

Energía Solar Fotovoltaica para la Generación de Energía Eléctrica y Agua Potable

Solar Photovoltaic Energy for Electrical Power and Potable Water Generation

Adán Silvestre G.¹

¹Docente investigador, Universidad Libre seccional Pereira, Facultad de Ingenierías, Programa de Ingeniería Civil, Belmonte Avenida Las Américas, Pereira, Colombia.
adansg@unilibrepereira.edu.co

Recibido: 20Ago2014 – Revisado: 10Sep2014

Aceptado: 10Oct2014 – Publicado: 10Dic2014

Resumen: El presente trabajo propone la generación y acceso desde los centros de distribución, tanto de energía eléctrica como de agua potable mediante el uso de recursos naturales renovables y de alcance universal (agua subterránea/acuíferos y energía solar) para sectores en donde el suministro de estos servicios es limitado, ya sea por costos o por razones técnicas. Se propone, además, como valores agregados: (a) la creación de huertas comunitarias a partir de dicha generación, con el fin de garantizar no solo la sostenibilidad alimentaria sino también ingresos adicionales y (b) el diseño y construcción de un biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales de la comunidad beneficiada con el proyecto.

Palabras claves: Energía solar fotovoltaica, agua potable, centros de distribución, huertas comunitarias, sostenibilidad alimentaria, biodigestor.

Abstract: The present paper proposes the use of renewable natural resources of universal availability, such as groundwater (aquifers) and solar energy, to generate and distribute –via distribution centers– both electric power and drinking water for those places where the supply of such utilities is limited due to either high costs or technical reasons. It is also proposed as aggregated values: (a) the creation and implementation of community gardens to ensure not only food sustainability but also additional income and (b) the design of a biodigester for wastewater treatment of the communities that will benefit from this project.

Key words: Photovoltaic solar energy, potable water, distribution centers, community gardens, food sustainability, biodigester.

1. INTRODUCCIÓN

La Constitución Política de Colombia establece como uno de los fines principales de la actividad del Estado, la solución de las necesidades básicas insatisfechas, entre las que está el acceso al servicio de agua potable, que es fundamental para la vida humana. El abastecimiento adecuado de agua de calidad para el consumo humano es necesario para evitar casos de morbilidad por enfermedades como el cólera y la diarrea. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 80% de las enfermedades se transmiten por medio del agua contaminada.

El problema no es sólo la calidad del agua. También es importante que la población tenga acceso a una cantidad mínima de agua potable al día. En promedio, una persona debe consumir entre 1,5 a 2,0 litros de líquido al día dependiendo del peso, de lo contrario se pueden presentar algunos problemas de salud. Por esto, es importante que el servicio de acueducto no sólo tenga una cobertura universal, sino que sea continuo. La tasa de morbilidad y mortalidad

infantil por enfermedades relacionadas con el consumo de agua de baja calidad (p. ej.: la diarrea y el cólera) aún es alta en el país (DNP-CONPES, 2005, p. 9)

El agua de mala calidad genera un impacto negativo en la salud pública que, según cálculos recientes, asciende aproximadamente a COL\$1,96 billones al año (Larsen, 2004, citado en DNP-CONPES, 2005), de los cuales el 70% corresponde al impacto de la morbilidad y mortalidad por enfermedades diarreicas y el 30% restante al gasto en prevención. Esta situación es más grave en las zonas rurales y de población dispersa del país. Según cálculos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2002), del 56% de la población rural que tiene alguna forma de abastecimiento de agua, solo el 6% cuenta con agua a la que se le da algún tipo tratamiento para desinfectarla. Esto significa que miles de niños y niñas, especialmente en las zonas rurales del país y en los municipios más pobres, aún enfrentan el riesgo de contraer enfermedades asociadas con el consumo del agua no completamente potable, las que, en muchos de los casos, puede llegar a ser mortal. Por esto, es muy importante que

los municipios del país cuenten con un sistema que permita hacerle seguimiento constante a la calidad del agua que distribuyen a sus habitantes (UNICEF, 2006).

La situación del país en este sentido es grave y podemos entonces resumirla así:

- La producción promedio de agua en Colombia es seis veces superior al promedio mundial y tres veces al de Latinoamérica.
- Cada colombiano dispone de 40.000 m³ de agua al año.
- El 80% de la población y las actividades económicas están en zonas con déficit natural de agua.
- La oferta hídrica promedio es de 2.300 Km³/año.
- En los años de sequía la oferta hídrica promedio es de 1400 Km³/año.
- La disponibilidad hídrica en la zona Caribe es del 8%.
- Siete departamentos de la zona Caribe viven actualmente una situación de emergencia a causa de la sequía.
- El 50% de la población rural y el 25% de la urbana no cuentan con agua apta para el consumo (Comunidad Planeta azul, 2014).

La Universidad Nacional de Colombia, una de las universidades pioneras en investigación del país, considera el agua contenida en los pozos subterráneos como un tesoro enterrado, ya que estos recursos no son aprovechados en Colombia, en proporción a sus reservas. El principal usuario de aguas subterráneas es la empresa privada. Las instituciones del Estado no solamente no aprovechan el recurso, sino que generalmente no lo incluyen en la evaluación de proyectos de acueductos o de irrigación, teniendo en cuenta casos exitosos en otros países como es el caso de México, donde el 85% del agua proviene de pozos profundos.

Rodríguez (2009) afirma que *“el aprovechamiento de las aguas subterráneas en la mayor parte del territorio colombiano es todavía muy incipiente, entre otras cosas, por desconocimiento del potencial de tales recursos, tanto a nivel regional como local. Existen en el país grandes áreas susceptibles de ser incorporadas al desarrollo del país, en las cuales hay recursos de agua subterránea que podrían utilizarse para suplir necesidades de agua para diferentes usos”*. De hecho, nuestro país, por tener grandes recursos hídricos superficiales, ha descuidado el gran potencial hídrico subterráneo y solo cuando ocurren situaciones como las actuales, en donde aún sin comenzar el fenómeno del Niño, hay un gran número de regiones del país con problemas serios de escasez del preciado líquido. Su uso se convierte en una ventaja pues: (a) tiene disponibilidad en épocas de sequía debido a su alta capacidad de almacenamiento, (b) es generalmente de alta calidad y (c) está protegida contra eventos catastróficos debido a su localización. A esta escasez de agua debe sumarse la baja en los caudales de los ríos que suministran agua para los embalses de las hidroeléctricas de donde proviene la mayor cantidad de energía eléctrica que se consume en Colombia, trayendo consigo una disminución

en el potencial de energía generada.

A la fecha, no se ha encontrado una solución conjunta a esta problemática. Esta es la razón más importante del planteamiento de este proyecto, que tiene en cuenta recursos renovables (sol y agua subterránea) para, a partir de ellos, generar energía eléctrica y agua potable simultáneamente. Además que, sin necesidad de grandes infraestructuras, puede convertirse en la solución de la problemática actual de manera rápida, permanente y a bajo costo en áreas cuyo acceso, por razones económicas, no se ha podido suministrarles esos servicios esenciales.

Las Figuras 1 y 2 muestran la distribución del agua a nivel mundial y local, respectivamente. Colombia, en toda su geografía, tiene disponibilidad de las aguas subterráneas, las que hasta ahora no se han explotado adecuadamente.

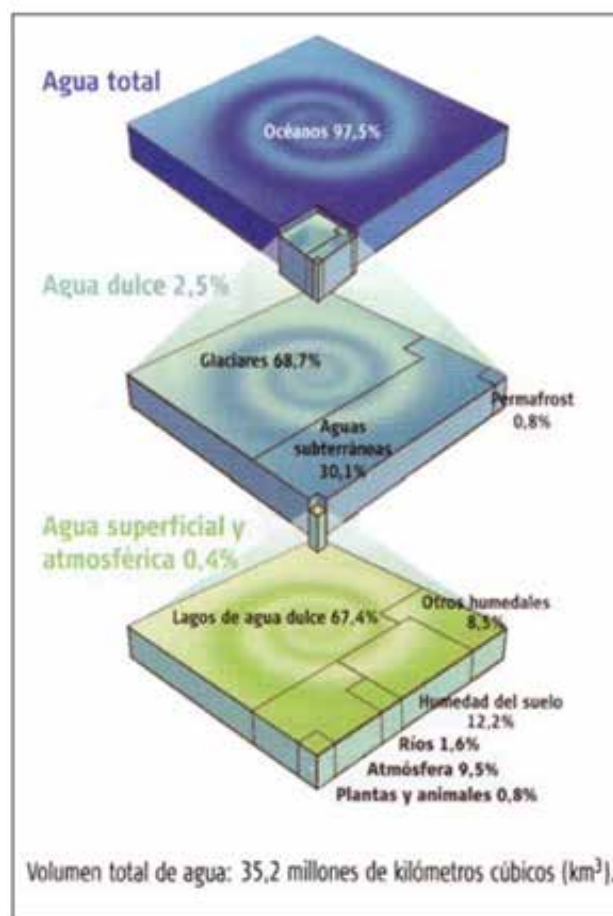


Fig. 1. Distribución global del agua en el mundo (Shiklomanov & Rodda, 2003).

Por otra parte, la energía solar fotovoltaica es la energía eléctrica que se obtiene directamente del sol.

El sol es una fuente de energía gratuita e inagotable y su utilización no produce emisiones de gases de efecto invernadero. Mediante una instalación fotovoltaica aislada podemos producir y almacenar electricidad durante el día y consumirla posteriormente. En cuanto a energía todavía

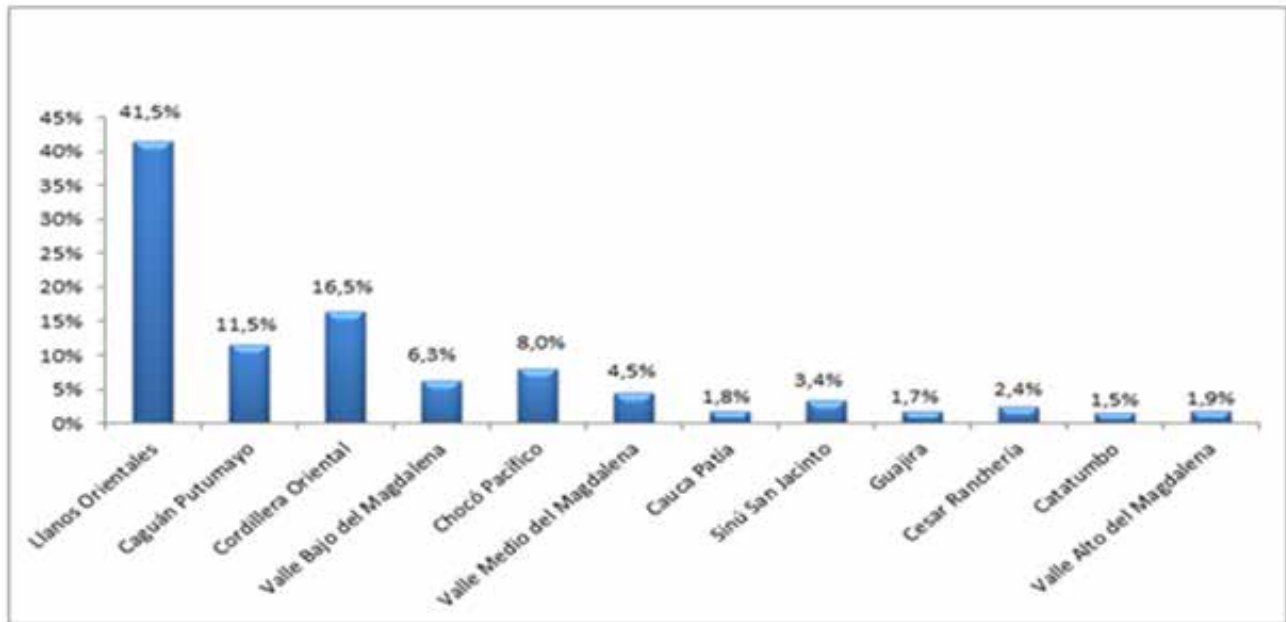


Fig. 2. Distribución porcentual de aguas subterráneas en Colombia (IDEAM, 2010).

en el país tenemos amplias zonas no interconectadas, principalmente aquellas que no son altamente pobladas, por lo que el proyecto propuesto genera una solución práctica al problema de falta de energía. Esto puede observarse en la Figura 3.



Fig. 3. Sectores interconectados y no conectados en Colombia (IPSE, mayo 2011).

En Colombia, a través del Instituto de Geología y Minas (INGEOMINAS), se han realizado estudios tendientes a la exploración de aguas subterráneas que comprenden:

- La metodología general para la exploración y evaluación de las aguas subterráneas.

- Criterios geológicos para la identificación de zonas potenciales de ocurrencia de aguas subterráneas en Colombia.
- Criterios para la selección de zonas de exploración de las aguas subterráneas.
- Estrategias para el desarrollo del programa de exploración de aguas subterráneas, las estrategias técnicas y operativas y las limitaciones para el desarrollo del plan de exploración de las aguas subterráneas.

Sin embargo, a la fecha no se ha propuesto una alternativa o estrategia de uso de las aguas subterráneas como la que se presenta en este trabajo.

Las microcentrales hidroeléctricas son capaces de generar electricidad las 24 horas del día sin consumir ningún combustible o contaminar el medio ambiente pues no producen gases ni humos en su funcionamiento y prácticamente sin mantenimiento. Utilizan únicamente la energía cinética del agua, devolviéndola a su cauce en su totalidad y en las mismas condiciones que la toman o pudiendo ser tratadas (potabilizadas) y ser aptas para el consumo humano. El tamaño de las microcentrales depende de las necesidades específicas de cada sector donde se vaya a instalar.

El objetivo del presente trabajo es generar energía eléctrica y agua potable a partir de dos componentes naturales: energía solar fotovoltaica y agua subterránea. Además, aprovechando esos dos elementos básicos, crear un centro de desarrollo sostenible tipo huertas comunitarias en las comunidades y, de la misma manera, mediante técnicas de construcción nuevas, poder construir una escuela, un centro de salud y un centro de acopio en las comunidades en donde se implemente el sistema de generación de energía eléctrica y agua potable.

2. OBJETIVOS

Aproximadamente, una tercera parte de la población mundial depende del aprovechamiento de aguas subterráneas y solo se extrae cerca del 20% del total de esa agua en el planeta por año, del cual gran parte proviene de fuentes de agua superficial. Muchos habitantes de nuestras zonas rurales normalmente están alejados de las redes de distribución con requerimientos energéticos insatisfechos y en cuanto al recurso hídrico dependen completamente de las aguas subterráneas y Colombia es un ejemplo claro de esta situación.

Esas aguas subterráneas, que en el país no son aprovechadas eficientemente, constituyen la base de la propuesta del proyecto. Su utilización solo puede hacerse a través de bombas hidráulicas, que pueden funcionar mediante un sistema de energía solar fotovoltaica. Una vez el agua es extraída de los pozos se conduce mediante tuberías, aprovechando no solo la cabeza hidráulica sino la presión, a microcentrales (pequeña hidrogenación eléctrica) que solo utilizan la fuerza del agua, no contaminan y son de trabajo continuo. Básicamente, estas microcentrales están constituidas por una turbina que se acopla a un generador de electricidad (alternador o dínamo). Su tamaño dependerá del tamaño de la comunidad en la cual prestará sus servicios y pueden conseguirse de acuerdo a la necesidad que presente el sector, no solamente para las viviendas, sino también para los procesos productivos que se generen como consecuencia de la tenencia de energía.

Una vez el agua llega a la microcentral, se recolecta en un tanque colocado justo debajo de ella, en donde arranca el proceso de potabilización, mediante desarenador y equipos de potabilización que pueden ser en línea. Esta agua debe ser bombeada a las casas, pero por capacidad del tanque vs. consumo (mediante sistemas de control de nivel se puede hacer este cambio automáticamente) debe ser regresada al pozo con el fin de evitar desperdicios de la misma. La bomba para realizar estos trabajos puede ser accionada mediante energía solar fotovoltaica como en el caso de la bomba extractora o con la misma energía eléctrica generada.

El desarrollo sostenible es un valor agregado al proyecto de generación, pues además de llenar el vacío de servicios esenciales en muchas comunidades que no los tienen, se trata de que a partir de estos, se implementen cadenas productivas, para la sostenibilidad alimenticia de los beneficiados con esta tecnología y pueda, así mismo, tener ingresos adicionales, que serán canalizados a través de una cooperativa, huertas comunitarias u otro mecanismo comunitario. Lo que se trata es de aprovechar que una vez la comunidad tenga energía eléctrica y agua potable, cada casa pueda tener un proyecto productivo, tales como piscícola, cría y levante de pollos, agrícolas y ganadería en la escala propia de la comunidad. Es decir, una sociedad red, pero que su alcance llegue a beneficiar a todos los miembros de la misma, teniendo acceso a los alimentos que cada uno produce mediante mecanismos de participación comunitaria.

Otro valor agregado que está en el proyecto es el de construir en el sitio beneficiado, la escuela, el centro de salud y un centro de acopio, ejes integradores del proyecto, donde se utilizarán estructuras metálicas livianas desarmables y utilizando material de PVC en las paredes y cielos rasos, que son materiales nuevos de alta duración, sismo-resistentes y que ayudarán de manera fundamental en el desarrollo de la comunidad beneficiada.

Los valores agregados del proyecto traerán a los habitantes del sector no solamente bienestar, sino la posibilidad de que cada casa pueda tener un diferente proyecto de producción para ayudar no solo en el auto-abastecimiento sino también generación de empleos e ingresos por venta de sus productos. Permitirá una integración familiar pues cada núcleo familiar será responsable de su proyecto productivo y trabajará por el bien no solo particular sino general, teniendo el centro de acopio, el puesto de salud y la escuela, pilares fundamentales para el desarrollo de cualquier comunidad.

En todo caso, no se trata de generación individual (por casa) sino de un proyecto para abastecer de los servicios esenciales a comunidades. Su tamaño, como se mencionó en la propuesta, dependerá del tamaño de la comunidad beneficiaria. Tiene además el proyecto una ventaja en el sentido de que se puede aplicar no solamente para aguas subterráneas sino, también para comunidades que cuenten con recursos hídricos cercanos como ríos o lagos o nacimientos de agua con caudales aceptables.

El proyecto incluye además el diseño y construcción de un biodigestor para la comunidad en donde se instale el proyecto, que prestaría dos servicios esenciales: el aprovechamiento de desechos, provenientes no solo de las casas, de las huertas comunitarias y de los animales, sino la generación de gas metano a utilizar tanto en la cocción de los alimentos como en proveer agua caliente y la utilización de los residuos como abono orgánico.

3. AGUA: RESPONSABILIDAD DE TODOS

El derecho humano al agua es indispensable para vivir dignamente y es condición previa para la realización de otros derechos humanos". Así lo determinó, en noviembre de 2002, el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas, en la observación general No. 15 sobre la aplicación de los Artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Ahí se señaló por primera vez y de forma explícita que el contar con agua segura es un derecho humano fundamental: *"el derecho humano al agua otorga derecho a todos a contar con agua suficiente, a precio asequible, físicamente accesible, segura y de calidad aceptable para usos personales y domésticos"*.

Es responsabilidad de los Estados y organizaciones internacionales elaborar estrategias y programas específicos, proporcionar recursos financieros y transferir tecnología por medio de la asistencia y la cooperación internacionales con

el fin de proporcionar agua potable y saneamiento a toda la población, especialmente a la de los países en desarrollo.

Agua y energía están estrechamente relacionados, son interdependientes. La generación y distribución de energía requieren de la utilización de recursos hídricos, en particular para las fuentes de energía hidroeléctrica, nuclear y térmica. De otro lado, cerca del 8% de la generación de energía es utilizada para el bombeo, tratamiento y distribución de agua a los consumidores (Comunidad Planeta azul. Notas a gotas, s.f.)

En el 2014, el Sistema de las Naciones Unidas, sus Estados miembros y otras partes interesadas, están centrando su atención en la relación agua-energía, abordando los temas de inequidad especialmente de las poblaciones que viven en tugurios y áreas rurales pobres y que sobreviven sin servicio de agua potable, saneamiento adecuado, alimentación suficiente y sin servicios de energía. El objetivo es facilitar el desarrollo de políticas y marcos que conecten los ministerios y sectores que lideran la seguridad energética y el uso sostenible del agua en una economía verde. Se prestará atención particular a identificar las mejores prácticas que pueden convertir la “industria verde” de energía y agua eficientes en una realidad.

Finalmente, es importante reseñar que el informe Vision 21 (Water Supply & Sanitation Collaborative Council–WSSCC, 2000), en los objetivos mundiales, propone para abordar las cuestiones relativas al abastecimiento de agua y el saneamiento para el mundo en desarrollo. Adicionalmente, se presentaron los siguientes objetivos mundiales:

- Para 2015, reducir a la mitad el porcentaje de personas sin acceso a instalaciones de higiene y saneamiento.
- Para 2015, reducir a la mitad el porcentaje de personas sin acceso al agua potable en cantidades suficientes y asequibles.
- Para 2025, suministrar agua, saneamiento e higiene para todos.

Solo hasta mayo del 2014, el Presidente de la República de Colombia firmó la Ley 1715 de 2014 por “medio de la cual se regula la Integración de las energía renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional” y cuyo objeto es el de “promover el desarrollo y utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta a la demanda”. La Ley establece, además, el marco legal y los instrumentos para la promoción del aprovechamiento de fuentes no

convencionales de energía (especialmente las de carácter no renovable), fomento a la inversión, investigación, desarrollo de tecnologías limpias para producción de energía, eficiencia energética enmarcada en una política energética nacional. Se espera asimismo que el gobierno expida los decretos reglamentarios de la Ley con el fin de que puedan obtenerse beneficios tributarios derivados de la misma y que realmente incentiven trabajos que desde varios frentes se han venido presentando.

REFERENCIAS

- Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas. (2002). *Observaciones generales, No. 15 sobre la aplicación de los artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales*. Recuperado de http://conf-dts1.unog.ch/1%20SPA/Tradutek/Derechos_hum_Base/CESCR/00_1_obs_grales_Cte%20Dchos%20Ec%20Soc%20Cult.html
- Comunidad Planeta azul. Notas a gotas. (s.f.). Recuperado de <http://comunidadplanetaazul.com/agua/notas-a-gotas/#sthash.st08Aarf.dpuf>.
- CSD (1997). *Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World*. Report of the Secretary-General. United Nations Economic and Social Council.
- Departamento Nacional de Planeación–CONPES 3343. (2005). *Lineamientos y estrategias de desarrollo sostenible para los sectores de agua, ambiente y desarrollo territorial*. Recuperado de <https://pwh.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/Subdireccion/Conpes/3343.pdf>
- Instituto Colombiano de Geología y Minas (INGEOMINAS), República de Colombia. (2004). *Programa de exploración de aguas subterráneas*. Recuperado de <http://www.sgc.gov.co/getattachment/92fd1dc3-e4a6-4450-96b5-b19abf276144/Programa-exploracion-aguas-subterraneas.aspx>
- Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM). (2010). *Estudio Nacional del Agua*. Recuperado de http://www.engr.colostate.edu/~neilg/ce_old/projects/Colombia/Colombia/cd1_files/spanish/12%20ena%20IDEAM%20study.pdf
- Larsen, B. (2004). *Cost of environmental damage: a socio-economic and environmental health risk assessment*. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/texcom/cd050996/larsen.pdf>
- Ley 1715. Congreso de la República de Colombia. Mayo 13 de 2014.

Olaya Arboleda & González Salcedo, L.O. (2009). *Fundamentos para el diseño de biodigestores, Modulo para la asignatura de Construcciones Agrícolas*. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Facultad de Ingeniería. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/7967/4/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf>

Rodríguez C.O. (2009, febrero 08). *El agua subterránea, un tesoro enterrado*. UN Periódico. Recuperado de <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/el-agua-subterranea-un-tesoro-enterrado.html>

Shiklomov, I.A. & Rodda, J.C. (2003). World water resources at the beginning of the 21st century. International hydrological series. Recuperado de <http://catdir.loc.gov/catdir/samples/cam034/2002031201.pdf>

UNICEF. (2006) *La infancia, el agua y el saneamiento básico en los planes de desarrollo departamentales y municipales*. Recuperado de <http://www.unicef.org/colombia/conocimiento/agua.htm>

UNICEF–OMS. (2007). *La meta de los ODM relativa al agua potable y el saneamiento: el reto del decenio para zonas urbanas y rurales*. Recuperado de http://www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/1198255419-JMP_06_es.pdf

Water Supply & Sanitation Collaborative Council (WSSCC). (2000). *Vision 21: A Shared Vision for Hygiene, Sanitation and Water Supply and A Framework for Action*. Recuperado de <http://www.unwater.org/downloads/vision21.pdf>

WSSCC-Geneca, CH, Water Supply and Sanitation Council. (2003). *WSSCC Progress Report 2000-2003: of the people by the people for the people*. Recuperado de http://www.wsscc.org/sites/default/files/publications/wsscc_progress_report_2000-2003_of_by_for_the_people_2003_en.pdf