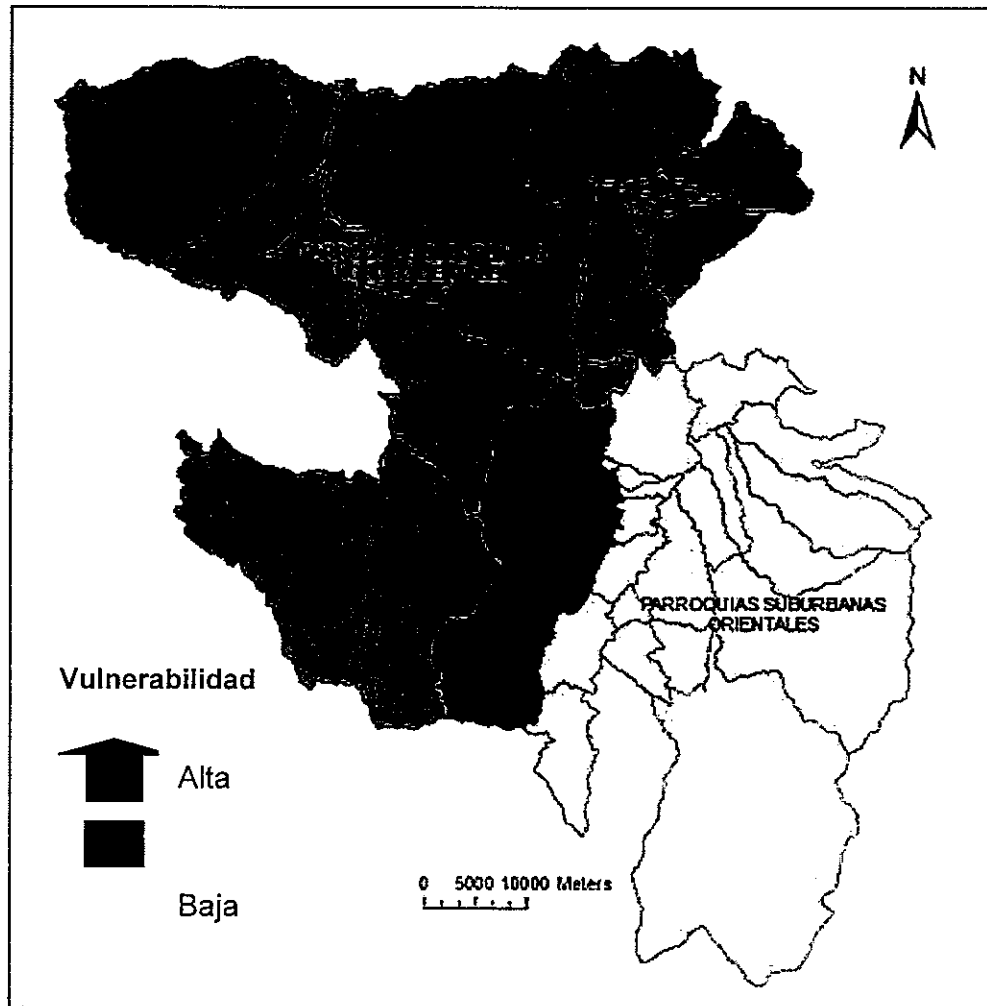
Mientras los establecimientos de salud cuentan con alguna alternativa de abastecimiento (cisternas de almacenamiento de agua), los albergues no tienen ninguna en caso de emergencia. Según el MIES⁴² los albergues son instalaciones aptas para refugiar temporalmente a grupos de personas afectadas por alguna emergencia o catástrofe. Además estos lugares deben cumplir ciertas condiciones como seguridad, facilidades de acceso, buena infraestructura, espacio adecuado, provisión de agua potable, provisión de alimentos, servicios sanitarios, saneamiento ambiental y medios de comunicación. En cuanto a provisión de agua el MIES sostiene que se deben garantizar las condiciones de cantidad y calidad sin embargo, ninguno cuenta con alternativas en gestión de crisis. Es por esto la importancia de brindar alternativas a estos espacios prioritarios sin autonomía suficiente, así se podrán garantizar las condiciones necesarias para que estos establecimientos puedan albergar a población afectada por alguna emergencia.

En el mapa 18 se aprecia a nivel general una diferencia de tres zonas de abastecimiento del DMQ: Quito (parroquias urbanas) y parroquias sururbanas del noroccidente y parroquias suburbanas orientales. En la zona urbana se aprecia la menor cantidad de alternativas fuera de la red de abastecimiento y es así que se confirma su mayor dependencia a esta red. Puesto que es una zona que agrupa la mayor cantidad de población del DMQ las redes abastecen entonces al 80% de la población total que se localiza ahí. Es aquí donde deberían concentrarse la mayor cantidad de alternativas ya que se localiza la población más vulnerable por falta de autonomía a la red.

La zona de las parroquias suburbanas del noroccidente poseen la mayor cantidad de alternativas en cuanto a vertientes sin embargo, la menor proporción de pozos privados y mucho menos del acuífero ya que no hay presencia de ninguno a excepción de las parroquias de San Antonio y Pomasqui.

⁴² UNICEF. MIES (2008). Manual de albergues de emergencia. Quito-Ecuador. 121 pg.

Mapa 18. Vulnerabilidad zonas de mayor dependencia y sin autonomía del sistema de abastecimiento de agua potable



Fuente: Investigación Gabriela Rodríguez

Y la última zona de parroquias suburbanas orientales tiene baja vulnerabilidad debido a contar con una variada serie de alternativas tanto de vertientes, pozos privados y del acuífero. A pesar de que las parroquias del noroccidente cuentan con algunas alternativas y menor número de población a abastecer, las parroquias orientales cuentan con una mayor gama de alternativas localizadas en todas las parroquias. Sin embargo la amenaza volcánica del Cotopaxi representaría la mayor condicionante para el aprovechamiento de las mismas. Es decir mientras más alternativas se presenten menos vulnerabilidad ya que no se presenta dependencia hacia una sola, ejemplo la misma dependencia de Quito a la red pública, que las parroquias noroccidentales a las vertientes.

CONCLUSIONES

· La Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito EMAAP-Q podría considerar las fuentes alternativas de agua planteadas en este estudio como parte de su planificación preventiva para enfrentar futuras emergencias, de igual forma para mejorar las deficiencias y vulnerabilidades que se aprecian en el sistema de abastecimiento de agua con el objetivo de garantizar las condiciones de calidad y cantidad de agua en el DMQ. Así mismo, todas las instituciones de atención de emergencias como Fuerzas armadas, Comités Operativos de Emergencia COE, Policía, entre otros, deben conocer de las alternativas de gestión de crisis en cuanto al abastecimiento de agua potable de Quito e incluso prestar sus servicios para ampliar las capacidades con las que cuenta el DMQ.

· Dentro de las capacidades de abastecimiento de agua el mayor recurso disponible en términos de cantidad, es el sistema de pozos de los acuíferos de Quito. Sin embargo, una limitación implica el riesgo al que están expuestos los acuíferos por contaminación química y biológica. Los pozos privados representan un caudal continuo de aprovechamiento sin embargo, es necesario plantear propuestas para la utilización de este recurso en caso de emergencias. Un ejemplo representaría la creación de una ordenanza por parte del Municipio de Quito que formule el aprovechamiento de estos recursos particulares en contexto de crisis. Otra alternativa utilizada en la actualidad pese a sus altos costos representan el uso de tanqueros de agua potable la Ofelia y sur. Se cuestiona la dependencia de los tanqueros de agua con el aprovechamiento de agua de los subsistemas de agua Bellavista y El Troje respectivamente, así como el bajo contingente de tanqueros de la EMAAP-Q no obstante, los tanqueros representan una fuente importante de distribución de agua. La alternativa más utilizada en la actualidad lo representan las vertientes, están localizadas espacialmente en las zonas que no son abastecidas por la red pública y son esenciales ya que también representan fuentes de algunos pequeños subsistemas de la red pública.

· En relación a los espacios utilizadores los establecimientos de salud no cuentan con la autonomía suficiente a la red pública de abastecimiento ni con la capacidad suficiente para almacenar las cantidades de agua necesaria para abastecer al número de pacientes en una crisis. Además de las deficiencias de capacidades de los establecimientos de salud en cuanto a personal, atención (número de camas), malas construcciones, estas se agravan con la falta de autonomía del recurso agua. Los establecimientos ¿cuentan con espacio suficiente para aumentar estas capacidades

de almacenamiento de agua para cubrir sus necesidades en una crisis? ¿Se podría pensar en utilizar pozos o tan solo tanqueros como hasta la actualidad? El segundo espacio utilizador de recursos son los albergues. Lugares que brindan abrigo a una población desplazada y que deben cumplir ciertas condiciones. El abastecimiento de agua en emergencias anteriores se lo ha realizado mediante la adquisición de agua embotellada, Según una entrevista en el MIES ningún albergue cuenta con alternativas de agua en casos de emergencia, incluso algunos en la actualidad no tienen agua potable. Pero ¿es suficiente esta agua embotellada para cubrir las necesidades de saneamiento, cocina, lavado entre otras? Los tanqueros podrían representar una solución sin embargo, ningún establecimiento tiene una fuente de almacenamiento de agua. Por lo tanto, el almacenamiento temporal en tanques pequeños u otra forme de almacenamiento representaría una deficiencia en términos de calidad y cantidad.

· Los establecimientos deben aumentar su autonomía mediante la creación de nuevas fuentes. Por ejemplo la ampliación de los tanques de reserva de agua en los establecimientos de atención médica, construcción de cisternas y tanques de almacenamiento en los albergues. Así como reducir la dependencia mediante la investigación de nuevas fuentes como la captación de agua lluvia, alternativa poco estudiada. Estos sistemas tienen la ventaja de calidad del agua, es un recurso gratuito y además se considera que es un sistema fácil de construir. Los usos de agua lluvia no son para consumo humano sin embargo, serían muy útiles para suplir necesidades como saneamiento, riego, limpieza, entre otros. Contrastando la mayor necesidad de recursos hídricos en Quito urbano con la falta de alternativas, se debe pensar en mejorar las capacidades en cuanto a pozos, antes de cerrar el acuífero de Quito en 1991 por causa del funcionamiento del sistema Papallacta existían alrededor de 130 pozos, en la actualidad se deben aprovechar estas capacidades con el debido monitoreo.

· La EMAAP-Q en 1998 estableció el Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado con una proyección de veinticinco años para la explotación de los recursos. Sin embargo, doce años han pasado y se está alcanzando el límite de los mismos. De aquí la importancia de tomar medidas preventivas, así como medidas para reducir el consumo de agua de la población, tema poco analizado pero muy importante ante la vulnerabilidad de las redes y la fuerte dependencia de la población a las mismas. Pese a los intentos de la EMAAP-Q en dotar de un servicio de calidad y una amplia cobertura, la población no tiene una conciencia del consumo adecuado del agua. Está calculado que por cada habitante en Quito se producen más de 250 lt/día. Previa construcción de redes cada vez más expuestas y vulnerables que aumentan la

fragilidad del sistema y sus consumidores, la EMAAP-Q debería proponerse concientizar a la gente de la importancia de este recurso para el DMQ, el alto costo de su producción y la necesidad de preservarlo a futuro.

· Según el nuevo estudio de actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado la única alternativa que solucionaría la demanda futura del DMQ es el Proyecto Ríos Orientales PRO no obstante, la captación de estas aguas provienen de otra jurisdicción en la provincia de Napo ubicada al este de Quito. ¿Podría esto representar conflictos a futuro por uso de este recurso? Podría el día de mañana la provincia de Napo requerir de estas fuentes de las cuales se abastecerá el DMQ desde el año 2015. ¿Qué pasaría con el abastecimiento de la ciudad si sería el caso?

· Falta de información actualizada sobre sistemas de agua, transición de autoridades municipales, temas de privacidad de la información han sido algunos de los inconvenientes que no han permitido ampliar la gama de alternativas en el DMQ. Además la falta de recursos no ha permitido la búsqueda de alternativas a nivel de ONG's e instituciones privadas que cuentan con iniciativas sobre temas de emergencia en agua y saneamiento. Aún, falta mucho por hacer para ampliar la gama de las capacidades y reducir la dependencia del DMQ a la red pública de abastecimiento. Las alternativas presentadas dentro de estudio no representan la solución al 100% de las necesidades de la población sin embargo, constituyen un primer esfuerzo en investigación en cuanto a temática de gestión de crisis, temática poco analizada a nivel nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABILES V. A. (2008)** – *El agua en situaciones de emergencia* - Higiene y Sanidad Ambiental, 8, p.310-314.
- ACTION CONTRE LA FAIM. (2005)** -*Water, sanitation and hygiene for populations at risk*- HERMANN. Paris Francia. 801pag.
- ARANYOSSY J.F, POURRUT P, MALDONADO A. (1994)** -*Cubeta de Quito: Comportamiento general y problemática de la recarga natural del acuífero*- Quito, Ecuador. ORSTOM. 13pag.
- AYABACA, E. CRUZ, J. (2008)** –Proyecto de agua potable para Quito hasta el año 2050- EMAAP-Q. Quito Ecuador. 9pag.
- BERMUDEZ, N. GODARD, H. (2006)** -Balance de estudios urbanos (1985-2005), La cooperación IRD- Municipio de Quito- Tomo 5 de la colección Actes y Memories IFEA, IRD, MDMQ. Lima-Perú. 218pag.
- BLAIKIE P., CANNON T., DAVIS I., WISNER B. (1994)** – *At risk. Natural people's vulnerability and disasters* – New-York, Routledge, 280p.
- CEPEIGE-IPGH-ORSTOM (2002)** –Atlas Infográfico Quito- Quito, 40p.
- CEPIS - OPS - OMS (1996)** - *Estudio de Caso: Terremoto del 22 de abril de 1991 - Limón, Costa Rica*. OPS/CEPIS/PUB/96.23. Lima - Perú.
- CEPIS - OPS – OMS (2002)** - *Lecciones aprendidas sobre los efectos de la Erupción del Volcán Reventador (2002) en los Sistemas de Agua y Alcantarillado*- Quito – Ecuador. 100p.
- CEPIS - OPS (2007)**. - *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre*- Manuales y guías para desastre nº10. Quito – Ecuador. 68p.
- COELLO, J. GALÁRRAGA, R. (2002)** -*Metodología para el análisis de la vulnerabilidad en medios urbanos, el caso de Quito, Ecuador*- EPN. Quito, Ecuador. 9p.
- D'ERCOLE R., METZGER P. (2002)** - *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito* - Colección Quito Metropolitano, MDMQ-IRD, Quito, 226 p.
- D'ERCOLE R., METZGER P. (2004)** – *La vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito* - Colección Quito Metropolitano, MDMQ-IRD, Quito, 496 p.
- D'ERCOLE R., TRUJILLO M. (2003)** – *Amenazas, vulnerabilidad, capacidades y riesgo en el Ecuador. Los desastres, un reto para el desarrollo* – COOPI, Oxfam GB, IRD – Quito, Ecuador, 225p
- DIEDE, AIDIS, IRC (2008)** -*Gestión integral del riesgo para la protección de los servicios de agua potable y saneamiento ante las amenazas naturales*- Documento temático 21. Países bajos. 64 p
- ECHO, COOPI, MLAL, SER y COPEP (2002)** – *Agua, vida y desarrollo. El manejo sustentable del agua y desastres naturales en el Paraguay* – Proyecto ECO/TPS/210.2001.06007, Ediciones Chokokue Sapukai, Asunción, 122p.
- El Proyecto ESFERA (2004)** – *Carta humanitaria y normas mínimas de respuesta humanitaria en casos de desastre* – Distribuido por Oxfam Publishing, 408p.
- EMAAP-Q, MDMQ (2008)** Hidrología subterránea y expo agua 2008. Memorias del IX Congreso latinoamericano ALHSUD. EMAAP-Q, MDMQ. Quito, Ecuador. 63 pag.
- ESTACIO J. (2005)** - *El sistema de agua potable del DMQ y sus escenarios de riesgo volcánico. Caso de volcanes Cotopaxi y Guagua Pichincha*. Tesis para la obtención del diploma de "Ingeniero en Ciencias Geográficas y Desarrollo Sustentable con mención

en Ordenamiento Territorial". Departamento de Geografía, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 163p.

ESTACIO J., D'ERCOLE R. (2003) – *Memorias sobre la erupción del volcán Reventador: consecuencias y experiencias vividas en la semana de emergencia del 3 al 11 de noviembre 2002 en el Distrito Metropolitano de Quito* – IRD / Unidad de Prevención de Desastres, Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana, 50p.

ESTACIO J., MORAN I. (2006) - *Plan de Reducción de riesgos del Sector Agua Potable y Saneamiento: bases teórico metodológicas para el análisis de los riesgos y lineamientos de políticas* - SENPLADES, CAF, MAG- SIG AGRO, FAO, Quito Ecuador. 99p.

FEUILLETTE, S., METZGER, P., LE GOULVEN, P. (1998) – *L'approvisionnement en eau de la ville de Quito: Entreprise publique et systèmes communautaires, quelle coexistence pour une gestion durable ?* - en Actes de la Table Ronde « Dynamiques sociales et environnement », Bordeaux, p. 505-520.

HAZEN & SAWYER P.C. (2010) -*Estudio de actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable u Alcantarillado del DMQ-*. Informe febrero 2010. Quito, Ecuador.

LARREA O. MUÑOZ T. (2008) –*El acuífero de Quito un proyecto estratégico-* Revista N.1 El agua subterránea: recurso vulnerable, finito e insustituible para mantener la vida. Grupo Ecuador de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos. Quito, Ecuador. pag.11-16.

LARREA O. MUÑOZ T. TAPIA F. (2008) -*Riesgo a la contaminación del acuífero intermontano de Quito-Ecuador-* Revista N.1 El agua subterránea: recurso vulnerable, finito e insustituible para mantener la vida. Grupo Ecuador de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos. Quito, Ecuador. pág. 22-26.

LAVELL A. (1999) -*Gestión de riesgos ambientales Urbanos* – FLACSO / LA RED, <http://www.desenredando.org>, 15p.

LAVELL A. (2000) - *Desastres urbanos: una visión global* – FLACSO, La Red, 10p.

MDMQ (2006) -Plan general de desarrollo territorial- DMPT, 100pag.

MDMQ, DMA (2008) –*Atlas Ambiental de Quito-* Dirección Metropolitana Ambiental. Quito-Ecuador. 132 pág.

MIDUVI. (2005) - *Guías técnicas para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de agua potable y saneamiento-* Quito. 56p.

MONTGINOUL M. (2006) - *Les eaux alternatives à l'eau du réseau d'eau potable pour les ménages : un état des lieux (Inventory of alternative resources used by households for urban water)* – Ingénieries, CEMAGREF, n°45, p.49-62.

NOJI, E. 2000. *Impacto de los desastres en la salud pública.* OPS. Bogotá Colombia. 459p.

OPS - OMS. (1985) - *Crónicas de Desastres No. 3; Terremoto de México*, 96p.

OPS – OMS (2002) -*Mitigación de desastres en sistemas de agua potable y saneamiento-* Lima Perú. 14pag.

OPS - OMS. (2003) –*Los desastres naturales y la protección de la salud-* Publicación científica 575. Washington DC, 131p.

OPS - OMS (2004) – *Emergencias y desastres en sistemas de agua potable y saneamiento. Una guía para una respuesta eficaz* – Washington DC, 102 p.

OPS, UNICEF (2006) -*El desafío del sector de agua y saneamiento en la reducción de desastres: Mejorar la calidad de vida reduciendo vulnerabilidades* - 50p.

PELLING M. (2003) - *The vulnerability of cities: natural disasters and social resilience* – Earthscan, London, 256 p.

PIGEON P. (2006) - *L'efficacité des politiques gérant les risques dits naturels en France : lecture géographique* - in Leone et Vinet, *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles* - Col. Géorisques n°1, publications de Montpellier III, p. 27-34.

SAURI-PUJOL D., ROSET-PAGES D., RIBAS-PALOM A., PUJOL-CAUSSA P. (2001) - *The escalator effect in flood policy : the case of the Costa-Brava, Catalonia, Spain* - Applied geography, 21, p.127-143.

SERRANO, T. (2004). *Análisis de la reducción de la vulnerabilidad en el Distrito Metropolitano de Quito.* Quito Ecuador. 98pag.

SERRANO, T. (2005) –Evolución del Distrito Metropolitano una lectura geográfica basada en los censos 1990 2001. IFEA, IRD. Quito Ecuador. 111pag.

UNICEF. (1992). *Assisting in emergencies: a resource handbook for UNICEF field staff.* New York: USA. 419p.

UNICEF. MIES (2008). *Manual de albergues de emergencia.* Quito-Ecuador. 121 pg.

UNICEF. (2009) -*The human right to water and sanitation in emergency situations-* Global WASH Cluster- New York USA. 92pag.

Págs. Web:

- Silvicultura urbana y periurbana en Quito, Ecuador: estudio de caso (1998)
En: <http://www.fao.org/docrep/W7445S/w7445s03.htm>
- El Agua y los desastres. Boletín Desastres: P reparativos y Mitigación en las Américas (2004)
En: <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsade/e/supAqua2004.pdf>
- Periódico Agua no llega a barrios periféricos, 15 enero 2010
Revisado: 21 enero 2010
En: <http://www.eltelegrafo.com.ec/quitometropolitano/noticia/archive/quitometropolitano/2010/01/15/El-agua-no-llega-a-11-barrios-perif E900 ricos.aspx>
- La situación de vulnerabilidad social de la niñez y la adolescencia Modos de intervención. Material de apoyo.
Revisado: 25 de enero del 2010
En: http://www.cba.gov.ar/imagenes/fotos/muj_capidocente.pdf
- Periódico El Hoy. *Quito tiene una gran reserva de agua subterránea*
Revisado: 27 febrero 2009
En: <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/quito-tiene-una-gran-reserva-de-agua-subterranea-277821-277821.html>

Entrevistas:

- Ing. Oscar Larrea
Gerente del Departamento del acuífero de Quito EMAAP-Q
Entrevista marzo 2009
- Arq. Milton de la Cadena
Jefe de Unidad de Gestión de Riesgos
MDMQ
Entrevista Abril 2009
- Lic. Carmita Bucheli
Ministerio de Inclusión Económica y Social MIES
Entrevista Julio 2009
- Ing. Luis Carvajal
Departamento Estudios y Diseños EMAAP-Q
Entrevista julio 2009
- Sra. Magaly Peña
Voluntaria Cruz Roja Ecuatoriana
Entrevista agosto 2009
- Gloria García
Responsable de Programa Acción Humanitaria
Intermoon Oxfam
Entrevista septiembre 2009
- Doris Gordon
Responsable Gestión del Riesgo
Plan Internacional
Entrevista septiembre 2009
- Ing. Oswaldo Echeverría e Ing. Roger Zambrano
Encargados de emergencias en agua y saneamiento
Secretaría Técnica de Gestión del Riesgo STGR
Entrevista septiembre 2009
- Álvaro de Vicente
Jefe de Oficina ECHO/DIPECHO Sudamérica
Entrevista septiembre 2009
- Juan Vásconez
Especialista en Salud UNICEF
Entrevista septiembre 2009

- Ing. Iván Rodríguez
Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda MIDUVI
Entrevista Septiembre 2009
- Ing. Otón Cevallos
Gerente general EMAAP-Q
Entrevista diciembre del 2009
- Ing. Juan Carlos Romero
Asesor ambiental EMAAP-Q
Entrevista diciembre 2009
- Ing. Gustavo Velasco
Asesor gerencia general EMAAP-Q
Entrevista febrero 2010

SIGLAS

AyA	Acueductos y Alcantarillados
COE	Centro de Operaciones de Emergencia
DMA	Dirección Metropolitana Ambiental
DMQ	Distrito Metropolitano de Quito
EMAAP-Q	Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito
GVG	Centro de Geología, Vulcanología y Geodinámica
IEOS	Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias
IFEA	Instituto Francés de Estudios Andinos
IRD	Instituto Francés de Investigaciones para el Desarrollo
MDMQ	Municipio del Distrito Metropolitano de Quito
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PAUD	Programa por el Ambiente Urbano y Desarrollo
PRO	Proyecto Ríos Orientales
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
USFQ	Universidad San Francisco de Quito

TABLAS

- Tabla 1. Usos del agua en el DMQ
- Tabla 2. Cobertura del sistema y red de agua potable en Quito
- Tabla 3. Agua de la EMAAP-Q
- Tabla 4. Plantas de tratamiento de agua en el DMQ
- Tabla 5. Crecimiento poblacional en Quito
- Tabla 6. Producción de la los subsistemas de agua potable más importantes
- Tabla 7. Efectos de los eventos adversos sobre los sistemas de agua potable y agua residual
- Tabla 8. Necesidades diarias de agua potable por persona
- Tabla 9. Guías microbiológicas para muestras de aguas recogidas en sitios de desastre
- Tabla 10. Alternativas de funcionamiento de los elementos esenciales
- Tabla 11. Acuíferos del DMQ

GRAFICOS

- Grafico 1. Formas de abastecimiento de agua en Quito
- Grafico 2. Formas de abastecimiento de agua en Quito
- Grafico 3. Proyección datos de autoabastecimiento de agua en Quito
- Grafico 4. Agua potable distribuida al DMQ
- Grafico 5. Agua captada, producida y distribuida por la EMAAP-Q
- Grafico 6. Distribución de agua de las plantas de la ciudad
- Grafico 7. Distribución de agua de las plantas rurales
- Grafico 8. Producción de la los subsistemas de agua potable más importantes
- Gráfico 9. Pozos de los acuíferos de Quito
- Gráfico 12. Acuífero centro norte
- Gráfico 13. Relación espacial espacios recursos/ espacios utilizadores

CUADROS

Cuadro 1a. Condiciones generales para planear un sistema de emergencia de abastecimiento de agua

Cuadro 1b. Condiciones generales para planear un sistema de emergencia de abastecimiento de agua

Cuadro 2. Alternativa 1 de abastecimiento de agua potable EMAAP-Q

Cuadro 3. Alternativa 2 de abastecimiento de agua potable EMAAP-Q

Cuadro 4. Alternativa 3 de abastecimiento de agua potable EMAAP-Q

Cuadro 5. Alternativas de abastecimiento de agua en el DMQ y características

MAPAS

Mapa1. Localización del Distrito Metropolitano de Quito

Mapa 2. Plan de Uso y Ocupación del Suelo del DMQ

Mapa 3. Elementos esenciales de abastecimiento de agua potable de Quito

Mapa 4. Nuevos elementos al sistema de abastecimiento de agua de la EMAAP-Q

Mapa 5. Barrios no abastecidos por la EMAAP-Q

Mapa 6. Conflictos de sectores no abastecidos por la EMAAP-Q

Mapa 7. Desabastecimiento de agua en el DMQ por erupción del volcán Reventador

Mapa 8. Localización del Proyecto Ríos Orientales PRO

Mapa 9. Nuevos proyectos de abastecimiento de agua potable de la EMAAP-Q

Mapa 9. Localización de vertientes del DMQ

Mapa 10. Estaciones de bomberos del DMQ

Mapa 11. Localización de móviles en el DMQ

Mapa 12. Localización y uso del agua de pozos privados del DMQ

Mapa 13. Localización de pozos de los acuíferos del DMQ

Mapa 14. Espacios utilizadores 1: Densidad poblacional del DMQ

Mapa 15. Espacios utilizadores 2: Establecimientos de salud más importantes en el DMQ

Mapa 16. Espacios utilizadores 2: Centros de atención médica –Clínicas y Hospitales del DMQ-

Mapa 17. Espacios utilizadores 3: Centros de atención a la población -Albergues de importancia mayor-

Mapa 18. Vulnerabilidad zonas de mayor dependencia y sin autonomía del sistema de abastecimiento de agua potable

ANEXOS

Anexo 1.- Listado de tanqueros que tienen firmados contratos con la EMAAP-Q

Nº.	PROPIETARIO	NUMERO TANQUERO	PLACA	TELÉFONOS
1	ANA MARIA RAMOS HERRERA	9	PEL-000	
2	LUIS POLLANCO SIMON	16	PEL-008	00076600
3	EDWIN MANTILLA GUAYANAY	28	BBE-007	
4	LUIS POLLANCO SIMON	40	PEL-074	00076600
5	LUIS SAMUELA SIMON	46	PEL-000	
6	EDUARDO ORTIZ RAMOS	49	PEL-012	28000000
7	MARIA VELEZ	53	PEL-000	28000000
8	OLGA MANTILLA RAMOS	58	PEL-000	
9	LUIS LOPEZ CHIRAZA	66	PEL-005	
10	RAMIRO ORTIZ RAMOS	110	PEL-005	2843-210 00000000
11	PRIMITIVO POLLANCO SIMON	126	PEL-004	00076600
12	HUMBERTO AYCO LLABUZO	133	PEL-001	28000000
13	JOSÉ ANTONIO CEVALLOS	25	PEL-005	2841-004 00000000
14	JORGE BUSTAMANTE SANTOS	140	PEL-074	2811-306 00000000
15	SEGUNDO SIMON BARAHON	61	PEL-007	283-2016 00000000
16	ANA MARIA RAMOS HERRERA	32	PEL-000	28000000 00000000
17	NELSON BUSTAMANTE V	141	PEL-072	283-201
18	LUIS SAMUELA SIMON	43	PEL-074	2811-300 00000000
19	JUAN ORTIZ RAMOS	68	PEL-000	2811-300 00000000
20	LAURO REVELO PASTA	65	PEL-072	
21	EDWIN MANTILLA	70	PEL-072	
22	LUIS SAMUELA CARRERA	68	PEL-007	2031-214 00000000
23	MIGUEL MANTILLA RAMOS	68	PEL-000	
24	GUAYANAY MARIA FIEDAD	99	PEL-223	2800-116
25	MARGARITA MULLATA HERRERA	31	PEL-000	
26	EDDY MANTILLA RAMOS	68	PEL-000	00076600
27	LUIS SIMON POLLANCO	78	PEL-014	
28	JORGE BUSTAMANTE SANTOS	72	PEL-011	2811-306 00000000
29	EDUARDO MANTILLA RAMOS	61	PEL-069	283-2017 00000000

Anexo 2. Listado de pozos privados del DMQ

Cle_pozo	propietario	uso	num_beneficiario	caudal (lt/ssg)	nombre	estado	tipo
5587	Guzman Braulio	Abrevadero	valor faltante	0.050	Pozo Somero	Activo	Privado
5590	Vinueza Edgar	Abrevadero	valor faltante	0.020	Pozo Somero	Activo	Privado
5568	Coyago Manuel	Abrevadero	valor faltante	0.010	Pozo Somero	Activo	Privado
4378	Call Enriquez Te	Abrevadero	30 000	0.030	Pozo Profundo	Activo	Privado
5494	Com Avicola Ecu	Abrevadero	valor faltante	0.120	Pozo Somero	Activo	Privado
5650	Mertens Leibe	Abrevadero	valor faltante	0.130	Hcda. San Agustí	Activo	Privado
4166	Inmob Rilán	Balneología	valor faltante	6 500	Vert. Subterrane	Activo	Privado
5097	Alvarez Maria	Balneología	valor faltante	0.280	Termas La Merced	Activo	Privado
734	Termas Atangasi	Balneología	valor faltante	9 940	La Merced	Activo	Privado
3003	Taco Manuel	Balneología	valor faltante	0.800	La Merced	Activo	Privado
2314	Mision Bautista	Balneología	valor faltante	0.760	Pozo La Merced	Activo	Privado
4785	Alvarez Lloyd	Balneología	valor faltante	0.700	La Merced	Activo	Privado
2233	Maldonado Antoni	Balneología	valor faltante	0.420	La Merced	Activo	Privado
2236	Maldonado Manuel	Balneología	valor faltante	0.360	La Merced	Activo	Privado
61	Alvarez Harvey	Balneología	valor faltante	0.350	La Merced	Activo	Privado
3203	Vergara Jorge	Balneología	valor faltante	0.340	La Merced	Activo	Privado
1080	Diaz Gustavo	Balneología	valor faltante	0.340	La Merced	Activo	Privado
3514	Zoldan Jose	Balneología	valor faltante	0.330	La Merced	Activo	Privado
3245	Weiner Max	Balneología	valor faltante	0.300	La Merced	Activo	Privado
527	Chiriboga Margar	Balneología	valor faltante	0.300	La Merced	Activo	Privado
4818	Alvarez Floyd	Balneología	valor faltante	0.300	Acuif. La Merced	Activo	Privado
2619	Paz Alejandro	Balneología	valor faltante	0.280	La Merced	Activo	Privado
2239	Maldonado Maria	Balneología	valor faltante	0.280	La Merced	Activo	Privado
1051	Deitell Abraham	Balneología	valor faltante	0.260	La Merced	Activo	Privado
31	Aguirre Susana	Balneología	valor faltante	0.250	La Cocha	Activo	Privado

1075	Deller Hugo	Balneologia	valor faltante	0.250	La Merced	Activo	Privado
3262	Yoder Blanche	Balneologia	valor faltante	0.240	La Merced	Activo	Privado
2206	Lopez Gustavo	Balneologia	valor faltante	0.230	La Cocha	Activo	Privado
3326	Beitch Polter	Balneologia	valor faltante	0.220	La Merced	Activo	Privado
2807	Robles Luisa	Balneologia	valor faltante	0.220	La Merced	Activo	Privado
1830	Hrdos Cesar Chir	Balneologia	valor faltante	0.220	La Merced	Activo	Privado
3165	Vallejo Luis	Balneologia	valor faltante	0.200	La Merced	Activo	Privado
2201	Lopez Alcides	Balneologia	valor faltante	0.200	La Cocha	Activo	Privado
2624	Pazmino Rene	Balneologia	valor faltante	0.190	La Merced	Activo	Privado
2214	Lopez Maria	Balneologia	valor faltante	0.190	La Merced	Activo	Privado
1617	Garcia Jaime	Balneologia	valor faltante	0.190	La Merced	Activo	Privado
1986	Izurieta Raul	Balneologia	valor faltante	0.180	La Merced	Activo	Privado
511	Chiriboga Gustav	Balneologia	valor faltante	0.180	La Merced	Activo	Privado
2868	Ruff Lilian	Balneologia	valor faltante	0.150	La Merced	Activo	Privado
1877	Hervas Marcelo	Balneologia	valor faltante	0.150	La Merced	Activo	Privado
1032	Cueva Oswaldo	Balneologia	valor faltante	0.150	La Merced	Activo	Privado
112	Arrellano Lucia	Balneologia	valor faltante	0.140	La Merced	Activo	Privado
2438	Morales Victor	Balneologia	valor faltante	0.120	La Merced	Activo	Privado
87	Andrade Jorge	Balneologia	valor faltante	0.110	La Merced	Activo	Privado
37	Alarcon Vicente	Balneologia	valor faltante	0.100	La Merced	Activo	Privado
60	Alvarez Harold	Balneologia	valor faltante	0.090	Pozo La Merced	Activo	Privado
5235	Alvarez Belgica	Balneologia	valor faltante	0.020	Aguas Termales	Activo	Privado
5420	Lopez Cesar	Balneologia	valor faltante	0.315	La Cocha	Activo	Privado
5421	Lopez Pablo	Balneologia	valor faltante	0.315	La Cocha	Activo	Privado
5422	Lopez Fabiola	Balneologia	valor faltante	0.315	La Cocha	Activo	Privado
5423	Lopez Mauricio	Balneologia	valor faltante	0.315	La Cocha	Activo	Privado
5586	Guzman Braulio	Domestico	5 000	0.010	Pozo Somero	Activo	Privado
5589	Vinueza Edgar	Domestico	5 000	0.010	Pozo Somero	Activo	Privado
3912	Pofasa	Domestico	40 000	0.220	Pozo Profundo	Activo	Privado

2782	Riofrio Francisc	Domestico	20 000	0.020	Pozo Somero 2	Activo	Privado
5053	Garcia Eduardo	Domestico	20 000	0.200	Pozo Auxiliar	Activo	Privado
4139	Jaramillo Eduard	Domestico	valor faltante	0.072	Pozo Auxiliar	Activo	Privado
4697	Gaus David	Domestico	20 000	0.046	Pozo Profundo	Activo	Privado
3309	Armas Angel	Domestico	2 000	0.620	Pozo	Activo	Privado
3344	Cia Ecuapunto	Domestico	150 000	0.350	Profundo	Activo	Privado
5674	Urb Hcda Sn Rafa	Domestico	905 000	1 880	Los Eucalptos	Activo	Privado
4900	Asc Alemana Ecu	Domestico	2 000 000	1 800	Colegio Aleman	Activo	Privado
4735	Vascova Construc	Domestico	168 000	0.544	Pozo Profundo	Activo	Privado
5027	Cia Deporcentro	Domestico	valor faltante	1 000	Pozo Profundo	Activo	Privado
4574	Cia Deporcentro	Domestico	valor faltante	1 000	Pozo Somero	Activo	Privado
4141	Ordonez Hugo	Domestico	250 000	1 013	Pozo Profundo	Activo	Privado
187	Baez Humberto	Domestico	valor faltante	0.200	Pozo	Activo	Privado
5479	Merck Sharp	Domestico	199 000	0.046	Pozo	Activo	Privado
2951	Soc Los Bancos	Domestico	valor faltante	0.100	La Merced	Activo	Privado
5024	Coop Justic Soc	Domestico	2 776 000	12 000	Pozo Profundo	Activo	Privado
4377	Call Enriquez Te	Domestico	30 000	0.090	Pozo Profundo	Activo	Privado
5493	Comp Avicola Ecu	Domestico	20 000	0.040	Pozo Somero	Activo	Privado
5649	Mertes Leibe	Domestico	20 000	0.030	Hcda San Agustín	Activo	Privado
3890	Cia Altos Castil	Domestico	800 000	2 340	Pozo Profundo	Activo	Privado
2117	Junta Nac Vivien	Domestico	valor faltante	60 000	Pozo 1. 2. 3 y 4	Activo	Privado
2756	Quito Tennis	Domestico	valor faltante	24 000	Pozo	Activo	Privado
1357	Esc Sup E Alfaro	Domestico	valor faltante	10 000	Pozo	Activo	Privado
1900	Hosp CAM	Domestico	valor faltante	10 000	Pozo	Activo	Privado
1182	Edesa SA	Domestico	valor faltante	0.500	Pozo	Activo	Privado
966	Coop Puebl solo	Domestico	valor faltante	25 000	Pozo	Activo	Privado
679	Cia Ecuapunto	Industria	valor faltante	2 650	Pozo	Activo	Privado
720	Past Quito	Industria	valor faltante	7 000	Pozo	Activo	Privado
5480	Merck Sharp	Industria	valor faltante	3 054	Pozo	Activo	Privado

469	Cerveceria Andin	Industria	valor faltante	14 000	Pozo	Activo	Privado
466	Cerveceria Andin	Industria	valor faltante	25 000	Pozo 4	Activo	Privado
470	Cerveceria Andin	Industria	valor faltante	15 000	Pozo	Activo	Privado
2121	Juris Carlos	Industria	valor faltante	1 600	Pozo	Activo	Privado
34	Alambrec SA	Industria	valor faltante	10 000	Pozo	Activo	Privado
1180	Edesa SA	Industria	valor faltante	6 500	Pozo	Activo	Privado
3010	Tanasa	Industria	valor faltante	6 000	Pozo	Activo	Privado
3009	Tanasa	Industria	valor faltante	5 000	Pozo	Activo	Privado
1297	Endesa	Industria	valor faltante	5 000	Pozo	Activo	Privado
1928	Indega	Industria	valor faltante	12 500	Pozo	Activo	Privado
3975	Indega	Industria	valor faltante	12 000	Pozo Profundo	Activo	Privado
3954	Indega	Industria	valor faltante	3 000	Pozo Profundo	Activo	Privado
3018	Tejidos Pintex	Industria	valor faltante	8 500	Pozo	Activo	Privado
2685	Plywood	Industria	valor faltante	2 000	Pozo	Activo	Privado
1942	Ind Gaseosas	Industria	valor faltante	10 000	Pozo	Activo	Privado
1437	Textiles Sn Pedr	Industria	valor faltante	1 500	Pozo	Activo	Privado
4077	Garcia Eduardo	Otros usos	valor faltante	0 400	Pozo 1	Activo	Privado
4738	Vascova Construc	Otros usos	valor faltante	1 056	Pozo Profundo	Activo	Privado
4737	Vascova Construc	Otros usos	valor faltante	0 200	Pozo Profundo	Activo	Privado
4142	Ordenez Hugo	Otros usos	valor faltante	4 137	Pozo Profundo	Activo	Privado
1540	Fund Col America	Potable	2 900 000	5 000	Pozo	Activo	Privado
5591	Vinueza Edgar	Riego	valor faltante	0 210	Pozo Somero	Activo	Privado
5588	Guzman Braulio	Riego	valor faltante	0 200	Pozo Somero	Activo	Privado
4696	Gaus David	Riego	valor faltante	4 460	Pozo Profundo	Activo	Privado
117	Armas Angel	Riego	valor faltante	16 000	Pozo	Activo	Privado
5673	Hcda Sn Rafael	Riego	valor faltante	4 320	Pozo 1	Activo	Privado
5567	Coyago Manuel	Riego	valor faltante	2 290	Pozo Somero	Activo	Privado
4901	Asc Alemana Ecu	Riego	valor faltante	1 000	Colegio Aleman	Activo	Privado
4736	Vascova Construc	Riego	valor faltante	0 200	Pozo Profundo	Activo	Privado

4515	Andrade Eulalia	Riego	valor faltante	5 920	Pozo Profundo	Activo	Privado
4092	Ordonez Juan	Riego	valor faltante	3 850	Pozo Profundo	Activo	Privado
4165	Cia Inmob Rilan	Riego	valor faltante	1 300	Vert. Subterrane	Activo	Privado
2952	Soc Los Bancos	Riego	valor faltante	9 900	La Merced	Activo	Privado
1050	Deitell Abraham	Riego	valor faltante	0.260	La Merced	Activo	Privado
3261	Yoder Blanche	Riego	valor faltante	0.240	La Merced	Activo	Privado
3494	Lopez Gustavo	Riego	valor faltante	0.230	La Cocha	Activo	Privado
3327	Beitch Poltex	Riego	valor faltante	0.220	La Merced	Activo	Privado
741	Complejo Turisti	Riego	valor faltante	0.070	Pozo de La Cocha	Activo	Privado
4376	Call Enriquez Te	Riego	1 000	3 880	Pozo Profundo	Activo	Privado
5651	Mertens Peter	Riego	valor faltante	7 840	Hcda. San Agusti	Activo	Privado
3891	Cia Altos Castil	Riego	valor faltante	1 660	Pozo Profundo	Activo	Privado
Total				389,3			

Fuente: EMAAP-Q, 2008

Anexo 3. Listado de pozos del acuífero de Quito

COD_PUNTO	NOMBRE	ACUIFERO	USO	ESTADO	PROF	Q PRUEB	Q E X P L	Q OPT
P1201011C	11C	CENTRO NORTE	DOMESTICO		91.74			9.49
P1201002	2	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO	92.3	62.8		
P1201003A	3A	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO				
P1201027	27	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO				
P1201039	39	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO	131			44
P1201048A	48A	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO	218	15.4	25	25
P1201001	1	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	109.42			52.99
P1201011A	11A	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	88			5.04
P1201017A	17A	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO				
P1201018A	18A	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO				
P1201023	23	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	110			
P1201040	40	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	54.86			15.76
P1201042	42	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	100			68.27
P1201042A	42A	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	100			65.89
P1201044	44	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	115.9			54.75
P1201046	46	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	170.7			
P1201047	47	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO				

P1201049	49	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	115.3				
P1201049A	49A	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	154	8	20	20	
P1201050A	50A	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	154	10	20	20	
P1201057	57	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	120	25		153	
P1201064	64	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	100				
P1201065	65	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	103.63	7.5		9.16	
P1201068	68	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	152	12	20	20	
P1201069	69	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	153	6	20	20	
P1201071	71	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO					
P1201072	72	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	130	25		17.56	
P1201091	91	CENTRO NORTE	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO					
P1205017	Primavera No 2	CUMBAYA TUMBACO	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	170		10		
P1205018	El Carrizal	CUMBAYA TUMBACO	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	152.41		15		
P1205015	Primavera N° 1	CUMBAYA TUMBACO	DOMESTICO	OPERATIVO			3	5	
P1205021	Patagua	CUMBAYA TUMBACO	DOMESTICO	OPERATIVO			14		
P1205025	Las Acacias	CUMBAYA TUMBACO	DOMESTICO	OPERATIVO					
P1206Pu4	Pu4	PIFO EL QUINCHE	DOMESTICO	OPERATIVO	300	15	10		
P1206Pi2	Pi2	PIFO EL QUINCHE	DOMESTICO	OPERATIVO	184	0.57	8		
P12060Q3	El Quinche No.1	PIFO EL QUINCHE	DOMESTICO						

P1203001	1N	SAN ANTONIO DE PICHINCHA	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	201.17			
P1203004	LDU4	SAN ANTONIO DE PICHINCHA	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	103.63	10.98	18	18
P1202009	Matovelle	SUR	DOMESTICO					
P1202007	7QS	SUR	DOMESTICO	OPERATIVO	140.21	18.68		37
P1202075	75	SUR	DOMESTICO	OPERATIVO				
P1202090	90	SUR	DOMESTICO	OPERATIVO	140.21	8.98		10
P1202077	77	SUR	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO				
P1204030	Moya 1	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	45	11.11	15	
P1204031	Moya2	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	85.34	7.2		
P1204032	Moya3	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	121.92	5.25	5	
P1204036	S. Juan Conocoto	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO					
P1204085	San Juan de Conocoto	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO	OPERATIVO	140.21	9.03	7	1.
P1204009	Los Arupos	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO	OPERATIVO				
P1204049	La Salle	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO	OPERATIVO				
P1204050	San Rafael	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO	OPERATIVO				
P1204051	Ushimana 1	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO	OPERATIVO				
P1204052	Ushimana 2	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO	OPERATIVO				
P1204056	Alangasi N° 1	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO	OPERATIVO	103.63	20.74	20	
P1204057	Alangasi N° 2	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO	OPERATIVO	103.63	17.88	20	
P1204058	Alangasi No 3	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO	OPERATIVO	103.6	20.46	20	

P1204059	La Armenia 1	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO	OPERATIVO	65.9	19.32	22.7
P1204061	Los Arupos-La Armenia	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO	OPERATIVO	85.3	12.47	19
P1204062	Casa Reeducación 1	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO	OPERATIVO	51.82	13.24	
P1204063	Casa Reeducación 2	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO	OPERATIVO	102.1	5	15
P1204008	Param2A	VALLE DE LOS CHILLOS	DOMESTICO	OPERATIVO Y MONITOREO QUIMICO	170.69	14.2	25

Fuente: EMAAP-Q, 2009