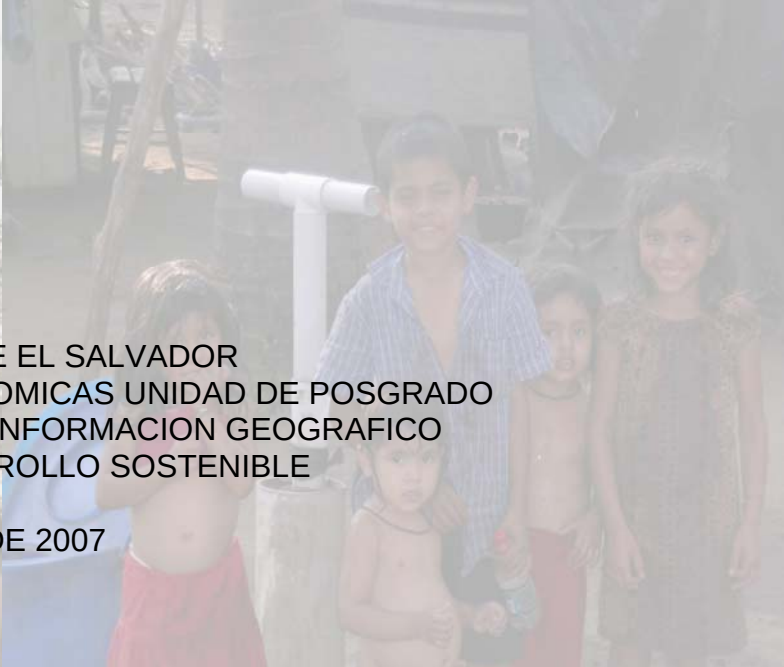
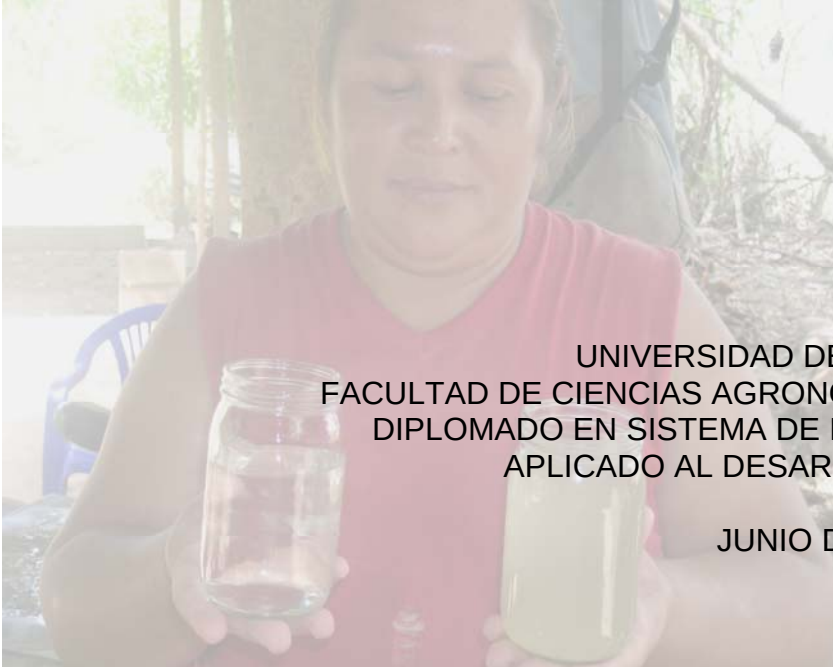




ANALISIS GEOGRAFICO SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS POZOS QUE UTILIZAN BIOFILTROS AL SUR DE AHUACHAPAN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN, EL SALVADOR

Autor:
OSCAR JOAQUIN ORTIZ MONTANO



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS UNIDAD DE POSGRADO
DIPLOMADO EN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO
APLICADO AL DESARROLLO SOSTENIBLE

JUNIO DE 2007



INDICE

1. ANTECEDENTES	6
2. INTRODUCCION	9
3. GENERALIDADES	9
3.1. Conservación de fuentes de agua en El Salvador.....	9
3.1.1. Agua subterránea.....	10
3.1.1.1. Impacto de los pozos en el flujo del agua subterránea.....	11
3.1.1.2. Calidad del agua subterránea	12
3.1.2. Sobreexplotación del agua subterránea	12
3.1.2. 1. Consecuencias de la falta de manejo en la sobre explotación de pozos	13
3.1.2. 2. La intrusión de las aguas marinas:.....	14
3.1.2. 3. Coniformes en agua	16
3.1.2. 4. Conductividad del agua.....	16
3.1.2. 5. Oxígeno disuelto.....	16
3.2. Experiencias con biofiltros en Centroamérica.	17
3.2.1. El Salvador.....	17
3.2.2. Guatemala.....	17
3.2.3. Honduras.....	17
3.3. Que es la Red de Biofiltros de Ahuachapán Sur?	18
3.4. Objetivos de la red de biofiltros	18
3.5. Proyecciones de fortalecimiento.....	19
3.6. Qué es un biofiltro	19
3.6.1. VENTAJAS DE UN BIOFILTRO	20
3.7. Limitantes de los biofiltros	21
4. MATERIALES Y METODOS	21
4.1. Ubicación del área de estudio	21
4.2. Fase de gabinete.....	22



4.2.1. Delimitacion del área en estudio	22
4.2.2. Revisión y selección de material bibliográfico	22
4.3. Fase de campo.....	22
4.3.1. Georeferenciacion de las viviendas que poseen biofiltro.....	22
4.3.2. Calculo del tamaño de la muestra	23
4.3.3. Visitas de campo y entrevistas con familias que poseen biofiltros y pozos.	24
4.3.4. Análisis espacial.....	24
5. DISCUSION DE RESULTADOS	25
5.1. Área socioeconómica	25
5.1.1. Numero de personas por familia	25
5.1.2. Numero de niños beneficiados con la red de biofiltros.	26
5.1.3. Tipo de vivienda.	27
5.1.4. Uso del agua que se extrae del biofiltro	28
5.1.5. Posibles otras formas de cómo obtendrían agua las familias.....	29
5.1.6. Enfermedades más comunes	30
5.1.7. Medios de vida de las familias.....	31
5.2. Área físico ambiental	33
5.2.1. Familias que poseen pozos.....	33
5.2.2. Ubicación de pozos en base a asnm.....	34
5.2.3. Tipos de pozos predominantes.	35
5.2.4. Ubicación del pozo dentro del terreno	36
5.2.5. Tipo de letrina que predomina.....	38
5.2.6. Mantenimiento del pozo	39
5.2.7. Características físicas – químicas del agua	40
6. DATOS DEL BIOFILTRO	41
7. ANALISIS GEOGRAFICO SOBRE CALIDAD DEL AGUA DE POZOS.....	43
7.1. Salinizacion de agua subterránea	43
7.2. Oxigeno disuelto.....	44
7.3. Conductividad.....	46



7.4. Sólidos disueltos totales	47
7.5. Cantidad de Coniformes en agua de pozos	48
8. CONCLUSIONES.....	49
9. BIBLIOGRAFIA	51

Nota: Hay que revisar el número de páginas, el número de los cuadros y sus páginas, el número de las figuras y las páginas de las figuras. Hay que revisar los anexos y sus tablas y mapas.

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Área por cuencas de la región hidrográfica Cara Sucia – San Pedro Belén. ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 2. Numero de viviendas muestreadas por comunidad	23
Cuadro 3. Numero de personas promedio por familia	25
Cuadro 4. Promedio de niños por familia ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 5. Material predominantes sobre construcción de vivienda	27
Cuadro 6. Diversos usos del agua del biofiltro	28
Cuadro 7. Posibles formas de obtener agua por las familias	30
Cuadro 8. Enfermedades más comunes	31
Cuadro 9. Diferentes medios de vida costeros	32
Cuadro 10. Relación de viviendas que poseen biofiltro y pozo	33
Cuadro 11. Numero de pozos en base a la asnm	35
Cuadro 12. Tipo de pozos	36
Cuadro 13. Ubicación de los pozos	37
Cuadro 14. Letrina presentes en la zona	38
Cuadro 15. Tipo de mantenimiento al pozo	39
Cuadro 16. Características que presenta el agua	41
Cuadro 17. Estado del biofiltro	42
Cuadro 18. Porcentaje de salinización registrada en Ahuachapan sur	43
Cuadro 19. Porcentaje de oxígeno disuelto	45
Cuadro 20. Conductividad de agua de pozos	46
Cuadro 21. Porcentaje de sólidos disueltos encontrados en agua de pozos	47
Cuadro 22. Cantidad de coniformes encontrados en agua de pozos de 6 comunidades	48
Cuadro 23. Enfermedades más comunes reportadas en las unidades de salud cercanas a las comunidades con biofiltro ¡Error! Marcador no definido.	



INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Flujo subterráneo y nivel freático</i>	<i>11</i>
<i>Fig. 4. Componentes de un biofiltro</i>	<i>20</i>
<i>Figura 6. Numero promedio de personas por familia.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 7. Promedio de niños por familia</i>	<i>26</i>
<i>Figura 8. Material utilizado para construcción de vivienda.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 9. Diversos usos del agua del biofiltro en actividades cotidianas.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 10. Posibles formas de obtener agua por las familias</i>	<i>30</i>
<i>Figura 11 Enfermedades más comunes</i>	<i>31</i>
<i>Figura 12. Medios de vida costeros.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 13. Viviendas que poseen pozo</i>	<i>34</i>
<i>Figura 14. Numero de pozos en base a la asnm.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 15. Tipo de pozos predominantes.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 16. Ubicación de los pozos</i>	<i>37</i>
<i>Figura 17. Tipos de letrinas predominantes</i>	<i>39</i>
<i>Figura 18. Tipo de mantenimiento al pozo.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 19. Características que presenta el agua.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 20. Estado del biofiltro</i>	<i>42</i>
<i>Figura 21. Grafico sobre % de salinizacion de agua de pozos</i>	<i>44</i>
<i>Figura 22. Porcentaje de oxígeno disuelto</i>	<i>45</i>
<i>Figura 23. Conductividad de agua de pozos.....</i>	<i>47</i>
<i>24. Porcentaje de solidos disueltos encontrados en agua de pozos</i>	<i>48</i>
<i>Figura 25. Cantidad de coniformes encontrados en agua de pozos de 6 comunidades</i>	<i>49</i>



1. ANTECEDENTES

La [Tierra](#) contiene aproximadamente 1,4 millones de kilómetros cúbicos de agua, pero alrededor del 97,4 por ciento de ella es agua de mar o agua salada. Tres cuartas partes del 2,6 por ciento restante están encerradas en casquetes polares y glaciares. El agua dulce disponible se reduce al 0,001 por ciento del total.

Las aguas subterráneas forman grandes depósitos que en muchos lugares constituyen la única fuente de agua potable disponible. A veces, cuando circulan bajo tierra, forman grandes sistemas de cuevas y galerías. En algunos lugares regresan a la superficie, brotando de la tierra en forma de fuentes o manantiales. Otras, hay que ir a recogerlas a distintas profundidades excavando pozos.

El agua surge como el mayor conflicto geopolítico del siglo XXI ya que se espera que en el año 2025, la demanda de este elemento tan necesario para la vida humana será de un 56% superior que el suministro actual y quienes posean agua podrían ser blanco de un saqueo forzado.

En Las zonas costeras a nivel mundial se considera que un 80 por ciento de toda la [contaminación](#) tiene como origen las actividades humanas tales como la



urbanización, la [agricultura](#), el [turismo](#), el [desarrollo](#) industrial, el vertido de aguas residuales insuficientemente tratadas y desechos industriales, y la [construcción](#) de infraestructura costera.

El Sur del Departamento de Ahuachapán (Municipios de San Francisco Menéndez, Jujutla, Guaymango y San pedro Puxtla) cuenta con un total de 123,668 habitantes, de los cuales solo cerca del 50% de esta población cuenta con acceso a sistemas de agua clorada por cañerías, el resto se abastece de las aguas de dudosa calidad procedentes de ríos, nacimientos o pozos. El consumo de esta agua es causa de la presencia de enfermedades gastrointestinales principalmente en niños causando la muerte o mala nutrición. Con el fin de contrarrestar este fenómeno, personal de las unidades de salud han adoptado sistemas de purificación de agua a base de cloro los cuales juegan un papel importante en la descontaminación de las aguas de consumo, a pesar de ello, el sabor que mantienen las aguas con cloro es desagradable para los que la consumen, viéndose obligados a consumir agua sin tratamiento.

Los líderes y lideresas quieren lograr una mejor calidad de vida en el territorio consiste también en tener buena salud, ellos y ellas están promoviendo en el Departamento de Ahuachapán, el sistema de purificación de agua a través de los filtros de Bioarena.



Este proceso se desarrolla, luego de haber validado la eficiencia de los Biofiltros a través de pruebas de laboratorio y de aceptación por los pobladores locales.

La Red de Biofiltros surge luego de que líderes comunitarios y promotores de salud participan en una capacitación sobre el manejo de filtros bioarena en el departamento de Danlí, Honduras durante el mes de febrero del 2005.

La iniciativa de líderes y lideresas es lo que ha movido el establecimiento por iniciativa propia de una RED de BIOFILTROS de Ahuachapán Sur. Los resultados de este proceso han permitido que se cuente con 275 filtros instalados en el municipio, los cuales son supervisados de manera coordinada por los referentes de la RED DE BIOFILTROS y promotores de las unidades de Salud de las comunidades donde se encuentran instalados éstos biofiltros.

El área de trabajo son las comunidades rurales que no cuentan con agua potable de los municipio de San Francisco Menéndez (El Cortijo, El Castaño, Bola de Monte, Garita Palmera, Brisas del Mar, El Zapote, El Palmo, Rancho San Marcos, La Patroncita, Paz y Progreso, San Alfonso Miramar, Brisas de la Ceiba, El Pital y Tamasha), Jujutla (Las Tablas, Hoja de Sal, Barra de Santiago, Brisas de Catarina) , Guaymango (El Zunzita) .



2. INTRODUCCION

El presente documento contiene los resultados del análisis geográfico sobre la calidad del agua de pozos de personas que utilizan biofiltros de arena (tecnologías purificadoras de agua) en el Sur de Ahuachapan; específicamente en la zona media y baja de la Cuenca Hidrográfica Cara Sucia – San Pedro Belén; las características de las comunidades beneficiarias con biofiltros radica en que son consideradas a nivel nacional como comunidades pobres, a esto se le añade los problemas de inundación como consecuencia de los temporales en la época de invierno, teniendo como resultado que muchas de las familias que poseen pozos en la zona costera se les contaminen.

La pobreza junto a los bajos niveles de salud que se presentan en las comunidades de la costa, más la falta de agua potable, obliga a que estos obtengan agua de manantiales, ríos y pozos, de mala calidad.

3. GENERALIDADES

3.1. Conservación de fuentes de agua en El Salvador.

El FONAES, MARN, SNET y DGFCR del MAG señalan que los temas a tratar sobre este asunto son: la deforestación, ordenamiento de bosques y zonas de recarga, los métodos de conservación y cosecha de agua, y el uso apropiado de la tierra.



Se destacan los siguientes aspectos:

La deforestación está directamente relacionada con la conservación de fuentes de agua (por el contrario se acentúan las inundaciones y sequías en épocas extremas) y actualmente se estima que en el país, los bosques tropicales están reducidos a menos del 1% de las coberturas originales. La vegetación natural y las plantaciones forestales cubrían apenas un 12% de la superficie del país en 1978 según FAO y se estima que en la década de los 80 se deforestó un equivalente al 15% de la cobertura vegetal.

El deterioro de las zonas de recarga de las cuencas hidrográficas, la baja eficiencia del uso del recurso, la contaminación de ríos, fuentes, zonas de recarga y reservorios de agua, están causando una acelerada reducción de la disponibilidad de las fuentes de agua para usos múltiples. El grado de deterioro de las zonas de recarga está determinado por el grado de erosión de los suelos, compactación y la deforestación, sobre todo en zonas de pendientes muy inclinadas. Esta situación está siendo causada por la intervención del hombre para desarrollar actividades agrícolas, extracción de leña y de construcción de viviendas, en sitios no apropiados. (CATIE, 2006)

3.1.1. Agua subterránea

El sistema de agua subterránea se recarga debido a la precipitación pluvial y el agua fluye hacia los arroyos a través de este sistema.

3.1.1.1. Impacto de los pozos en el flujo del agua subterránea.

El agua bombeada del sistema subterráneo causa que la capa freática baje de nivel y cambie la dirección de la corriente del agua subterránea. Parte del agua que fluía hacia un arroyo, ya no lo hace y así mismo, algo de esta corriente también es acarreada desde el arroyo hasta el sistema de agua subterránea, reduciendo por lo tanto la corriente del arroyo. (ver figura 1)

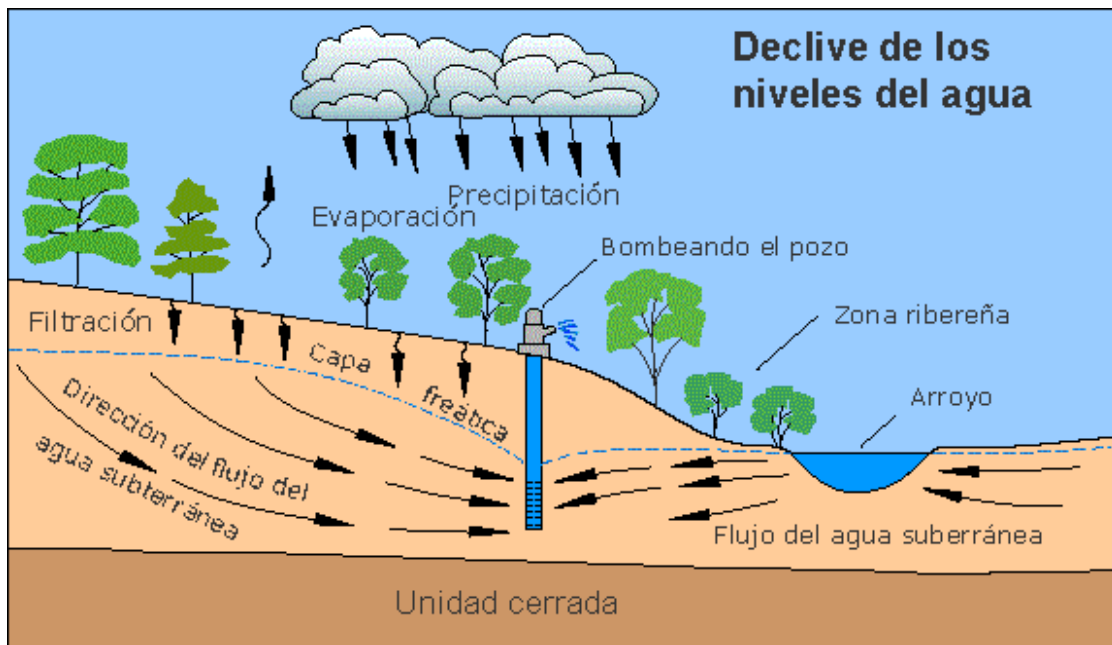


Figura 1. Flujo subterráneo y nivel freático



3.1.1.2. Calidad del agua subterránea

Los contaminantes que se introducen en la superficie de la tierra pueden infiltrarse a la capa freática y fluir hacia un punto de descarga, ya sea un pozo o un arroyo. (A pesar de no mostrarse aquí, también es importante saber sobre la descarga potencial de contaminantes que pasan del arroyo hacia el sistema de agua subterránea.

3.1.2. Sobreexplotación del agua subterránea

El sistema de aprovechamiento más eficaz de un acuífero, para aprovechar al máximo sus recursos y no incurrir en sobreexplotación, es el de extraer anualmente una cantidad de agua igual o inferior a la de la recarga media interanual.

La sobreexplotación consiste en extraer más agua de la que entra en el sistema acuífero, lo que supone un consumo de las *reservas* que se refleja en el descenso del nivel freático o piezométrico, hasta el punto que se secan los manantiales y disminuye el caudal de los ríos, creándose graves problemas de suministro. Si la sobreexplotación tiene lugar en los acuíferos de la costa conectados con las aguas marinas, el agua dulce se extrae en su totalidad y deja paso al agua salada del mar que invade el medio permeable terrestre según un proceso conocido con el nombre de “intrusión marina” que saliniza el agua subterránea de los pozos.



Se diferencian tres tipos de sobreexplotación:

- La explotación de los recursos anuales de una sola vez a un fuerte ritmo hasta estabilizar el bombeo en un determinado valor.
- Sobreexplotación no destructiva que es la producida cuando se llega más allá de los límites antes mencionados durante poco tiempo.
- Sobreexplotación destructiva a la cual se conduce el acuífero cuando se prolongan las extracciones excesivas durante mucho tiempo, que lo hacen prácticamente inexplorable, bien por la degradación de la calidad química de sus aguas, o bien, por motivos económicos derivados de la elevación desde una gran profundidad de las aguas subterráneas.

3.1.2. 1. Consecuencias de la falta de manejo en la sobre explotación de pozos

La sobreexplotación conduce a un continuado consumo de las *reservas* y a un descenso no estabilizado de los niveles piezométricos. Si consideramos el acuífero como un sistema regulador de entradas y salidas de agua, una disminución de las reservas hará que disminuyan las garantías de suministro ante situaciones extraordinarias, como puede ser una sequía prolongada, y puede favorecer además la intrusión de aguas de calidad no deseable.

El efecto más directo de la sobreexplotación es el empeoramiento de la calidad química de las aguas subterráneas, a causa de los siguientes factores:

- Menos disolución de las aguas antiguas almacenadas en el acuífero con las nuevas de la recarga anual, lo que favorece la concentración de sales.

- Salinización de los pozos por el avance de las aguas marinas tierra adentro al alterarse del equilibrio agua dulce-agua salada (ver figura 2 y 3).
- Recarga inducida de las aguas contaminadas de los ríos a los acuíferos, ya que los ríos pasan de ser efluentes a ser influyentes.
- Recarga inducida de las aguas contaminadas por lixiviación de los focos contaminantes situados sobre el acuífero.

4.1.2. 2. La intrusión de las aguas marinas:

Las aguas que saturan los acuíferos costeros conectados con el mar mantienen un equilibrio hidrodinámico entre el agua dulce del acuífero y el agua salada del

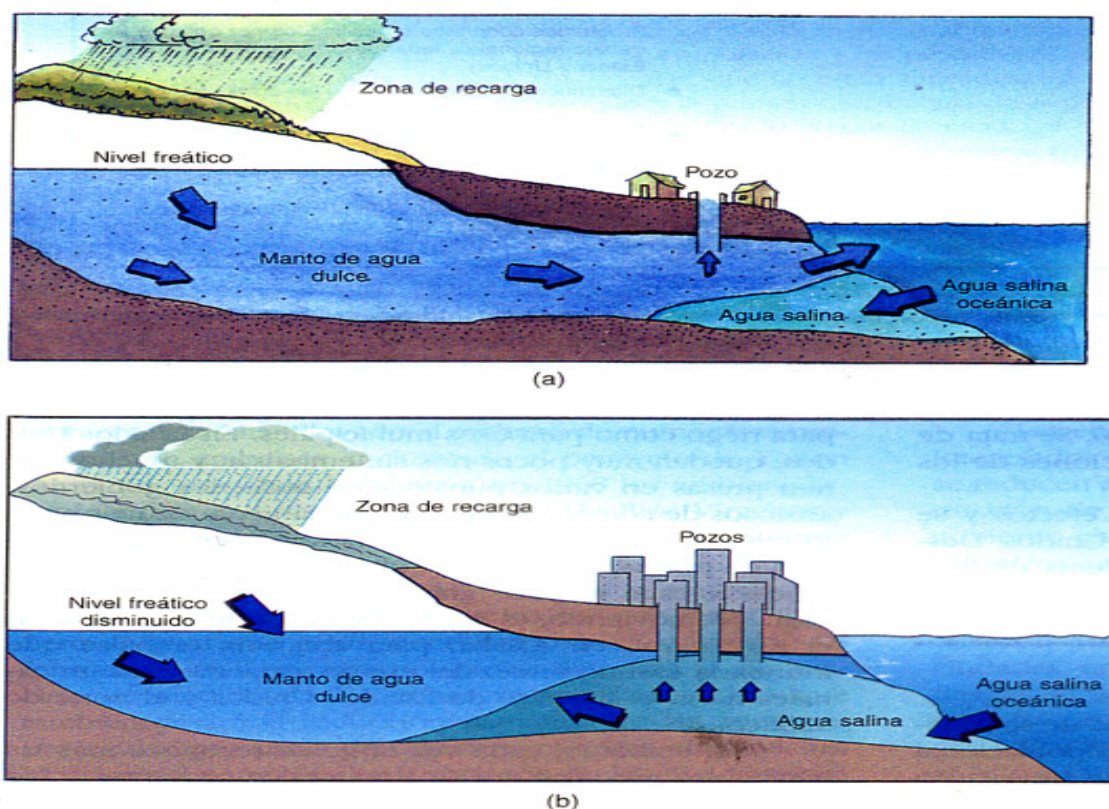


Figura 2 y 3. Paso de agua salada debido a sobreexplotación de agua dulce



El efecto de una extracción desmesurada de agua dulce cerca de la costa, da un carácter dinámico a la interfase agua dulce-agua salada. Así, cualquier sobreexplotación de un acuífero costero provocará cambios en la posición de la interfase, la cual avanzará tierra adentro en forma de cuña salina: El agua dulce se extrae en su totalidad y deja paso al agua salada que invade los espacios libres de las rocas permeables salinizando el agua de los pozos. Los resultados negativos de las extracciones excesivas de agua dulce provocan las siguientes:

- Consecuencias relacionadas con el descenso del nivel freático: Dsecación de marismas, subsidencia y abandono de los pozos. Lo anterior puede provocar que las construcciones que se habían edificado con niveles freáticos bajos puedan ser inundadas al recuperar aquellos su nivel primitivo.
- Consecuencias relacionadas con la salinización de las aguas: Degradación de suelos agrícolas, corrosión de las conducciones de agua, impotabilidad y problemas sanitarios.
- Consecuencias relacionadas con aspectos socioeconómicos: Abandono de cultivos, traslado de industrias, necesidad de nuevas obras de abastecimiento, economía paralela de agua embotellada, etc

Otras consecuencias: Cambios en la fauna y en la flora de las zonas costeras

Las aguas subterráneas poseen contenidos en sales disueltas en general, mas alto que los de agua superficial a consecuencia de mayor tiempo de contacto entre agua y terreno. Desde el punto de vista de consumo humano, el uso de aguas que contengan mas de 1 mg/l de sólidos totales en disolución es desaconsejable tanto por las propias sales , como por su efecto productor de sabor salino o salobre.



3.1.2. 2. CoLiformes en agua

El numero mayor de 100 microorganismos por ml en el recuento total de bacterias heterótrofas, es señal de que deben tomarse medidas correctivas e indica la necesidad de una inspección sanitaria completa del sistema del lugar de abastecimiento para determinar cualquier fuente de contaminación.

3.1.2. 3. Conductividad del agua

La conductividad es producida por los electrolitos que llevan disueltos un agua y es lógicamente, muy baja en el agua pura. Además se comprende que exista una relación entre ella y la cantidad de los electrolitos que contiene. Concretamente en un agua natural no muy polucionada, se cumple que el valor del residuo seco en mg/l oscila entre 0.5 y 1.0 veces el valor de la conductividad. La conductividad de un agua natural esta mediatizada por el terreno que atraviesa y por la posibilidad de disolución de rocas y materiales, el tipo de sales

presentes, gases disueltas, pH y toda una serie de factores que pueden afectar la solubilidad de un soluto de agua.

3.1.2. 4. Oxigeno disuelto

Es la cantidad de oxígeno (medido en mg/l) que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por organismos unicelulares, bajo condiciones de prueba. Se utiliza para medir la cantidad de contaminantes orgánicos de agua residuales.



3.2. Experiencias con biofiltros en Centroamérica.

3.2.1. El Salvador.

La institución que ha comenzado el proceso de los Filtros de Bioarena es Agua Pura, impulsando su uso en la comunidad de Astoria, Departamento de La Paz, logrando instalar hasta la fecha un total de 250 unidades.

Los resultados han permitido hacer algunas modificaciones al sistema de filtrado logrando disponer de experiencia propia para su uso.

3.2.2. Guatemala.

En este caso, se hace referencia al sistema de inducción social que se usó. Los pasos para lograr la aceptación del Biofiltro por el grupo familiar fueron los siguientes:

- a) Se capacitó a la comunidad sobre el uso y beneficios del biofiltro.
- b) Se inició la construcción de los biofiltros en la comunidad de Totonicapán.
- c) Debido a la existencia de prejuicios, se observó que para que esta fuera aceptada el primero en utilizar este fue el padre de Familia, luego la madre y al final los hijos.

3.2.3. Honduras.

Esta experiencia es la de mayor desarrollo en el área de Centroamérica, para ello cabe mencionar que el proceso de inducción consistió en:

- a) Socialización del biofiltro hacia los líderes municipales, ministeriales.



b) Se hace un abordaje sobre la importancia de trabajar en conjunto para la implementación de los Biofiltros en las comunidades de interés; cada uno de los actores involucrados en el seguimiento del proyecto deberá asumir compromisos a fin de garantizar la sostenibilidad de los sistemas de filtrado (en este caso participan los líderes de las comunidades, ministerio de Salud, Ong's y municipalidades).

RESULTADOS OBTENIDOS:

- 2,892 filtros instalados en 60 comunidades.
- 4,320 niños desparasitados

3.3. Quién es la RED de BIOFILTROS de Ahuachapán Sur?

Es un esfuerzo organizativo de líderes procedentes de 35 comunidades de los municipios ubicados al sur del Departamento de Ahuachapán. Iniciativa que busca mejorar la calidad de vida en la población rural, mediante el uso de agua segura para consumo humano.

3.3.1. Objetivos de la RED de BIOFILTROS

- Consumir Agua de Calidad libre de: bacterias (E.Coli, Salmonella, Cholera Vibrio y Shigella), virus (Enterovirus), protozoarios (Giardia lamblia, Amibas) y Helmintos (gusanos).
- Consumir Agua Segura sin elementos (hierro, plomo, manganeso) dañinos para la salud.



- Desarrollar la apropiación comunitaria en el tema de salud y saneamiento, así como la protección de las fuentes de agua.

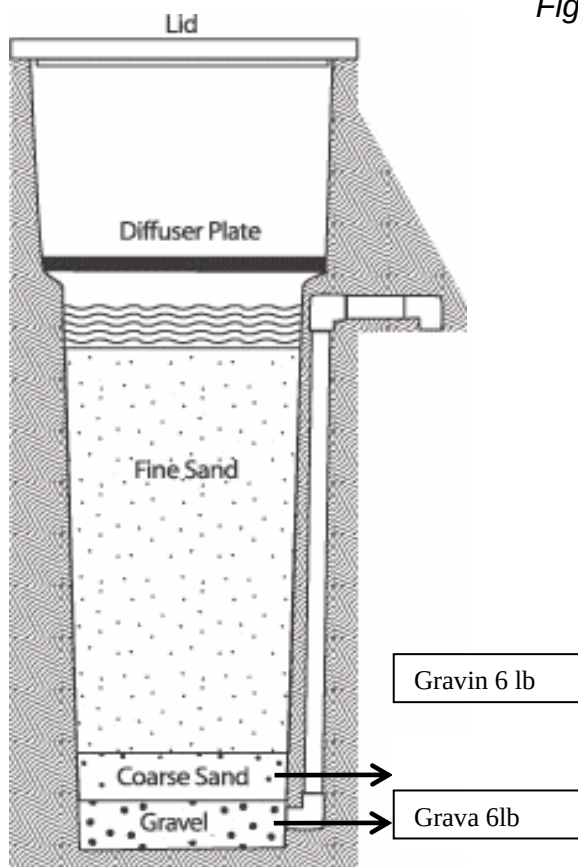
3.3.2. Proyecciones de fortalecimiento.

- Construir una fábrica por medio de la cual se construyen los Biofiltros y estén disponibles y al alcance de las comunidades rurales fronterizas del Departamento de Ahuachapán.
- Distribuir e instalar Biofiltros en las comunidades en donde no exista agua potable sino que agua procedente de ríos, fuentes de agua, pozos.
- Ser apoyo técnico para el ministerio de salud en el tema de agua segura y saneamiento en comunidades donde el agua no es de calidad.
- Desarrollar la capacidad técnica comunal para promover el agua segura y el buen uso del agua y realizar medidas de saneamiento.

3.3.3. Qué es un BIOFILTRO?

Es un sistema de filtración a base de arena, que permite mejorar la calidad del agua. El uso de agua de mala calidad, procedentes de pozos o nacimientos naturales y destinada al consumo humano. El tamaño es de 0.50X0.50X1.50 mts (Ver figura 4).

Fig. 4. Componentes de un biofiltro



3.3.4. VENTAJAS DE UN BIOFILTRO

Elimina	%	Forma de eliminación
BACTERIAS	90-99.9% de las veces	Por colado físico, predación, muerte natural
VIRUS	90%	Por colado físico, prelación, muerte natural
PROTOZOOS	99%	Por colado físico, prelación, muerte natural
HELMINTOS	100%	Por colado físico
HIERRO	98%	Se oxida en particulaza que son coladas



3.3.5. Limitantes de los biofiltros

Entre los componentes que no se eliminan con un filtro de arena:

- Nitratos.
- Bacterias o virus, puede retener parte de ellas por el fenómeno de adsorción, pero no se garantiza el filtraje total (eliminación total).
- Fluor , Minerales y sales disueltas

4. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación pone en práctica las herramientas del Sistema de Información Geográfico (SIG); y se desarrollaron tres etapas:

4.1. Ubicación del área de estudio

La RED de BIOFILTROS se encuentra ubicada en la Región Hidrográfica Cara Sucia-San Pedro Belén; ubicado entre los departamentos de Ahuachapán y parte de Sonsonate, zona occidental de El Salvador, entre las coordenadas geográficas 90°05' y 89°50' longitud oeste y 13°35' y 13°53' latitud norte. Comprende cinco cuencas: Cara Sucia, Cuilapa, Bocana San Juan, Cauta y San Pedro, (anexo 1) las cuales forman la región hidrográfica Cara Sucia – San Pedro Belén, con un área de 772.53 km² (Ver cuadro 1). (Arias, 2006)

Cuadro 1. Área por cuencas de la región hidrográfica Cara Sucia – San Pedro Belén.

CUENCA	AREA (KM²)
CUILAPA	195,88
CARA SUCIA	237,82
BOCANA DE SAN JUAN	29,40
CAUTA	93,11
SAN PEDRO	216,32
TOTAL	772,53

Fuente: Base de datos Mapa cuencas de El Salvador. MARN, 1998



4.2. Fase de gabinete

4.2.1. Delimitación del área en estudio

Para delimitar nuestra área de trabajo se identificaron las viviendas que han sido beneficiadas con Biofiltro y a la vez que poseen pozos dentro de sus hogares en la Región Hidrográfica Cara Sucia – San Pedro Belén. Se utilizó la base de datos de los registros de Biofiltros que llevan los Directivos de La Red de Biofiltros de Ahuachapan sur.

Revisión y selección de material bibliográfico

Esta etapa consistió en la recolección de toda la información relacionada con lo que se refiere a parámetros químicos, salinización de agua subterránea.

4.3. Fase de campo

4.3.1. Georeferenciación de las viviendas que poseen Biofiltro

Para conocer las familias que poseen pozos, se georeferenció las 275 familias beneficiadas con Biofiltro; esta etapa se desarrolló con el apoyo de los líderes comunitarios.



4.3.2. Calculo del tamaño de la muestra

El número total de Biofiltros distribuidos en toda la región hidrográfica es de 275, pero, de ellos sólo 205 viviendas poseen pozos dentro de sus hogares.

Para el calculo del tamaño de la muestra a monitorear se tomo como base el 25% de cada comunidad que posee Biofiltros y Pozos (ver cuadro 2); obteniendo una submuestra de 60 pozos a muestrear.

Cuadro 2. Numero de viviendas muestreadas por comunidad

Nombre de la comunidad	Municipio	# de viviendas con biofiltro y pozo	# de viviendas muestreadas
Castaño	San Francisco Menedez	40	10
Bola de Monte	San Francisco Menedez	10	2
Las Champas	San Francisco Menedez	3	1
El Zapote	San Francisco Menedez	9	3
Patroncita	San Francisco Menedez	10	2
Rancho San Marcos	San Francisco Menedez	16	5
Paz y Progreso	San Francisco Menedez	9	3
El Palmo	San Francisco Menedez	23	3
Brisas de la Ceiba	San Francisco Menedez	2	2
Tamasha	San Francisco Menedez	10	2
El Porvenir	San Francisco Menedez	10	3
Brisas del mar	San Francisco Menedez	10	3
Garita Palmera	San Francisco Menedez	10	3
Caballeria Sola	San Francisco Menedez	9	3
El Chino	San Francisco Menedez	14	5
Ceibita	San Francisco Menedez	7	3
Las Tablas	San Francisco Menedez	2	2
Barra de Santiago	Jujutla	8	2
Zuncita	Metalio	2	2
El Carmen	San Francisco Menendez	1	1
Total		205	60



Visitas de campo y entrevistas con familias que poseen Biofiltros y Pozos: Al identificar las familias que tenían pozos en sus viviendas, se procedió a seleccionar un 20% de cada comunidad, encontrando que de las 23 comunidades 4 no poseían pozos, debido a su ubicación dentro de la cuenca (parte media). Visitando un total de 60 familias, las cuales con la ayuda de un pH metro se tomaron dato de oxígeno disuelto, sólidos totales, salinidad, pH entre otros; a la vez se encuestaron a estas mismas familias, donde se obtuvo información referente a condiciones socioeconómicas, estado físicos del agua de los pozos, funcionamiento de los Biofiltros (ver anexo 2).

4.3.4. Análisis espacial:

La información colectada de las 60 encuestas fue procesada con el programa estadístico SPSS versión 9.0; obteniendo algunos parámetros estadísticos como medias, porcentajes y totales, los cuales sirvieron para realizar algunos gráficos y cuadros comparativos que ayudaron para el análisis y la discusión de resultados.

Esta etapa también se apoyó de los Sistemas de Información Geográficos, específicamente con el Arc Gis 9.1; el análisis consistió en modificar la base de datos que se tenía de los 275 Biofiltros, en los 60 Biofiltros que se muestrearon; terminando esta etapa, se procedió a elaborar cada uno de los mapas para luego pasar a la discusión de los mismo.

También se visitaron las unidades de salud de los cantones de Barra de Santiago, El Zapote, Cara Sucia, San Francisco Menéndez, Garita Palmera, La Hachadura; con la finalidad de comparar las enfermedades que se han reportado en los últimos meses y el agua que consumen.



5. DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. Área socioeconómica

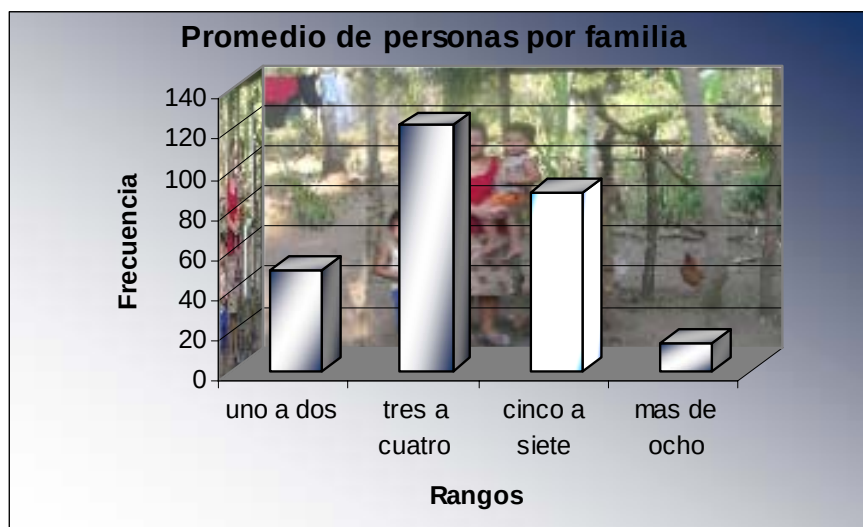
5.1.1. Numero de personas por familia

El número de personas por familia en el sur de Ahuachapan es promedio de 3-4 personas, 45% (ver figura 6); seguido de las familias que su número familiar se encuentran entre 5-7 personas con un 33.1% (ver cuadro 3). Teniendo presente que muchas de las familias que residen en esta zona tiene parientes que han emigrado a San Salvador, Sonsonate y en otros casos, a los Estados Unidos; esto debido a la falta de empleo y a los salarios bajos que en promedio están entre \$3 y \$4 dólares la jornada. Para conocer las condiciones de las familias que han sido beneficiadas dentro de la Red de Biofiltro, se visitó al 25% del total de las familias, lo que corresponde a unas 60 familias.

Cuadro 3. Numero de personas promedio por familia

# de personas por familia	%
1-2	16.41
3-4	45.4
5-7	33.1
Mas 8	5.09
Total	100.0

Figura 6. Numero promedio de personas por familia





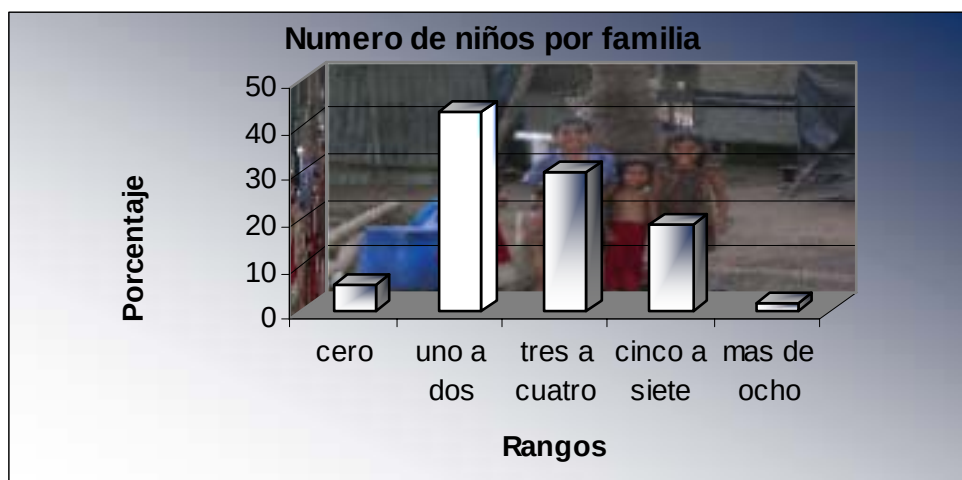
5.1.2. Numero de niños beneficiados con el uso de Biofiltros

A pesar que en la mayoría de las comunidades a nivel nacional el numero de hijos por familia sobrepasan los dos; en la costa de Ahuachapan el 42.18% de las familias tienen entre 1 y 2 hijos (ver figura 7); seguido por las familias que poseen entre 3 y 4 hijos con un 30.18% (ver cuadro 4), por último con un 2.18% aparecen las familias que poseen más de 8 hijos; teniendo presente que en la mayoría de estas comunidades han comenzado programas de planificación por parte del Ministerio de salud.

Cuadro 4.

# de niños por familia	%
0	7.28
1-2	42.18
3-4	30.18
5-7	18.18
mas 8	2.18
Total	100.0

Figura 7. Promedio de niños por familia





5.1.3. Tipo de vivienda.

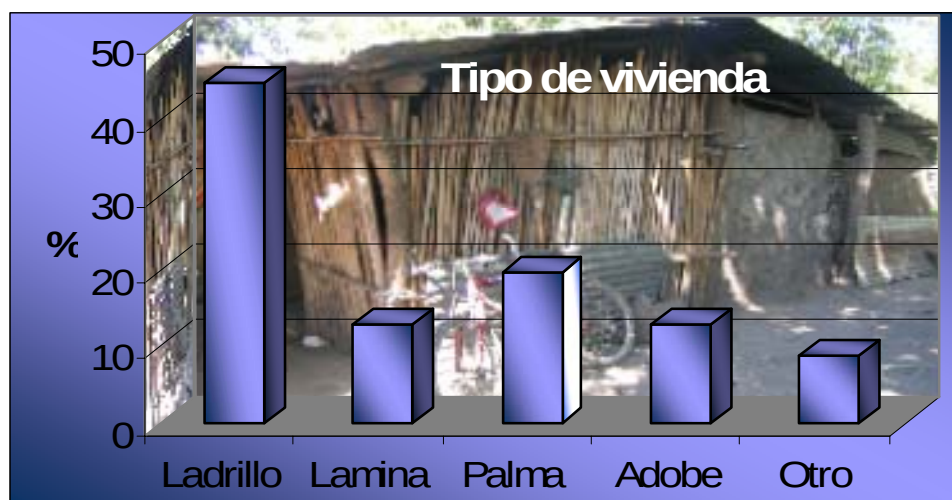
En la costa de Ahuachapan sur, el tipo de vivienda que predomina son las construidas con ladrillo en un 45% (ver cuadro 5), seguidos por la viviendas construidas con palma en un 20% (ver figura 8), este material es común en la zona por su ubicación , aunque en la actualidad es escasa en El Salvador y en muchas ocasiones se tiene que comprar al vecino país de Guatemala. En el caso de las viviendas de ladrillo las familias hacen el esfuerzo de construir con este material debido a que resiste un poco más a las inundaciones.

En cuanto al servicio de energía eléctrica el 53% de la población muestreada poseen este servicio, mientras el 47% no lo posee; esto podría tener una relación en cuanto al material de construcción de las viviendas.

Cuadro 5. Material predominantes sobre construcción de vivienda

Material	%	Frecuencia
Ladrillo	45	27
Lamina	13	8
Palma	20	12
Adobe	13	8
Otro	9	5

Figura 8. Material utilizado para construcción de vivienda



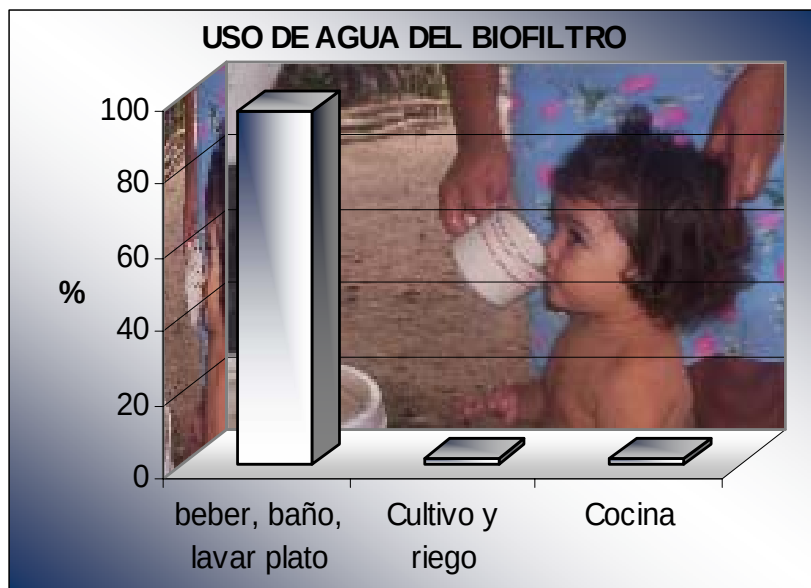
5.1.4. Uso del agua que se extrae del Biofiltro

El Biofiltro al sur de Ahuachapan es de gran ayuda para todas aquellas familias que no poseen agua tratada por algún método de purificación; concluyendo que la mayoría de las familias (96%) (ver cuadro 6) utilizan el agua de los biofiltros para beber, cocinar y lavar los trastos; mientras un 4% (ver figura 9) utilizan el agua para bañarse y otras actividades como riego. Según análisis de agua que se llevaron a analizar al laboratorio de la Universidad de El Salvador en Santa Ana, resultó que el agua del Biofiltro disminuye en un 90% del total de microorganismos presentes.

Cuadro 6. Diversos usos del agua del biofiltro

Usos del agua	%	Frecuencia
beber, baño, lavar plato	96	82
Cultivo y riego	2	9
Cocina	2	9

Figura 9. Diversos usos del agua del biofiltro en actividades cotidianas



5.1.5. Otras formas de cómo obtendrían agua las familias:

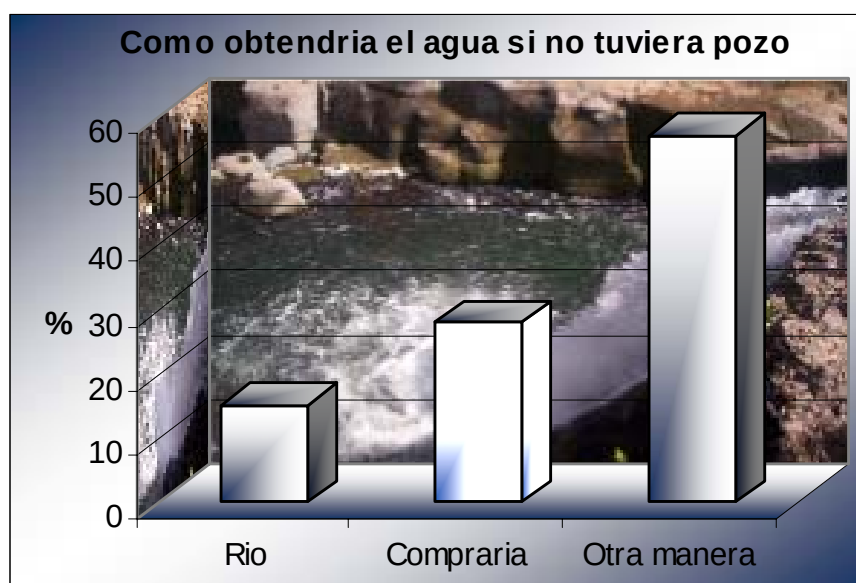
Esta interrogante se realizó pensando en si algún día no tendrían agua de los pozos, de qué fuentes se abastecería; entre las respuestas que las diferentes familias dieron se encontraron que el 57% (ver cuadro 7) de las familias buscarían a otras familias cercanas para abastecerse de agua, mientras el 28% (ver figura 10) la compraría y solo un 15% la obtendrían de los ríos cercanos.

El costo por cántaro de agua en la zona oscila entre 0.20 – 0.25 ctvs de dólar; esta agua es comercializada por diferentes personas que en muchas ocasiones llenan los tanques de las pipas de los ríos cercanos de las comunidades.

Cuadro 7. Posibles formas de obtener agua por las familias

Como obtendría agua	%	Frecuencia
Río	15	9
Compraría	28	17
Otros pozos	57	57

Figura 10. Posibles formas de obtener agua por las familias



5.1.6. Enfermedades más comunes

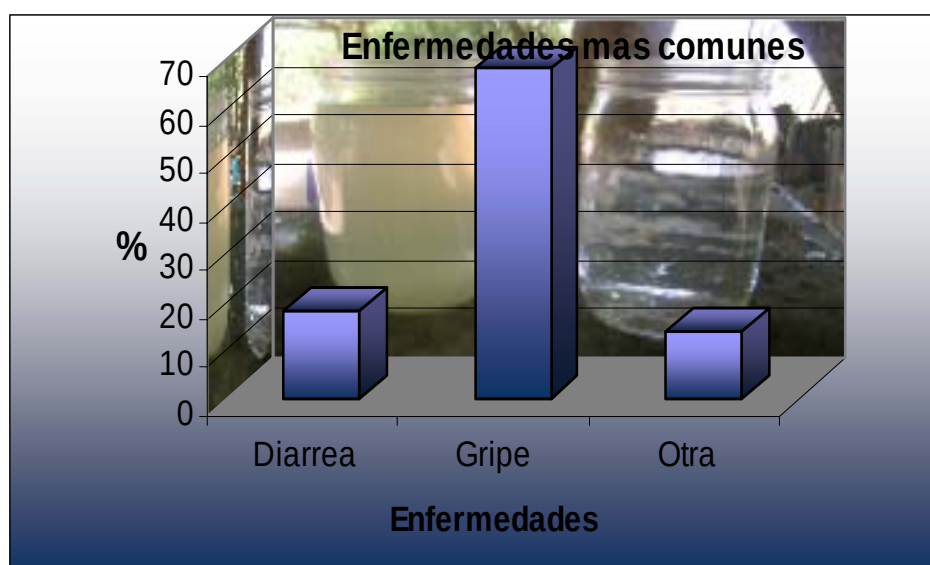
De las familias entrevistadas podemos mencionar que el 68% (ver cuadro 8) de éstas padecen de gripe, seguida por la diarrea con un 18% (ver figura 11); teniendo presente que la población beneficiada con biofiltro consideran que a sido de gran ayudan este tipo de tecnología para reducir los problemas gastrointestinales, así como de los parásitos en los menores.

Una de las enfermedades que por lo general se propaga con mayor intensidad en invierno son los hongos; esto debido a las constantes inundaciones que en la zona se caracteriza para esta época del año. Se considera que el 68% de las familias visitan al médico entre 1 y 3 veces al año, esto debido a calenturas, fiebres; y todo esto relacionado a las gripes.

Cuadro 8. Enfermedades más comunes

Enfermedades	%	Frecuencia
Diarrea	18	11
Gripe	68	41
Otra	14	8

Figura 11 Enfermedades más comunes



5.1.7. Medios de vida de las familias:

En la costa a pesar de la falta de oportunidades para las familias, la mayoría se dedica a la agricultura con un 55% (ver cuadro 9), entre los cultivos que más siembran se encuentra el maíz y caña de azúcar, seguido, la agricultura, se encuentra la pesca con un 8% (ver figura 12); por estar cerca de la playa y manglar. Para la mayoría de las familias estas actividades son de subsistencia debido a que la inversión es alta y las ganancias son pocas; aunque ellos consideran también que en



la zona costera nunca hace falta el pan en sus hogares por la biodiversidad de animales que los caracteriza.

Cuadro 9. Diferentes medios de vida costeros

Medios de vida	%	Frecuencia
Agricultura	55	33
Pesca	8	5
Ganadería	2	1
Artesanías	2	1
Negocios	5	3
Remesas	28	17

Figura 12. Medios de vida costeros





5.2. Área físico ambiental

5.2.1. Familias que poseen pozos

De las 275 familias que se visitaron al inicio del estudio se encontró que el 74% poseen pozos, contra un 26% que no posee (ver cuadro 10 y figura 13). La comunidad que tiene en sus viviendas pozos es El Castaño. Cabe destacar que en estas comunidades no existe un control sobre la cantidad y calidad del agua

que se extrae de los pozos; llegando en ciertos casos a límites bajos del nivel de agua y por ende existe menos circulación del agua subterránea que se conecta al mar.

Cuadro 10. Relación de viviendas que poseen BIOFILTRO y POZO.

Respuesta	%	FREC.
si	74	204
no	26	71

Figura 13. Viviendas que poseen pozo



5.2.2. Ubicación de pozos en base a la altura sobre el nivel del mar:

Como se muestra en el cuadro 10; los pozos se encuentran ubicados en alturas que van desde 0 hasta 70 msnm; encontrando que el 48% (ver figura 14) de los pozos se encuentran entre 0 – 10 msnm (ver cuadro 11), los cuales la concentración de sal que predomina es de 23.3%, que equivale entre 0.1 – 0.9% de sales.

La altura sobre el nivel del mar influye mucho en cuanto al número de pozos que existen; debido a que la población de la parte baja de la cuenca de Cara Sucia – San Pedro Belén; dependen del agua de los pozos por estar esta entre 1 – 7 m de profundidad; esto influye a la vez de manera directa en los costos para la construcción de los pozos. Por ejemplo la población que vive en la parte media de la cuenca por lo general se abastecen de los ríos, quebradas y en pocos casos

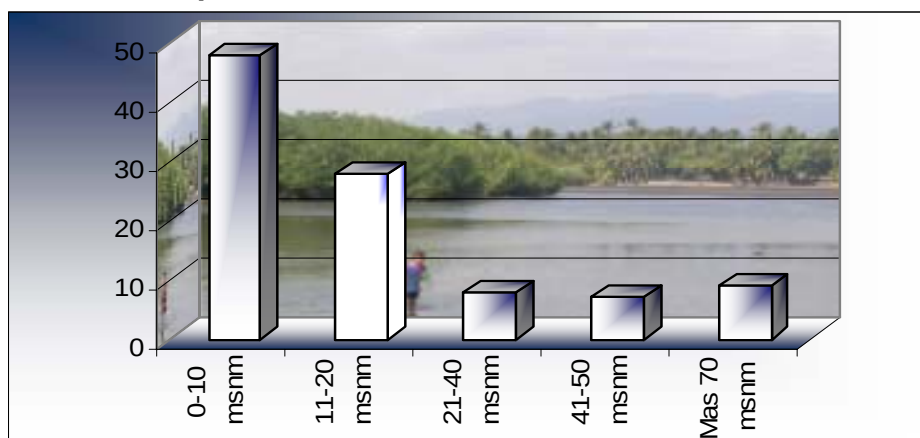


poseen pozos en sus viviendas debido a que el agua subterránea esta profunda, elevando los costos para la construcción de estos; en este casos el porcentaje de sal es de cero.

Cuadro 11. Numero de pozos en base a la asnm

Rangos	%	Frecuencia
0-10 msnm	48	29
11-20 msnm	28	17
21-40 msnm	8	5
41-50 msnm	7	4
Mas 70 msnm	9	5

Figura 14. Numero de pozos en base a la asnm



5.2.3. Tipos de pozos predominantes.

La mayoría de familias que poseen pozos son familiares en un 82% (ver cuadro 12), seguidos de las personas que dependen de los pozos comunales con un 18% (ver figura 15). En la costa es común encontrar personas que ya son expertas en instalar pozos de puntas, como se observa en los datos recabados la mayoría de hogares poseen pozos en sus viviendas, quienes no tienen un control sobre la cantidad de

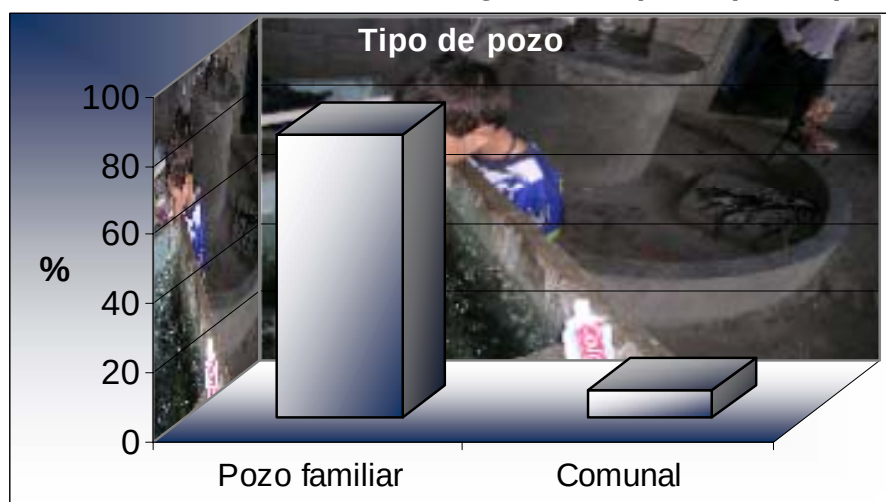


agua que se extrae de éstos, a ello se le suman los pozos ubicados en las parcelas donde los jefes de hogar trabajan en la tierra y en donde la extracción de agua se hace en mayor cuantía.

Cuadro 12. Tipo de pozos

Tipo de pozo	%	Frecuencia
Pozo familiar	82	49
Comunal	18	11

Figura 15. Tipo de pozos predominantes



5.2.4. Ubicación del pozo dentro del terreno

La mayoría de las personas en del área rural de la zona costera de Ahuachapan sur tienen situados su pozo fuera de la vivienda; por ejemplo según la información recabada a nivel de campo se encontró que el 87% (ver cuadro 13) de las familias poseen sus pozos fuera de la casa, mientras un 10% (ver figura 16) lo poseen



dentro de la vivienda; esto depende del tamaño del terreno, vena de agua, comodidad para poder obtener el agua sin mayor esfuerzo. Se encontró que el 58% de los pozos no poseen ningún tipo de protección, en comparación del 42% que si poseen protección entre las que posemos mencionar techo de lámina, madera etc. Entre las posibles causas de este fenómeno se encuentra la poca importancia y la situación económica de las familias.

Cuadro 13. Ubicación de los pozos

Ubicación	%	Frecuencia
Dentro de casa	10	6
Fuera de casa	87	52
Otra	3	2

Figura 16. Ubicación de los pozos





5.2.5. Tipo de letrina que predomina.

Según lo muestreado, el 15% de las familias no poseen letrina, y un 85% si poseen. De los cuales el 62% (ver cuadro 14) corresponden al tipo de letrina abonera, siendo este un elemento importante para lograr disminuir la contaminación principalmente por heces, aunque existe un 19% de letrinas de fosa que podrían tener incidencia en la contaminación (ver figura 17 y anexo 6), la cual oscila en un promedio de 3,330 unidades de coliformes fecales (UCF) por cien mililitro de agua por familias, se determinó por medio de los muestreos en agua realizados por el laboratorio del Instituto del agua de la Universidad de El

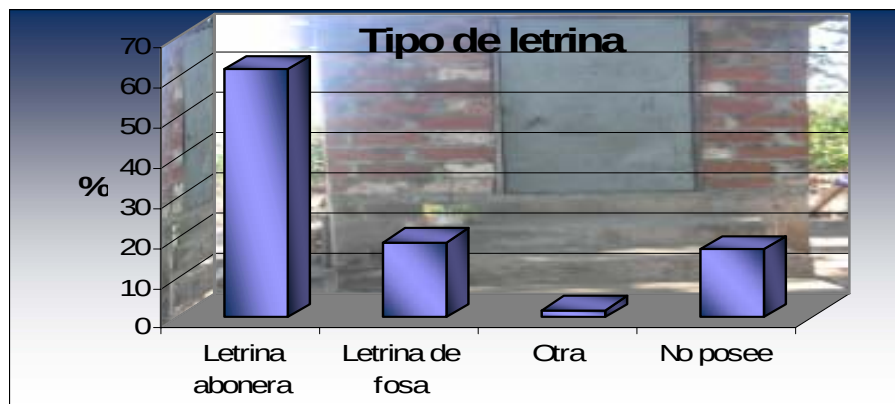
Salvador. Este porcentaje disminuye con la ayuda del Biofitro a 407 unidades de coliformes fecales (UCF) por cien mililitro de agua

En cuanto a la proximidad de la letrina con respecto al pozo se encontró que el 50% poseen una distancia mayor a los 16 metros resultado que se considera aceptable para el establecimiento de infraestructura de uso domiciliario.

Cuadro 14. Letrina presentes en la zona

Tipo de letrina	%	Frecuencia
Letrina abonera	62	37
Letrina de fosa	19	13
Otra	2	1
No posee	17	9

Figura 17. Tipos de letrinas predominantes



5.3. Mantenimiento del pozo

Debido en muchos casos a las condiciones climáticas que afecta a la planicie costera específicamente las altas precipitaciones, muchos de los pozos son inundados en las tormentas tropicales, debido a ellos los pobladores y dueños de letrinas dan un mantenimiento que no es el adecuado. Según la información recopilada un 70% (ver cuadro 15) de la población extrae el agua del pozo hasta dejarlo con un mínimo de agua, mientras un 25% (ver figura 18) no le brinda ningún tipo de mantenimiento.

Cuadro 15. Tipo de mantenimiento al pozo

Mantenimiento	%	Frecuencia
Le extrae el agua	70	42
Lejia	5	3
No lo lava	25	15

Figura 18. Tipo de mantenimiento al pozo



5.4. Características físicas – químicas del agua

En los 60 pozos muestreados, el 78% presenta un agua incolora y sin ningún tipo de olor (ver figura 19 y anexo 7), y que a simple vista constituyen características deseables para el agua de consumo humano.

En cuanto al sabor del agua se encontró que el 61% no tiene ningún tipo de sabor el agua; un 32% posee un sabor salado y las comunidades que reportan este tipo de agua son El Chino, Castaño y Rancho San Marcos; llama la atención, pues su ubicación geográfica es distante de la costa. Los pobladores de la zona afectada poseen varias hipótesis del fenómeno de la salinización, entre las que mencionan: “es debido a las inundaciones, terremotos y a la excesiva extracción de las tierras agrícolas aledañas a las comunidades”.

Cuadro 16. Características que presenta el agua

Color	%	frecuencia
Rojiza	2	1
Café	5	3
Verde	7	4
Incolora	78	47
Otra	8	5

Figura 19. Características que presenta el agua



5.5. DATOS DEL BIOFILTRO

El 95% de los beneficiarios del Biofiltro, tienen funcionando (ver cuadro 17) su Biofiltro, contra un 5% que responde que no le esta funcionando (ver figura 20 y anexo 1), usualmente la causa que mencionan es que se encuentran en la estructura del Biofiltro fugas de agua por hendiduras, esto es debido a algún golpe al momento del traslado o en otros casos por el material de construcción.



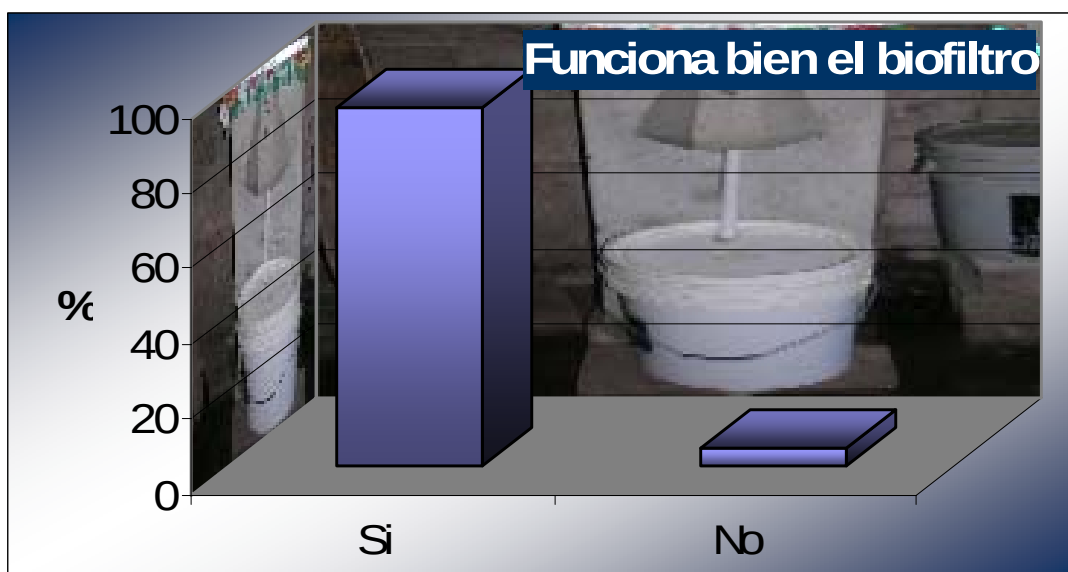
Entre el mantenimiento que los usuarios le brindan a los Biofiltros se encuentra el lavado de los accesorios del Biofiltro, las familias responden (57%) que lavan los accesorios todos los días, el resto lo hace una vez a la semana o una vez al mes.

En la zona ha habido en el pasado proyectos que han proporcionado Biofiltros de plástico, pero, los pobladores que tienen Biofiltro de cemento dicen que es mejor.

Cuadro 17. Estado del biofiltro

Respuesta	%	Frecuencia
Si	95	56
No	5	4

Figura 20. Estado del biofiltro





6. ANALISIS GEOGRAFICO SOBRE CALIDAD DEL AGUA DE POZOS

6.1. Salinizacion de agua subterránea

La salinización es preocupante pues según los estándares normales el agua para consumo humano debe de tener un máximo de 0.1% de sales; y en las muestras realizadas se encontró un 24% (ver cuadro 18) de los pozos muestreados poseían este rango; mientras que el 76% superan el 0.2% (ver figura 21 y anexo 8) y se encontraron casos extremos del 5.6% de sales. Los valores mas altos de sales presentes en el agua fueron encontrados en el caserío El Chino, municipio de San Francisco Menéndez. Una de las causas para que este ocurriendo esto es posiblemente el exceso de agua que se le extrae a los pozos para agricultura diariamente; ya que no existe un control por las autoridades competentes del MAG, sobre la explotación del agua subterránea.

Cuadro 18. Porcentaje de salinización registrada

% de salinizacion	%	frecuencia
menor del 0.1%	24	14
mas de 0.2%	76	46

Figura 21. Grafico sobre % de salinizacion de agua de pozos



Los ríos que se han identificado como causante de inundaciones son el río Paz, y se vierte sobre los caseríos de La Hachadura, Bola de monte, Paz y progreso entre otras; y por otro lado se tiene el río Cara Sucia, que afecta a las comunidades de El Chino, El Castaño, El Palmo, Claudia Lars, El Porvenir.

El río El Naranjo, afecta en sus crecidas a la comunidad de Barra de Santiago (ver anexo 9).

6.2. Oxígeno disuelto

La presencia del oxígeno disuelto en el agua es una condición fundamental para el desarrollo de la vida acuática, vegetal y animal, evitando la descomposición anaerobia de la materia orgánica. Las fuentes de oxígeno en el agua son la aireación y la fotosíntesis de las algas. Su remoción se debe a la respiración de



los vegetales, demanda química de oxígeno de materiales orgánicos y sedimentos, de aireación, sobresaturación y reducción de orgánicos.

La baja solubilidad del oxígeno es el principal factor que limita la capacidad de purificación de las aguas naturales y obliga a efectuar tratamiento de las aguas residuales para remover la materia contaminante, antes de descargar en los cuerpos receptores.

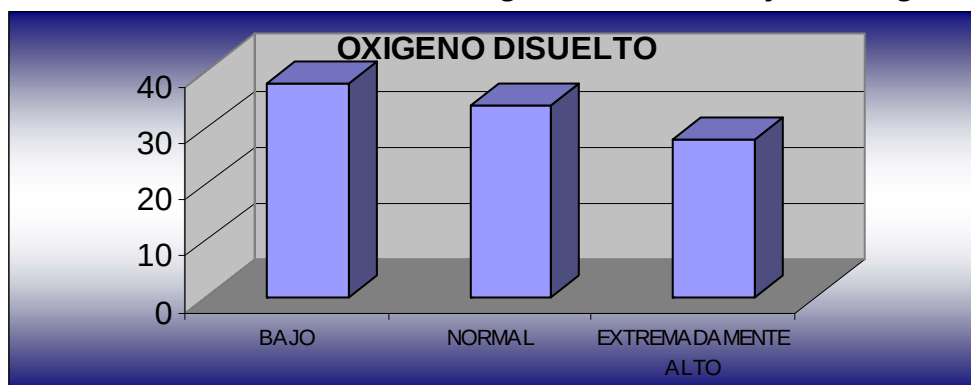
Según las muestras de agua el 38% (ver cuadro 19) de las muestras reportan como bajo la cantidad de oxígeno disuelto. Esto da la pauta para determinar que el agua que esta consumiendo la mayor parte de la población esta bien en cuanto a el oxígeno disuelto, ya que la cantidad de materia orgánica es baja.

De 60 familias que se visitaron 15 de ellas presentaron rangos normales de oxígeno disuelto, y éstas familias se encuentran en su mayoría en las comunidades de El Zapote y Rancho San Marcos (ver figura 22 y anexo 10, 11).

Cuadro 19. Porcentaje de oxígeno disuelto

OXIGENO DISUELTO	%	Frecuencia
BAJO	38	23
NORMAL	34	20
EXTREMADAMENTE ALTO	28	17

Figura 22. Porcentaje de oxígeno disuelto





6.3. Conductividad

La conductividad eléctrica de las aguas potables es producida por la materia mineral disuelta. La concentración total de sales solubles en las aguas de riego, para fines de clasificación, se expresa en términos de conductividad eléctrica.

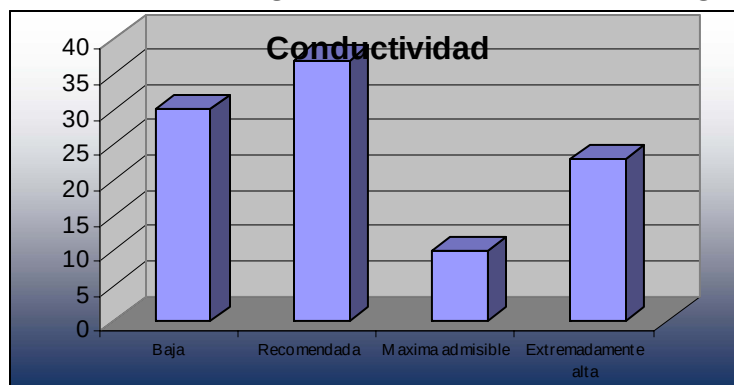
La conductividad eléctrica del agua depende de los electrolitos disueltos en ella y es proporcional a la cantidad de sustancias disueltas. Cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas implica, por lo tanto, un cambio en la conductividad y consecuentemente en la conductividad específica.

Según los pozos muestreados el 37% (ver cuadro 20) de las muestras presentan un rango recomendable de conductividad (ver figura 23 y anexo 12).

Cuadro 20. Conductividad de agua de pozos

% conductividad	%	Frecuencia
Baja	30	18
Recomendada	37	22
Máxima admisible	10	6
Extremadamente alta	23	14

Figura 23. Conductividad de agua de pozos



6.4. Sólidos disueltos totales

Este parámetro indica la calidad de sales y sólidos disueltos en una muestra de agua. Existe una relación directa entre los sólidos disueltos totales y la conductividad, ya que ambos miden los compuestos iónicos disueltos. Se estima que del total de los pozos muestreados el 37% (ver cuadro 21) tiene baja la cantidad de sólidos. Este dato para muchos especialistas en la materia es bueno debido a que entre menos sólidos disueltos exista en el agua mejor se presenta la calidad de esta. (ver figura 24 y anexo 13)

Cuadro 21. Porcentaje de sólidos disueltos encontrados en agua de pozos

TDS	%	Frecuencia
Baja	37	22
Recomendada	26	16
Maxima admisible	5	3
Extremadamente alta	32	19



24. Porcentaje de solidos disueltos encontrados en agua de pozos



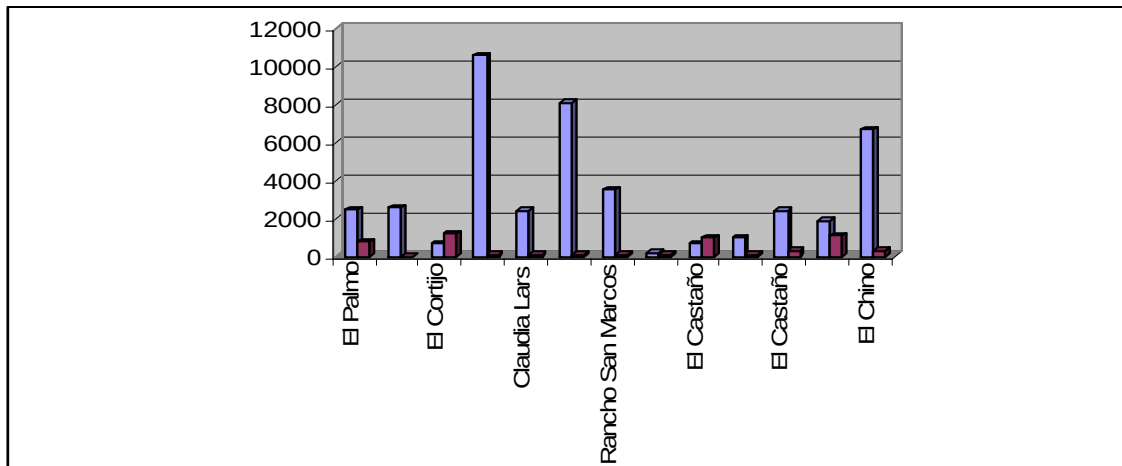
6.5. Cantidad de Coliformes en agua de pozos

Según los análisis de agua realizados en el año 2006 por el Instituto del Agua, de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente, se llegó a determinar que de un cien por ciento de Coliformes totales, los Biofiltros llegan a reducirla a un 12% la cantidad de Coliformes (ver cuadro 22) en comparación con el agua proveniente del Pozo (ver figura 25 y anexo 14).

Cuadro 22. Cantidad de coliformes encontrados en agua de pozos de 6 comunidades

Comunidad	% coliforme del pozo	% coliforme antes de pasar por filtro
El Palmo	2500	800
El Palmo	2600	0
El Cortijo	700	1200
El Cortijo	10600	100
Claudia Lars	2400	100
Claudia Lars	8100	100
Rancho San Marcos	3500	100
Rancho San Marcos	200	100
El Castaño	700	1000
El Castaño	1000	100
El Castaño	2400	300
El Chino	1900	1100
El Chino	6700	300
Total	43300	5300
%	100	12

Figura 25. Cantidad de coniformes encontrados en agua de pozos de 6 comunidades



8. CONCLUSIONES

- Del total de viviendas que poseen Biofiltro el 74% posee pozos, los cuales se encuentran en su mayoría en la costa; esto da la pauta para determinar la importancia de mantener lo mas reforestado posible la parte media y alta de la cuenca y de esta manera asegurar la infiltración para que toda esta gran cantidad de personas que dependen del recurso hídrico no queden en un futuro sin el vital líquido.
- Entre las principales prioridades que podemos mencionar se encuentra las instalaciones de letrinas aboneras en las comunidades El Palmo; ya que se considera que el 30% de estos no las poseen, esto contribuye a la contaminación de los mantos acuíferos específicamente en la época lluviosa cuando se dan las inundaciones.



- La instalación de drenajes para las aguas residuales en las comunidades de la costa de Ahuachapan sur es necesario; ya que se considera que cerca del 60% de estas comunidades no poseen este tipo de infraestructura contribuyendo de esta manera a la contaminación de los mantos acuíferos.
- En cuanto a la salinidad de los pozos podemos mencionar que solo un 24% de los pozos muestreados presentan un rango considerado normal de salinidad; identificando que la comunidad El Chino presenta el mayor % de salinidad con un 5.6%.
- Una de las consideraciones que se deben tener es la importancia de este tipo de tecnologías purificadoras de agua en el área rural; ya que según los datos registrados en las unidades de salud de la zona el 100% de estas presentan por parte de la población enfermedades gastrointestinales y relacionadas a los parásitos.
- Geográficamente se puede identificar que las enfermedades de la población de la parte media y baja de la cuenca son diferentes; teniendo presente que en el caso de los problemas de los riñones, las podemos relacionar a la cantidad de agua con sales que la gente esta consumiendo

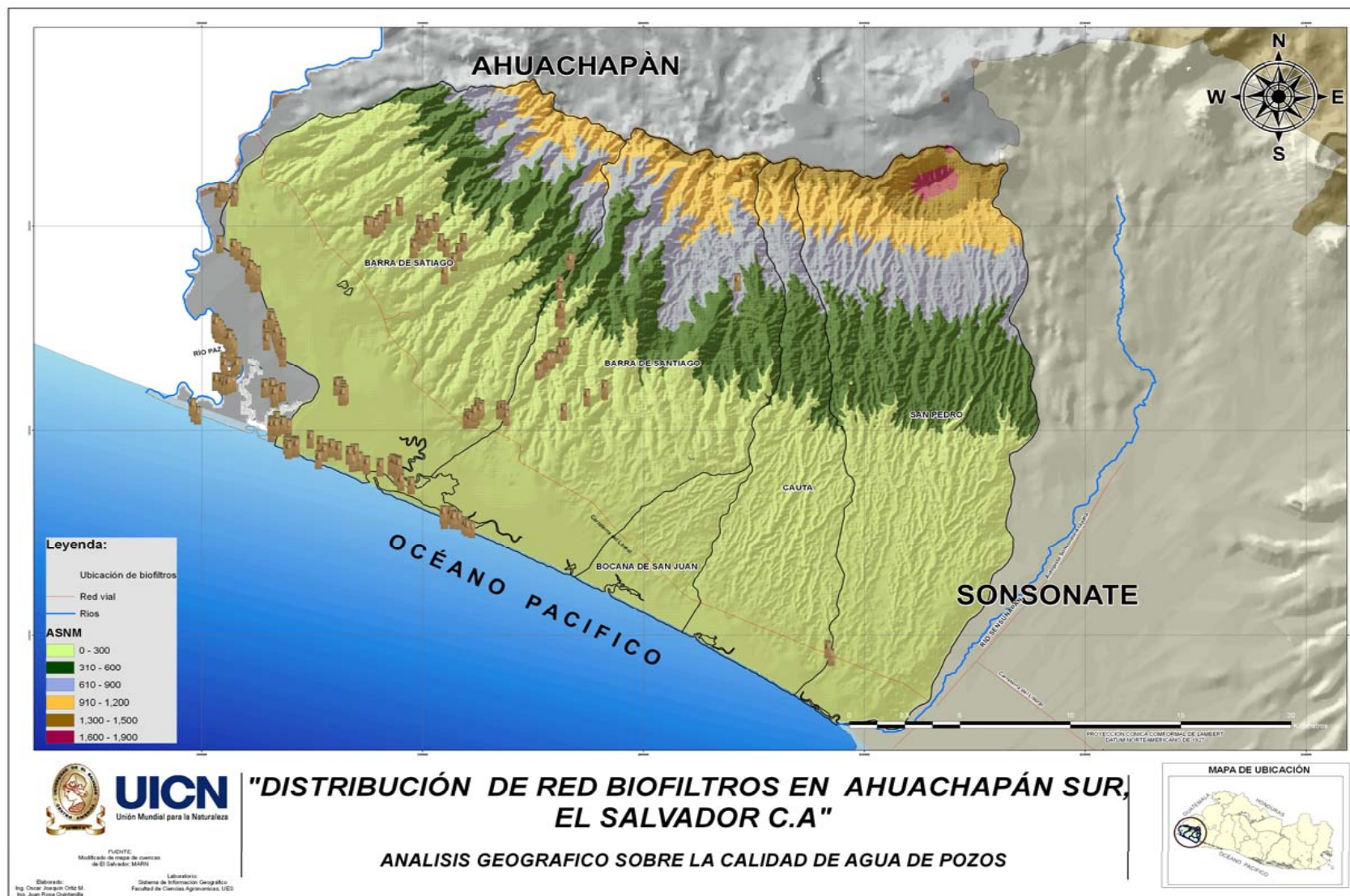


8. BIBLIOGRAFIA

- Aguamarket, CR. 2007. Oxígeno del agua (en línea). San Jose, CR. Consultado 10 de mayo 2007. Disponible en <http://aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=2693>
- Arias Zepeda. 2006. Análisis de la dinámica del área cafetalera de la Región Hidrográfica Cara Sucia – San Pedro Belén, Ahuachapan. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salvador. 32p.
- Aída Margarita. 2007. Estado actual de biofiltros (entrevista). El Zapote, Ahuachapan. ES
- Castillo Gloribel. 2007. Enfermedades reportadas causadas por agua (entrevista). El Zapote, Ahuachapan. ES
- CATIE. 2006. Curso de identificación, evaluación y manejo de zonas de recarga hídrica. 1 disco compacto. 10 – 54p
- Carrillo Oscar. 2007. Parámetros químicos sobre calidad de agua (entrevista). San Salvador, ES
- Mena Zulma. 2007. Parámetros de calidad de agua deseables para agua cruda (entrevista). San Salvador, ES.
- Miranda Juan. 2007. Estado actual de biofiltros (entrevista). Cara Sucia, Ahuachapan. ES
- Linares Yanira. 2007. Parámetros químicos sobre calidad de agua (entrevista). San Salvador, ES



➤ Ramírez José. 2007. Estado actual de biofiltros (entrevista). San Francisco Menendez, Ahuachapan. ES



ANEXO 1.

ANEXO 2. ANALISIS GEOGRAFICO DE TECNOLOGIAS PURIFICADORAS DE AGUA (RED DE BIOFILTROS), EN EL SUR DE AHUACHAPAN

No. de biofiltro: _____

Municipio: _____ Cantón: _____

Nombre encuestado: _____

PARÁMETROS QUIMICOS

Con _____ TDS _____ SAL _____ DO _____

PH _____

Z.1. Concentración de salinización: 1.Baja _____ 2.Media _____ 3.Altas _____

AREA SOCIOECONOMICA

✦ A.1. Cuales son las fuentes de agua de que hace uso:

1.Potable: _____ 2.Río: _____ 3.Pozo: _____ 4.Lluvia: _____

✦ A.2 Si utiliza de pozo, que tipo de pozo es: (si o no)

1.Familiar _____ 2.Comunal _____ 3.Privado _____

✦ A.3. Si utiliza de pozo para el biofiltro, que usos hace del agua? y Cuanto utiliza aproximadamente:

1. Para beber: _____	Cuanto utiliza/ día: _____
2. Baño diario: _____	Cuanto utiliza/ día: _____
3. Lavar ropa: _____	Cuanto utiliza/ día: _____
4. Lavar platos: _____	Cuanto utiliza/ día: _____
5. Riego/cultivos: _____	Cuanto utiliza/ día: _____
6. Cocinar: _____	Cuanto utiliza/ día: _____
7. Otros _____	Cuanto utiliza/ día: _____
8. Todas las anteriores	

✦ A.4. En que épocas del año utiliza el pozo: (si o no)

1. Invierno _____
 2. Verano _____
 3. Todo el año _____
 4. No lo utiliza _____

✦ A.5. Si no lo ocupa todo el año, porque? (si o no)

1. Recolecta agua lluvia en invierno _____

2. Se seca el pozo en verano _____
3. Posee otra fuente de agua _____
4. Salinización _____
5. Otra causa (cual) _____

✚ A.6. Si no tuviera pozo, como obtendría el agua?(si o no)

1. Río _____
2. Lluvia _____
3. La compraría _____
4. Otra _____

Si la compraría cuanto le costaría: _____

✚ A.7. Cuales son las enfermedades mas frecuentes en la familia?(si o no)

1. Diarreas _____
2. Gripe _____
3. De la piel _____
4. Otra (cual) _____

✚ A.8. Cuantas veces visita el medico por año? (numero de veces)

1. 1-3 veces por mes _____
2. 2-5 veces por mes _____
3. Mas de 5 veces por mes _____
4. Ninguna ves por año _____

A.9. A que actividad se dedican en su familia:

1. Agricultura _____
2. Pesca _____
3. Ganadería _____
4. Artesanías _____
4. Negocio _____
5. Remesas _____
6. Otra _____

B) AREA FISICO AMBIENTAL (puede ser consultada o por observación)

✚ B.1. Cual es la ubicación del pozo dentro de la parcela? (si o no)

1. Dentro de la casa _____
2. Fuera de la casa _____
3. Otra: (cual) _____

✚ B.2. Que tipo de protección posee el pozo? (si o no)

1. Techo de teja _____
2. Techo de palma _____
3. Techo de lamina _____
4. Tapado con lamina _____
5. Tapado con tabla _____
6. Sin protección _____

✚ B.3 Cual es el tipo de servicio sanitario que posee? (si o no)

1. Letrina abonera _____
2. Letrina de fosa _____
3. Letrina de aguas negras _____
4. Otra: (cual) _____

✚ B.4. A que distancia esta el pozo del servicio o letrina? (numero de metros)

1. 1-5 metros _____
2. 6-10 metros _____
3. 11-15 metros _____
4. 16-20 metros _____
5. 21-25 metros _____
6. Mas de 25 metros _____

✚ B.5. Que tipo de mantenimiento le da al pozo? (si o no) y cuanto le cuesta?

1. Lo lava _____
2. Le echa lejía _____
3. Otro (cual) _____
4. Ninguno _____

✚ B.6. Que color tiene el agua de pozo? (si o no)

1. Rojiza _____
2. Color tierra _____
3. Café _____
4. Verde _____
5. Incolora _____
6. Otro (cual) _____

✚ B.7. Que olor posee el agua del pozo? (si o no)

1. A tierra _____
2. Olor a heces _____
3. Sin olor _____
- Otro(cual) _____

✚ B.8. Que sabor posee el agua del pozo? (si o no)

- Dulce _____
- Salada _____
- Ninguno _____

Otro (cual) _____

B.9. En época de invierno se inunda su vivienda: 1. Si _____ 2. No _____

SERVICIOS BASICOS

C.1. Posee energía eléctrica en su vivienda:

1. si _____ 2. No _____

c.2. Tipo de vivienda:

1. Ladrillo _____ 2. Lamina _____ 3. Palma _____ 4. Adobe _____ 5. Otro _____

DATOS DE BIOFILTROS

D.1. Esta funcionando bien su filtro: 1. Si _____ 2. No _____ Porque? _____

D.2. Cada cuanto tiempo lava los accesorios del filtro:

1. todos los días _____ 2. 2-3 veces / semana _____

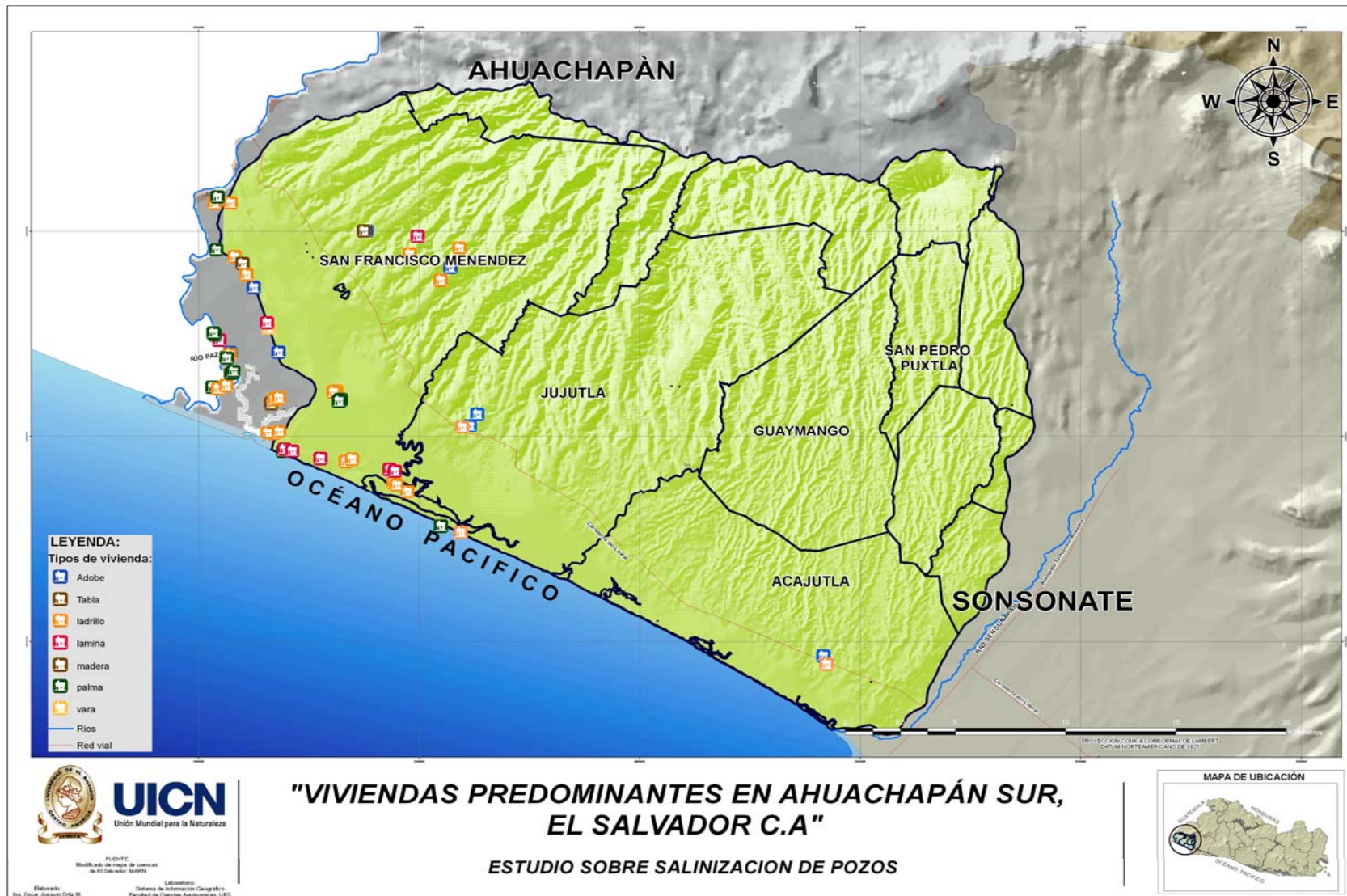
3. 1 vez a la semana _____ 4. dos veces al mes _____

D.3. Considera que el biofiltro elimina el mal sabor del agua:

1. Si _____ 2. No _____ Porque _____

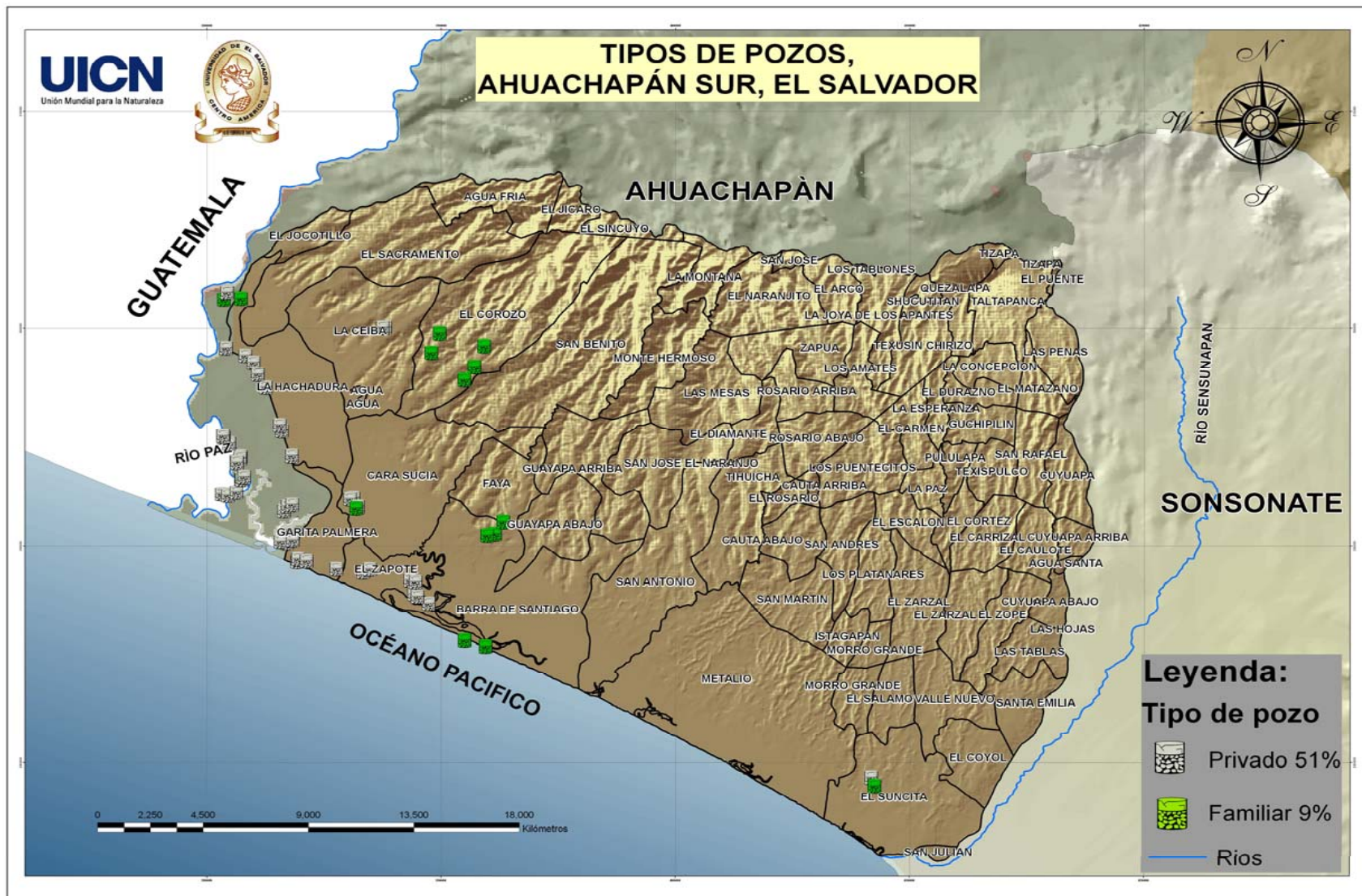
D.4. Cual de los siguientes biofiltros considera que es mejor:

1. Cemento _____ 2. Plastico _____ 3. Otro _____

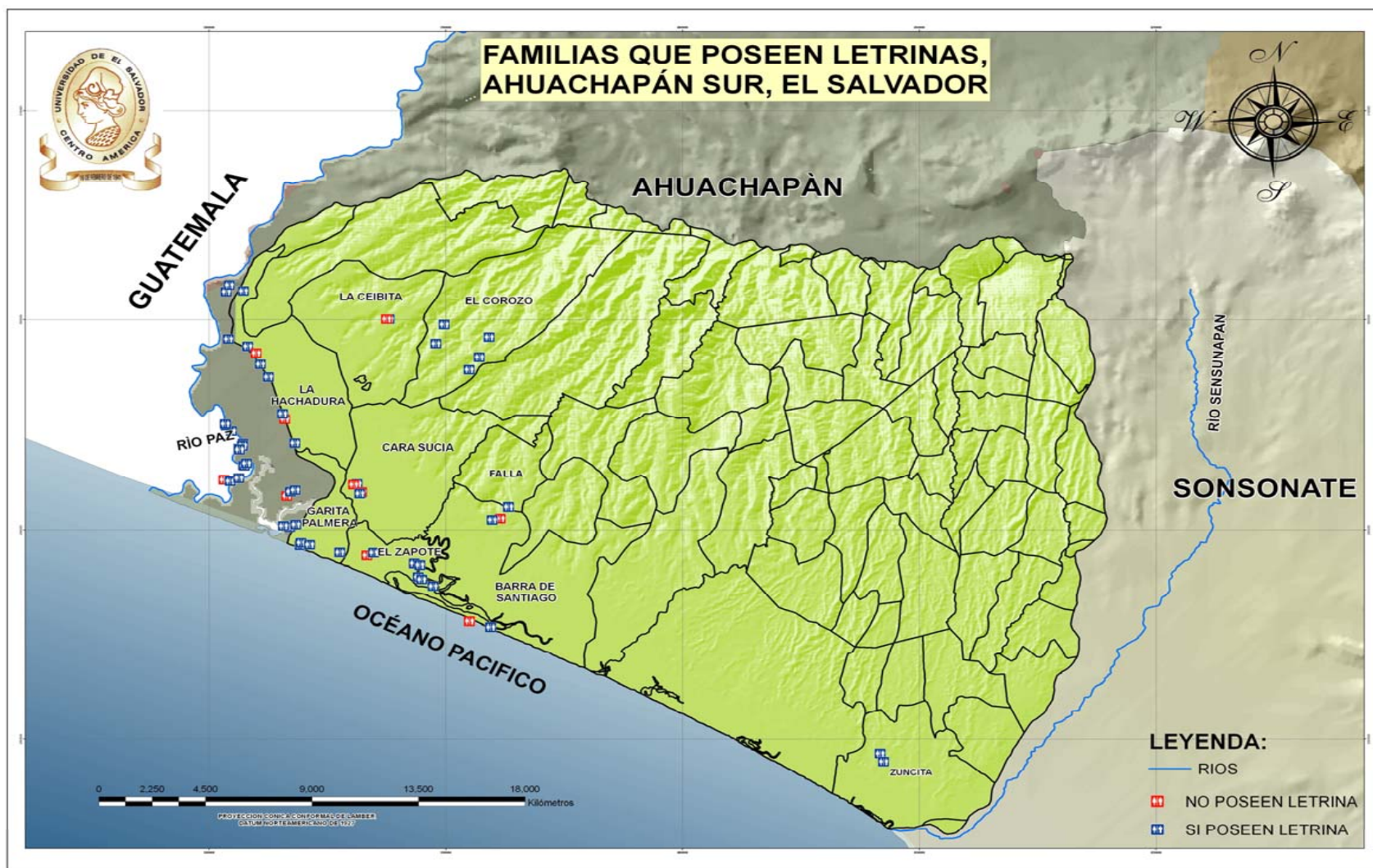


Anexo 3. Viviendas predominantes en Ahuachapán





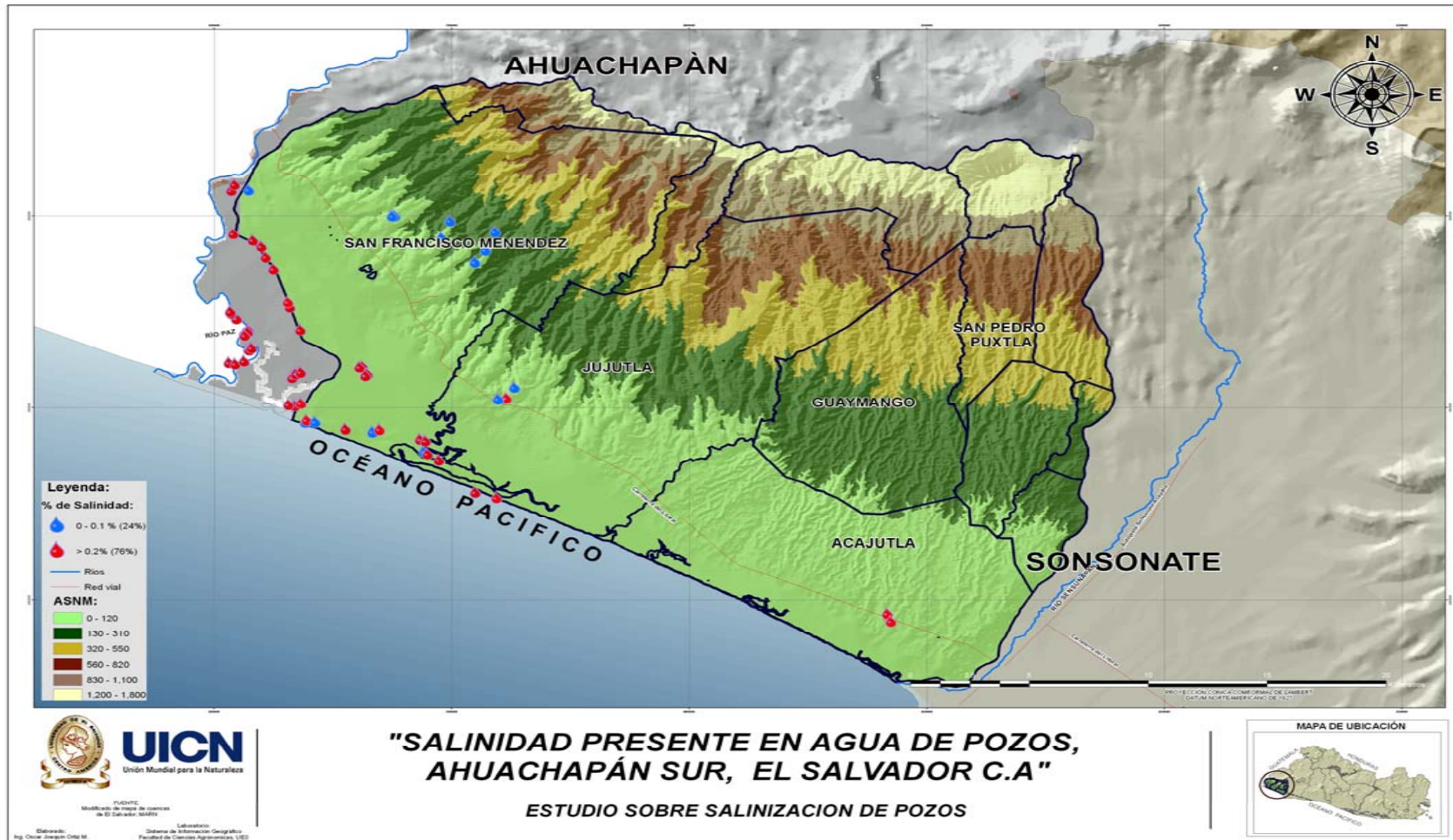
Anexo 6.. Tipos de pozos predominantes en la zona



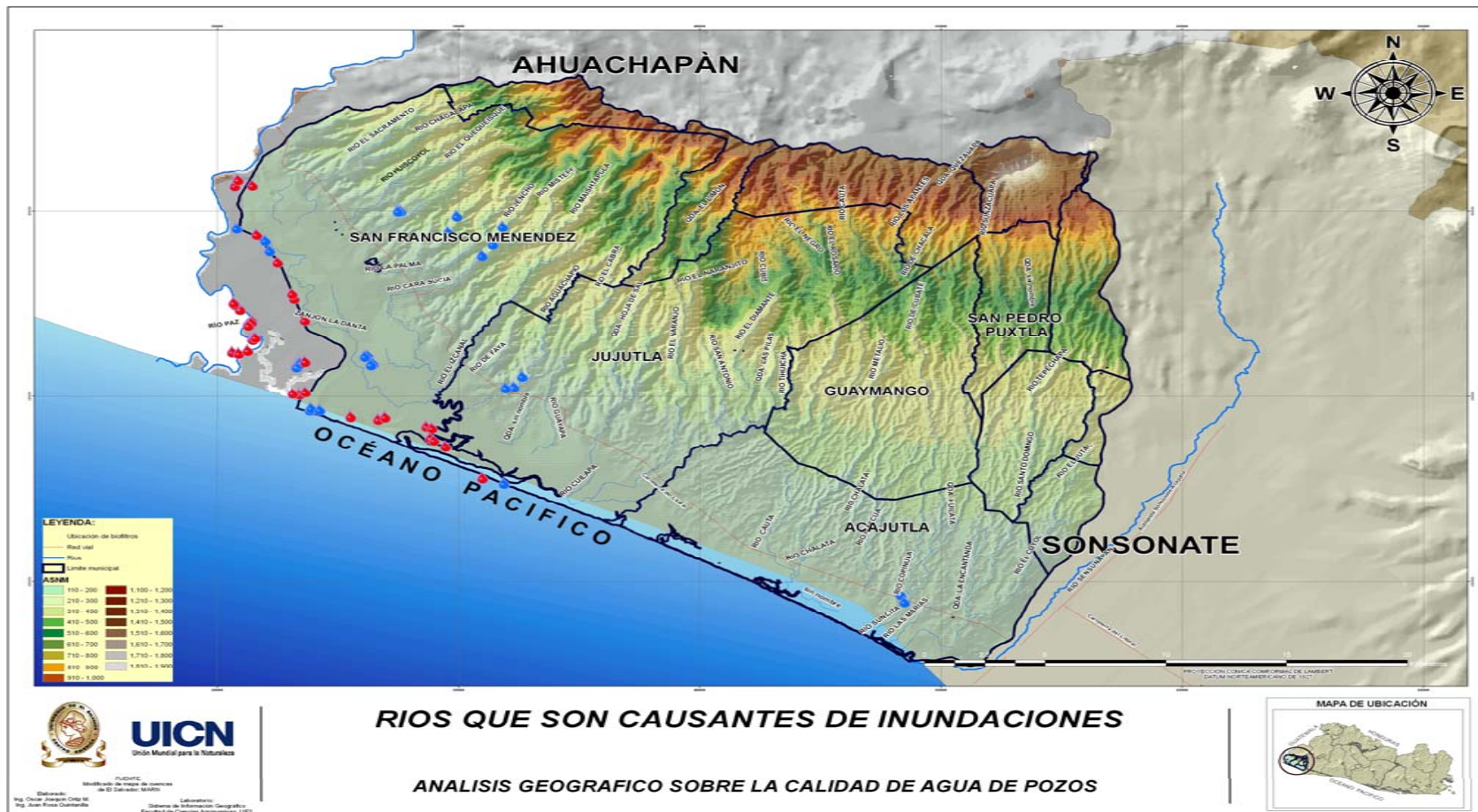
Anexo 6. Tipo de letrina



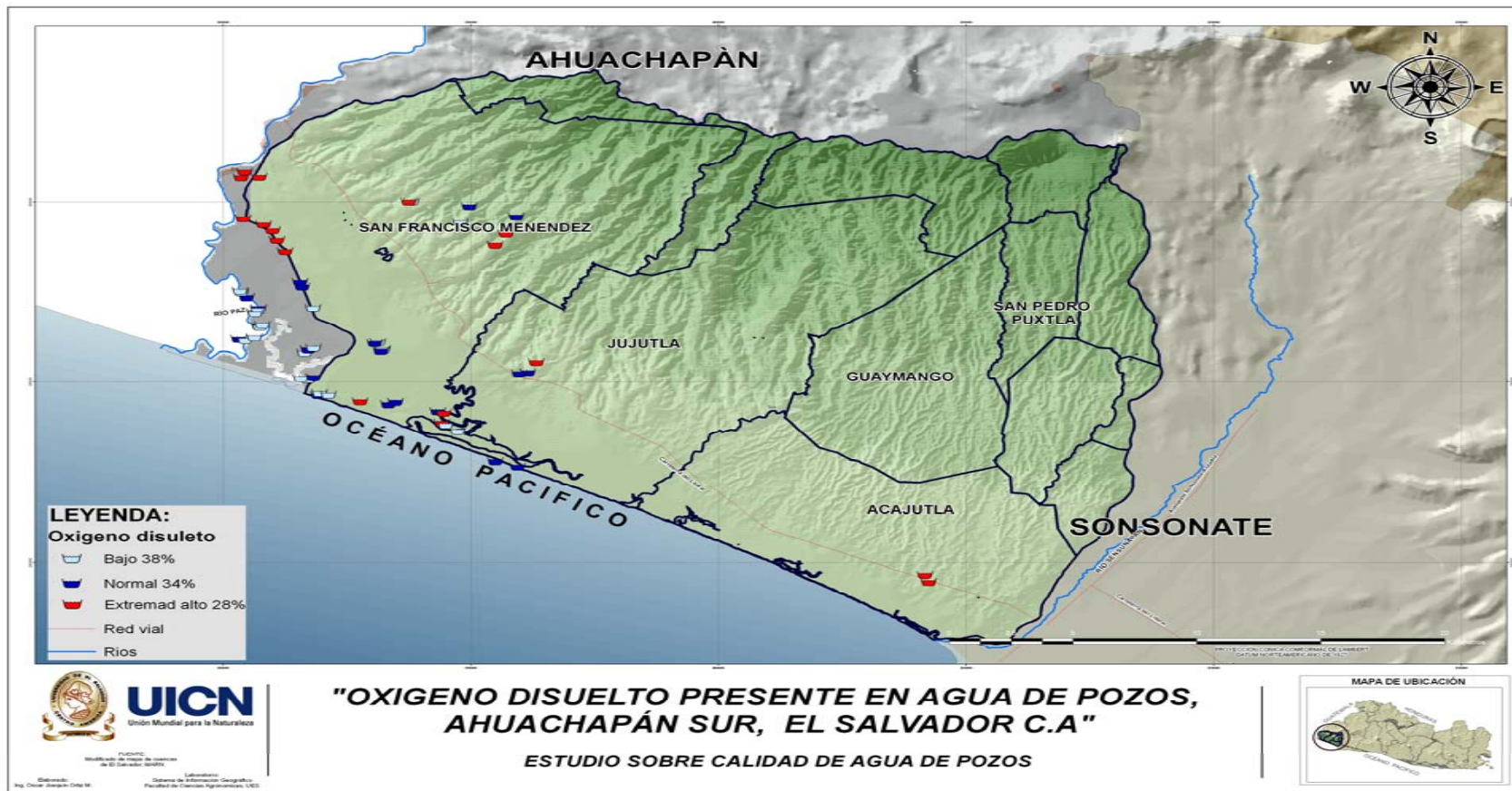
Anexo 7. Color del agua



Anexo 8. Salinizacion



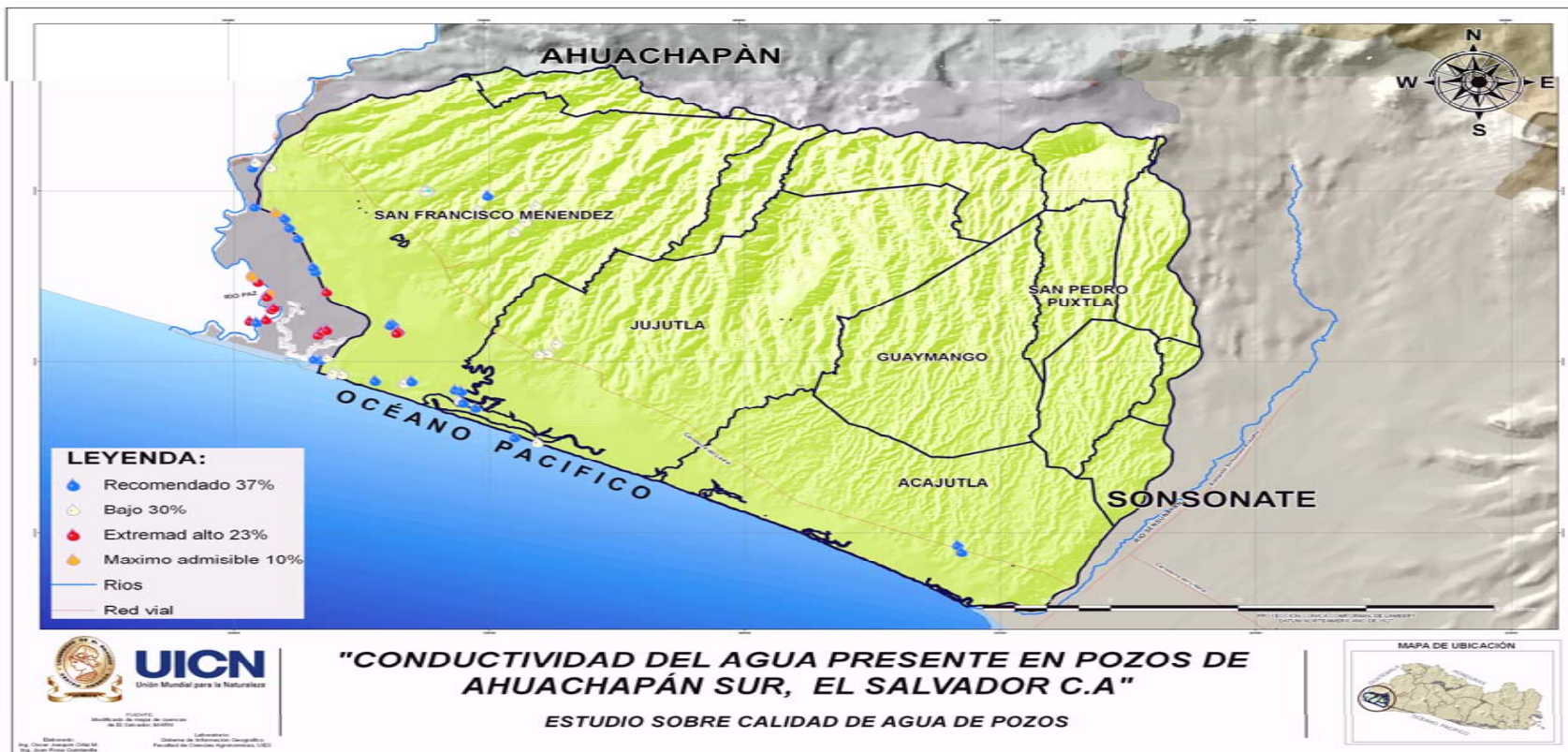
Anexo 9. Rios que causan inundación



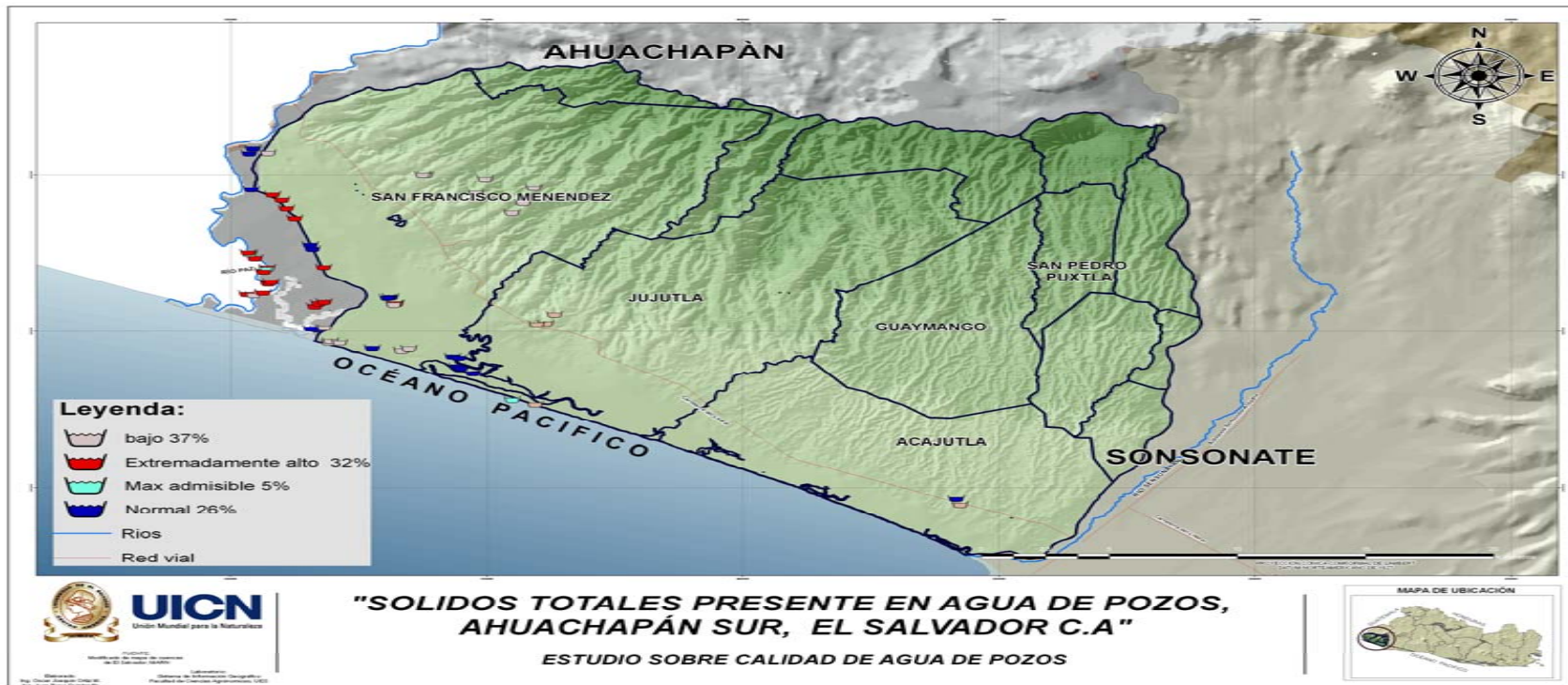
Anexo 10. Oxígeno disuelto presente



Anexo 11. Zonas encontradas con oxígeno disuelto en rangos aceptables



Anexo 12. Rangos encontrados de conductividad



Anexo 13. Rangos encontrados en solidos totales



Anexo 14. Viviendas que presentan alto % de coniformes en sus aguas