

IDOM

# Evaluación ambiental de Alternativas para la captación

Proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y  
Alcantarillado Sanitario, departamento Nueva Segovia”

2015

Elaborado por: Dra. Juliana Jiménez

# 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la ciudad de Ocotal capta agua del río Dipilto, en el sitio conocido como Las Cabañas. Sin embargo, el caudal es insuficiente para abastecer al 100% de la población.

El proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para la ciudad de Ocotal, departamento de Nueva Segovia” forma parte del Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano (PISASH Fase I), este programa pretende mejorar la capacidad de captación y producción de agua potable.

El presente análisis ambiental de alternativas se enfoca en la ubicación propuesta para las captaciones, incluyendo las cuencas de drenajes de las fuentes de agua.

## 2. PROCESO DE VALORACIÓN Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

### 2.1 Ubicación de las alternativas

A continuación se presenta un mapa donde se muestra las ubicaciones de las cuatro opciones a evaluar.

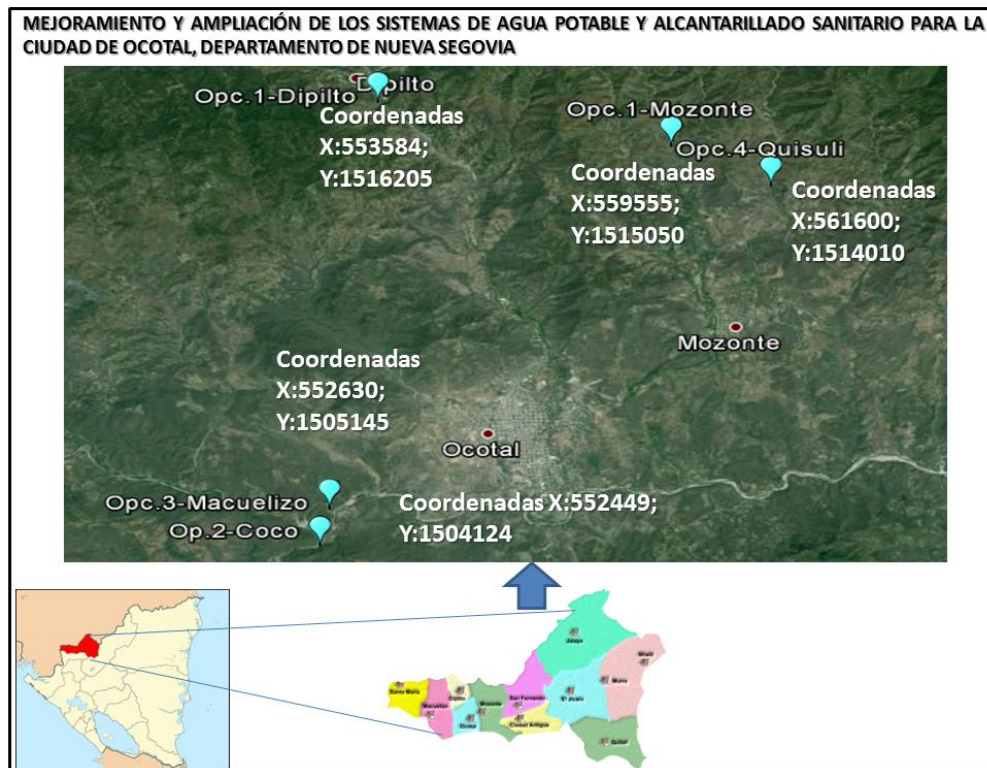


Figura 1. Ubicación de las cuatro opciones a evaluar.

## 2.2 Valoración de alternativas

La evaluación de alternativas, se basa en un proceso de comparación de estado, que toma como soporte la situación inicial del medio y proporciona las bases necesarias para la toma de decisiones, tanto para el equipo de diseño, evaluación, el dueño del proyecto, como el público interesado, (Milán, 2003).

Para la evaluación de alternativas se utiliza el método lógico con la información disponible, a partir de fundamentos cualitativos se persigue armonizar con los datos cuantitativos que permitan valorar las alternativas del proyecto. Para esta acción se utiliza la herramienta del porcentaje, asignándole el valor máximo de cien por ciento (100%) al que mayor alteración presente.

Para la definición de criterios de valoración se descartan aquellos que dan resultados semejantes. Un ejemplo de esos casos, es la calidad de agua, todas las fuentes sobrepasan las normas en similares tipos parámetros.

En esta valoración se considera los siguientes criterios para el análisis de alternativas:

- Porcentaje de demanda no cubierta por el caudal disponible (considerando la demanda para el año 2036)
- Porcentaje de suelos sometidos a agroquímicos producto de la agricultura en la cuenca de drenaje (aguas arriba del sitio de la captación)
- Volumen de agua que consume anualmente la población asentada en la cuenca o subcuenca
- Porcentaje de suelo no cubierto por bosque (latifoliado cerrado, pino cerrado, mixto y pino en regeneración)
- Número de posibles fuentes contaminantes (botaderos, rastro, pequeñas industrias y población asentada aguas arriba; a excepción del uso de agroquímicos)
- Número de infraestructura cercanas al embalse (500 m de radio)
- Nivel de necesidad infraestructura auxiliar; alta: 100%, media: 50% y baja: 25% (estación de bombeo o válvula de aires, cámara rompe presión, etc.)
- Nivel de estado de las vías de acceso; alta (100%) presenta mal estado y por lo tanto necesita labores de rehabilitación y obras de drenaje, media (50%) referida a caminos secundarios en regular estado que necesitan implementar obras de drenaje o actividades de rehabilitación y baja (0%) para caminos en buen estado
- Distancia entre el camino principal y acceso

Posteriormente los datos relevantes y de mayor elegibilidad para cada alternativa serán agrupados y mostrados en la tabla 1.

Tabla 1. Matriz original de los datos

Variables	Alter.O-1	Alter.O-2	Alter.O-3	Alter.O-4
Porcentaje de demanda no cubierta por el caudal disponible	37.28	86.20	82.98	89.36
Porcentaje de suelos sometidos a agroquímicos producto de la agricultura en la cuenca de drenaje	51.26	5.11	0.85	7.08
Volumen de agua que consume anualmente la población asentada en la cuenca o subcuenca	416355.50	2694769.45	186398.20	47778.50
Porcentaje de suelo no cubierto por bosque	66.84	96.64	86.50	47.66
Número de posibles fuentes contaminantes	6737	43443	3014	771
Nivel de necesidad infraestructura auxiliar	Bajo	Alto	Alto	Bajo
Número de infraestructura cercano al embalse	7	30	3	2
Número de veces que se utiliza la fuente por otros municipios	1	0	1	3
Nivel de estado de las vías de acceso	Bajo	Alto	Bajo	Medio
Distancia entre el camino principal y acceso	0.38	2.23	3	0.6

Dentro de los criterios valoración considerados, se enumeran los siguientes:

- Se realiza una aproximación cuantitativa sobre la base de una aproximación cualitativa;
- Se asigna un valor de rango o escala, siendo de 1 a 100;
- Se asigna un peso a cada factor de decisión.

Tabla 2. Factores de decisión

Componente	Factor de decisión	Unidad de medida
Agua/Social	Porcentaje de demanda no cubierta por el caudal disponible	%
Suelo/Calidad del agua	Porcentaje de suelos sometidos a agroquímicos producto de la agricultura en la cuenca de drenaje	%

Componente	Factor de decisión	Unidad de medida
Social/Agua	Volumen de agua que consume anualmente la población asentada en la cuenca o subcuenca	m <sup>3</sup> /año
Flora/Suelo	Porcentaje de suelo no cubierto por bosque	%
Suelo/Calidad del agua	Número de posibles fuentes contaminantes	Unidad
Aire/Consumo de energía eléctrica	Nivel de necesidad infraestructura auxiliar	%
Social	Número de infraestructura cercano al embalse	Unidad
Social/Agua	Número de veces que se utiliza la fuente por otros municipios	Unidad
Confort, seguridad ocupacional	Nivel de estado de las vías de acceso	%
Confort, seguridad ocupacional	Distancia entre el camino principal y el acceso	Km

Posteriormente se presenta en la tabla 3, la matriz de evaluación de alternativas que muestra los datos en porcentaje. El máximo porcentaje corresponde a la alternativa que presente mayor alteración al componente.

Tabla 3. Matriz de evaluación de alternativas

Variables	Alter.O-1	Alter.O-2	Alter.O-3	Alter.O-4
Porcentaje de demanda no cubierta por el caudal disponible	41.7	96.5	92.9	100
Porcentaje de suelos sometidos a agroquímicos producto de la agricultura en la cuenca de drenaje	100	10	1.7	13.8
Volumen de agua que consume anualmente la población asentada en la cuenca o subcuenca	15.5	100	6.9	1.8
Porcentaje de suelo no cubierto por bosque	69.16	100	89.5	49.3
Número de posibles fuentes contaminantes	15.5	100	7.0	1.7
Nivel de necesidad infraestructura auxiliar	25	100	100	25
Número de infraestructura cercano al embalse	23.3	100	10	6.7

<b>Variables</b>	<b>Alter.O-1</b>	<b>Alter.O-2</b>	<b>Alter.O-3</b>	<b>Alter.O-4</b>
<b>Número de veces que se utiliza la fuente por otros municipios</b>	33.3	0	33.3	100
<b>Nivel de estado de las vías de acceso</b>	0	100	0	50
<b>Distancia entre el camino principal y el acceso</b>	12.7	74.3	100	20
<b>Promedio</b>	33.62	78.08	44.13	36.83

En la tabla 4, se presenta el peso asignado a cada factor de decisión de acuerdo a su dominancia.

**Tabla 4. Factores de decisión**

<b>Variables</b>	<b>Peso</b>
<b>Porcentaje de demanda no cubierta por el caudal disponible</b>	6
<b>Porcentaje de suelos sometidos a agroquímicos producto de la agricultura en la cuenca de drenaje</b>	4
<b>Volumen de agua que consume anualmente la población asentada en la cuenca o subcuenca</b>	4
<b>Porcentaje de suelo no cubierto por bosque</b>	3
<b>Número de posibles fuentes contaminantes</b>	4
<b>Nivel necesidad de infraestructura auxiliar</b>	4
<b>Número de infraestructura cercano al embalse</b>	3
<b>Número de veces que se utiliza la fuente por otros municipios</b>	5
<b>Nivel de estado de las vías de acceso</b>	3
<b>Distancia entre el camino principal y el acceso</b>	2

Formula de Importancia para la evaluación de Alternativas:

$$I = \pm(6PDNC + 4PSSA + 4VACP + 3PSNB + 4NFC + 4NNIA + 3NICE + 5NUF + 3NEVA + 2DCPA) / 38$$

Dónde:

PDNC= Porcentaje de demanda no cubierta por el caudal disponible

PSSA= Porcentaje de suelos sometidos a agroquímicos producto de la agricultura en la cuenca de drenaje

VACP= Volumen de agua que consume anualmente la población asentada en la cuenca o subcuenca

PSNB= Porcentaje de suelo no cubierto por bosque

NFC= Número de posibles fuentes contaminantes

NNIA= Nivel de necesidad infraestructura auxiliar

NICE= Número de infraestructura cercano al embalse

NUF= Número de veces que se utiliza la fuente por otros municipios

NEVA= Nivel de estado de las vías de acceso

DCPA= Distancia entre el camino principal y el acceso

Se aprecia en la Tabla 5 el resumen de los resultados de la evaluación de alternativas donde la alternativa N° 1 es la menos impactante ambiente.

Tabla 5. Matriz de resultado de la evaluación de alternativas

Descripción	Alter. 1	Alter. 2	Alter. 3	Alter.4	Resultado
Valor Total	1343.5	2867.6	1684.8	1627.2	1880.8
Importancia Porcentaje	35.4	75.5	44.3	42.8	49.5
Valor Máximo de la Importancia					3800.0
Importancia de la Alternativa con Inconvenientes					75.5
Importancia de la Alternativa Conveniente					35.4
Alternativa con Inconvenientes					Alternativa 2
Alternativa Conveniente					Alternativa 1

Como se observa en la tabla anterior, la elección más conveniente corresponde a la **Alternativa 1**, la cual presenta un valor de importancia total de **35.4%**, valor que es considerablemente menor al más impactante (**75.5%**) correspondiente a la **Alternativa 2**.

### 2.3 Justificación

#### Alternativa 1: Opción 1 (Dipilto + Mozonte)

Los caudales de ambos ríos lograrían cubrir de forma inmediata la demanda en un 100% de la ciudad de Ocotlal, sin embargo para los años 2020 y 2036 presentaría un déficit. La localización de las captaciones en los ríos Dipilto y Mozonte permitirá que esta sea conducida hasta la PTAP actual por gravedad, ya que estos sitios están a mayor altura. Debido a la diferencia de altura es probable que se necesite incorporar válvulas de aire u otros dispositivos que regulen la concentración de aire y el nivel de presión en la tubería de conducción. En las figuras 2 y 3 se muestran las ubicaciones de las captaciones de los ríos Dipilto y Mozonte.



Figura 2. Ubicación de la obra de captación en el río Dipilto



Figura 3. Ubicación de la obra de captación en el río Mozonte

La población asentada en las subcuencas de los ríos Dipilto y Mozonte consume 416,355.50 m<sup>3</sup>/año de agua, se ilustra en la figura 4, uno de los usos del agua que dan los habitantes. El 74.68 % del suelo de la subcuenca del río Dipilto está ocupado por tacotales, pastizales, centros poblados, cultivos, café con sombra y bosque latifoliado abierto y bosque de pino abierto. Aproximadamente el 25.32% está cubierto por bosque de pino cerrado, bosque latifoliado cerrado y bosque mixto. Con respecto a la subcuenca del Río Mozonte.



**Figura 4. Niños bañándose en el río Dipilto**

En el caso de Mozonte, se encuentran tres infraestructuras cercanas al sitio donde se construirá la obra de captación. En cambio en la captación del río Dipilto distan a más de 450 m la más próxima, dentro del radio de 500 m hay cuatro infraestructuras. Los habitantes de las infraestructuras posiblemente sean afectadas con el ruido, el movimiento de maquinaria y equipos, etc.

El sitio de captación del río Dipilto no presenta asentamientos humanos a menos de 450 metros y se encuentra cercano a la carretera principal. En Mozonte se debe acceder a través de un camino secundario y recorrer una distancia aproximada de 0.38 km. El río Mozonte es utilizado para abastecer con agua al centro poblado de Mozonte.

Alrededor de 51.26% de los suelos en las cuencas de Dipilto y Mozonte son utilizados para el cultivo; además, en ambos sitios hay fuentes contaminantes referidas a pequeñas agroindustrias (beneficios de café), rastro municipales, mal manejo de desechos sólidos.



## **Alternativa 2: Opción 2 (Coco aguas arriba de la desembocadura del río Macuelizo)**

El punto de captación se encuentra por debajo de la altura de la planta potabilizadora nueva, esto potencialmente requerirá establecer estaciones de bombeo y se consumirá energía eléctrica. Además, la vía de acceso es un camino cauce, éste actualmente no es transitable durante todo el año, en consecuencia se necesitará implementar diferentes obras de protección y drenajes para habilitar la vía. En la figura 5, se ilustra la situación actual en el punto de captación propuesta.



**Figura 5. Ubicación de la obra de captación en el río Coco (aguas arriba de la afluencia del río Macuelizo)**

En la cuenca del río Coco está asentada 43,429 habitantes pertenecientes a los municipios de San José de Cusmapa, Las Sabanas, Totogalpa, Somoto y Macuelizo. Los habitantes extraen aguas arribas de la cuenca un volumen aproximado de 2,694,769.45 m<sup>3</sup>/año para utilizarlo en diversas actividades. Esta cuenca tiene el menor porcentaje de cobertura de bosque (3.36%) en comparación con las subcuencas de los ríos Dipilto, Mozonte, Macuelizo y Quisulí.

En el radio de 500 metros a la obra de captación se encuentra un caserío de aproximadamente 30 viviendas.

El caudal disponible de este río no cubre la demanda de la población de Ocotal. Aproximadamente el 5.11% del suelo, es utilizado para cultivos y entre las principales fuentes contaminantes esta: manejo inadecuado de desechos sólidos, disposición de aguas residuales domesticas en letrinas, deforestación por la extracción de leña, etc.

## **Alternativa 3: Opción 3 (Macuelizo)**

El caudal disponible del Macuelizo cubre alrededor del 17% de la demanda de la Ciudad de Ocotlán. Sin embargo, este cálculo está basado con respecto al aforo que se realizó en época lluviosa con un 20% menos, considerando la deforestación acelerada de la cuenca hidrográfica. El sitio seleccionado para la captación se encuentra a menor altura con respecto a la ubicación de la nueva planta potabilizadora, por ello potencialmente se requerirá de la instalación de estaciones de bombeo. En la figura 6, se ilustra la ubicación de la obra de captación en el río Macuelizo.



**Figura 6. Ubicación de la obra de captación en el río Macuelizo**

Alrededor de 3,004 personas están establecidos en la subcuenca del río Macuelizo y consumen 186,398 m<sup>3</sup> de agua al año. La subcuenca tiene solo un 13.50% de bosque, se detectó durante los reconocimientos de campo la extracción de leña por pobladores como se muestran en las figuras 7a y 7b.



**Figura 7a y 7b. Extracción de leña de la cuenca del río Macuelizo por pobladores de Ocotlán**

La vía de acceso se encuentra en buen estado; por lo tanto, no requerirá obras de rehabilitación. En los alrededores del punto de captación se encuentran solo tres viviendas, la posible afectación por ruido sería menor en comparación con las otros sitios.

Además, tiene pocas fuentes contaminantes siendo lo más importante el manejo inadecuado de desechos sólidos. En la cuenca del río Macuelizo solo 0.85% del suelo es utilizado para agricultura.

Las aguas del río Macuelizo son captadas por sus características termales para uso recreacional – medicinal, tal como se ilustra en la figura 8.



**Figura 8. Centro recreacional que extrae agua del río Macuelizo**

#### **Alternativa 4: Opción 4 (Quisulí)**

La cobertura de la demanda es menor al 20%, por tanto se requerirá de otras fuentes para cubrir la demanda actual y futura de la población. Debido a que se localiza a mayor altura que la planta actual, se puede conducir el agua por gravedad. Solo se identificaron dos infraestructuras que están cercanas a la obra, por lo que el posible incremento de ruido afecte en menor grado a la población. Es posible que se demande implementar obras auxiliares para disminuir la velocidad y controlar la presión del agua en la tubería.

En la figura 9, muestra vista panorámica del río Quisuli.



**Figura 9. Ubicación de la obra de captación en el río Quisulí**

A pesar que la distancia del camino principal a la obra de toma es menor a un kilómetro se precisa realizar actividades de mejoramiento de la vía de acceso, con el propósito que esta sea transitable durante todo el año.

La subcuenca del río Quisulí es la que tiene menor cantidad de población establecida y por lo tanto consumen solo 47778.50 m<sup>3</sup> de agua en el año. Presenta un porcentaje de cobertura boscosa de 52.34%.

Solo el 7.08% de suelo en la cuenca es utilizado para cultivo y su principal fuente contaminante es la agroindustria (beneficio de café). Las aguas del río Quisulí son captados por otras tres comunidades para consumo humano.

### **3. CONCLUSIONES**

Para el análisis de alternativas se persigue utilizar criterios que permitan seleccionar una opción que perjudique menos al ambiente.

Con el criterio de calidad de las aguas todos los parámetros que sobrepasan las normas son similares en las diferentes alternativas por lo tanto, no se ha recomendado la aplicación de ese criterio de valoración.

Dado que los criterios de selección se redactan considerando adversidades para la elección de captaciones, se nombra como criterio: porcentaje de suelo no cubierto por bosque para analizar la cobertura del bosque en la cuenca. Siendo la opción dos la menos favorable.

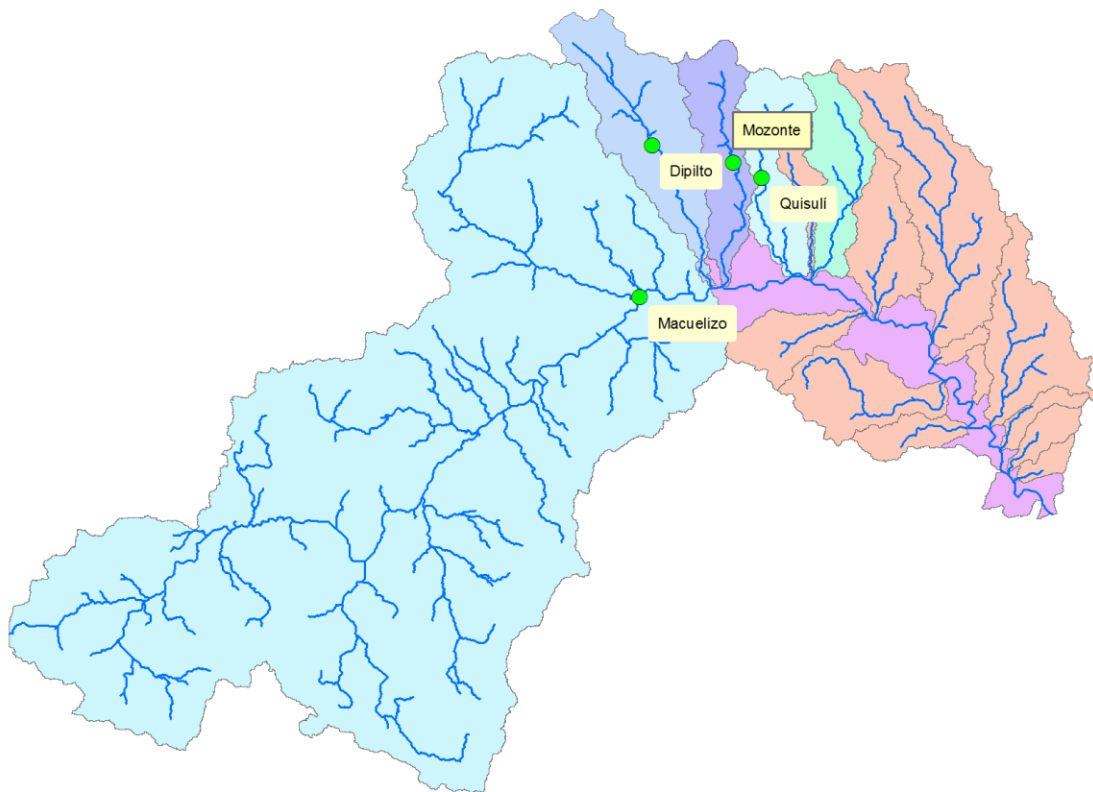
La población asentada en la cuenca fue considerada en el número de posibles fuentes contaminantes. El número de habitantes en la cuenca hidrográfica está

considerado indirectamente en el criterio de valoración: número de veces que se utiliza la fuente por otros municipios.

La cantidad de población asentada en la cuenca se logra asociar a otro elemento como lo es: volumen de consumo de agua per cápita para obtener un criterio de valoración que resulta de utilidad en el análisis de alternativas (Volumen de agua que consume anualmente la población asentada en la cuenca o subcuenca).

En cuanto al estudio de la capacidad de recarga hidráulica de la cuenca o subcuenca, la experiencia local y otros diversos estudios aportados por Enacal para el perfil del proyecto, (PRRAC, Lotti Lamsa) demuestran que la única opción de abastecimiento es mediante captación de aguas superficiales, ya que no hay caudales significativos de acuíferos subterráneos en la zona, debido a que la geología del terreno se compone de formaciones de granitos y rocas metamórficas paleozóicas (pizarras, esquistos, filitas y mármoles) de escasa permeabilidad. Por este motivo se ha realizado un análisis de capacidad de caudales de aguas superficiales que se incluyen en el apéndice correspondiente.

Se incluye a continuación mapa de cuencas y un cuadro resumen del estudio de la capacidad hidráulica de las aguas superficiales en cada caso:



Río	Caudal máximo (m <sup>3</sup> /s)	Caudal medio (m <sup>3</sup> /s)	5%	Caudal mínimo (m <sup>3</sup> /s)	Volumen min anual (Hm <sup>3</sup> )	Volumen medio anual (Hm <sup>3</sup> )	Volumen máx. anual (Hm <sup>3</sup> )
Coco (AA Macuelizo)	192.45	5.420	0.271	0.060	61.720	170.94	325.07
Coco (Achuapa)	241.43	6.439	0.322	0.690	87.852	205.22	370.10
Dipilto	13.70	0.372	0.0186	0.200	3.370	9.72	19.17
Achuapa	7.55	0.193	0.00965	0.045	0.700	3.70	7.59
La Jagua	4.70	0.105	0.00525	0.021	0.001	0.86	1.89
Macuelizo	30.57	0.860	0.043	0.160	10.113	27.45	51.20
Mozonte	8.54	0.222	0.0111	0.069	2.613	7.11	13.23
Quisulí	7.95	0.205	0.01025	0.045	2.407	6.55	12.19

Tabla No. 28 – Simulación de Cuenclas

Las opciones por si solas no cubren la demanda actual ni a futuro. La opción 1 referida a las captaciones en los ríos Dipilto y Mozonte tiene un menor grado de inconveniente. Sin embargo, esta opción solo cubre la demanda actual y al llegar al año 2020 presentaría un déficit.

Debido a lo antes mencionado, es preciso utilizar otras fuentes para el abastecimiento, siendo la que menor inconveniente muestra la opción 4 de forma inmediata y a largo plazo la opción 3.

Actualmente las poblaciones asentadas en las cuencas o subcuencas extraen agua de las cuatro fuentes de agua. En la subcuenca del río Quisulí aguas arribas habitan 770 personas y por lo tanto se extrae un volumen menor de agua.

La subcuenca del río Quisulí contiene el 32.43% de cobertura boscosa cerrada (entre latifoliadas y pinos). Esta Subcuenca es el de mayor porcentaje en comparación a las analizadas.

Si se utiliza el río Macuelizo es prioritario brindarle otra alternativa energética a la población de Ocotal, impulsando una política de manejo sostenible de los recursos aguas y bosques.

Es vital dejar el caudal ecológico para ser aprovechado de forma sostenible aguas abajo por los pobladores de otros municipios y/o comunidades; así como, la subsistencia de los bosques riparios y sus comunidades faunísticas conexas.