

**SERIE DE MONOGRAFÍAS UNICEF-CUBA**

No. 8

MES: SEPTIEMBRE

AÑO: 1994



**COSTOS DE CONSTRUCCION DE SISTEMAS  
DE ACUEDUCTOS RURALES.  
INCIDENCIA DE LA PARTICIPACION  
COMUNITARIA.**

ING. NORBERTO MILLÁN Y.

ING. LEONOR SOSA R.

ING. GULSIN KOPCHASAROVA K.

I.N.R.H. GRANMA

LOS AUTORES PERTENECEN AL GRUPO DE INVERSIONES Y DESARROLLO DE LA DIRECCIÓN PROVINCIAL DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE GRANMA, CON LA COLABORACIÓN DE LA OFICINA PARA CUBA DEL UNICEF.

202.7-16827

**LIBRARY IRC**  
PO Box 93190, 2509 AD THE HAGUE  
Tel.: +31 70 30 689 80  
Fax: +31 70 35 899 64  
BARCODE: 16027  
LO:

## ***INDICE***

	Página
Introducción .....	5
Objetivos .....	6
Determinación de los costos .....	7
Costo de depósitos reservorios y obras de toma .....	7
Costo de la instalación de tuberías .....	8
Costo de las tomas domiciliarias y llaves públicas .....	10
Costo de las casetas y abrigos para equipos y mandos .....	10
Valoración de equipos de bombeo .....	11
Construcción de pozos .....	11
Costo de los trabajos de proyecto y supervisión .....	11
Cálculo del costo de un sistema de acueducto .....	12
Valoración del aporte de la comunidad a la reducción del costo .....	16
Referencias .....	17

# COSTOS DE PRODUCCION DE SISTEMAS DE ACUEDUCTOS RURALES. INCIDENCIA DE LA PARTICIPACION COMUNITARIA.

ING. NORBERTO MILLÁN Y.

ING. LEONOR SOSA R.

ING. GULSIN KOPCHASAROVA K.

Grupo de INVERSIONES y DESARROLLO de LA DIRECCIÓN PROVINCIAL  
de ACUEDUCTO y ALCANTARILLADO de GRANMA

## INTRODUCCION

La construcción de acueductos rurales y en zonas periurbanas en la provincia Granma viene desarrollándose desde los años 60, luego del triunfo revolucionario de 1959, año en que comienza a dedicarse un mayor esfuerzo en el empeño de elevar el nivel de vida del campesinado cubano.

En Granma existen 328 comunidades rurales con población entre 200 y 2000 habitantes, en las que viven 171486 personas. Las comunidades rurales en que se han construido acueductos son 53, beneficiándose con ellos más de 45848 personas.

Las soluciones empleadas al inicio de la etapa variaban desde mejoras en fuentes de captación hasta la construcción de pequeños acueductos. Más adelante, con el auge que adquiere el sector de la construcción, se dedicó parte de la capacidad constructiva de la provincia a la ejecución de acueductos; ya en los últimos años, la participación de la comunidad en la solución de sus problemas ha devenido en actitud cotidiana, siendo ésta la vía más empleada en la actualidad para la construcción de acueductos y las acciones constructivas que en el orden de saneamiento se vienen ejecutando en el territorio de la provincia.

La actividad de abasto de agua potable y el saneamiento a la población está centralizada en el territorio en la Dirección Provincial de Acueducto y Alcantarillado, entidad estatal que administra los sistemas existentes y se ocupa de su operación y mantenimiento; esta Dirección Provincial se estructura a nivel local en las Direccio-

nes Municipales de Acueducto y Alcantarillado, existentes en cada uno de los trece municipios de la provincia, y de conjunto poseen recursos técnicos y pequeñas brigadas de construcción que apoyan los trabajos que se realizan con la participación de las comunidades.

Por su parte la forma local de gobierno son los Consejos Populares, determinados por la población de las diferentes zonas, los que a su vez están estructurados por varias circunscripciones, en cada una de las que se elige un Delegado. Estos Consejos Populares tienen experiencia en la movilización de la comunidad hacia trabajos de bacheo de calles, construcción de obras sociales, y en la construcción de sistemas de acueducto o mejoras de los mismos, y de dispositivos para el saneamiento ambiental.

En Granma, al igual que en el resto del país, la construcción de obras sociales, incluyendo las destinadas al abasto de agua potable y el saneamiento son financiadas por el estado cubano, sin que la comunidad participe de los costos de construcción. Una parte importante del financiamiento es proporcionada por la colaboración del UNICEF, lo que permite garantizar materia prima para la producción nacional de tuberías plásticas, adquisición de equipos de bombeo, y otros gastos necesarios.

Si bien la construcción de acueductos rurales y en zonas periurbanas data de los años 60, no es hasta la década de los 80 en que ésta adquiere auge, impulsada por los Proyectos de Colaboración Cuba-UNICEF.

Al inicio de estos proyectos de colaboración, la participación de la comunidad en ellos estuvo relegada a un segundo plano, dedicándose a la

ejecución de las obras empresas constructoras especializadas. El resultado obtenido desde el punto de vista de los costos fue malo por lo alto de los mismos, tampoco fue bueno en relación con la población beneficiada, ya que en doce años transcurridos con esta práctica solamente se concluyeron quince acueductos, los que beneficiaron una población de alrededor de 22000 habitantes. En estos casos se construyeron acueductos para poblaciones promedio de 1500 habitantes, en los que se instalaron unos 6.8 kms de tuberías por comunidad, en su totalidad de hierro fundido y galvanizado, con proyectos sobredimensionados tanto en longitud de tubería como en sus diámetros, realizados por entidades proyectistas contratadas para ello, lo que también contribuyó a elevar los costos, que resultaron a los precios vigentes (SPUC/92), del orden de los 378000 pesos por acueducto y en valores unitarios de 252.00 pesos por habitante, instalándose 4.5 m de tubería por persona. El tiempo promedio de duración de la construcción fue de 90 días.

Con el objetivo de reducir los costos, lo que lógicamente presupone la ventaja de poder hacer más en pro del beneficio de la comunidad, se utilizó su participación en los trabajos de construcción, empleando muchas de sus horas de asueto en labores de excavación, relleno de zanjas, instalación de tuberías y hasta en la construcción de reservorios, obras de captación e instalación de equipos de bombeo. De esta forma, la brigada de construcción provincial ha podido ser dividida en pequeños grupos de trabajo (cuadrillas) que participan según las necesidades en cada uno de los acueductos que se construyen.

Ha sido posible lograr un ahorro importante en los costos de construcción con el empleo de materiales de bajo costo comparativo, como en el caso de la tubería plástica de producción nacional, y la utilización de proyectos racionales y tecnología apropiada de bombeo y construcciones civiles.

Por consiguiente, es importante la consideración de formas de abaratar los costos y de multiplicar los resultados positivos, con el fin de reducir los costos unitarios o per cápita y tener una base en la que pueda sustentarse el poder alcanzar las metas que sobre el agua potable pretende el país para el año 2000.

## **OBJETIVOS**

Dentro del contexto anteriormente señalado, el presente trabajo tiene como objetivo principal el determinar los costos de la construcción de acueductos rurales y periurbanos con diferentes tecnologías y para los casos de realizarse el abasto con conexión domiciliaria o servicio público, dando cuenta por separado de los recursos en pesos y en USD necesarios para cada alternativa, permitiendo a los planificadores, instituciones públicas y organizaciones internacionales de cooperación que actúan en el sector del agua potable, el conocimiento de los recursos financieros que serían necesarios para una obra o un programa de obras a desarrollar en el país.

Para conseguir estos objetivos, inicialmente se realizó un análisis de los costos en que se incurrió en 38 acueductos rurales, lo que permitió calcular en valores porcentuales el costo de cada objeto de obra por separado, dentro de los que los principales son: obras de toma, pozos, tanques reservorios, tuberías de conducción, red de distribución e instalación de equipos de bombeo. Seguidamente se dedujo de cada uno de estos valores calculados el importe en USD necesarios para cada actividad por separado resultando para cada caso un valor total en pesos cubanos y la necesidad en USD para el financiamiento de la misma, ya que la mayoría de las materias primas necesarias y los equipos de bombeo deben adquirirse en el exterior.

Otro de los objetivos del trabajo fue el de determinar el ahorro que es capaz de lograr la participación de la comunidad en las labores de

construcción de acueductos, teniendo en cuenta las distintas acciones constructivas en que participa y deduciendo el valor de las mismas del costo total de la obra.

Es importante señalar que los costos per cápita que se han calculado se refieren a los de inversión (mano de obra, uso de equipos, materiales, etc) necesarios en las etapas de diseño, construcción y supervisión, sin considerar los de operación y mantenimiento de los mismos, por no ser objeto de este trabajo.

Para establecer las diferencias de costo debidas a diversos tipos de tecnología y tamaño de los sistemas, se tuvieron en cuenta los proyectos que se llevaron a cabo en 38 de ellos, los que cuentan con documentación técnica.

#### DETERMINACION DE LOS COSTOS

El cálculo de los costos en que se incurrió en las distintas obras analizadas se realizó tomando como base el Sistema Presupuestario Uniforme de

la Construcción (SPUC/92), los precios vigentes de materiales y equipos, los costos generales y de administración y los costos de construcción entre los que se incluyeron el transporte, facilidades temporales, y otros trabajos y gastos. Se tuvo en cuenta además el valor en USD de materiales y equipos que el país debe importar, así como el de los insumos necesarios para determinadas actividades como la de producción nacional de tubería plástica para lo que se adquiere en el extranjero la materia prima. Esto permitió obtener por separado para cada una de las principales actividades constructivas los costos en pesos cubanos y en USD. También se tuvo en cuenta el costo de los trabajos de asistencia técnica y proyectos.

#### *Costo de Depósitos Reservorios y Obras de Tomas*

En la tabla No. 1 se relacionan los depósitos y obras de toma en manantiales, construidos en distintos acueductos de la provincia, con el re-

**TABLA No. 1: DEPOSITOS Y OBRAS DE TOMA**

ACUEDUCTO	USUARIOS	CAPACIDAD (m <sup>3</sup> )	COSTO TOTAL		PER CAPITA	
			PESOS	USD	PESOS	USD
A. Colorado	252	5	536.00	16.08	2.12	0.06
Ojo de Toro	329	5	536.00	16.08	1.63	0.05
La Cartuja	307	10	1072.60	32.18	3.49	0.10
Durán	700	20	2145.20	64.35	3.06	0.09
El Naranjo	275	10	1287.10	38.61	4.68	0.14
Almacigón	78	5	665.30	19.95	8.52	0.25
Río Nuevo	366	10	1115.20	33.45	3.04	0.09
San Antonio	420	20	2176.80	65.30	5.18	0.15
La Manteca	208	5	538.72	16.16	2.59	0.08
Pueblo Nuevo	289	10	1245.20	37.35	4.30	0.12

sultado del costo en cada uno, calculado para cada una de las actividades realizadas, según el SPUC/92 y teniendo en cuenta los costos directos e indirectos en que se incurrió.

De aquí resulta cierta dispersión en los valores encontrados, motivado por las diferentes capacidades de los depósitos. Es por ello que es mejor analizar el costo por m<sup>3</sup> de capacidad, el que resultó como sigue:

3.43 USD. En el caso del costo en USD, se refiere a los valores de los insumos necesarios para producir el acero y el cemento, así como los gastos de combustible para su transportación hasta el lugar de trabajo. El resultado que se obtiene, por simple inspección, es que el costo en USD de esta actividad es alrededor de un 3.4% del costo en pesos calculado para el depósito de agua u obra de toma.

**TABLA No. 2: DEPOSITOS Y OBRAS DE TOMA**

ACUEDUCTO	CAPACIDAD (m <sup>3</sup> )	COSTO POR m <sup>3</sup>	
		PESOS	USD
A. Colorado	5	107.20	3.22
Ojo de Toro	5	107.20	3.22
La Cartuja	10	107.26	3.22
Durán	20	107.26	3.22
El Naranjo	10	128.71	3.86
Almacigón	5	133.06	3.99
Rio Nuevo	10	111.52	3.34
San Antonio	20	108.84	3.26
La Manteca	5	107.74	3.23
Pueblo Nuevo	10	124.52	3.73
PROMEDIO	-	114.33	3.43

Con el resultado que se obtiene, resulta mejor valorar la construcción de depósitos de agua y obras de toma en los que se utilice: acero, bloques de hormigón, cemento y áridos; el costo por metro cúbico de capacidad estimado con este indicador es aproximadamente igual a 114.33 pe-

***Costo de la Instalación de Tuberías***

Para calcular el valor de la tubería, se ha supuesto que la misma es plástica, por ser la más usual en el país actualmente. Los precios de esta tubería, por diámetros y calidad, son los vigen-

tes en la Empresa PLASTIMEC, de la ciudad de Cienfuegos y se consideran en una partida doble que tiene en cuenta el valor del financiamiento en USD y en moneda nacional para la producción de la misma.

El cálculo del costo de la tubería plástica y sus accesorios a instalar en los sistemas de acueductos se realizó tomando como base un índice promedio de 4m de tubos por habitante, resultado del análisis de los sistemas construidos en la provincia (Tabla No. 3). Debido a la diferencia de diámetros a utilizar en los distintos

sistemas, lo que cambia según las disponibilidades de agua, la población servida, la norma de consumo y el tipo de servicio que se brinda, entre otros, se consideró un diámetro equivalente, que posibilitara, mediante la norma de consumo de materia prima para el mismo, calcular el valor en moneda nacional y en USD necesarios para producir una cantidad cualquiera de tubería, sin tener en cuenta los diámetros reales necesarios. De esta forma, la norma de consumo media de materia prima para producir un metro de tubería equivalente resultó muy

**TABLA No. 3: TUBERIA Y ACCESORIOS INSTALADOS EN ACUEDUCTOS**

ACUEDUCTO	HABITANTES	LONGITUD (m)	m/HAB.	VALOR	
				PESOS	USD
A.Colorado	252	1500	6	2115	2055
Mije Hueco	352	1300	4	1833	1781
Pedro Pompa	815	4800	6	6768	6576
Pozo Cuadrado	564	1400	2	1974	1918
Flora	421	1300	3	1833	1781
Ojo de Toro	329	2500	8	3525	3425
La Cartuja	307	2400	8	3384	3288
Miradero	880	1500	2	2115	2055
Durán	700	6400	9	9024	8768
El Mamey	385	1100	3	1551	1507
El Naranjo	275	600	2	846	822
Nuevo Yao	1134	1500	2	2115	2055
Belic	1419	4130	3	5823	5658
Río Nuevo	366	1810	5	2552	2480
<b>TOTALES</b>	<b>8199</b>	<b>27920</b>	<b>4</b>	<b>39367</b>	<b>38250</b>

semejante a la del tubo PEAD 75 X 4.5 y su diámetro, de 63 mm.

Considerando además la producción de accesorios necesarios para la instalación de la tubería, tales como manguitos, reducidos y tees, se obtuvo que el costo de un metro lineal de tubería equivalente y sus accesorios es de 1.37 USD y 1.41 pesos, o de otra manera: el valor de un kilómetro de tubería plástica y sus accesorios puede estimarse igual a \$ 1410.00 y USD 1370.00.

El cálculo del costo de la excavación se realizó considerando una zanja con una profundidad media de 0.80 m y un ancho de 0.40 m, resultando entonces un volumen de excavación de 0.32 m<sup>3</sup> por metro de longitud. El relleno de la excavación, luego de colocada la tubería se tomó igual al 80% del volumen excavado. El valor de los trabajos de movimiento de tierra se tomó del SPUC/92, y es igual a \$ 7.85 el metro cúbico de excavación manual en roca blanda. Este indicador se considera aceptable, ya que en la generalidad de los casos analizados fue utilizada la excavación manual. Si se pretende utilizar la excavación mecanizada, entonces el valor del indicador disminuye alrededor del 60% según el SPUC/92.

El valor de los trabajos de instalación de la tubería no se ha considerado, ya que ellos son realizados por personal especializado de las cuadrillas, que recibe un salario fijo. De esta forma, el costo de la instalación de tuberías aquí determinado resulta ser el valor de la tubería y sus accesorios más el valor del movimiento de tierra.

El resultado final que se obtiene, resulta adecuado para el cálculo aproximado que se necesita realizar, y se deberá estimar por separado el valor de la tubería a instalar y sus accesorios, considerando el tubo equivalente, y por otra parte el valor del movimiento de tierra. El costo total de la instalación de la tubería sería entonces la suma de ambos valores.

### ***Costo de las Tomas Domiciliarias y Llaves Públicas***

Las tomas domiciliarias que se instalan en los sistemas de acueducto de la provincia son en su mayoría de elementos plásticos de producción nacional, con algunos accesorios de tuberías de hierro galvanizado tales como codos y niples imprescindibles para sostener las llaves (que son importadas). En el caso de las tomas públicas, también se utilizan plásticos y galvanizados pero en este caso debe construirse el puesto de toma con su drenaje, para evitar la acumulación de lodo en el mismo, lo que aumenta su costo, al utilizarse algunos otros materiales de construcción y realizarse otras acciones constructivas tales como excavación, albañilería, etc.

El costo promedio de una toma domiciliaria en nuestro caso es de \$ 17.00 y USD 8.75, considerando los materiales de importación (válvula reguladora, materia prima para plástico y niples, codos galvanizados, además de la llave de pila). Un puesto de toma público simple necesita para su construcción de \$ 33.90 y USD 8.75.

### ***Costo de las Casetas y Abrigos para Equipos y Mandos Eléctricos***

En los casos donde se requieren equipos de bombeo para extraer e impulsar agua, es necesario proteger los mismos.

Las casetas que se construyen en los sistemas de acueducto de Granma tienen una dimensión de 3 X 3 m<sup>2</sup> y un alto de 2.10 m. La cimentación se hace con técnicas de bajo consumo material, al igual que las paredes; para ello se utiliza el rajón y ladrillos prensados o bloques machihembrados, con una pequeña zapata y cerramiento en los que se utiliza el mínimo de acero, con muros de carga aligerada y cubierta de tejas de asbesto cemento.

Para las ventanas (2) se utilizan celosías de ladrillos y solamente la puerta utiliza madera. El piso se construye de un mortero fuerte de arena y cemento. Este tipo de caseta o de abrigo para equipos y mandos tiene un costo promedio de \$ 3000.00 y los insumos necesarios para producir el acero, cemento y las tejas de cubierta, se estiman con un valor de USD 180.00.

### ***Valoración de Equipos de Bombeo***

Los equipos de bombeo no tienen un precio standard en el mercado internacional. Su valor depende de muchos factores que no se tuvieron en cuenta para este trabajo. No obstante hemos tenido en cuenta el valor actual de diferentes equipos, considerando un equipo promedio para 5 l/seg de caudal y 30 m de carga.

Para estas características, una electrobomba horizontal cuesta entre 700.00-y 800.00 USD y si se trata de una bomba sumergible, su costo es muy cercano a los 2000 USD.

El molino de viento de producción nacional cuesta casi \$ 1600.00 y los insumos que se necesita importar para su producción en el país, alrededor de USD 960.00.

Las bombas de mano de producción nacional, por su parte cuestan USD 55.25 las del modelo No 55, y USD 18.06 las del modelo No 53. Por otra parte, una válvula de cierre de 100 mm cuesta USD 127.00 y un cheque horizontal del mismo diámetro USD 118.00.

Los componentes eléctricos para los equipos de bombeo (pizarras, interruptores, cables, etc.) son de importación y su precio oscila entre 300 y 750 USD.

### ***Construcción de Pozos***

En muchos casos es necesaria la construcción de uno o más pozos que abastezcan el sistema de acueducto, al no contar el lugar con fuentes superficiales en su cercanía o con

pozos criollos. En estos casos, la práctica en zonas como la provincia Granma determina, por las características de los suelos predominantes en ellos, la necesidad de utilizar camisas de hierro y columnas de filtros ranurados del mismo material, aunque en algunos casos es posible utilizar camisas plásticas debido a que el diámetro del pozo puede ser menor de 0.40 m.

En este caso, para una profundidad media de 40 m, el costo de los pozos suele ser igual a \$5000.00 y los gastos en laminado, soldaduras, ranurado y combustible para la perforación y el aforo, del orden de los USD 2000.00 por unidad con un diámetro final de 0.40 m, en el que el laminado utilizado sobrepasa las 11 ton.

### ***Costo de los Trabajos de Proyecto y Supervisión (Asistencia Técnica)***

Los sistemas de acueductos que se construyen necesitan de la elaboración de un proyecto debido a la complejidad que resulta en el lugar debido a diferentes causas. Al menos es imprescindible la realización de un levantamiento topográfico y la confección de algunos planos de trabajo. Luego, durante la ejecución de la obra, debe controlarse la misma mediante visitas de los técnicos. Del análisis efectuado en los acueductos construidos en la provincia se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- Los trabajos de levantamiento topográfico, proyecto y asistencia técnica en general resultan del orden de los \$ 1830 por sistema.
- Para cada obra es necesario realizar un promedio de cuatro visitas como mínimo, durante su ejecución, con un valor aproximado de \$ 224.00 cada una.
- No ha sido posible, por falta de datos y estimados, calcular el importe en USD para el

desarrollo de los trabajos de asistencia técnica, debido a que en ellos se consume combustible, papeles especiales para dibujos, tintas, etc, lo que complica mucho la realización del análisis de los costos por este concepto. De todas formas, es posible ignorarlos debido a su poca significación con respecto al total de USD necesarios para ejecutar una obra.

Durante la elaboración de los proyectos técnicos, se tienen en cuenta los análisis de las fuentes de agua y los requerimientos de potabilización de las mismas.

Por tanto, el costo estimado de la asistencia técnica estará formado por el número de visitas

que se realicen a la obra más los valores de los trabajos de topografía y proyecto.

#### CALCULO DEL COSTO ESTIMADO DE UN SISTEMA DE ACUEDUCTO

Como se señaló más arriba, en Granma existen 328 comunidades cuya población oscila entre 200 y 2000 habitantes. Sin embargo, la comunidad media de la provincia dentro de las de este rango poblacional resulta ser aquella que cuenta con una población de 450 habitantes, y es la que escogemos como comunidad tipo.

A continuación señalamos los procedimientos a seguir para estimar los costos de sistemas

**TABLA No. 4: CALCULO DE COSTOS ESTIMADOS**

ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTO	INDICADOR	
		PESOS	USD
Asistencia técnica	a) indicador X # de visitas	224.00	-
	b) indicador X # de acueductos	1830.00	-
	c) total= a + b	-	-
Obra de toma	a) indicador X vol. est. m <sup>3</sup>	11433	3.43
Depósitos de agua	b) indicador X vol. est. m <sup>3</sup>	114.33	3.43
Longitud de tubería	a) 4m X # de hab. (long en kms X valor indic)	1410.00	1370.00
	b) excavación=long X 0.32		
	c) relleno= b X 0.80 subtotal= b+c (m <sup>3</sup> )		
	d) indicador X m <sup>3</sup> exc. TOTAL=a + d	7.85	-
Tomas domiciliarias	a) indicador X # de tomas	17.00	8.75
Tomas públicas	a) cant:long. tub/ dist tomas (no mayor 300 m del usuario)		
	b) indicador X cant de tomas	33.90	8.75
Const. pozos	a) indicador X # pozos	5000.00	2000.00
Construcción caseta	a) indicador X # casetas	3000.00	180.00
Equipo de Bombeo	precio real	-	precio

de acueducto según la metodología propuesta, y los indicadores a utilizar.

Para el cálculo del costo de acueductos construidos en esta comunidad tipo, solamente se conoce su población. Analicemos diferentes variantes:

Población: 450 habitantes

Viviendas: 112 (450/4)

Tipo de fuente: a) Manantial por gravedad

b) Pozo con bombeo

Tipo de servicio: a) Tomas domiciliarias

b) Servicio público

Depósito de agua: 1X20 m<sup>3</sup>

CONCEPTO	VALOR ESTIMADO	
	PESOS	USD
a) ASISTENCIA TECNICA		
Levantamiento top. y proyecto	1830.00	-
Visitas de supervisión 4 X 224.00	896.00	-
Sub - Total	2726.00	-
b) OBRA DE TOMA ( 10 m <sup>3</sup> ) 10 X 114.33 y 10 X 3.43	1046.30	34.30
c) DEPOSITOS DE AGUA ( 20 m <sup>3</sup> ) 20 X 114.33 y 20 X 3.43	2092.60	68.60
d) LONGITUD DE TUBERIA A INSTALAR 4 X 450..... 1800 m -- 1.8 kms 1.8 X 1410.00 y 1.8 X 1370.00  Excavación: 0.32 X 1800 = 576 m <sup>3</sup> Relleno: 0.80 X 576 = 460.8 m <sup>3</sup>  Total mov. de tierra = 1036.8 m <sup>3</sup> 1036.8 X 7.85	2538.00	2466.00
Sub- total	10676.00	2466.00
e) TIPO DE SERVICIO		
Tomas domiciliarias 112 X 17.00 y 112 X 8.75	1904.00	980.00
Servicio público 1800 : 300 = 6 tomas 6 X 33.9 y 6 X 8.75	203.40	52.50
f) INSTALACION DE VALVULAS 3 X 127.00	-	381.00
g) CONSTRUCCION DE POZOS 1 X 5000.00 Y 1 X 2000.00	5000.00	2000.00
h) EQUIPO DE BOMBEO 1 bomba sumergible	-	2000.00
i) CASETA 1 X 3000.00 Y 1 X 180.00	3000.00	180.00

De aquí podemos calcular que para un sistema por gravedad en esta comunidad se necesita:

<b>CONCEPTO</b>	<b>PESOS</b>	<b>USD</b>
Asistencia técnica	2726.00	-
Obra de toma	1143.00	35.00
Depósito de agua	2093.00	69.00
Tubería y accesorios	2358.00	2466.00
Movimiento de tierra	8138.00	-
Instalación de válvulas	-	381.00
Caseta	3000.00	180.00
<b>SUB - TOTAL</b>	<b>19458.00</b>	<b>3131.00</b>
Con tomas domiciliarias	1904.00	980.00
<b>TOTALIZANDO</b>	<b>21362.00</b>	<b>4111.00</b>
Con servicio público	204.00	53.00
<b>TOTALIZANDO</b>	<b>19662.00</b>	<b>3184.00</b>

Si el sistema se construye a partir de una fuente subterránea en la que se instala una bomba sumergible resultarán los siguientes costos:

<b>CONCEPTO</b>	<b>PESOS</b>	<b>USD</b>
Asistencia técnica	2726.00	-
Construcción de pozos	5000.00	2000.00
Equipo de bombeo	-	2000.00
Depósito de agua	2093.00	69.00
Tuberías y accesorios	2538.00	2466.00
Movimiento de tierra	8138.00	-
Instalación de válvulas	-	381.00
Caseta	3000.00	180.00
<b>SUB - TOTAL</b>	<b>23495.00</b>	<b>7096.00</b>
Con tomas domiciliarias	1904.00	980.00
<b>TOTALIZANDO</b>	<b>25399.00</b>	<b>8076.00</b>
Con servicio público	204.00	53.00
<b>TOTALIZANDO</b>	<b>23699.00</b>	<b>7149.00</b>

También pueden estimarse de la misma manera, los costos en pesos y USD en que se incurrirá al poner en marcha un programa de construcción de sistemas de acueducto.

De la misma forma se llega al costo de los acueductos que se construyan para servir diferentes poblaciones, por ejemplo para comunidades de 500, 1000, 1500 y 2000 habitantes se obtienen los siguientes resultados:

Hay que destacar que el incremento del costo debido a una mayor población se debe en primer lugar al aumento de la longitud de la tubería a instalar y con ello a un mayor volumen de movimiento de tierra en los trabajos de excavación y relleno; el resto de los indicadores de costo permanece casi constante a excepción de los de conexiones domiciliarias y tomas públicas, que aumentan progresivamente con la población.

#### GRAVEDAD

Población (hab.)	Con tomas domiciliarias		Con servicio público	
	Pesos	USD	Pesos	USD
500	22949	4497	21062	3466
1000	36937	6847	33163	6756
1500	62788	15531	57093	11830
2000	112365	27085	104783	22953

#### BOMBEO

Población (hab.)	Con tomas domiciliarias		Con servicio público	
	Pesos	USD	Pesos	USD
500	26806	8463	24919	7432
1000	40794	12783	37020	10722
1500	66645	19497	60950	15796
2000	116222	31051	108640	26919

No debe olvidarse que en este trabajo se han determinado indicadores de costo que lógicamente tienen cierta desviación de los valores reales, en todos los casos por encima de éstos. Los precios de equipos de bombeo, accesorios y materias primas que se han considerado, son fijos en la actualidad, pero dependen de las fluctuaciones del mercado internacional. Si se utilizan equipos de bombeo de diferentes características a los propuestos, debe considerarse su valor real, que por supuesto siempre será en USD.

### **VALORACION DEL APORTE DE LA COMUNIDAD A LA REDUCCION DEL COSTO**

Comparativamente es indudable que el ahorro en los costos de construcción y montaje que se obtienen cuando la comunidad participa en las labores de ejecución de sus sistemas de acueducto es mayor que cuando ésta es relegada y en el proceso constructivo solamente interviene un constructor especializado. En la provincia Granma, el ahorro resultante de la participación comunitaria resultó ser de un 33% para la modalidad de servicio público y del 26% cuando la población se sirve con tomas domiciliarias.

Por otra parte, el resultado final que se obtiene cuando la participación comunitaria es elevada, es también satisfactorio al sentir y considerar la población que la obra realizada es suya, lo que contribuye al cuidado posterior de las instalaciones ya que todos velan por su correcto funcionamiento.

En nuestra provincia hemos visto cómo ancianos, mujeres y niños contribuyen según sus posibilidades en distintos trabajos junto al resto de la comunidad, elevándose la participación comunitaria hasta un 65% de la población de las comunidades. Hemos visto a la escuela de la comunidad (alumnos y maestros) trasladando organizadamente las tuberías hasta el lugar de su colocación y hemos vivido la

experiencia de toda una comunidad esperando el momento en que, por primera vez, verán fluir el agua por una canalización que además contribuyeron a construir. Hemos visto lágrimas de alegría en muchos rostros, por la emoción que causa el saber que en esa obra se puso el sudor propio, en muchos casos luego del quehacer diario en el duro trabajo del campo, o en un domingo, o quizás por las noches. Tenemos también experiencias casi increíbles como aquella de la comunidad que excavó casi seis kms de zanja en sólo tres días, o aquella otra que, para completar la tubería faltante no puso reparos en quitar los tubos de hierro galvanizado que sostenían sus antenas de televisión y los brindó desinteresadamente al equipo de instalación.

El análisis efectuado en los 38 acueductos en los que se empleó la participación comunitaria para la construcción de los mismos, y en los que ésta resultó significativa, posibilitó las siguientes conclusiones:

- 1.- La población promedio beneficiada por cada sistema fue de 628 habitantes.
- 2.- El promedio de tubería instalada por sistema fue de 2100 m.
- 3.- El costo promedio de construcción fue de \$ 15 904.00 y 4 209.00 USD.
- 4.- La longitud de tubería instalada por habitante fue de 4 m.
- 5.- El costo promedio per cápita fue de \$ 25.00 y 7.00 USD, aunque este indicador tiene muchas dispersiones.
- 6.- El aporte de los trabajos realizados por la comunidad en sus horas libres fue de alrededor de \$ 10 340.00 y 2 736.00 USD cada sistema, aunque en algunos fue

mayor, motivado por la utilización de tomas domiciliarias, lo que incrementó el volumen de los trabajos realizados.

7.- La media del aporte efectuado por los trabajos en que participó la comunidad (movimiento de tierra, instalación de tuberías y construcciones civiles) es del orden del

33% del valor total cuando el servicio es público y del 26% cuando se instalan tomas domiciliarias.

8.- El tiempo promedio de duración de los trabajos de construcción de un sistema fue de 24 días, teniendo en cuenta una población de 630 habitantes.

### REFERENCIAS

- Abastecimiento de agua mediante fuentes públicas. Centro Internacional de Referencia para Abastecimiento Público de Agua. La Haya, 1983.
- Participación y educación en programas de suministro comunitario de agua potable y saneamiento. La Haya, Países Bajos, junio 1984.
- Sistemas de abasto de agua para pequeñas comunidades. CEPIS/OPS/OMS. noviembre 1988.
- Participación comunitaria en abastecimiento de agua y saneamiento (concepto, estrategia y métodos). Centro Internacional de Referencia. La Haya, 1987.
- Sistema Presupuestario Uniforme de la Construcción. Ministerio de la Construcción. La Habana 1992.
- Censo de Población y Viviendas 1981. Comité Estatal de Estadísticas. Junio de 1983.
- Water Well Technology. Campbell-Lehr. Mc Graw-Hill 1977.
- Proyectos y Presupuestos confeccionados para 20 sistemas de acueductos rurales por el Centro Provincial de Investigación y Proyectos Hidráulicos. 1992-1993.
- Listados de precios vigentes. PLASTIMEC, Cienfuegos.
- Normas de consumo de materias primas para la producción de tuberías PEAD y PEBD. PLASTIMEC, Cienfuegos.
- Precios de equipos de bombeo y accesorios. CUBA-HIDRAULICA.
- Normas y regulaciones de la construcción. Ministerio de la Construcción. La Habana.

TABLA # 5- DATOS PRIMARIOS DE LAS COMUNIDADES

COMUNIDADES ANALIZADAS	LONGITUD DE TUB. (m) DIAMETRO (mm)						HoFo	VOLUMEN EXCAV m³	CONST DEPOS.	PILAS PUBL.	TOMAS DOMIC.	INST. VALV.	INST. E.BOMB	CONST. POZOS	INST. TANQUES	CONST. CASETA	AFORO POZO	CANT. VIAJES	DIAS/ABRIR ZANJAS	NUMERO HABITAN.	CANT. PARTIC.	m HAB
	110	90	75	50	25	16																
ARROYO COLORADO			300		1200		300	1	20	17	2						3	15	252	202	6	
EL MARTILLO						820	164		8	23	1						2	15	237	190	3	
MUE HUECO			400	800			260		4		1						1	7	352	282	4	
PEDRO POMPA			4000	200			960			86	1						1	10	815	652	6	
POZO CUADRADO			600				280		7		2	1	1			1	1	10	564	451	2	
FLORA			300	800			260		12		1						6	3	421	337	3	
OJO DE TORO					2300	200	500	1	10		2						2	7	329	263	8	
LA CARTUJA	1400			500	500		480	2	4		2						2	10	307	246	8	
MIRADERO				1000	500		300	1		36	1	1					2	10	880	704	2	
DURAN			3000	3000	200	200	1280	1	12		2						2	7	700	560	9	
EL MAMEY				600	500		220		8		3	1		1			2	7	385	308	3	
EL NARANJO				300	300		120	1	4		2	1	1	1	1	1	2	7	275	220	2	
ALMACIGON			500		100		120	1	4		1	1	1	1	1		2	7	78	62	8	
NUEVO YAO				1200	300	450	380		8	6	3	1		1	1	1	6	10	1134	907	2	
BELIC				3480	350	300	826		20		2						3	7	1419	1135	3	
RIO NUEVO			400	700		710	362	1	15								2	10	366	293	5	
SAN ANTONIO			990		400	150	528	1	12		1						3	4	420	366	6	
TURCIOS LIMAS				660	225	100	197		11		1						2	10	250	200	4	
26 DE JULIO			756	200	140	200	260		10						1		1	7	286	229	5	
LA PUPA				1500	100		1544		5								1	5	285	228	6	
LAS CAOBAS	2900		400	500		3920	1544			120	4						1	15	1800	1440	2	
AEROPUERTO VIEJO			400	350		370	224		6		1						1	10	387	310	3	
PUERTO RICO			1116		130	250	310		8	4	1						1	15	478	382	3	
MARCIAL JIMENEZ				1391	2000	900	859		16		2	1			1		1	20	1116	893	4	
LA GUANABANA				525		200	145		2			MOLINO		1			1	30	253	OBREROS	3	
LA MANTECA				450		160	122	1	3								1	30	208	OBREROS	3	
LAS CAJAS				370	185	215	154		10			B.MANO	3				2	15	252	222	3	
EL BON			990		400	150	308			100		1			1		2	10	1342	1074	1	
LA MARINA			2940		400	400	748			110							2	12	1840	1472	2	
LA PESQUERA			1800		500	300	520			130							2	15	2040	1632	1	
MANTA			1500		450	300	450			90							2	12	936	749	2	
LOS PINOS				800	500		260		8		2						2	9	650	520	2	
LA MANTECA			500	750		550	360		12	2	2	1		1	1		2	10	378	302	5	
MADRE VIEJA				860	60		172		8					2			1	7	460	368	3	
ORTEGA			40	800	853	368	412			68	1						3	12	272	218	8	
CORRALILLO			847	561	874		456			2	2						3	30	440	352	5	
PUEBLO NUEVO			569	108	403	710	358	1	14	2	2	1					3	14	289	232	6	
LA PRESA		600	200	860		1000	532			136	1				1		3	30	952	762	3	
TOTAL 38	2900	2000	21608	26305	13700	12513	1270	16051	12	219	932	46	11 E.B 1 M.V 2 B.M	7	6	8	3	3	12	18713	23848	4

TABLA # 6- RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANALISIS ECONOMICO

COMUNIDADES ANALIZADAS	NUMERO DE HABITANTES	TUB Y ACCESORIOS		MOV. DE TIERRA PESOS	T.DOMICILIARIA		P.PUBLICAS		CASETA		E. BOMBEO USD	CONST POZO		ASIST.TEC PESOS	TOTAL		C.UNITARIO	
		PESOS	USD		PESOS	PESOS	USD	PESOS	USD	PESOS		USD	PESOS		USD	PESOS	USD	PESOS
ARROYO COLORADO	252	2115	2055	6359	289	149	678	175	2					2644	12265	2379	49	9
EL MARTILLO	237	6839		3426	391	201	271	70	1					1584	12511	271	53	2
MUJE HUECO	352	1833	1781	5511	4		136	35	1					1160	8640	1816	25	5
PEDRO POMPA	815	6768	6576	20347	1462	753	86		1					1368	29941	7329	37	9
POZO CUADRADO	564	1974	1918	5935	7		237	61	2		6500	5000	2000	3092	16238	10479	29	19
FLORA	421	1833	1781	5511	12		407	105	1					3176	10927	1886	26	4
OJO DE TORO	329	3225	3425	10598	10		339	88	2					1800	16262	3513	49	11
LA CARTUJA	307	3384	3288	10174	4		136	35	2					1592	15286	3323	50	11
MIRADERO	880	2115	2055	6359	612	315	36		1		1500			1556	10642	3870	12	4
DURAN	700	9024	8768	27130	12		407	105	2					2644	39205	8873	56	13
EL MAMEY	385	1551	1507	4663	8		271	70	3		6500			2644	9129	8077	24	21
EL NARANJO	275	846	822	2543	4		136	35	3000	180	1500	5000	2000	2644	14169	4537	52	16
ALMACIGON	78	846	822	2543	4		136	35	3000	180	1	5000	2000	2178	13703	3037	176	39
NUEVO YAO	1134	2115	2055	6359	102	53	271	70	3000	180	1500	5000	2000	1656	18503	5858	16	5
BELIC	1419	5823	5658	17507	20		678	175	2					1692	25700	5833	18	4
RIO NUEVO	366	2552	2480	7673	15		509	131						1440	12174	2611	33	7
SAN ANTONIO	420	3722	3617	11191	12		407	105	1					1456	16776	3722	40	9
TURCIOS LIMAS	250	1389	1349	4175	11		373	96	1					1584	7521	1445	30	6
26 DE JULIO	286	1827	1776	5494	10		339	88	3000	180				648	11308	2044	40	7
LA PUPA	285	2256	2192	6782	5		170	44						1944	11152	2236	39	8
LAS CAOBAS	1800	10899	10590	32767	2040	1050	120		4					2736	48442	11640	27	6
AEROPUERTO VIEJO	387	1579	1534	4748	6		203	53	1					1304	7834	1587	20	4
PUERTO RICO	478	2180	2118	6553	68	35	271	70	1					1400	10472	2223	22	5
MARCIAL JIMENEZ	1116	6050	5879	18190	16		542	140	3000	180	1500			2600	31882	7699	29	7
LA GUANABANA	253	1022	993	3073	2		68	18			1500			1512	5675	2511	22	10
LA MANTECA	208	860	836	2586	3		102	26						1512	5060	862	24	4
LAS CAJAS	252	1086	1055	3264	10		339	88			1590	5000	2000	2644	12333	4733	50	19
EL BON	1342	2171	2110	6528	1700	875	100		3000	180	6500			2212	15611	9665	12	7
LA MARINA	1840	5273	5124	15854	1870	963	110							1846	24843	6047	14	3
LA PESQUERA	2040	3666	3562	11021	2210	1138	130							1846	18743	4700	9	2
MANTA	936	3173	3083	9538	1580	788	90							1846	16137	3871	17	4
LOS PINOS	650	1833	1781	5511	8		271	70	2					1846	9461	1851	15	3
LA MANTECA	378	2538	2466	7630	34	18	407	105	3000	180	1500			2998	18107	4269	48	11
MADRE VIEJA	460	1213	1178	3646	8		271	70						1152	62823	1248	14	3
ORTEGA	272	2906	2824	8737	1156	595	68		1					972	13771	3419	51	13
CORRALILLO	440	3218	3126	9673	34	18	2		2					1152	14077	3144	40	7
PUEBLO NUEVO	289	2524	2452	7588	34	18	475	123	3000	180	6500			1152	14773	2470	51	9
LA PRESA	952	3751	3644	11276	2312	1190	136		1					1448	18787	4834	20	5
TOTAL	23848	111440	108280	338463	15894	8159	8850	2286	24000	1440	11E.B 2B.M	36590	25000 10000	70680	604342	159946	25	7