

---

## 5. PROPUESTA DE ACTUACIONES

### 5.1. Criterios básicos de cálculo y diseño

El Plan Director para el Abastecimiento y Saneamiento de aguas en el sur de la Libertad diseña el escenario futuro ideal de las comunidades rurales de los municipios del sur de La Libertad en cuanto a infraestructura de abastecimiento de agua potable y saneamiento necesarias. Los propósitos fundamentales de los criterios técnicos son contribuir a reducir la contaminación ambiental y el desbalance ecológico, satisfacer la demanda creciente de agua potable, proteger los recursos naturales y reducir los múltiples daños derivados de la estructura epidemiológica de las enfermedades transmisibles relacionadas con el saneamiento básico. La base de las propuestas planteadas en cuanto al cálculo de infraestructura de abastecimiento de agua potable son los criterios básicos de cálculo y diseño que se presentan en este apartado. Así para el cálculo de las alternativas propuestas se ha considerado.

➤ Población actual

Es la cantidad de habitantes dentro del área del proyecto como resultado de un censo y estudio socioeconómico efectuado por ESF-CORDES. Estos datos se comparan en caso de poseerlos con los censos de la unidad de salud y en aquellos casos en que la diferencia respecto a estos es significativa (>25%) se recoge el dato de la unidad de salud.

➤ Población Futura a servir

La población futura  $P_n$  será estimada según la población actual  $P_o$  obtenido mediante censos. Para estimar la población futura se realizará por el método de proyección geométrico<sup>46</sup>

$$P_n = P_o \times \left(1 + \frac{i}{100}\right)^T \text{ donde}$$

$P_n$  = Población a servir

$P_o$  = Población actual

$i$  = 2,7 Coeficiente de Crecimiento

$T$  = Periodo de diseño

Según la OMS la tasa de crecimiento anual de la población en El Salvador desde 1991-2001 fue de 2,1.

Si comparamos la tasa de crecimiento que aplica ESF en el diseño de los sistemas, podemos observar que se aproxima a la que otros organismos aplican en el diseño de las carpetas técnicas.

---

<sup>46</sup> Según las normas de ANDA para la Gerencia de Sistemas Rurales utiliza el método de proyección aritmético a excepción de las poblaciones que por sus condiciones tienen claras posibilidades de crecimiento futuro utiliza el método geométrico.

---

La ONGD Project Concern International (PCI) que ha formulado la carpeta técnica del cantón Matazano, presentada a ANDA, aplica una tasa de crecimiento de la población de 3.

El organismo gubernamental FISDL, que ha diseñado y ejecutado el sistema de abastecimiento de agua potable de Limón Centro y El Calvario aplica una tasa de crecimiento del 2.

Pero en estos dos casos el método de proyección de la población futura utilizado es el método aritmético.

$$P_n = P_o \times \left(1 + \frac{i * T}{100}\right) \text{ donde}$$

P<sub>n</sub> = Población a servir

P<sub>o</sub> = Población actual

i = Coeficiente de Crecimiento

T = Periodo de diseño

Según criterios técnicos de ESF, las condiciones en la Sierra del Bálsamo a raíz de los terremotos del 2001 y ante los indicios de crecimiento de la población por los intereses en la zona diseñan los sistemas de abastecimiento con una tasa de crecimiento de 2,7 y el método de proyección que se utiliza es el método geométrico, se considera que la Sierra del Bálsamo y concretamente los municipios estudiados en esta primera fase tienen claras posibilidades de crecimiento futuro.

➤ Horizonte de diseño

Por horizonte de diseño de un sistema de abastecimiento de agua o de sus componentes se entiende el lapso comprendido entre la puesta en servicio y el momento en el que su uso sobrepase las condiciones establecidas en el diseño, por falta de capacidad para prestar un buen servicio.

Los dos aspectos principales que intervienen en el período de diseño son la durabilidad de las instalaciones y su capacidad para prestar un servicio en las condiciones previstas.

El horizonte de diseño para las unidades del sistema será de 20 años<sup>47</sup>.

➤ Distribución de la población Futura

Necesaria para el diseño de la red, se estima sobre la base de la distribución actual, para cada caso en particular. Se diseñan redes arbóreas, consisten en redes sin circuito cerrado, donde el agua tan sólo puede circular en un sentido.

Como ventaja más destacable de este tipo de redes se encuentra la reducción de la longitud de la tubería, con la consiguiente reducción del presupuesto general de la obra. En su contra, destacar que una avería en un punto de la red deja sin suministro a todas aquellas viviendas situadas aguas abajo del dicho punto. Se presupuesta las tuberías principales

---

<sup>47</sup> Igual a las normas de ANDA para sistemas rurales, calculan para periodos de diseño de 20 años

## ➤ Fuentes de Producción

Se consideran fuentes de agua a todas las formaciones naturales o infraestructura de ANDA que permitan la captación del agua.

Cuando se efectúan los estudios de fuentes, se presentan las alternativas más factibles y la selección se hace tomando en cuenta la propiedad, la calidad, cantidad de agua, el costo, la seguridad, fácil acceso, operación y mantenimiento de las obras, costumbres, hábitos de la comunidad, etc<sup>48</sup>. Los distintos tipos de fuente consideradas son:

- ⇒ Superficiales: ríos
- ⇒ Sub-superficiales: manantiales
- ⇒ Subterráneas: pozos
- ⇒ Fuentes alternativas: agua de lluvia
- ⇒ Conexión a ANDA

En formaciones naturales se afora el caudal natural [ $Q_n$  (l/s)]. Los criterios ambientales de ESF-CORDES marcan un objetivo: no agotar las fuentes naturales. En resultado un sistema de abastecimiento emplea un porcentaje menor al caudal natural de la fuente, capta el caudal útil de la fuente [ $Q_u$  (l/s)] y el resto se considera caudal ecológico.

$$Q_u = \frac{Q_n}{1.3}$$

## ➤ Dotación

La dotación se calcula o selecciona por el ingeniero proyectista para que el agua abastezca a los usos contemplados por el proyecto de la siguiente manera<sup>49</sup>:

- Conexiones domiciliarias y manantial con suficiente caudal útil,  
Dotación Diseño = 80 lpd<sup>50</sup>
- Conexiones domiciliarias y manantial con caudal útil menor  
Dotación Diseño = 50-80 lpd
- Cantareras y manantial con suficiente caudal útil  
Dotación Diseño = 50 lpd<sup>51</sup>
- Cantareras y manantial con caudal menor útil  
Dotación Diseño = 40-50 lpd
- Cantareras y manantial con poco caudal útil y déficit  
Dotación Diseño = la máxima posible ( lpd)

Se recomienda en la medida de lo posible, se utilicen los valores más altos de dotación para lograr un mayor beneficio de la comunidad.

<sup>48</sup> Leer punto 5.2 Estudio de alternativas

<sup>49</sup> Leer [4.3.1] Criterios establecidos por ESF-CORDES

<sup>50</sup> lpd=Litros / persona · día. ANDA considera dotaciones de diseño de 100 lpd para sistemas domiciliarios

<sup>51</sup> ANDA considera dotaciones de diseño de 70 lpd para sistemas por cantareras

➤ **Variaciones de consumo**

Consumo Medio Diario (m<sup>3</sup>/día) : [CMD]

$$CMD_{(m^3/dia)} = \frac{(Pn_{(hab)} \times D_{(l/hab/dia)})}{1000}$$

Se debe cumplir que  $CMD_{(m^3/dia)} \leq Qu \times \frac{86400}{1000}$  (m<sup>3</sup>/día)

Caudal medio Diario (l/s) : [Qm]

$$Qm_{(l/s)} = \frac{(Pn_{(hab)} \times D_{(l/hab/dia)})}{86400} = \frac{CMD_{(m^3/dia)} \times 1000}{86400}$$

Se debe cumplir que  $Qm_{(l/seg)} \leq Qu_{(l/seg)}$

Comparamos a partir de la población a abastecer y la dotación considerada si es posible el diseño que proponemos con la capacidad útil de la fuente de captación (dejando siempre caudal ecológico). Si es factible CMD (o lo que es lo mismo Qm) sirve como base del diseño hidráulico del sistema (si no lo es debemos rebajar la dotación de diseño).

Caudal de Impulsión [Qi]. Se calcula la impulsión con el CMD (o Qm).

$$Qi_{(m^3/seg)} = \frac{CMD_{(m^3/dia)}}{ti_{(horas/dia)} \times 3600} = \frac{Qm_{(l/s)} \times 86400}{ti_{(horas/dia)} \times 3600 \times 1000} ;$$

donde ti = horas de bombeo en un día. Normalmente las bombas se calculan con el consumo máximo diario, en opinión de ESF-CORDES en este caso se suele sobredimensionar la bomba y dado que la bomba es un gasto fijo fuerte en sistemas por bombeo en zonas rurales, es mejor no sobredimensionarla así conseguimos cuotas más bajas para el usuario y en caso de consumos punta se bombea un tiempo superior.

Consumo Máximo Diario (m<sup>3</sup>/día) = [CmaxD]

$$CMaxD = 1.3 \times CMD$$

Coefficiente de variación diaria K1 = 1,3

Caudal máximo Diario (l/s) [QMd]

$$QMd = 1.3 \times Qm$$

Coefficiente de variación diaria: K1 = 1,3

Los consumos en zona rurales suelen ser homogéneos y no se sobrepasa el CMD(m<sup>3</sup>/día) o Qm(l/s), que es la base de diseño de los bombeos en caso de sistema con impulsión.

---

La demanda en los días de más consumo ( $C_{maxD}$ ) se debe satisfacer con el caudal restante de la fuente,  $Q_n - Q_m$ , en caso de fuentes de poco caudal.

El caso general en la zona rural de la Sierra del Bálsamo es aprovechar todo el caudal útil  $Q_m = Q_u$ , y cubrir los consumos máximos diarios con el caudal ecológico.

$$Q_{ecológico} = Q_n - Q_{util} = Q_n - \frac{Q_n}{1.3} = \left(1 - \frac{1}{1.3}\right) \times Q_n = 23\% Q_n$$

Se considera razonable captar en estos únicos días la cantidad suficiente para cubrir la demanda punta (que en zonas rurales son escasos días, el consumo es muy homogéneo, más porque se trata de una población acostumbrada a utilizar únicamente el agua necesaria para satisfacer sus necesidades básicas).

Este es un criterio necesario y suficiente y medioambientalmente sostenible.

#### Caudal Máximo Horario (QMh)

$$QMh = 2.4 \times Q_m$$

Coefficiente de variación horaria:  $K_2 = 2,1$

Se diseñan las tuberías de distribución domiciliar a partir de este caudal y considerando que la longitud de la tubería principal domiciliar se divide en tramos iguales y en cada tramo hay 6 viviendas.

En el caso de cantareras se calcula las tuberías teniendo en cuenta que cada cantarera hay dos grifos y por cada grifo sale 0.1 l/s, por tanto, supongo tramos según el número de cantareras y por cantarera contabilizamos 0.2 l/s

#### ➤ Caudales mínimos requeridos de la fuente

ESF-CORDES diseña un sistema en base al caudal útil, igual al caudal natural disponible de la fuente dividido por 1.3 (el resto es caudal ecológico) considerando caudal disponible en la fuente como el caudal natural crítico en época de estiaje o el caudal natural menor obtenido en la serie de aforos a lo largo del año. Criterios de ESF-CORDES:

⇒ Diseñar los sistemas dejando un caudal ecológico a lo largo del año en las captaciones.

⇒ Calcular las dotaciones y las impulsiones del sistema sobre la base del caudal medio verificando que  $Q_m \leq Q_{util}$  (o con CMD)

$$(CMD, Q_m) \Rightarrow (Q_i, t_i)$$

Si  $Q_{m(l/s)} > Q_{u(l/s)}$  alternativa planteada no viable. Rechazada

⇒ Los días del año con mayor consumo ( $C_{maxD}$ ), el aumento de la demanda se debe satisfacer con el sobrante, en caso de aprovechamiento máximo, cuando  $Q_m = Q_u$ .

En este caso se satisface el aumento con el caudal ecológico y bombeando un tiempo más que el estipulado para bombear con  $t_i$  horas el consumo medio diario, así se cubre el consumo máximo diario.

$$(C_{maxD}, Q_{Md}) \Rightarrow (Q_i, t_i + \Delta t_i),$$

Por ello se diseñan las tuberías de las captaciones a los depósitos de bombeo (sistemas por bombeo), las tuberías de las captaciones a los depósitos de regulación o distribución (sistemas por gravedad) y las tuberías de aducción para poder garantizar y abastecer las demandas de los días más calurosos del año, es por ello que estas tuberías se diseñan con el  $Q_{Md}$ .

⇒ Se diseñan las tuberías de distribución domiciliar a partir de  $Q_{Mh}$ .

➤ Las diferencias con los criterios de ANDA

Parámetro	ANDA	ESF-CORDES
$Q_n$ Caudal natural		Es el caudal menor de la serie obtenido en los sucesivos aforos de los manantiales a lo largo del año, coincide generalmente con el caudal menor en época de estiaje.
$Q_u$ Caudal útil	[*]	$\frac{Q_n}{1.3}$ ; para $\forall$ manantial
$Q_m$ Caudal medio Diario	$\frac{Pn \times D}{86400}$	$\frac{Pn \times D}{86400}$
$Q_{maxD}$ Caudal máximo Diario	$1.2 \div 1.5 Q_m$	$1.3 Q_m$
$Q_{maxH}$ Caudal máximo Horario	$1.8 \div 2.0 Q_m$	$2.4 Q_m$

Tabla 39. Comparación de criterios de ANDA y ESF-CORDES en zona rural. Elaboración propia

Según ANDA el caudal mínimo en época de estiaje crítico debe ser igual o mayor a los datos a que se hace referencia a continuación:

$Q_{maxD}$  para sistemas con tanque de almacenamiento  $\leq Q_{min}$  en época de estiaje crítico

$Q_{maxH}$  para sistemas sin tanque de almacenamiento  $\leq Q_{min}$  en época de estiaje crítico

[\*] En el caso de fuentes con caudal limitado, el consumo medio diario no es necesariamente el calculado con la dotación mínima, sino correspondiente al caudal disponible en la fuente  $\Rightarrow Q_m (l/s) = Q_n (l/s)$

- 
- Tubería de captación, impulsión, aducción<sup>52</sup> y distribución
    - Tubería de impulsión: cálculo con  $Q_i$  (a partir de  $Q_m$ ). Material Ho Go
    - Tubería de captación y aducción<sup>53</sup>: cálculo con  $Q_{Md}$ . Material Ho Go.
    - Tubería de distribución: cálculo con  $Q_{Mh}$ . Material PVC.

Para definir la línea de captación, impulsión, aducción y distribución se cuenta con los planos topográficos 1:25.000.

Para definir la línea de captación, impulsión, aducción y distribución se debe considerar los siguientes factores:

1. Que la conducción sea cerrada y a presión
  2. Que el trazo de la línea sea lo más directo posible, de la captación al tanque de bombeo (tubería de captación en tramos cortos, tubería de aducción en tramos largos), del tanque de bombeo al tanque de distribución o regulación (t. impulsión), del tanque de regulación al tanque de distribución (t. aducción)
  3. Evitar tramos extremadamente difíciles e inaccesibles
  4. Deberán evitarse zonas de deslizamiento e inundación
  5. En lo posible deberá evitarse que la conducción cruce caminos, quebradas, ríos, etc.
- 
- Criterios de cálculo en tubería de bombeo<sup>54</sup>
    - Criterio de velocidades [ $v_{(m/s)}$ ]
      - $V > 0,5$  m/s para que no haya sedimentación
      - $V < 1,5$  m/s para limitar el golpe de ariete.
      - $V$  óptima  $\cong 1$  m/s

#### Criterio de número de horas de bombeo [ $t_i$ (horas)]

El número de horas de bombeo se limita a 16 horas para tener en cuenta el coste de amortización de la bomba. Técnicamente se suele limitar a 18 horas, pero debido a las condiciones de estas impulsiones se considera que 16 horas ya supone un desgaste importante de la bomba.

---

<sup>52</sup> En El Salvador las obras de aducción corresponden a las tuberías instaladas para conducir el agua hasta la planta de tratamiento o tanque de almacenamiento. Entre ellas se tienen las que el agua discurre por gravedad conocidas como aducción y las impelencias, en las que el agua debe ser elevada por medios electromecánicos.

<sup>53</sup> Para facilitar el cálculo del presupuesto se distingue tubería de captación aquella en que el agua discurre por gravedad en tramos cortos, máx. 200 m entre captación y tanque de bombeo (sistema por bombeo) o captación y tanque de distribución (sistema por gravedad) y tubería de aducción aquella en que el agua discurre por gravedad en tramos largos superiores a  $\cong 200$  m entre captación y tanque de bombeo (sistema por bombeo) o captación y tanque de distribución (sistema por gravedad) y en cualquier se considera tubería de aducción tubería entre depósitos de regulación y depósitos de distribución (todos los sistemas se diseñan con tanque de almacenamiento).

Las tuberías de impelencia también reciben el nombre de tuberías de impulsión. Se anclan cada 6 metros.

<sup>54</sup> Ver Anejo A09 Ejemplo de calculo de una alternativa

---

### Tipo de bombas

Se presupuestan bombas sumergibles, ya que funcionan mejor, son menos ruidosas y sobretodo es más difícil de robar este tipo o alguno de sus complementos en comparación con las bombas externas.

### Cálculo de la altura manométrica (altura a impulsar el agua) [Hm (m.c.a)]

Altura manométrica:  $H_m = H_c + \Delta H$

Calculo de las pérdidas según la teoría de Darcy-Weisbach.

Diferencia de cota entre dep. de bombeo y de regulación / distribución:  $H_c$

Longitud de la tubería de impelencia:  $L$

Pérdidas totales  $\Delta H = 1,1 \cdot I_{lineales} \cdot L$

Pérdidas lineales:

$$I = \left[ \frac{\lambda \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot 9.81} \right]$$

Velocidad en la tubería  $v$  (m/s)

Diámetro de la tubería  $D$  (m)

Coefficiente de Darcy-Weisbach:  $\lambda$  (Re,  $K/D$ )

Número de Reynolds

$$\text{Re} = \frac{v_{(m/s)} \cdot D_{(m)}}{\nu_{(m^2/s)}}$$

donde

$$\nu = 10^{-6} \frac{m^2}{s} \text{ (agua)}$$

Rugosidad relativa

$$\frac{K}{D} \text{ donde } K = 0,015 \text{ cm (para Ho Go)}$$

Con Re y  $K/D$  entro en el Abaco de Moody  $\Rightarrow \lambda$

Pérdidas puntuales localizadas: 10% pérdidas lineales



---

## Cálculo de la potencia de la bomba necesaria y el consumo eléctrico mensual

### Potencia de la bomba

$$Potencia\_bomba_{(C.V)} = \frac{\gamma_{(T/m^3)} \cdot Q_i(m^3/s) \cdot H_{m(m.c.a)} \cdot 1000}{75 \cdot \eta_1}$$

Donde:  $\gamma_{\text{agua}} = 1T/m^3$

Qi: Caudal bombeado

Hm: Altura manométrica, altura que hay que impulsar el agua

$\eta_1$ : Rendimiento de la Bomba. Se pierde potencia con el rozamiento interno de la bomba. El valor es  $0 < \eta_1 < 1$ . Por criterio estimamos  $\eta_1 = 0.7$

### Consumo eléctrico mensual

Consumo eléctrico (CE) (KWh / mes) =

$$Potencia\_bomba_{(C.V)} \cdot 0,736 \frac{Kw}{C.V} \cdot ti_{(horas)} \cdot 30_{(días)}$$

Donde ti es el número de horas de bombeo<sup>55</sup>

Para calcular la bomba óptima se comparan las cuotas mínimas futuras que supondrían cada bomba y se decide por la bomba que da una cuota futura menor.

- Estimación de las cuotas mensuales a pagar por las familias beneficiarias. Cálculo de cuotas.

Las cuotas se calculan en colones. De los datos recopilados se tiene que el coste de la electricidad actualmente en la Sierra del Bálsamo, DELSUR la compañía eléctrica está cobrando 1 colon / Kwh. Para que el Plan Director tenga validez en los próximos años se estima coste de la electricidad en 1,2 colones /Kwh.

ANDA está cobrando<sup>56</sup> en la actualidad 0,875 colones / m<sup>3</sup> de agua. Para que el plan tenga validez en los próximos años se estima el coste 1,0 colones / m<sup>3</sup> de agua.

Para el cálculo de amortización de la bomba se considera que son 5 años.

Se calcula:

- Cuota Futura mínima: Sirve para estimar la bomba óptima.
- Cuota Actual si el sistema es por bombeo / por gravedad: Se realiza un estudio de viabilidad del sistema. Se estima para cada sistema diseñado la cuota a pagar por los usuarios en la actualidad. Es un indicador para decidir según los criterios establecidos si el sistema es viable y autosostenible a largo plazo o no teniendo en cuenta las condiciones socioeconómicas de las comunidades rurales.

---

<sup>55</sup> Cuando se calcula la cuota actual a pagar por las familias beneficiarias ti son las horas actuales de bombeo necesarias para impulsar el CMD actual.

<sup>56</sup> Coste actual son 10 centavos de \$ / m<sup>3</sup> de agua potable

## Cálculos de cuotas

Cuota Futura mínima (Bombeo) = I+II (Colones / mes · familia beneficiaria futura) (CFm)

I. Amortización Bomba  $(8,75 \cdot \text{Precio Bom. Sumergible}(\$) / 5 \text{ años} \cdot \text{N}^\circ \text{ Fam Beneficiarias Futuras})$

II. Gasto de consumo eléctrico mensual  $(1,2 \text{ Colon} / \text{kwh}) / \text{N}^\circ \text{ Fam Benef. futuras}$

Cuotas Actuales (Colones / mes · familia beneficiaria actual):

A1. SISTEMA POR BOMBEO = I + II + III + IV<sup>56</sup>

I. Fontanero  $(900 \text{ Colones} / \text{N}^\circ \text{ Fam Actuales})$

II. Amortización Bomba  $[(8,75 \cdot \text{Precio} (\$) \text{ Bomba Sum}^{57} / (5 \text{ años} \cdot \text{N}^\circ \text{ Fam Beneficiarias actuales})]$

III. Gasto consumo eléctrico mensual  $[(\text{CE} \cdot 1,2 \text{ Colon/kwh}) / \text{N}^\circ \text{ Fam Beneficiarias Actuales}]$

IV. Coste agua de ANDA  $[(1,0 \text{ Colones/m}^3 \text{ de agua}) \times (\text{m}^3 \text{ consumido} / \text{ día}) \times 30 \text{ días}] / \text{N}^\circ \text{ Fam Bef}$

A2. SISTEMA POR GRAVEDAD = I + II + III<sup>56</sup>

I. Fontanero  $(300 \text{ Colones} / \text{N}^\circ \text{ Familias Beneficariis Actuales})$

II. Coste de amortización  $(30\% \text{ EM}^{58} / 20 \text{ años} \cdot \text{N}^\circ \text{ Familias Beneficariis Actuales})$

III. Coste agua de ANDA<sup>59</sup>  $[(1,0 \text{ Colones/m}^3 \text{ de agua}) \times (\text{m}^3 \text{ consumido/día}) \times 30 \text{ días}] / \text{N}^\circ \text{ Fam Bef}$

Nota: En sistemas por gravedad, las cuotas son menores porque no hay una bomba y por tanto no hay que amortizarla, y tampoco hay gasto de electricidad. En este caso se contabiliza la amortización para la ampliación y para averías del sistema contabilizando este coste en un 30% del presupuesto total de la Ejecución Material (EM) del proyecto a 20 años.

### ➤ Cálculo de los volúmenes de los depósitos

#### Cálculo del depósito de Bombeo

Optimizamos el cálculo del depósito de bombeo. Se hace una estimación del volumen de agua que hay que almacenar entre las horas que no bombeo y las horas que bombeo.

QE : Caudal de entrada es el caudal máximo diario QMd (l/s) (Este es el caudal con el que diseño la tubería de captación para poder garantizar consumos máximos diarios)

<sup>57</sup> 1\$ equivale a 8,75 Colones

<sup>58</sup> EM Ejecución Material del Proyecto. Capítulo 6.4.1

<sup>59</sup> Si no hay manantiales, ni pozos y se obta por conectarse a la red de ANDA, representa el coste del m3 de agua para cada familia. Si no se conecta a ANDA y la captación es una fuente natural, un río o un manantial no se debe tener en cuenta este coste en la tarifa total.

QS : Caudal de salida es el caudal a bombear Qi (l/s)

El volumen del depósito necesario es igual al volumen almacenado durante las horas de no bombeo del día más el incremento de volumen (si es positivo) durante las horas de bombeo.

$$V_{DEP.BOMBEO(m^3)} = V_{ALMACENADO\_HORAS\_NO\_BOMBEO(m^3)} + \Delta V_{DURANTE\_HORAS\_DE\_BOMBEO(m^3)}$$

$$V_{ALMACENADO\_HORAS\_NO\_BOMBEO(m^3)} = Q_E(l/s) \cdot (24 - t_{i(horas)}) \cdot 3,6$$

$$\Delta V_{DURANTE\_HORAS\_DE\_BOMBEO(m^3)} = (Q_E(l/s) - Q_i(l/s)) \cdot t_{i(horas)}$$

Sólo si  $\Delta V > 0$  se suma al Vol. almacenado en las horas que no se bombea.

Durante la mayoría de días del año habrá un rebalse (QMd-Qm). La tubería de captación y aducción se dimensionan con QMd (en fuentes de bajo caudal coincidirá con el Qn) para poder abastecer a la población cuando se den consumos punta (el criterio básico es que la población consume Qm y sólo en días puntuales habrá QMd).

Una propuesta para que el rebalse sea en la captación y no en el tanque de bombeo en los días que no hay consumos punta es poner una válvula flotador en el depósito de bombeo o aceptar en caso de que el depósito de bombeo no se encuentre lejos del curso natural (río o quebrada) que el rebalse se de en el depósito de bombeo.

#### Cálculo dep de regulación y distribución en caso de sistemas con bombeo

$$V_{(m^3)} = \frac{Pn_{(hab)} \cdot Dotación_{(l/hab \cdot día)}}{1000}$$

donde Pn : población beneficiaria futura

Dotación: Dotación de Diseño (Dotación Futura)

Al nivel de Plan se ha considerado suficiente este cálculo, aunque en proyecto según la gestión del sistema el cálculo del volumen del depósito se debe optimizar.

#### Cálculo dep. de regulación y distribución en caso de sistemas por gravedad

Optimizamos el cálculo del depósito. Se hace una estimación del volumen de agua que hay que almacenar entre las horas que no hay consumo y las horas de consumo.

QE: Caudal de entrada es el caudal máximo diario QMd (l/s) (Este es el caudal con el que diseño la tubería de captación para poder garantizar consumos máximos diarios)

QS: Caudal de salida es el caudal medio Qm (l/s)

---

(en caso de QMd, se consume durante más horas)

El volumen del depósito necesario es igual al volumen almacenado durante las horas de no consumo del día más el volumen almacenado en las horas de consumo.

$$V_{DEPÓSITO(m^3)} = V_{ALMACENADO\_HORAS\_NO\_CONSUMO(m^3)} + V_{ALMACENADO\_DURANTE\_HORAS\_DE\_CONSUMO(m^3)}$$

$$V_{ALMACENADO\_HORAS\_NO\_CONSUMO(m^3)} = Q_{E(l/s)} \cdot (24 - t_{c(horas)}) \cdot 3,6$$

$$V_{ALMACENADO\_DURANTE\_HORAS\_DE\_CONSUMO(m^3)} = (Q_{E(l/s)} - Q_{S(l/s)}) \cdot t_{c(horas)} \cdot 3,6$$

En caso de cantareras se estima que el consumo se concentra en 8 horas, 4 por la mañana y 4 por la tarde.

➤ **Criterios de cálculo en tuberías**

Criterio de Diámetros mínimos

Se recomienda que el diámetro mínimo de las tuberías de captación, aducción y distribución sea 0.75”.

Para diámetros menores 0,5” hay problemas de obturación. (las aguas de captación en esta zona lleva muchos finos). Se recomienda utilizar solamente el diámetro 0,5” en acometidas.

Criterios de presión en tuberías de distribución

La presión mínima requerida en cualquier punto de la distribución principal diseñada es de 5 m.c.a.

La presión máxima aceptable en cualquier punto de la distribución principal diseñada es 80 m.c.a. Si se sobrepasa este valor se debe colocar una arqueta rompe presión.

Criterios de velocidad mínima

La velocidad mínima se impone por criterios de no-deposición de sólidos en el interior de las tuberías y por criterios de salubridad.

Se recomienda como mínimo aconsejable para todas las tuberías un valor de 0,5 m/s

Criterio de cálculo de pérdidas en tuberías de aducción y distribución

Para el cálculo de perdidas en tuberías de aducción y distribución se utiliza la teoría de Hazen-Williams.

La base de la forma de calcular la distribución y aducción se hizo con posterioridad. Debido a ello y también por su fácil aplicabilidad se optó por esta formulación a pesar de ser más inexacta que el cálculo de pérdidas según la teoría de Darcy-Weisbach.

---

En un tramo de tubería L, las pérdidas H<sub>f</sub> (m.c.a) son:

$$H_f = L \cdot J$$

$$J = \left( \frac{3,58}{c} \right)^{1,852} \times \left( \frac{Q^{1,852} \text{ (m}^3/\text{s)}}{D_{(m)}^{4,852}} \right)$$

donde

c es el coeficiente de rozamiento de Hazzen-Williams (adimensional)

c = 120 en tuberías de aducción (Ho Go)

c = 140 en tuberías distribución (PVC)

Q caudal de paso (m<sup>3</sup>/s)

D diámetro de la tubería en el tramo (m)

Criterios de tipo de tubería de impelencia (en función de la diferencia de cota, H<sub>c</sub>)

Se diseña con tubería tipo Liviano cuando la H<sub>c</sub> < 250 metros

Se diseña con tubería tipo Mediano cuando la 250 < H<sub>c</sub> < 400 metros

Se diseña con tubería tipo Pesado cuando la H<sub>c</sub> > 400 metros

Criterio de calidad de agua:

El agua de un sistema deberá ser potable según la normativa salvadoreña de agua potable (CONACYT)

## 5.2. Estudio de alternativas

Se ha hecho un estudio de alternativas profundo para cada una de las comunidades incluidas en el Plan Director<sup>60</sup>. De este estudio de alternativas se ha resuelto presentar 3 anteproyectos para cada comunidad, las alternativas definitivas que se presentaran a los gobiernos locales y a las comunidades que han participado en el proceso.<sup>61</sup>

A continuación se presenta una tabla resumen de los 3 tipos básicos de actuación diseñados y la tabla de indicadores, analizados para cada alternativa.

En función de los criterios marcados por ESF-CORDES y bajo la supervisión de un Ingeniero de ESF se resuelven 3 alternativas definitivas que son los 3 anteproyectos a presentar para cada comunidad.

---

<sup>61</sup> Ver Anejo A04 A05 Informes Técnicos Alternativas Abastecimiento.

Resumen del tipo de actuación	
Tipo de actuación	Comunidad en Riesgo o ilegal (No se diseña una actuación) Sistema nuevo (SN) Arreglo de sistema (ARS) Ampliación de sistema (AMS)
Alternativa existente para el abastecimiento	Fuente de captación (nombre y código) Tipo sistema Sistema por Gravedad (G) Sistema por bombeo (B) Tipo distribución Sistema con distribución (D) Sistema por cantareras (CA) Sistema por cantareras más tanques de Agua Lluvia (CA + T)
Población Beneficiaria	Se tienen en cuenta todas las comunidades que se incluyen en la alternativa

Tabla 40. Características definitorias de una alternativa planteada. Elaboración propia

Esta tabla define las características principales que caracterizan el sistema de abastecimiento diseñado y que influyen en la inversión total a realizar y la cuota a pagar. Generalmente un diseño por gravedad tiene un costo total de inversión y genera una cuota a pagar por los usuarios menor que un sistema con bombeo. Según la distribución, un sistema por cantareras suele tener también un costo de inversión menor y cuotas más bajas.

Tabla de Indicadores de la alternativa propuesta	
Indicador 1: Cuota de pago actual	Colones / mes · familia beneficiaria
Indicador 2: Presupuestos generales	\$ Presupuesto Total (P3)
	\$ Presupuesto de Ejecución con aspectos ambientales, sin contabilizar mano de obra (P2)
	\$ Presupuesto de Ejecución sin aspectos ambientales y sin contabilizar la mano de obra (P1)
Indicadores 3: Comunidades Beneficiarias	Número de comunidades Beneficiarias
Indicadores 4: Propiedad de la Fuente (PF)	Privado de Dificultad alta (PF0)
	Privado de Dificultad media (PF1)
	Privado de Dificultad baja (PF2)
	Público (PF4)
Indicador 5: Propiedad Lotes Tierra (PLOT)	Resolver propiedad (PLOT0, 0-30% son propietarios)
	Resolver propiedad (PLOT1, 30-60% propietarios)
	Resolver propiedad (PLOT2, 60-90% propietarios)
	Resolver propiedad (PLOT3, 90-99% propietarios)
	Resuelto ( PLOT4, 100 % son propietarios)

Tabla de Indicadores de la alternativa propuesta	
Indicador 6: Organización Comunal	No hay Junta directiva (OC0)
	Junta Directiva no legalizada (OC1)
	ADESCO en Trámites (OC2)
	ADESCO Legalizada (OC3)
Indicador 7: Dotación de Diseño	Dotación Futura a 20 años para Pn (Ipd)
Indicador 8: Dotación Actual	Dotación Actual para Po
Indicador 9: Calidad microbiológica	No cumple la normativa salvadoreña para agua potable (CMB0 a CMB4 <sup>62</sup> )
	Cumple la normativa salvadoreña para agua potable (CMB5)
	No hay análisis de laboratorio (N.A)
Indicador 10: Calidad físico-química	No cumple la normativa salvadoreña (CMB0)
	Si cumple la normativa salvadoreña (CMB1)
	No hay análisis de laboratorio (N.A)
Indicador 11: Beneficiarios Actualidad	Número de personas beneficiarias en la actualidad
Indicador 12: Inversión por Habitante	\$ / hab. beneficiario (Costo total de la ejecución del proyecto (P3) entre el total de personas beneficiarias en la actualidad)

Tabla 41 Tabla de Indicadores analizados para cada alternativa estudiada. Elaboración propia

### 5.3. Abastecimiento de aguas

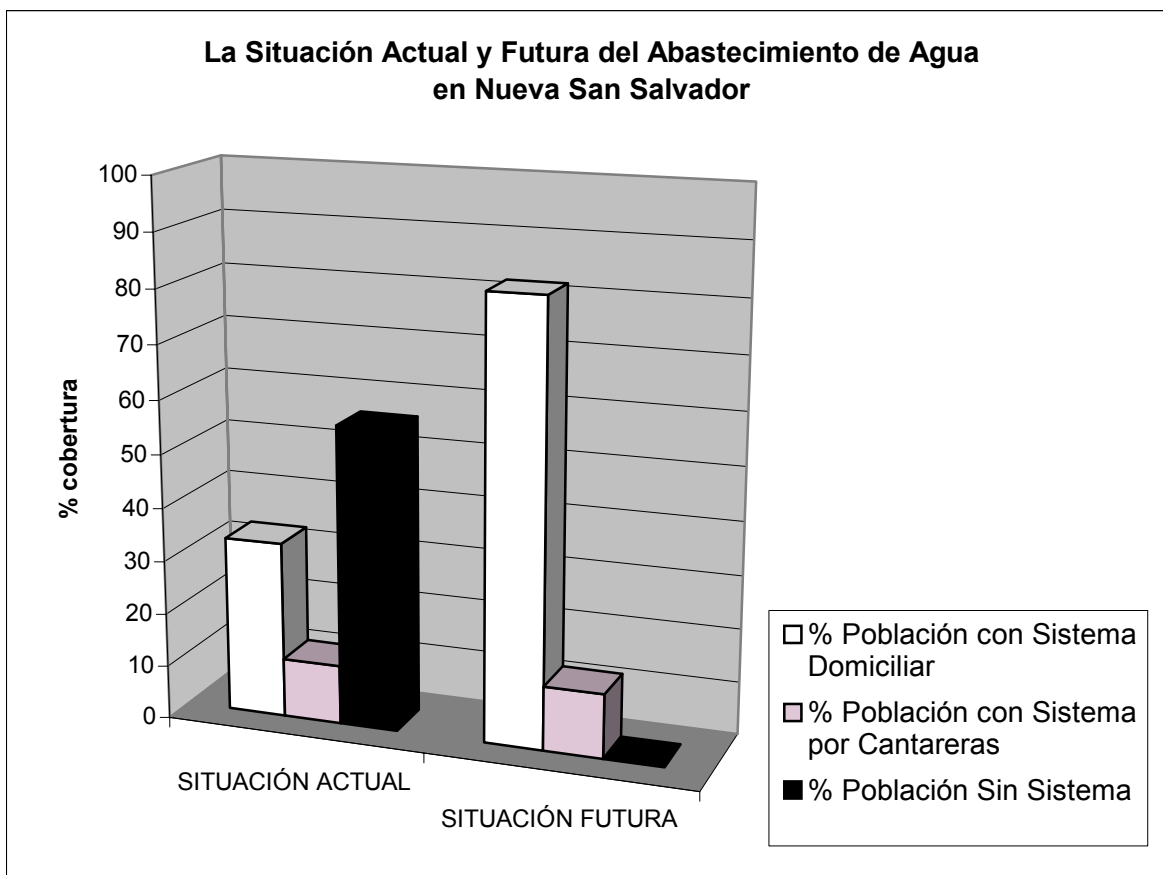
#### 5.3.1. Situación Actual y Situación Futura en el Municipio

Porcentajes de Población (%)	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN FUTURA
% Población con Sistema Domiciliar	33 %	82 %
% Población con Sistema por Cantareras	11 %	12 %
% Población Sin Sistema	56 %	0 %
<b>% Población en situación de Riesgo o Ilegal</b>		<b>6 %<sup>63</sup></b>
Total	100 %	100 %
% Total población cubierta por ANDA	3	24 %
De la población sin sistema:		
% población con pozos comunales	0 %	0
% población con pozos particulares	1 %	0
% población que va a manantial	41 %	0
% población que compran el agua	14 %	0

Tabla 42. Diagnóstico de la situación actual y pronóstico del municipio (Estimación situación futura si se invierte en el desarrollo de las comunidades rurales del Sur del municipio de Nueva San Salvador). Elaboración propia

<sup>62</sup> Según los parámetros que no cumple

<sup>63</sup> 6% del total de población que se ha comprobado están en riesgo geológico o en viven en zonas ilegales. Población a reubicar y en la nueva zona habrá que dotarla de infraestructura básica.



Gráfica 23. Situación actual y Futura de las zona rural del sur del municipio si se invierte en desarrollo, en infraestructura de abastecimiento de agua (análisis por municipio). Elaboración propia

El Municipio de Nueva San Salvador se divide en 15 cantones, de los cuales 9 se ubican en el sur de La Libertad, en la Sierra del Bálsamo. De estos 9 el Plan Director analiza la situación de 7. Los cantones Los Amates y Loma larga no se incluyen en el presente estudio por indicación de la alcaldía de Santa Tecla (ubicados en zona de riesgo geológico). Los 7 cantones agrupan una población rural de más de 7.000 personas repartidas en 40 comunidades<sup>64</sup>. Se ha constatado que una mayoría de la población rural no cuenta con sistema de abastecimiento, un 56%, pero aun más significativo es que un 75% de la población no bebe agua potable<sup>65</sup>.

Se han ubicado 9 sistemas de abastecimiento<sup>66</sup> que cubren un 44 % de la población. ANDA solamente abastece a un 3% población, se trata de comunidades que se encuentran muy cerca de la carretera de Santa Tecla al Puerto de la Libertad (CA-4) y que presentan un alto grado de concentración, se pueden considerar semi-urbanas. Corresponden a sistemas domiciliarios (Ayagualo) que proporcionan buenas dotaciones, aunque alguno es un sistema muy viejo, con malos mantenimientos, abastecimientos irregulares y cuotas altas.

<sup>64</sup> Anejo A02.2.2 Comunidades Desagregadas<sup>64</sup>

<sup>65</sup> Según la Normativa Salvadoreña de Agua Potable

<sup>66</sup> Anejo A02.4.2 Sistemas de Abastecimiento Identificados



---

Un último aspecto; se ha constatado que en el municipio de Nueva San Salvador algunos sectores analizados se encuentran en situación de riesgo geológico. Incluso existen informes que instan a reubicar estas comunidades. Es el caso del Altos de Matazano y Santa Marta, todos ellos sin sistema. Para estas comunidades no se propone alternativas de abastecimiento sino su urgente reubicación.

En el municipio se distinguen dos grupos: las comunidades que no tienen alternativa al suministro de ANDA porque los manantiales son escasos o están lejos, y la perspectiva de ejecutar pozos no se ha estudiado con detalle, aunque esta opción en una primera valoración parece descartable, se trata de comunidades situadas en la cabecera de la cuenca del río Chilama (cantón Matazano, comunidad La Cuchilla y cantón Ayagualo).

El segundo grupo, más numeroso, son las comunidades que tienen fuentes alternativas, aunque la mayoría de estas fuentes alternativas con un problema en común: la dificultad para resolver el problema de propiedad de los manantiales. Una intervención “tipo ANDA” supone una inversión media por habitante de 90 \$, ir a cercar manantiales (que siempre incluyen bombes) la media es 180 \$ por habitante, aunque se va hasta 325 \$/hab., 465 \$/hab. y 550 \$/hab. en los casos extremos.

En un primer instante, ANDA debería abastecer todas las comunidades sin sistema y sin posibilidad de alternativas de abastecimiento (Matazano, La Cuchilla y Ayagualo), y ampliar y mejorar los sistemas actuales, aumentar junto a las comunidades el mantenimiento, y garantizar un rango de funcionamiento óptimo (50 lpd para las cantareras y 80 lpd para los chorros domiciliarios).

Esta primera propuesta de intervención emplaza a ANDA a abastecer al 24% de la población del municipio, la práctica totalidad de los cantones Ayagualo y Matazano y la comunidad La Cuchilla del cantón El Limón. Esta propuesta, bajo los criterios del Plan Director, dotación domiciliar 80 lpd, supone proporcionar por parte de ANDA para todas ellas (493 hab. de Ayagualo, 138 hab. de La Cuchilla y 1078 hab. de Matazano) un caudal medio de 1.6 l/s en la actualidad, con la previsión de llegar a 2.7 l/s en 20 años si se mantiene un crecimiento del 2.7% anual. Bajo los criterios de ANDA, dotación domiciliar 125 lpd, (el proyecto de Matazano al que se le ha otorgado la factibilidad requiere de ANDA 1.6 l/s en la actualidad y a 20 años 2.55 l/s) en total se requiere 2.5 l/s en la actualidad con la previsión de llegar a 4,2 l/s en 20 años.

Llegado este punto, convendría analizar la capacidad y la gestión de la planta de ANDA en Ayagualo, que se encuentra en un estado deplorable y ya está recibiendo refuerzos del Lempa. Hay que realizar un estudio a fondo sobre el funcionamiento de esta planta, y ver que posibilidades hay para optimizar su funcionamiento (prospecciones hidrogeológicas, protección de cuencas, etc...).

Pero no sólo se trata de conseguir más agua, sino también de racionalizar su consumo; gran parte de la producción de Ayagualo se está dirigiendo a residenciales y fábricas, dejando en último lugar a los habitantes de los cantones, que son los que sufren en mayor medida las restricciones de agua. Este fenómeno, que está yendo en aumento, tiene que pararse sino se quiere llegar a una auténtica “crisis del agua” en la zona.

---

Ante esta situación, las comunidades deben seguir presionando a ANDA y a la alcaldía de Nueva San Salvador para que cumplan con su responsabilidad; y la mejor forma para afrontar esta presión es de modo cantonal. En primer lugar para sumar esfuerzos y aumentar la fuerza, pero sobretodo para compartir los sistemas<sup>67</sup>, para poder reducir los costes de inversión y mantenimiento y, por tanto, conseguir cuotas mensuales lo más bajas posibles.

En caso de un colapso de la planta de ANDA, solo cabría pensar en un gran sistema de potabilización desde alguno de los cauces actuales, más sencillo pero similar al que ANDA utiliza para suministrar desde el Chilama al Puerto de la Libertad para suministrar agua a Zaragoza y parte de Nueva San Salvador (24%).

## ***¿ Y fuera de ANDA, qué tenemos?***

Mayoría son las comunidades, como ya se ha comentado, que tienen alternativa a ANDA: cantón El Limón, El Sacazil, El Triunfo, Las Granadillas y Los Pajales. El común denominador de todos estos cantones excepto Pajales Centro es la existencia de un recurso hídrico suficiente para cubrir la mayoría de la población con sistema domiciliario, aunque en general son sistemas que requieren de bombeos, altas inversiones iniciales (180 \$ por habitante de media, hasta 550 \$/hab.), cuotas mensuales medias de los 30 colones (cuando se trata de sistemas con más de una comunidad la cuota está por debajo pero cuando se trata de un sistema para una sola comunidad las cuotas están por encima aproximándose a valores de 40 colones<sup>68</sup>); en sistemas por gravedad la cuota baja hasta una media de 11 colones. En general presentan problemas, que son previos a resolver antes de ejecutar un proyecto. El denominador común es la propiedad de la fuente, la mayoría privadas. Dependiendo de los cantones el problema, además, es la tenencia de los lotes de la vivienda y/o de organización comunal.

Destacar la importancia de las fuentes del nacimiento del río Asuchío, que por otra parte se trata de los manantiales más importantes de esta zona oriental de la Cordillera del Bálsamo y que permitirán un sistema domiciliario a un amplio sector de la población del municipio de Nueva San Salvador y Zaragoza.

Por todo ello, resulta de especial interés proteger la cuenca del río Asuchío, impidiendo su urbanización y incentivando su reforestación, así como la cuenca alta y media del Jute en aquellas zonas más sensibles.

---

<sup>67</sup> Anejo A02.7.1 Grupos de comunidades con sistemas compartidos

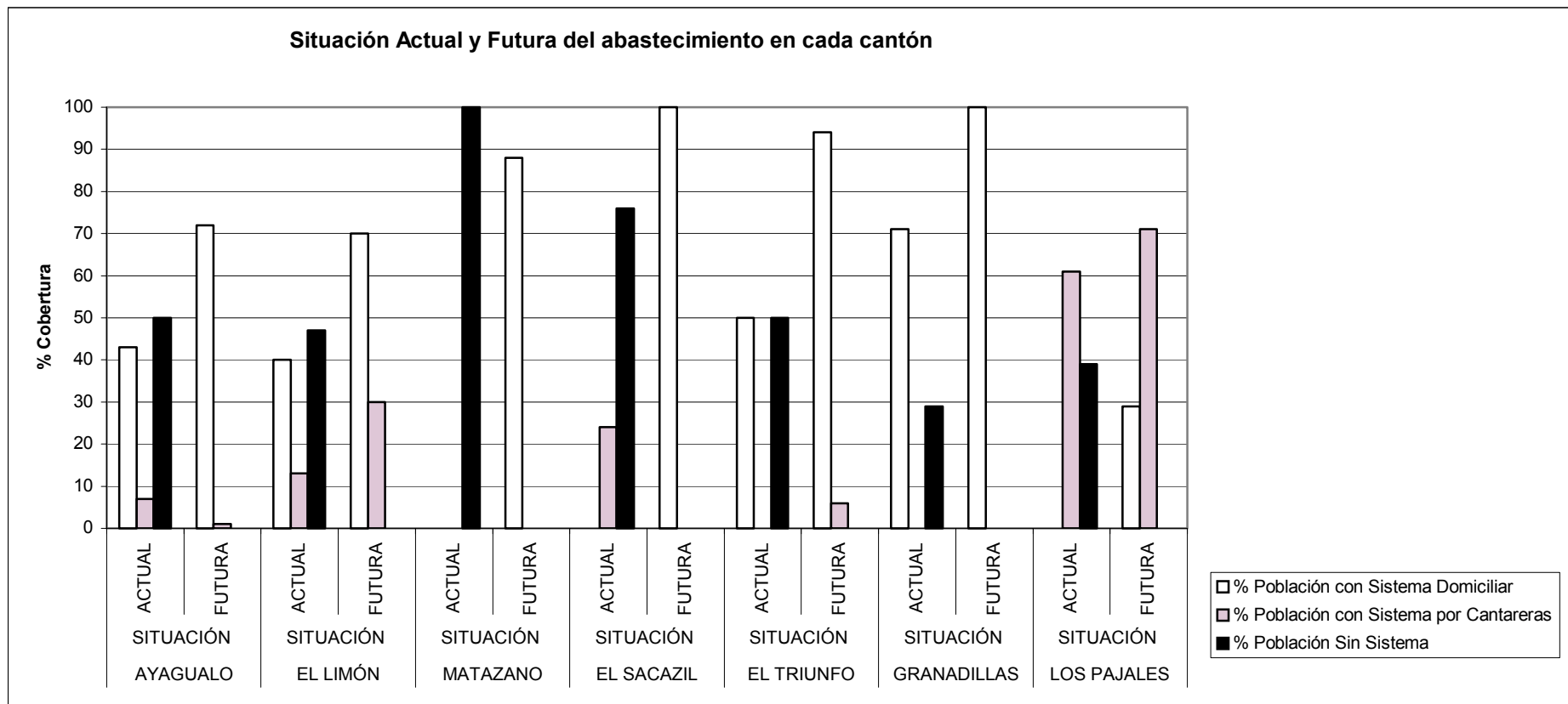
<sup>68</sup> Son cuotas elevadas

### 5.3.2 Situación Actual y Situación Futura de los cantones

PLAN DIRECTOR PARA EL ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE AGUA EN LA LIBERTAD SUR, MUNICIPIO DE NUEVA SAN SALVADOR	AYAGUALO		EL LIMÓN		MATAZANO		EL SACAZIL		EL TRIUNFO		GRANADILLAS		LOS PAJALES	
	SITUACIÓN		SITUACIÓN		SITUACIÓN		SITUACIÓN		SITUACIÓN		SITUACIÓN		SITUACIÓN	
	ACTUAL	FUTURA	ACTUAL	FUTURA	ACTUAL	FUTURA	ACTUAL	FUTURA	ACTUAL	FUTURA	ACTUAL	FUTURA	ACTUAL	FUTURA
% Población con Sistema Domiciliar	43	72	40	70	0	88	0	100	50	94	71	100	0	29
% Población con Sistema por Cantareras	7	1	13	30	0	0	24	0		6	0	0	61	71
% Población Sin Sistema	50	0*	47	0	100	0*	76	0	50	0	29	0	39	0
<i>% Población en situación de Riesgo o Ilegal</i>		27*				12*								
Total		100		100		100		100		100		100		100
% Total población cubierta por ANDA	43	50	0	11	0	88	0	0	0	0	0	0	0	0
De la población sin sistema:														
% población con pozos comunales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% población con pozos particulares	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
% población que van a manantial	18	0	38	0	50	0	76	0	45	0	29	0	39	0
% población que compran el agua	32	0	9	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 43. Diagnóstico de la situación actual y pronóstico por cantones (Estimación situación futura si se invierte en el desarrollo de las comunidades rurales de los cantones de Sur del municipio de Nueva San Salvador). Elaboración propia

\*Aquellas comunidades en situación de riesgo geológico o en situación de ilegalidad, la actuación propuesta es reubicar a la población en una zona nueva con el abastecimiento y saneamiento cubierto.



Gráfica 24. Diagnósis de la situación actual y prognosis por cantones (Estimación situación futura si se invierte en el desarrollo de las comunidades rurales de los cantones de Sur del municipio de Nueva San salvador). Elaboración propia

---

El cantón Ayagualo dispone de pocos recursos hídricos y ANDA debe asumir la responsabilidad del suministro en todas las comunidades, mejorando y ampliando los sistemas actuales, en la actualidad el porcentaje de población con sistema es un 43 %. El Plan plantea ampliar la cobertura hasta un 72% y resolver el problema de Altos del Matazano reubicando a las familias en un lugar más seguro y con los servicios básicos cubiertos.

El cantón El Limón dispone de recursos hídricos, es una zona rica en manantiales. En este cantón la opción es mejorar y ampliar el sistema actual de Centro y El Calvario y construir sistemas nuevos para las otras comunidades. Hay que mejorar el proceso de cloración del agua. En el caso de la comunidad La Cuchilla, ANDA debe asumir la responsabilidad del suministro. Se propone que se abastezcan desde El Matazano, el día que se construya el sistema de este cantón.

El cantón Matazano es el cantón con mayores problemas porque se trata de una población grande<sup>69</sup> y no dispone de suficientes recursos hídricos. La situación es crítica. ANDA debe asumir la responsabilidad del suministro.

En el cantón Sacazil se ha estimado un 24 % de las familias tienen sistema por cantareras; En realidad se trata de las 44 familias de Sacazil centro que van a ser reubicadas. Basándose en este dato se considera que en todo el cantón no hay abastecimiento. Hay recursos hídricos en la zona suficientes para abastecer a la población con sistemas autónomos.

En el cantón El Triunfo los recursos hídricos son escasos. Actualmente un 50% de la población tiene sistema domiciliario pero este sistema tiene un manantial de caudal limitado y la capacidad para abastecer a nuevos usuarios es baja. Las comunidades que actualmente no tienen sistema deberán coordinarse con otros cantones para abastecerse: La Florida con Las Granadillas, Triunfo Abajo y Agua Zarca con Asuchío del municipio de Zaragoza. Las actuaciones planteadas en este cantón de Zaragoza, debido a su gran magnitud<sup>70</sup>, pueden servir para abastecer algunos sectores del cantón del Triunfo, pero actualmente con el cambio de alcaldía el proyecto está parado, y finalmente 3 Ceibas se debe coordinar con El Trifinio del municipio también de Zaragoza.

Las Granadillas es un cantón con un porcentaje elevado de población con sistema. La organización comunal es fuerte. Se plantea ampliar el sistema desde los nacimientos del río Asuchío, diseñándose unos sistemas que, además, cubran a otras comunidades de cantones próximos. Desde la alcaldía se debe actuar en el ámbito legal, coordinándose con las organizaciones oportunas para proceder a la propiedad de estos manantiales para asegurar el abastecimiento de la población en un futuro próximo. En caso contrario el horizonte futuro de un porcentaje elevado de población de todo el municipio respecto al abastecimiento de agua potable será crítico.

---

<sup>69</sup> Aproximadamente 1200 habitantes

<sup>70</sup> Alrededor de 3000 habitantes

---

En los Pajales el recurso hídrico no es escaso, pero se encuentra en la parte baja del cantón y alejado del centro más habitado. Es por ello que el problema del agua se acentúa porque no hay acceso a estas fuentes. Lo más sencillo en muchos casos es mejorar el actual sistema por cantareras; aumentando su número, revisando tuberías y esperando que el resultado de la reforestación de la parte alta de la fuente aumente el caudal de la captación y poder ampliar el sistema con suficiente dotación a aquellas familias del Centro que no se abastecen de las cantareras.

Si se optará por ampliar el sistema a Mango, Cedral y Nansal, el futuro de las familias del Centro sin abastecimiento en la actualidad quedaría comprometido. Por ello dada la existencia de un recurso hídrico abundante en la parte baja se ha pensado que como mejor opción será construir un sistema nuevo para Mango, Cedral y Nansal (salen cuotas muy altas por ello se recomienda estudiar que en este caso se pensara en utilizarlo también para riego) y ampliar por otro lado el sistema actual de Pajales Centro mejorando, simultáneamente, la gestión del mismo, a hoy día muy necesaria.

### 5.3.3 Situación Actual y Situación Futura para cada comunidad. (Tablas resumen)

(Ver anejo A04 Informes técnicos tipo. Anteproyectos abastecimiento, plano del diseño y presupuesto general)

CANTON	COMUNIDAD	TABLA 1: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL					
		CENSO		EXISTE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO ? SI / NO BOMBEO / GRAVEDAD DOMICILIAR / CANTARERAS COMENTARIOS	EXISTE SISTEMA SANEAMIENTO? SI / NO	COMUNIDAD UBICADA EN ZONA DE RIESGO O ILEGAL? SI / NO COMENTARIOS	OTROS COMENTARIOS
		HAB	FAM				
AYAGUALO	Ayagualo Centro	210	49	SI / BOMBEO / DOMICILIAR Abastece a 25 familias	NO	NO	El Sistema es nuevo. Hay que estudiar el riesgo con un informe de avenidas y inundaciones del Río San Antonio. En la visita a Ayagualo Centro (ver informe diagnóstico) se observó la presencia de canaletas al aire libre que vertían las aguas directamente al río San Antonio sin ningún tratamiento previo.
	Monteverde II				NO	NO / Algunas viviendas situadas al lado del río. Casas en "supuesta" situación de riesgo frente a avenidas del río.	
	Monteverde I	102	20	SI / BOMBEO / DOMICILIAR Abastece a 34 familias en total, a todas las familias de Monteverde y de Santa Cruz a 11 familias	NO	NO	El Sistema es viejo.
	Santa Cruz	185	31	NO	NO	NO / Algunas casas están ubicadas en la loma de pendiente muy pronunciada (aprox. pendientes del 80 %)	Santa Cruz se divide en los de abajo a los que le llega el agua, los de arriba que no les llega agua y los que se ubican en la loma que están en "supuesto " riesgo según técnico de ESF que visitó el lugar. Aclarar
	Santa Marta	249	55		NO	NO	SI / ZONA DE RIESGO GEOLÓGICO Y ZONA ILEGAL
	La Oscurana		3	SI / CANTARERA	NO	NO	Se estima es un proyecto de ANDA ejecutado recientemente en el Caserío Matazano, municipio San José Villanueva.
	La Mascota	129	34	NO	NO	NO	La mayoría de las letrinas están llenas. Piden la ampliación del sistema desde la fuente de la Cooperativa.
	La Providencia	36	13	SI / GRAVEDAD / CANTARERA El sistema es propiedad de la Cooperativa que lo utiliza básicamente para riego	NO	NO	De las 13 familias son 5 las que tienen acceso a menos de 200 m. La mayoría de las letrinas están llenas. (1 cantarera)

Tabla 44. Diagnóstico. Elaboración propia. \* Informe geólogos: Afecciones por procesos de inestabilidad en laderas en el medio rural del municipio de Nueva San Salvador (Cordillera del Bálsamo), producidos por los terremotos del 13 de enero de 2001. Departamento de La Libertad, El Salvador-ONG Geólogos del Mundo (España), 15 de febrero 2001

CANTON	COMUNIDAD	TABLA 1: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL					
		CENSO		EXISTE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO ? SI / NO BOMBEO / GRAVEDAD DOMICILIAR / CANTARERAS COMENTARIOS	EXISTE SISTEMA DE SANEAMIENTO ? SI / NO	COMUNIDAD UBICADA EN ZONA DE RIESGO O ILEGAL? SI / NO COMENTARIOS	OTROS COMENTARIOS
		HAB	FAM				
EL LIMON	El Centro	429	96	SI / GRAVEDAD / DOMICILIAR Abastece a 85 familias	NO	NO / Informe geólogos 2001: Es necesario proceder a una reubicación del camino, en un trazado más hacia el oeste, construcción de estructuras de defensa como contrafuertes y reubicar la escuela, que fue construida encima de una falla	
	El Calvario	248	50		NO		
	Lomas de San Antonio	136	34	NO	NO		Hay un número elevado de manantiales en la zona, todos son privados.
	Los Samayoa	171	39	SI / GRAVEDAD / CANTARERAS	NO		Construido por la misma comunidad. FISDL ha construido las 2 cantareras
	La Cuchilla	138	27	NO	NO		No hay manantiales en la zona. Compran el agua.
MATAZANO	El Centro	250	54	NO / Hay una carpeta técnica hecha. Conexión a ANDA Por segunda vez ANDA les ha dado la factibilidad (noviembre-diciembre 2002). Tienen un año para ejecutar el proyecto, al finalizar el periodo el permiso de factibilidad caduca.	NO	NO / Informe geólogos 2001: No se observaron afecciones al medio natural de importancia que supongan un riesgo para la población.	Actualizar los datos, comprobar si se está ejecutando en la actualidad el proyecto de abastecimiento. En la zona no se observó ningún manantial con caudal suficientemente importante para abastecer a toda la población. La única alternativa planteable es ANDA. Si se está ejecutando tener en cuenta a la comunidad de La Cuchilla, su única alternativa es abastecerse de este sistema si se llega a construir, es decir, de ANDA. Hasta la fecha la mayoría de la población compraba el agua. Su situación en cuanto a abastecimiento es crítica
	La Casa Comunal	168	38				
	Los Mancías	122	27				
	Las Pilas	72	14				
	Los Parada	89	19				
	Zona Cementerio	105	19				
	Sosa 2	151	34				
	Sosa 1						
Altos del Matazano	126	34	NO	NO	SÍ / ZONA RIESGO GEOLÓGICO Y ILEGAL	Ubicados en zona de calle pública. El 100 % de las familias son No Propietarios	

Tabla 44. Diagnósis. Elaboración propia. \* Informe geólogos: Afecciones por procesos de inestabilidad en laderas en el medio rural del municipio de Nueva San Salvador (Cordillera del Bálsamo), producidos por los terremotos del 13 de enero de 2001. Departamento de La Libertad, El Salvador-ONG Geólogos del Mundo (España), 15 de febrero 2001



CANTON	COMUNIDAD	TABLA 1: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL					
		CENSO		EXISTE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO ? SI / NO BOMBEO / GRAVEDAD DOMICILIAR / CANTARERAS COMENTARIOS	EXISTE SISTEMA DE SANEAMIENTO ? SI / NO	COMUNIDAD UBICADA EN ZONA DE RIESGO O ILEGAL? SI / NO COMENTARIOS	OTROS COMENTARIOS
		HAB	FAM				
EL SACAZIL	Los Alfarnos	79	19	NO	NO	NO / Informe geólogos: No está afectado por ningún accidente natural provocado por el terremoto. Aunque su camino de acceso si se ha visto afectado	La delincuencia es uno de los principales problemas que afectan a la comunidad. Propietarios
	La Papaya	97	34	NO	NO	NO / Informe geólogos: Se observaron numerosas fracturas paralelas al camino que provocaron deslizamientos en ambas laderas. Se identificó un deslave que afectó a una casa	Según la alcaldía están en zona de riesgo geológico, el informe geólogos no lo especifica. Son propietarios y colonos. Hay que aclarar la situación, verificar si están o no en riesgo geológico.
	Los Peñates	128	23	NO	NO	NO / Informe geólogos: No se han observado desprendimientos ni deslizamientos que entrañen un grave riesgo para la población ni para la estabilidad de su infraestructura de comunicación	Aclarar la situación según alcaldía
	Sacazil Centro	201	44	NO* / Reubican a todas las familias, en la zona nueva no se ha construido ningún servicio básico hasta la fecha. En la finca si hay un sistema desde donde se han abastecido hasta ahora.	NO	NO / Informe geólogos: No se han observado desprendimientos ni deslizamientos que entrañen un grave riesgo para la población ni para la estabilidad de su infraestructura de comunicación	
	EL Combo	184	43	NO	NO	NO / Informe geólogos: Se observaron fracturas paralelas al camino, pero que no suponen un muy grave riesgo. Debe realizarse estabilización de las laderas afectadas con revegetación	Según la alcaldía están en zona de riesgo geológico, el informe geólogos no lo especifica. Son propietarios y colonos. Hay que aclarar la situación, verificar si están o no en riesgo geológico.

Tabla 44. Diagnósis. Elaboración propia. \* Informe geólogos: Afecciones por procesos de inestabilidad en laderas en el medio rural del municipio de Nueva San Salvador (Cordillera del Bálsamo), producidos por los terremotos del 13 de enero de 2001. Departamento de La Libertad, El Salvador-ONG Geólogos del Mundo (España), 15 de febrero 2001

CANTON	COMUNIDAD	TABLA 1: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL					
		CENSO		EXISTE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO ? SI / NO BOMBEO / GRAVEDAD DOMICILIAR / CANTARERAS COMENTARIOS	EXISTE SISTEMA DE SANEAMIENTO ? SI / NO	COMUNIDAD UBICADA EN ZONA DE RIESGO O ILEGAL? SI / NO COMENTARIOS	OTROS COMENTARIOS
		HAB	FAM				
TRIUNFO	Santa Elisa	89	16	NO	NO	NO / Informe geólogos: No se han identificado en este cantón incidencias por procesos de inestabilidad gravitatorias dignas de mención. NO	
	El Zacatintal	297	67	SI / BOMBEO / DOMICILIAR	NO	NO	Sistema construido por ESF / CORDES / ALCALDÍA. Son 111 familias beneficiarias. La capacidad de la fuente es para 130 familias. Programado un proyecto de protección de fuentes en Triunfo Centro (2003)
	El Centro	407	70		NO	NO	
	Triunfo Abajo	125	23	NO	NO	NO	
	La Florida	268	46	NO	NO	NO	
	Agua Sarca * (información con Asuchio)			NO	NO	NO	La alternativa planteada es incluir esta comunidad en el Proyecto de abastecimiento de Asuchio, municipio de Zaragoza. En la actualidad (junio 2003) no se ha aclarado por parte de la alcaldía si apoya dicho proyecto.
	3 Ceibas * (información con El Trifinio)			NO	NO	NO	La alternativa planteada es incluir esta comunidad con las alternativas de Trifinio, comunidad de Zaragoza.

Tabla 44. Diagnósis. Elaboración propia. \* Informe geólogos: Afecciones por procesos de inestabilidad en laderas en el medio rural del municipio de Nueva San Salvador (Cordillera del Bálsamo), producidos por los terremotos del 13 de enero de 2001. Departamento de La Libertad, El Salvador-ONG Geólogos del Mundo (España), 15 de febrero 2001

CANTON	COMUNIDAD	TABLA 1: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL					
		CENSO		EXISTE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO ? SI / NO BOMBEO / GRAVEDAD DOMICILIAR / CANTARERAS COMENTARIOS	EXISTE SISTEMA DE SANEAMIENTO ? SI / NO	COMUNIDAD UBICADA EN ZONA DE RIESGO O ILEGAL? SI / NO COMENTARIOS	OTROS COMENTARIOS
		HAB	FAM				
GRANADILLAS	Centro	801	114	SI / GRAVEDAD / DOMICILIAR	NO	NO / Informe geólogos: Se identificaron dos puntos que requieren tratamiento. Se trata de deslizamientos ocurridos a favor de las grietas paralelas al camino y a la pendiente de la ladera oriental. Procede realizar una estabilización de las laderas, mediante la construcción de muros contrafuertes con gaviones, en una posición de la ladera en la que no haya material afectado por el deslizamiento identificado.	Todas las familias tienen sistema domiciliar
	Pineda	269	59		NO		Hay familias sin sistema domiciliar que se abastecen de manantiales
	Borja	409	56		NO		Hay familias sin sistema domiciliar que se abastecen de manantiales
	El Nance	180	30	NO			
PAJALES	Pajales Centro	387	85	SI / BOMBEO / CANTARERAS	NO	NO / Informe geólogos: Se recorrió el cantón por su vía de acceso y se visitaron los caseríos Pajales y Nansal. No se han identificado daños en el medio. Cantón poco afectado	Construido por ESF / CORDES / ALCALDÍA. Son 48 familias beneficiarias, La capacidad de la fuente es para 83 familias. Programado un proyecto de protección de fuentes. La gestión de los cobros del sistema se hace dificultosa.
	El Mango, El Nansal y El Cedral	158	35	NO	NO		FUNDAMER plantea posible ampliación desde el sistema existente.

Tabla 44. Diagnósis. Elaboración propia. \* Informe geólogos: Afecciones por procesos de inestabilidad en laderas en el medio rural del municipio de Nueva San Salvador (Cordillera del Bálsamo), producidos por los terremotos del 13 de enero de 2001. Departamento de La Libertad, El Salvador-ONG Geólogos del Mundo (España), 15 de febrero 2001

		TABLA 2. PROPUESTA DE ACTUACIÓN PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA								
COMUNIDAD	PROPUESTA ACTUACIÓN: Nº Propuesta (Base de Datos ESF-CORDES) - SISTEMA NUEVO (SN) AMPLIACIÓN SIST (AMS) ARREGLO SISTEMA (ARS)			ALTERNATIVAS FUENTE: Nombre BOMBEO (B)/ GRAVEDAD(G) DOMICILIAR (DO)/ CANTARERAS (CA) TANQUES AGUA LLUVIA (T)			PRESUPUESTO TOTAL APROXIMADO ABASTECIMIENTO (\$)			
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
	AYAGUALO	Ayagualo Centro	45 – AMS - ARS	46 – AMS - ARS		ANDA - B - DO	ANDA - B - DO - CA		13.545 \$	12.773 \$
Monteverde II		45 – AMS - ARS	46 – AMS - ARS		ANDA - B - DO	ANDA - B - DO - CA		13.545 \$	12.773 \$	
Monteverde I		Sistema que funciona correctamente								
Santa Cruz		46 – AMS - ARS			ANDA - B - DO - CA			12.773 \$		
Santa Marta		47 – Riesgo geológico								
La Oscurana		48 - ARS			ANDA - CA (Gestión)			2.102 \$		
La Mascota		80 – SN	77- SN	78 - SN	Las Presitas - B - DO	Tempisque- B - DO	Tempisque- B - DO	80.027\$	197.429\$	189.086\$
La Providencia		80 – SN	77- SN	78 - SN	Las Presitas - B - DO	Tempisque- B - DO	Tempisque- B - DO	80.027\$	197.429\$	189.086\$
EL LIMON	El Centro	49 – SN - AMS	50 – SN - AMS		Chorrito 1, Chorrito 2, Zope - B - G -DO	El Salto, El Zope- B+G -DO		81.060 \$	102.091 \$	
	El Calvario	49 – SN - AMS	50 – SN - AMS		Chorrito 1, Chorrito 2, Zope - B - G -DO	El Salto, El Zope - B+G - DO		81.060 \$	102.091 \$	
	Lomas de San Antonio	51 - SN	52 - SN	53 - SN+ARS	La Calavera - B - CA	La Jutera - B - DO	Calavera, Bambú, Pastorcillo - G - B - CA - T	57.110 \$	61.229 \$	288.969 \$
	Los Samayoa	53 - SN + ARS	54 - SN + ARS	55 - SN+ARS	Calavera, Bambú, Pastorcillo - G - B - CA - T	La Jutera, El Bambú, El Pastorcillo- B - G - DO	Tanque Agua Helada, Bambú, Pastorcillo- B-G-DO	288.969 \$	65.308 \$	142.816 \$
	La Cuchilla	56-SN			ANDA desde Matazano - B - DO			65.778 \$		

		TABLA 2. PROPUESTA DE ACTUACIÓN PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA								
CANTON	COMUNIDAD	PROPUESTA ACTUACIÓN : N° Propuesta (Base de Datos ESF-CORDES) - SISTEMA NUEVO (SN) AMPLIACIÓN SIST (AMS) ARREGLO SISTEMA (ARS)			ALTERNATIVAS FUENTE: Nombre BOMBEO (B)/ GRAVEDAD(G) DOMICILIAR (DO)/ CANTARERAS (CA) TANQUES AGUA LLUVIA (T)			PRESUPUESTO TOTAL APROXIMADO ABASTECIMIENTO (\$)		
		P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
		MATAZANO	El Centro	57 - SN			ANDA - B - DO			80.561 \$
Casa Comunal										
Los Mancías										
Las Pilas										
Los Parada										
Cementerio										
Sosa 2										
Sosa 1										
Altos Matazano	Riesgo Geológico y en Zona Ilegal									
EL SACAZIL	Los Alfaros	64 - SN	65 - SN	66 - SN	Chorro del Algodón B - DO	Chorro del Algodón B - DO	Chorro del Algodón B - DO	70.331 \$	68.119 \$	68.119 \$
	La Papaya	59 - SN	60 - SN	58 - SN	Chorro del Algodón B - DO	Chorro del Algodón B - CA	Chorro San Buena Aventura - G - CA - T	74.405 \$	64.936\$	131.345\$
	Los Peñates	61 - SN	62 - SN	63 - SN + AMS	El Chorro G - DO	La Patera G - CA - T	Fca. Sacazil G - DO	39.185\$	70.093 \$	39.185 \$
	Sacazil Centro	64 - SN	65 - SN	66 - SN	Chorro del Algodón B - DO	Chorro del Algodón B - DO	Chorro del Algodón B - DO	70.331 \$	68.119 \$	68.119 \$
	EL Combo	67 - SN	68 - SN		San Jose El Porvenir B - DO	San José El Porvenir B - CA		81.627\$	74.542 \$	

CANTON	COMUNIDAD	TABLA 2. PROPUESTA DE ACTUACIÓN PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA								
		PROPUESTA ACTUACIÓN: Número de Propuesta en la Base de Datos (ESF-CORDES) SISTEMA NUEVO (SN) AMPLIACIÓN SIST (AMS) ARREGLO SISTEMA (ARS)			ALTERNATIVAS FUENTE: Nombre BOMBEO (B)/ GRAVEDAD(G) DOMICILIAR (DO)/ CANTARERAS (CA) TANQUES AGUA LLUVIA (T)			PRESUPUESTO TOTAL APROXIMADO ABASTECIMIENTO (\$)		
		P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
TRIUNFO	Santa Elisa	75 - AMS			Santa Elisa - B - DO - CA			490.488 \$		
	El Sacatintal	74 - AMS	75 - AMS		Santa Elisa - B - DO	Santa Elisa - B - DO - CA		430.862 \$	490.488 \$	
	El Centro	74 - AMS	75 - AMS		Santa Elisa - B - DO	Santa Elisa - B - DO - CA		430.862 \$	490.488 \$	
	Triunfo Abajo	Proyecto de Asuchio, (alterantivas de Zaragoza)								
	La Florida	76 - SN	77 - SN+AMS	78 - SN	Tempisque - B - DO	Tempisque - B - DO	Tempisque- B - DO	133.627 \$	197.429\$	189.086\$
	Agua Sarca	Proyecto de Asuchio (alterantivas de Zaragoza)								
	3 Ceibas	Proyecto de Trifinio, (alterantivas de Zaragoza)								
GRANADILLAS	Centro	79 - AMS	77- AMS		Beneficio de las Presitas-G-DO	Tempisque- B - DO		72.599 \$	197.429\$	
	Pineda	79 - AMS	77- AMS		Beneficio de las Presitas-G-DO	Tempisque- B - DO		72.599 \$	197.429\$	
	Borja	76 - SN	77- SN	78 - SN	Tempisque - B - DO	Tempisque- B - DO	Tempisque- B - DO	133.627 \$	197.429\$	189.086\$
	El Nance	76 - SN	77- SN	78 - SN	Tempisque - B - DO	Tempisque- B - DO	Tempisque- B - DO	133.627 \$	197.429\$	189.086\$
PAJALES	Pajales Centro	69 - SN + AMS	70 - AMS	71 - AMS	Captación Actual El Caracol B - CA - T	Captación Actual B - CA - T	Captacion Actual B - CA - T	238.828 \$	120.268 \$	142.140 \$
	Mango, Nansal y Cedral	72 - SN	73 - SN	69 - SN + AMS	El Caracol B - DO	El Papaturre B - CA	Captación Actual – El Caracol B - CA - T	79.698 \$	76.292 \$	238.828 \$

Tabla 45. Relación anteproyectos diseñados en comunidades de Nueva San Salvador según la prioridad (P1, P2, P3). Informes técnicos tipo en anejos. Elaboración propia

## 5.4 Saneamiento<sup>71</sup>

TABLA 1. PROPUESTA DE ACTUACIÓN				TABLA 2. PRESUPUESTO PARA EL SANEAMIENTO						
CANTON	COMUNIDAD	Aguas Negras		Aguas Grises		Total Saneamiento de Aguas Negras	Total Saneamiento de Aguas Grises	TOTAL PRESUPUESTO SANEAMIENTO	APORTE COMUNIDAD	APORTE FINANCIACIÓN
		# Letrinas Aboneras	# Biofiltros	# Plantas comunales						
AYAGUALO	Ayagualo Centro	158	158		\$51.062	\$29.798	\$80.860	\$17.149	\$63.711	
	Monteverde II									
	Monteverde I									
	Santa Cruz									
	La Oscurana									
	Santa Marta	Riesgo Geológico								
	La Mascota	47	47		\$15.446	\$9.087	\$24.534	\$5.101	\$19.432	
La Providencia										
EL LIMON	El Centro	210	210		\$67.409	\$39.162	\$106.571	\$22.793	\$83.778	
	El Calvario									
	Lomas de San Antonio									
	Los Samayoa									
	La Cuchilla									
MATAZANO	El Centro	241	241		\$78.116	\$45.707	\$123.823	\$26.158	\$97.665	
	Casa Comunal									
	Los Mancías									
	Las Pilas									
	Los Parada									
	Cementerio									
	Sosa 2									
	Sosa 1									
	Altos Matazano	Riesgo Geológico								
EL SACAIZIL	Los Alfaros	19	19		\$6.404	\$3.805	\$10.208	\$2.062	\$8.146	
	La Papaya	34	34		\$11.119	\$6.506	\$17.625	\$3.690	\$13.935	
	Los Peñates	23	23		\$7.661	\$4.525	\$12.186	\$2.496	\$9.690	
	Sacazil Centro	44	44		\$14.263	\$8.307	\$22.569	\$4.776	\$17.794	
	EL Combo	43	43		\$13.948	\$8.127	\$22.075	\$4.667	\$17.408	
TRIUNFO	Santa Elisa	217	222		\$69.610	\$41.323	\$110.933	\$23.815	\$87.117	
	El Sacatintal									
	El Centro									
	Triunfo Abajo									
	La Florida									
	Agua Sarca * [Asuchio, Zaragoza]									
	3 Ceibas * [Trifinio, Zaragoza]									
GRANADILLAS	Centro	249	287		\$79.669	\$53.029	\$132.698	\$29.023	\$103.675	
	Pineda									
	Borja									
	El Nance									
PAJALES	Pajales Centro	6	70		\$2.317	\$12.989	\$15.306	\$4.015	\$11.291	
	Mango, Nansal y Cedral	35	35		\$11.433	\$6.686	\$18.119	\$3.799	\$14.321	
<b>TOTALES (\$)</b>					<b>\$428.457</b>	<b>\$269.050</b>	<b>\$697.507</b>	<b>\$149.545</b>	<b>\$547.963</b>	

Tabla 46. Elaboración de las propuestas de saneamiento: Biofiltros lentos de lecho de arena y letrinas.  
Elaboración: ESF-CORDES

<sup>71</sup> Resumen del estudio ejecutado por los técnicos y ingenieros de ESF y CORDES en El Salvador durante el 2003.

---

## 5.5 Protección de las fuentes de agua

El marco actual y futuro de los recursos hídricos de El Salvador y de la Sierra del Bálsamo no es óptimo. Existe una crisis ambiental generalizada que afecta especialmente a los recursos hídricos con una contaminación creciente reduciendo entre otros la disponibilidad de agua pre-potable para los salvadoreños. Ante esta situación es necesario invertir en proyectos “ambientales” a la vez que en proyectos de saneamiento y abastecimiento si no se quiere hipotecar el futuro de la población de la Sierra del Bálsamo.

Ibarra (1999) señala que en lo que concierne a la contaminación del recurso agua, este es uno de los factores más preocupantes sobre todo por la creciente demanda de agua. Los desechos sólidos y la ausencia de letrización posibilitan la contaminación de los recursos de agua superficiales y profundas, especialmente en las zonas donde es muy bajo el acceso a servicios de gestión de desechos sólidos y líquidos y en el área rural la situación es más grave, dado que la mayoría de desechos sólidos terminan depositados en quebradas y ríos. La contaminación del recurso agua incide en la disminución de disponibilidad de agua potable, lo que, además de afectar la incidencia de enfermedades intestinales, puede constituir un factor de vulnerabilidad todavía más impactante sobre la población rural especialmente frente a un fenómeno de escasez hídrica como la sequía.

Un desarrollo es sostenible si garantiza la satisfacción de las necesidades actuales sin perjudicar las posibilidades de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades y ante la falta de conocimiento hay que aplicar el Principio de Precaución: *Cuando existe peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no es una razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.*

Las causas del desajuste ambiental estructural que existe actualmente en la Sierra del Bálsamo como en otras zonas del país son de carácter científico, económico y político.

Las causas científicas se resumen en dos, las consecuencias no son evidentes a corto plazo, (aunque en El Salvador ya se vislumbran) y la falta de conocimiento del territorio. Este último concepto afecta particularmente a los intentos de planificación como El Plan Director para el abastecimiento y saneamiento de aguas en el Sur de La Libertad, debido concretamente a la falta de datos fiables, estudios previos y información actualizada. Finalizado el Plan se observa en toda la zona una creciente demanda de suelo y agua sin que exista un estudio previo por parte de las autoridades competentes de demandas ya existentes y aun no cubiertas. No hay ninguna iniciativa gubernamental central de planificaciones más exhaustivas más allá del Plan Nación en esta zona y si en cambio un interés creciente exponencialmente por parte de las empresas constructoras de comprar suelo para construir residenciales.

En 1999 en la revista PRISMA un artículo de Raúl Artiaga (et al. 1999) señalaba ya entonces que el mayor problema que existe para los intentos de planificación de los recursos hídricos es la falta de conocimiento del sistema hidrológico de El Salvador. El conocimiento del recurso y la evaluación de las necesidades son una condición previa indispensable para una gestión integral y equilibrada del agua. En cualquier etapa del desarrollo de los recursos hídricos (planificación, diseño y operación), se necesitan datos hidrometeorológicos



---

básicos, tales como los registros históricos de precipitación, evaporación y escorrentía. Sin una base de datos mínima sobre el agua y sus usos, cualquier proceso de planificación y diseño sobre el mismo resultará inconsistente e incluso peligroso por las implicaciones humanas, económicas, sociales y ambientales.

Pero en el país, la ausencia de coherencia en la gestión del agua entre los grandes usuarios, resulta problemática a efectos de consolidar una base de datos sobre el recurso, ya que estos en forma compartimentada poseen la única base de datos e información básica del país respecto al agua. Y esta situación no ha cambiado.

En el ámbito político este tema como todo lo que implicó el planteamiento de un cambio en la legislación con una nueva política nacional de los recursos hídricos es objeto de debate desde que ya en diciembre de 1994, Carlos Perla, presidente entonces de ANDA, manifestó la necesidad de realizar una reforma del sector. En la actualidad se sigue debatiendo y los artículos alrededor de esta tema se suceden, y la situación actual no es mejor que hace 10 años.

Es interesante el artículo ambiental de CENTA (2002) donde afirma que *el Gobierno Central, con el apoyo y complacencia de los órganos legislativo y Judicial, ha retirado casi completamente de su agenda de trabajo, todas aquellas acciones que pudieran en una u otra forma mejorar la situación ambiental del país. Al analizar situaciones concretas como se detalla más adelante se puede afirmar que el desarrollo que promueve el gobierno, es un proceso donde se promueve los intereses económicos de las empresas en el corto plazo a costa del interés ecológico y social de las personas y el ambiente, a mediano y largo plazo. Como parte de todo este proceso están las intenciones de impulsar todos los tratados internacionales que favorecen el comercio y promueven la privatización, como el TLC, PPP, ALCA todo ello bajo la regulación de la OMC.*

*Como resultados concretos de estas macro decisiones se tienen muchos casos de incremento del deterioro ambiental o amenazas a los recursos como es el caso en la Sierra del Bálsamo entre otros:*

*El Gobierno Central y la Asamblea Legislativa siempre se opusieron a decretar a la Cordillera del Bálsamo como zona de protección ecológica. Tampoco se implementaron las medidas de mitigación y protección de las zonas afectadas y amenazadas por el terremoto del 2001. Más aún, se mantienen los permisos para el desarrollo de nuevos proyectos urbanísticos y la apertura de nuevas carreteras en esa zona. Y otros casos que nombra como la construcción del anillo periférico, etc.*

El interés por mejorar esta situación en la Sierra del Bálsamo lleva a ESF-CORDES a corto plazo a desarrollar sobre la base de un diagnóstico, una propuesta de protección de acuíferos y manantiales potenciales en el territorio de la Sierra del Bálsamo donde se ubican los tres municipios incluidos en la primera fase del Plan y así en los municipios que se vayan incluyendo en sucesivas fases. A largo plazo el interés es desarrollar y concretar la planificación en el ámbito hídrico, los estudios de los diversos usos del agua y su protección sobre la unidad territorial específica la cuenca hidrográfica, como espacio síntesis entre el suelo, la vegetación, la fauna y la intervención humana y desarrollar presupuestos de protección en base a este concepto.



Fotografía 39. Residencial Brisas de Zaragoza. Fuente propia (ESF-CORDES) (Julio-Sep 2002)

Hay que destacar que un estudio más exhaustivo de protección de fuentes y acuíferos se está ejecutando en la actualidad y el objetivo de esta tesina era tener presente el concepto de vulnerabilidad ambiental introduciendo esta cuestión en el Plan desde un inicio, teniendo como objetivo último la protección de cuencas y definir zonas de protección ambiental.

En esta tesina se plantea desarrollar proyectos de reforestación de las laderas y montañas contiguas a los manantiales proyectados como futuras captaciones de sistemas de abastecimiento diseñados en el Plan. Se proyecta reforestar franjas de extensión máxima 6 manzanas que equivalen a 45.000 m<sup>2</sup>. Los resultados que se esperan con esta primera actuación es mantener la cantidad y calidad del agua de las fuentes de abastecimiento de las comunidades y si cabe aumentarlas, que la población de las comunidades sea consciente de la importancia de conservar sus recursos naturales y actúe en consecuencia y que la infraestructura de los sistemas de abastecimiento no sufra daños por desprendimientos del terreno.

## 5.6 Propuestas de trabajo entorno al manejo de cuencas

En esta primera fase del Plan Director de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas en la Libertad Sur, Fase 1 por la metodología empleada en la obtención de datos con una estrategia municipal no se ha definido una propuesta de trabajo entorno al manejo de cuencas, pues falta conocer las zonas bajas de las cuencas, entre ellas las del Chilama (ver figura 8), aunque la visión estratégica entorno al manejo de recursos hídricos pasa por definir planes hidrológicos de cuenca. En una primera propuesta estos planes hidrológicos de cuenca deberán incluir los elementos siguientes:

- Una descripción general de las características de la demarcación hidrográfica que incluirá:

Para las aguas superficiales:

- Mapas con la localización y límites de las masas de agua.
- Mapas de la eco regiones y tipos de masas de agua superficial dentro de la cuenca hidrográfica.
- Identificación de las condiciones de referencia para los tipos de masas de agua superficiales.

Para las aguas subterráneas:

- Mapas con la localización y límites de las masas de agua subterránea.
- Un resumen de las presiones e incidencias significativas de las actividades humanas en el estado de las aguas superficiales y subterráneas, que incluya:
  - Una estimación de la contaminación de fuente puntual.
  - Una estimación de la contaminación de fuente difusa, incluido un resumen del uso del suelo
  - Una estimación de las presiones sobre el estado cuantitativo del agua, incluidas las extracciones.
  - Un análisis de otras incidencias de la actividad humana sobre el estado del agua.
- La identificación y elaboración de mapas de las zonas protegidas.
- Un mapa de redes de control relativas al estado de:
  - las aguas superficiales (ecológico y químico)
  - las aguas subterráneas (químico y cuantitativo)
  - zonas protegidas
- Una lista de los objetivos medioambientales para las aguas subterráneas, superficiales y de las zonas protegidas.
- Un resumen del análisis económico del uso del agua

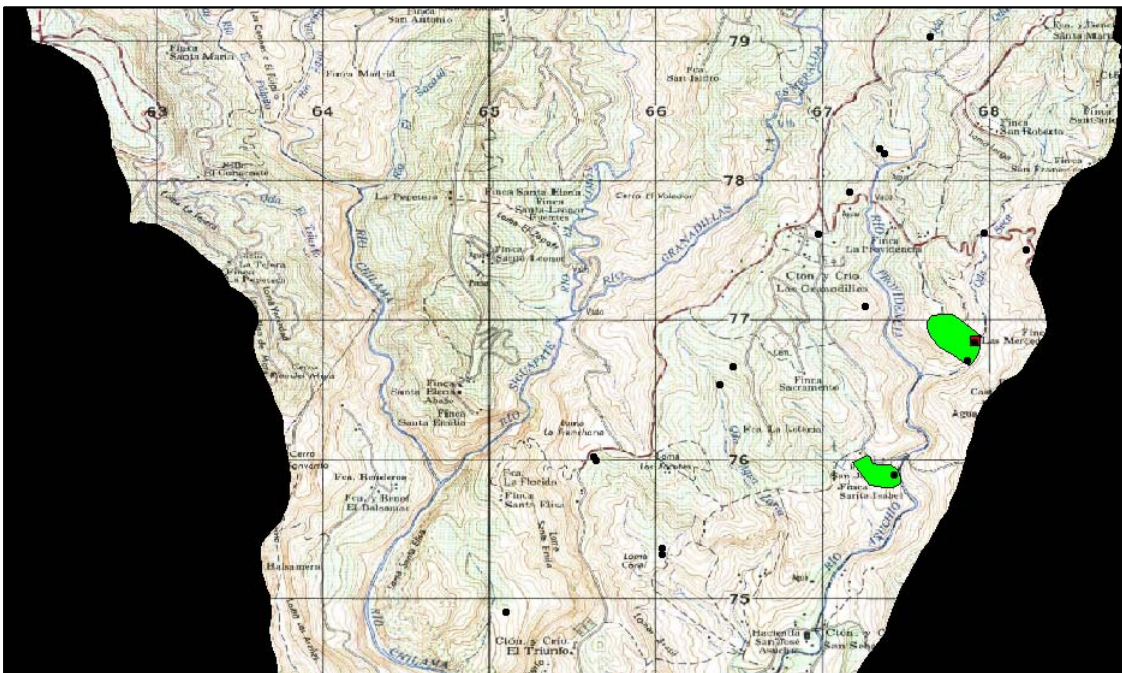


Figura 22. Reforestación de manantiales potenciales del río Asuchio. Falta definir áreas de protección ambiental (eco regiones). Elaboración propia

- 
- Un resumen del programa o programas de medidas adoptado que incluya los modos de conseguir los objetivos medioambientales, con:
    - un resumen de las medidas necesarias para aplicar la legislación salvadoreña sobre protección del agua.
    - un informe sobre las acciones prácticas y las medidas tomadas para la aplicación del principio de recuperación de los costes del uso del agua.
    - un resumen de los controles sobre la extracción y el embalse del agua
    - un resumen de los controles previstos para los vertidos de fuente puntual y otras actividades con incidencia en el estado del agua
    - una identificación de los casos en que se hayan autorizado vertidos directos en las aguas subterráneas
    - un resumen de las medidas tomadas para prevenir o reducir las repercusiones de los incidentes de contaminación accidental
    - detalles de las medidas complementarias consideradas necesarias para cumplir los objetivos medioambientales establecidos
    - detalles de las medidas tomadas para evitar un aumento de la contaminación de las aguas marinas
  - Un registro de los programas y planes hidrológicos más detallados relativos a subcuencas, sectores, cuestiones específicas o categorías de agua, acompañado de un resumen de sus contenidos.