

RESILIENCIA

Comunidades preparadas para enfrentar los desastres

Implementado por:



Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

unicef



World Vision

Por los niños

SOLUCIONES PRÁCTICAS



Financiado por la



Unión Europea
Ayuda Humanitaria
y Protección Civil

PROPUESTA: SANEAMIENTO ECOLÓGICO PRODUCTIVO

SANEAMIENTO ECOLÓGICO PRODUCTIVO CON ENFOQUE DE RESILIENCIA

1) INTRODUCCIÓN

Bolivia se encuentra inmersa en una carrera en el afán de satisfacer a las comunidades rurales a las demandas sociales en relación al sector de Agua y Saneamiento, con grandes avances en sector del Agua Potable, pero una debilidad que no puede superar en las comunidades rurales con menor a 500 habitantes es el saneamiento o sistemas de eliminación de excretas, donde el acceso a tecnologías eficientes es limitado por los altos costos de inversión en comunidades pequeñas, aunque se han ejecutado diferentes proyectos como las tecnologías como las LASF (Letrinas Ecológicas Secas Familiares) o baños ecológicos secos, especialmente para comunidades dispersas, las mismas que hasta ahora cuentan con muchas dificultades en cuanto al uso y manejo por parte de las familias de comunidades rurales dispersas y peor aún el de relacionarlo con el sector productivo, como es el caso de producción de compost o en su caso sean amigables con el medio ambiente, en este sentido se ve por necesario incorporar nuevas alternativas tecnológicas bajo un enfoque integral con el sector agropecuario y que proteja al medio ambiente, vale decir que los niveles de contaminación de los recursos hídricos se minimice a un máximo posible.

El alcantarillado sanitario implica altos costos de inversión, de operación y de mantenimiento, además, consume grandes cantidades de agua potable y si es mal manejado contamina las aguas superficiales, por otra parte los sistemas de tanques sépticos y letrinas contaminan las aguas subterráneas y/o superficiales, en función donde se realiza la descarga.

Según Schlick y Werner (Ecosan, 2002), los sistemas convencionales de eliminación de aguas residuales perjudican directamente la fertilidad del suelo, puesto que los valiosos nutrientes y oligoelementos contenidos en el excremento humano no suelen recanalizarse hacia la agricultura, incluso en aquellos lugares en que se usa los lodos de depuración para fines agrícolas, sólo una pequeña fracción de los nutrientes se reintroduce en las capas vitales del suelo. La mayoría queda destruida (por ejemplo, el nitrógeno) o ingresa a los cuerpos de agua, donde contamina el medioambiente.

Con frecuencia también el uso de los lodos de depuración de los sistemas centrales de aguas residuales es limitado debido a su contenido demasiado alto de metales pesados y otras sustancias peligrosas, que muchas veces es el resultado de mezclar aguas residuales de origen doméstico con las de provenientes de los sectores comercial, industrial y el agua pluvial que escurre por calles contaminadas.

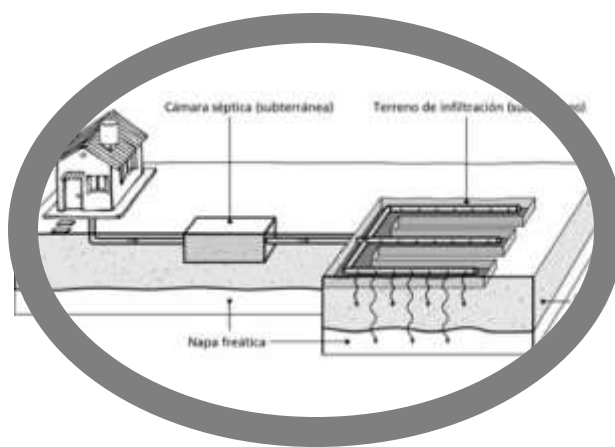
Las principales desventajas de los sistemas convencionales utilizados para el manejo de aguas residuales son:

- Altos costos de inversión, operación y mantenimiento.
- Contaminación de las aguas por nutrientes, sustancias peligrosas, patógenos, residuos farmacéuticos, hormonas.
- Pérdida de nutrientes y oligoelementos contenidos en las heces fecales, al realizar las descargas en las aguas superficiales y/o subterráneas.
- Empobrecimiento de los suelos agrícolas por la dependencia a los fertilizantes químicos.



- Estimulación a la migración a comunidades con mayor concentración de población y abandono de sistemas de cultivo tradicionales.
- Formación de cordones marginales de pobreza en zonas urbanas y ciudades.

Ante esta situación surge la necesidad de replantear los sistemas de manejo de excretas por medio de la introducción de nuevas alternativas ecológicas y que cierren el ciclo ecológico del saneamiento, vale decir: eliminación, manejo y disposición final de las heces fecales, introduciéndonos al saneamiento ecológico, éste parte de un enfoque alternativo con una nueva filosofía, la cual consiste en eliminar las excretas humanas y devolver la materia orgánica a los suelos de cultivo tradicional, con el fin de disminuir la contaminación y recuperar los nutrientes, como un ciclo cerrado en donde la excreta humana es considerada como un recurso seguro y libre de patógenos, además permite usar el agua donde previamente se ha controlado la contaminación.



2) OBJETIVOS

2.1.) OBJETIVO GENERAL

- Contribuir en el aumento de la cobertura de saneamiento en comunidades rurales del valle alto del Departamento de Cochabamba, a través de la introducción de alternativas tecnológicas ecológicas y medioambientalmente beneficiosas, fomentando la agricultura sana y eliminación del uso de fertilizantes químicos.

2.2.) OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Concientizar a las poblaciones rurales, sobre las nuevas alternativas tecnológicas ecológicas para la eliminación de excretas.
- Cerrar el ciclo de saneamiento devolviendo la materia orgánica a las tierras de cultivo a través de alternativas tecnológicas de saneamiento, devolviendo la materia orgánica a las tierras de cultivo y disminuyendo la utilización de fertilizantes químicos.

3) BENEFICIOS DE LA INNOVACIÓN

Las principales ventajas en el uso de estas alternativas tecnológicas ecológicas son:

- Reutilización (extracción higiénicamente segura y uso de nutrientes, oligoelementos, agua y energía).
- Conservación de recursos (sustitución de fertilizantes, minimización de la contaminación del agua).
- Enfoque interdisciplinario e integral (manejo de aguas residuales domésticas, conservación de recursos, protección ambiental, planeamiento urbano, agricultura –urbana-, irrigación, seguridad alimentaria, promoción de la pequeña empresa, higiene)
- Ciclo de flujo de materiales en lugar de eliminación.



4) DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN

Como se ha comentado, las aguas residuales domiciliarias constituyen un problema de salud pública, un problema medio ambiental que necesita ser solucionado a la brevedad posible.

Una alternativa tecnológica sencilla y económica es recurrir a un sistema de tratamiento ecológico en él, la depuración de las aguas residuales se fundamenta en los siguientes conceptos:

- Las aguas residuales domiciliarias, tal como salen de la casa, contienen distintos contaminantes que, de no ser tratados, pueden afectar nuestra salud y la calidad del ambiente en el que vivimos.
- Entre estos contaminantes encontramos: Microorganismos patógenos (bacterias, virus, parásitos) que producen enfermedades como la hepatitis, cólera, disentería, diarreas, giardiasis, etc.
- Materia orgánica (materia fecal, papel higiénico, restos de alimentos, jabones y detergentes) que consume el oxígeno del agua y produce malos olores.
- Nutrientes que propician el desarrollo desmedido de algas y malezas acuáticas en arroyos, ríos y lagunas.
- Otros contaminantes como aceites, ácidos, pinturas, solventes, venenos, etc., que alteran el ciclo de vida de las comunidades acuáticas.

Por tanto, esta alternativa tecnológica está diseñada para permitir que los sólidos se sedimenten y se separen del líquido, logrando una digestión limitada de la materia orgánica, y almacenando los sólidos mientras que el líquido clarificado pasa a las fases adicionales de tratamiento y disposición y en este proceso se libera gas metano, vale decir que el sistema Separa las aguas grises en tres componentes, sólidos, líquidos y gases.

Los sólidos, estos se acumulan y pueden ser tratados para la elaboración de compost orgánico a través de un proceso de estabilización.

Líquidos, los líquidos clarificados una vez separados y tratados en las cámaras sépticas, pasan a las zanjas de infiltración para su disposición final.

Gases, Los gases producto del proceso anaeróbico, es liberada a través de un tubo de ventilación hacia la atmósfera y a una altura adecuada.

4.1. COMPONENTES

Esta alternativa tecnológica de saneamiento ecológico, se basa 3 partes fundamentales una a continuación de otra (Figura 1):

1ra. Parte: Tres cámaras o tanques plásticos de 200 a 1.000 Litros, que hacen la función de Tanques sépticos en donde se retienen y digiere el material orgánico sólido.

2da. Parte: Terreno de infiltración que distribuye los líquidos en un área grande del suelo.

3ra. Parte: El suelo, por debajo del terreno de infiltración, que filtra y completa la depuración del agua.



4.1.1. CÁMARAS SÉPTICAS

Las cámaras sépticas, son compartimientos herméticos que funcionan siempre llenos, por rebalse: a medida que entra agua residual desde la casa, una cantidad igual sale por el otro extremo (ver Figura 2).

El agua residual que entra a la cámara lleva sólidos pesados, que se depositan en el fondo del primer Tanque formando una capa de lodo, y los sólidos livianos que flotan y generan una costra en la superficie del agua, el lodo y la costra quedan retenidos y no salen con el efluente.

En la cámara se retiene entre el 70% a 80 % de los sólidos que arrastra el agua residual, los que serán digeridos por las bacterias que allí se desarrollan.

Este proceso se repite en las dos cámaras que siguen a la primera con partículas más pequeñas que no sedimentaron en el primer tanque, reteniendo hasta el 90% de sólidos y al final del tercer tanque el agua que sale de la cámara se ve más clara, pero aún contiene microorganismos patógenos, nutrientes y otros contaminantes.

Para proteger la salud y el ambiente, estos líquidos todavía requieren un tratamiento adicional que se produce en los siguientes dos componentes del sistema ecológico.

4.1.2. TERRENO DE INFILTRACIÓN

El agua residual que sale de la cámara séptica pasa y se distribuye por el terreno de infiltración. Este consiste en una red de tubería de PVC que contienen perforaciones, colocados en zanjas rellenas con material poroso (que puede ser grava, escombros o piedra partida) y tapadas con tierra. El agua sale por las perforaciones de los caños y pasa a través del material de relleno donde colonias de microorganismos absorben y digieren los contaminantes. Finalmente llega al fondo de las zanjas y penetra en el suelo. (Figura 3)

4.1.3. EL SUELO COMO FILTRO

El suelo funciona como un *filtro* que retiene y elimina partículas muy finas. La flora bacteriana que crece sobre las partículas de tierra, absorbe y se alimenta de las sustancias disueltas en el agua. Después de atravesar 1,20 m de suelo, el tratamiento del agua residual se ha completado y se incorpora purificada al agua subterránea. (Ver Figura 4).

El suelo está formado por granos de distintos tamaños (arenas, limos y arcillas) entre los que quedan espacios vacíos (poros). También contiene restos de animales y plantas (materia orgánica).

Según el tamaño de los granos, el suelo tiene más o menos capacidad de infiltración de agua por tener esta estructura, realiza un tratamiento físico (filtración) y biológico (degradación bacteriana) de las aguas residuales.

Al pasar a través del suelo, muchas partículas que se encuentran en el agua residual son retenidas dado que su tamaño es mayor al de los poros. Las partículas más pequeñas y algunas moléculas quedan adheridas a los granos del suelo por sus cargas eléctricas. Algunos nutrientes como el fósforo, comunes en las aguas



residuales, se combinan con otros minerales presentes en el suelo que contienen calcio, hierro y aluminio, quedando así retenidos, e impidiendo que pasen a las aguas subterráneas.

Por otro lado, el suelo contiene una comunidad de bacterias, protozoos y hongos, que puede alimentarse de los nutrientes y de la materia orgánica (contaminantes) del agua residual. Cuando lo hacen, los contaminantes son consumidos y desaparecen del agua quedando ésta más limpia. Este proceso es mucho más eficiente si se hace con oxígeno.

Por lo tanto, es de suma importancia que el suelo en el terreno de infiltración no esté inundado, ni saturado con agua.

El suelo es un ambiente muy hostil para los microbios patógenos (causantes de enfermedad) que vienen con las aguas domiciliarias. Cuando son retenidos en el suelo estos agentes patógenos mueren por los cambios de temperatura y de humedad, por la falta de alimento adecuado, atacados por los antibióticos producidos por los hongos del suelo o comidos por protozoos.

En una instalación bien diseñada, construida y mantenida, los patógenos serán destruidos y los sólidos filtrados. Los nutrientes como el fósforo y el amonio serán absorbidos por las partículas del suelo mientras que los nitratos pueden migrar hasta los niveles freáticos.

Figura # 1

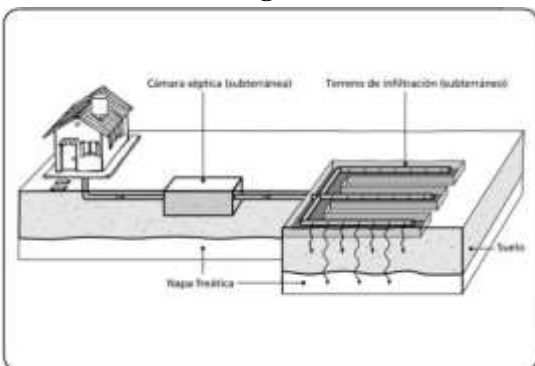


Figura # 2

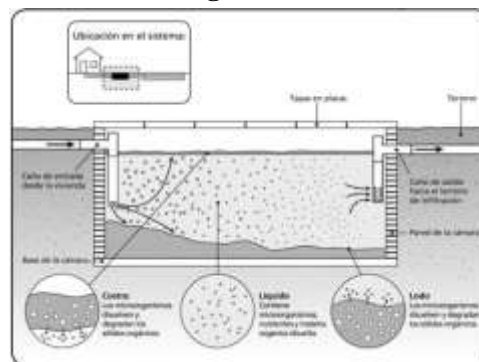


Figura # 3

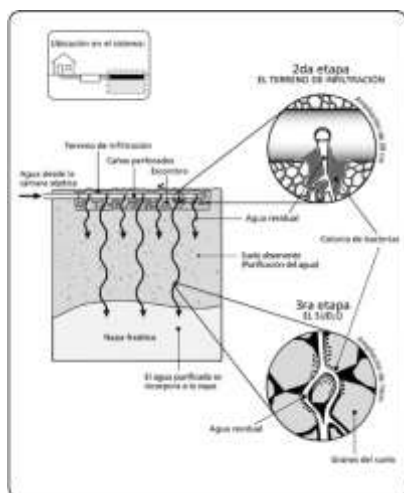
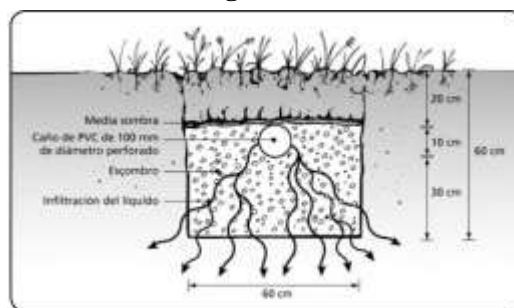


Figura # 4



4.1.4. TERRENO ADECUADO PARA HACER EL TRATAMIENTO

Como las aguas residuales van a terminar infiltrándose en el suelo, antes de decidir la construcción del sistema de tratamiento debemos tener en cuenta dos condiciones básicas para comprobar si el lugar es adecuado o no.

- La profundidad de la napa freática.
- La capacidad de infiltración del agua en el suelo.

1- PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA Para que el tratamiento sea eficiente, el agua residual debe atravesar como mínimo una distancia de 1,20 m de suelo seco entre el fondo de las zanjas y la napa freática. Para comprobar si nuestro terreno cumple esta condición hacemos una perforación de 2 m con una pala vizcachera. **Si aflora agua desde el fondo del pozo, el terreno no es adecuado y no se podrá construir el tratamiento.** Si no se observa agua a esa profundidad, el terreno puede ser adecuado. (ver Figura 6) Como el nivel de la napa freática varía estacionalmente con las lluvias, es recomendable consultar con algún vecino que trabaje en la zona haciendo perforaciones para cimientos o pozos ciegos, para conocer la variación normal del nivel a lo largo del año.

2- Ensayo de infiltración

El otro aspecto importante es saber cuánta agua puede absorber el suelo por día. Para eso hacemos un *ensayo de infiltración*. Se trata de una práctica sencilla, que realizamos a través de los siguientes pasos (ver Figura 5):

a- Cavamos 6 pozos

La capacidad de infiltración del agua en el suelo puede variar mucho en pocos metros de distancia dentro del mismo terreno. Por eso, en el lugar elegido para el tratamiento, cavamos como mínimo 6 pozos de 30 cm de diámetro y de 60 cm de profundidad. No es muy importante que la forma y el diámetro de los pozos sean exactamente iguales, pero sí la profundidad. Deben estar distribuidos cubriendo el lugar destinado al tratamiento. Se pueden hacer con una pala vizcachera o una pala de punta.

Figura 5

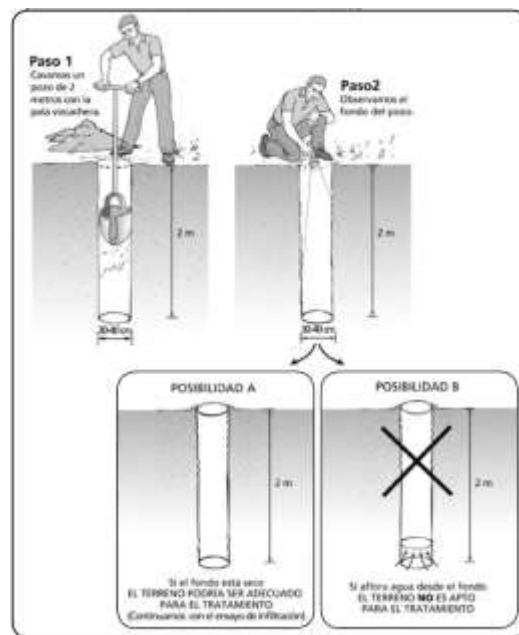
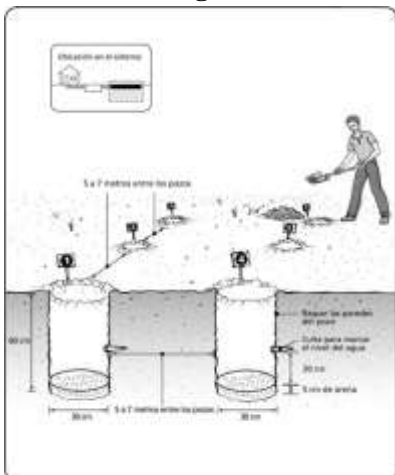




Fig. 6



Una vez hechos los pozos, raspamos sus paredes con un elemento filoso para eliminar la superficie compactada que deja la pala. Luego sacamos la tierra suelta y colocamos 5 cm de arena en el fondo. Por último, en la pared del pozo, a 20 cm por encima de la arena, clavamos una pequeña cuña de madera o un palito que nos servirá como marca de referencia para las mediciones.

(Figura 6)

b- Saturamos el suelo

Cuando el agua desplaza el aire y ocupa el espacio entre los granos del suelo, decimos que el suelo está saturado. En esa condición el suelo tiene su menor capacidad de infiltración. Por eso el ensayo de infiltración lo hacemos con el suelo alrededor de los pozos totalmente saturado. Este

proceso de saturación puede demorar muchas horas dependiendo del tipo de suelo. Una vez hechos los pozos, comenzamos a agregarles agua.

Al principio la tierra la absorbe muy rápido y luego cada vez más lentamente. Debemos llenarlos y mantenerlos con agua por encima de la cuña durante 12 horas. Para ello podemos colocar un bidón perforado o con la tapa floja, que gotee y mantenga un aporte permanente de agua durante la noche. (Figura 7) Conviene comenzar a humedecer los pozos por la tarde para realizar las mediciones a la mañana siguiente.

Figura 7



c- Medimos la capacidad de infiltración del agua en el suelo

Después de 12 horas de saturación del suelo, medimos la capacidad de infiltración.

Para ello en la boca de cada pozo armamos un pequeño arco con maderas como el de la Figura 8. La varilla horizontal debe quedar bien fija, cruzada sobre la boca del pozo, a unos 35 cm por encima del nivel del terreno y por lo tanto a unos 70 cm por encima de la cuña clavada en la pared del pozo.

Numeramos los pozos y procedemos de la siguiente manera:

Comenzamos con el pozo número 1 ajustamos el nivel de agua hasta la cuña.

Para ello agregamos o sacamos agua según corresponda.

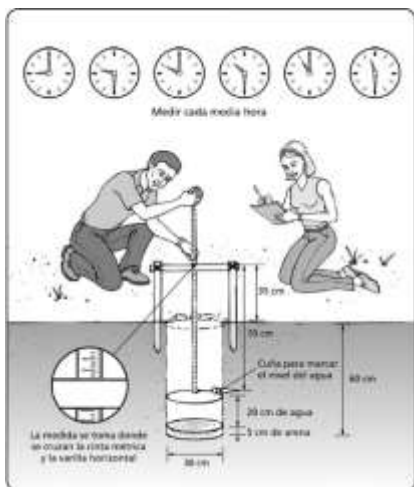
Con el agua al nivel de la cuña medimos con una cinta métrica la distancia entre la superficie del agua y la varilla con la mayor precisión posible. Para ello introducimos la cinta en forma vertical junto al centro de la varilla, hasta que la punta toque la superficie del agua en el centro del pozo.

Cuidando que no se mueva la cinta, tomamos la medida por encima de la varilla, leyendo los centímetros milímetros (Figura 8).



Anotamos en la planilla la hora y la **medida Inicial** del nivel (Planilla Ejemplo, columnas 2 y 3).

Figura 8



Esperamos 30 minutos. Durante este período de espera hacemos lo mismo (pasos 1 y 2) en los otros pozos, en forma sucesiva y ordenada. La medición en cada pozo lleva unos pocos minutos, de manera que se pueden medir todos antes de tener que volver al primero. (ver Planilla Ejemplo)

Cumplidos los 30 minutos medimos nuevamente en el pozo 1 la distancia entre la varilla y la superficie del agua, anotamos en la planilla la hora y la **medida 2**, y completamos el pozo con agua hasta la cuña.

Repetimos los pasos 3 y 4 en el resto de los pozos y continuamos hasta realizar seis mediciones en cada pozo y completar la planilla. Si las últimas tres medidas no difieren en más de medio centímetro (5 mm)

entre sí (infiltración constante), damos por terminado el ensayo. De lo contrario seguimos midiendo hasta lograr infiltración constante.

Como después de cada medición completamos el nivel de agua hasta la cuña, todas las mediciones del mismo pozo deben ser aproximadamente iguales. Las diferencias se deben a pequeños cambios en la capacidad de infiltración.

Las medidas entre distintos pozos pueden ser muy diferentes. Eso se debe a diferencias del suelo de un lugar a otro.

Calculamos la capacidad de infiltración del terreno

Una vez concluido el ensayo de infiltración, con los datos obtenidos podemos calcular la capacidad de infiltración de nuestro terreno. Para ello seguimos los siguientes pasos:

- Calculamos las diferencias de cada medida con la medida inicial y las anotamos en la planilla. (Columna 4).
- Calculamos el promedio de las tres últimas diferencias. Para ello sumamos los últimos tres valores y los dividimos por 3. (Columna 5).
- Los 30 minutos transcurridos entre las mediciones los dividimos por el promedio obtenido en cada pozo. Estos resultados nos dicen el tiempo que tarda el suelo en absorber un cm de agua (min/cm) en cada pozo. (Columna 6).
- Finalmente, para llegar a la **capacidad de infiltración del terreno** tenemos que promediar los valores obtenidos en todos los pozos. (Cálculo en la base de la tabla) Ese promedio es el resultado del ensayo de infiltración.

El terreno se considera apto si el tiempo para absorber 1 cm de agua es de **entre 2 y 24 minutos**.



IMPORTANTE: Si el resultado del ensayo de infiltración está fuera de ese intervalo, no podemos utilizar este método de tratamiento.

En nuestro caso (Planilla Ejemplo) el tiempo para absorber 1 cm de agua fue de 10,6 minutos, o sea que nos encontramos con un **suelo adecuado** para aplicar esta tecnología.

PLANILLA EJEMPLO PARA MEDIR EL CÁLCULO DE INFILTRACIÓN

COLUMNA 1 POZO	COLUMNA 2 HORA	COLUMNA 3 MEDIDA DEL NIVEL (cm)	CÁLCULO DE CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN DEL TERRENO		
			COLUMNA 4	COLUMNA 5	COLUMNA 6
1	9:00	Inicial 70	Diferencia entre mediciones (cm):	Promedio de las 3 últimas diferencias de nivel:	POZO 1 (min/cm): PROMEDIO $30 \div (3,8) = 7,9$
	9:30	2 75,5	A. (Medición 2) - (Inicial) = 5,5	$\begin{matrix} C & D & E \\ (4) & + & (3,8) & + & (3,6) & = & 11,4 \\ \hline & & & & & & \text{PROMEDIO} \\ & & & & & & (11,4) \div 3 = 3,8 \end{matrix}$	
	10:00	3 75	B. (Medición 3) - (Inicial) = 5		
	10:30	4 74	C. (Medición 4) - (Inicial) = 4		
	11:00	5 73,8	D. (Medición 5) - (Inicial) = 3,8		
	11:30	6 73,6	E. (Medición 6) - (Inicial) = 3,6		
2	9:02	Inicial 72	Diferencia entre mediciones (cm):	Promedio de las 3 últimas diferencias de nivel:	POZO 2 (min/cm): PROMEDIO $30 \div (2) = 15$
	9:32	2 75	A. (Medición 2) - (Inicial) = 3	$\begin{matrix} C & D & E & F \\ (1,9) & + & (2) & + & (2) & = & 5,9 \\ \hline & & & & & & \text{PROMEDIO} \\ & & & & & & (5,9) \div 3 = 2 \end{matrix}$	
	10:03	3 74,5	B. (Medición 3) - (Inicial) = 2,5		
	10:32	4 73,9	C. (Medición 4) - (Inicial) = 1,9		
	11:02	5 74	D. (Medición 5) - (Inicial) = 2		
	11:33	6 74	E. (Medición 6) - (Inicial) = 2		
3	9:05	Inicial 72	Diferencia entre mediciones (cm):	Promedio de las 3 últimas diferencias de nivel:	POZO 3 (min/cm): PROMEDIO $30 \div (2,4) = 12,5$
	9:35	2 74,5	A. (Medición 2) - (Inicial) = 2,5	$\begin{matrix} C & D & E \\ (2,5) & + & (2,4) & + & (2,3) & = & 7,2 \\ \hline & & & & & & \text{PROMEDIO} \\ & & & & & & (7,2) \div 3 = 2,4 \end{matrix}$	
	10:05	3 74,5	B. (Medición 3) - (Inicial) = 2,5		
	10:35	4 74,5	C. (Medición 4) - (Inicial) = 2,5		
	11:06	5 74,4	D. (Medición 5) - (Inicial) = 2,4		
	11:35	6 74,3	E. (Medición 6) - (Inicial) = 2,3		
4	9:07	Inicial 70	Diferencia entre mediciones (cm):	Promedio de las 3 últimas diferencias de nivel:	POZO 4 (min/cm): PROMEDIO $30 \div (4,3) = 6,9$
	9:37	2 74,9	A. (Medición 2) - (Inicial) = 4,9	$\begin{matrix} C & D & E \\ (4,6) & + & (4,4) & + & (4) & = & 13 \\ \hline & & & & & & \text{PROMEDIO} \\ & & & & & & (13) \div 3 = 4,3 \end{matrix}$	
	10:08	3 74,9	B. (Medición 3) - (Inicial) = 4,9		
	10:37	4 74,6	C. (Medición 4) - (Inicial) = 4,6		
	11:07	5 74,4	D. (Medición 5) - (Inicial) = 4,4		
	11:37	6 74	E. (Medición 6) - (Inicial) = 4		
5	9:10	Inicial 69	Diferencia entre mediciones (cm):	Promedio de las 3 últimas diferencias de nivel:	POZO 5 (min/cm): PROMEDIO $30 \div (2,7) = 11,1$
	9:40	2 73,4	A. (Medición 2) - (Inicial) = 4,4	$\begin{matrix} C & D & E \\ (2,8) & + & (2,7) & + & (2,5) & = & 8 \\ \hline & & & & & & \text{PROMEDIO} \\ & & & & & & (8) \div 3 = 2,7 \end{matrix}$	
	10:10	3 72,7	B. (Medición 3) - (Inicial) = 3,7		
	10:40	4 71,8	C. (Medición 4) - (Inicial) = 2,8		
	11:10	5 71,7	D. (Medición 5) - (Inicial) = 2,7		
	11:40	6 71,5	E. (Medición 6) - (Inicial) = 2,5		
6	9:12	Inicial 71	Diferencia entre mediciones (cm):	Promedio de las 3 últimas diferencias de nivel:	POZO 6 (min/cm): PROMEDIO $30 \div (3) = 10$
	9:42	2 75,8	A. (Medición 2) - (Inicial) = 4,8	$\begin{matrix} C & D & E \\ (3,2) & + & (2,8) & + & (3) & = & 9 \\ \hline & & & & & & \text{PROMEDIO} \\ & & & & & & (9) \div 3 = 3 \end{matrix}$	
	10:13	3 75	B. (Medición 3) - (Inicial) = 4		
	10:42	4 74,2	C. (Medición 4) - (Inicial) = 3,2		
	11:12	5 73,8	D. (Medición 5) - (Inicial) = 2,8		
	11:42	6 74	E. (Medición 6) - (Inicial) = 3		

CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN DEL TERRENO (min/cm):					
POZO 1	POZO 2	POZO 3	POZO 4	POZO 5	POZO 6
7,9	15	12,5	6,9	11,1	10
$(7,9 + 15 + 12,5 + 6,9 + 11,1 + 10) \div 6 = 10,6$					



4.1.5. PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO

Para poner en marcha el sistema sólo debemos conectar el caño de salida de la casa a la cámara séptica, cuando la cámara se llene, el excedente comenzará a pasar al terreno de infiltración por gravedad. Los microorganismos que realizan el trabajo de depuración biológica llegan al sistema con las aguas residuales. No es necesario agregar ningún producto.

Tanto en la cámara séptica como en el terreno de infiltración las bacterias encontrarán las condiciones adecuadas, se multiplicarán y formarán una colonia muy numerosa que hará el trabajo de depuración. Esos organismos no son afectados por cantidades normales de los productos de limpieza utilizados en cualquier casa (lavandina, detergentes, desinfectantes para pisos, etc.) y los pueden degradar. No obstante, como se trata de un sistema biológico, no debemos destapar las cañerías con agua caliente y soda cáustica, ni volcar en los desagües sustancias agresivas como ácidos, solventes (thinner, aguarrás), venenos (insecticidas, plaguicidas) u otros tóxicos (pinturas, aceites).

Recomendaciones: Si usamos menos agua el sistema funcionará mejor. Por eso es muy importante cuidar que no queden canillas goteando y depósitos de inodoro perdiendo. Además de cuidar nuestra instalación, estaremos haciendo un uso racional del agua.

Es recomendable dejar marcado el terreno ocupado por el tratamiento y la ubicación de las zanjas mediante estacas o cualquier otro objeto visible. Si en el futuro tenemos que cavar para poner una planta o un cantero de flores debemos cuidar de hacerlo en el espacio entre las zanjas, ya que sobre ellas hay apenas 20 cm de tierra y con la pala podemos romper los caños.

Mantenimiento

Mientras no se noten olores o salidas de agua, los tanques deben revisarse una vez por año, destapando los tanques y medir la altura de los lodos acumulados, es recomendable vaciarla cada 3-5 años. El terreno de infiltración no requiere mantenimiento mientras no se vea aflorar agua en el terreno.

Un terreno bien diseñado y construido debe funcionar sin inconvenientes al menos por diez años.

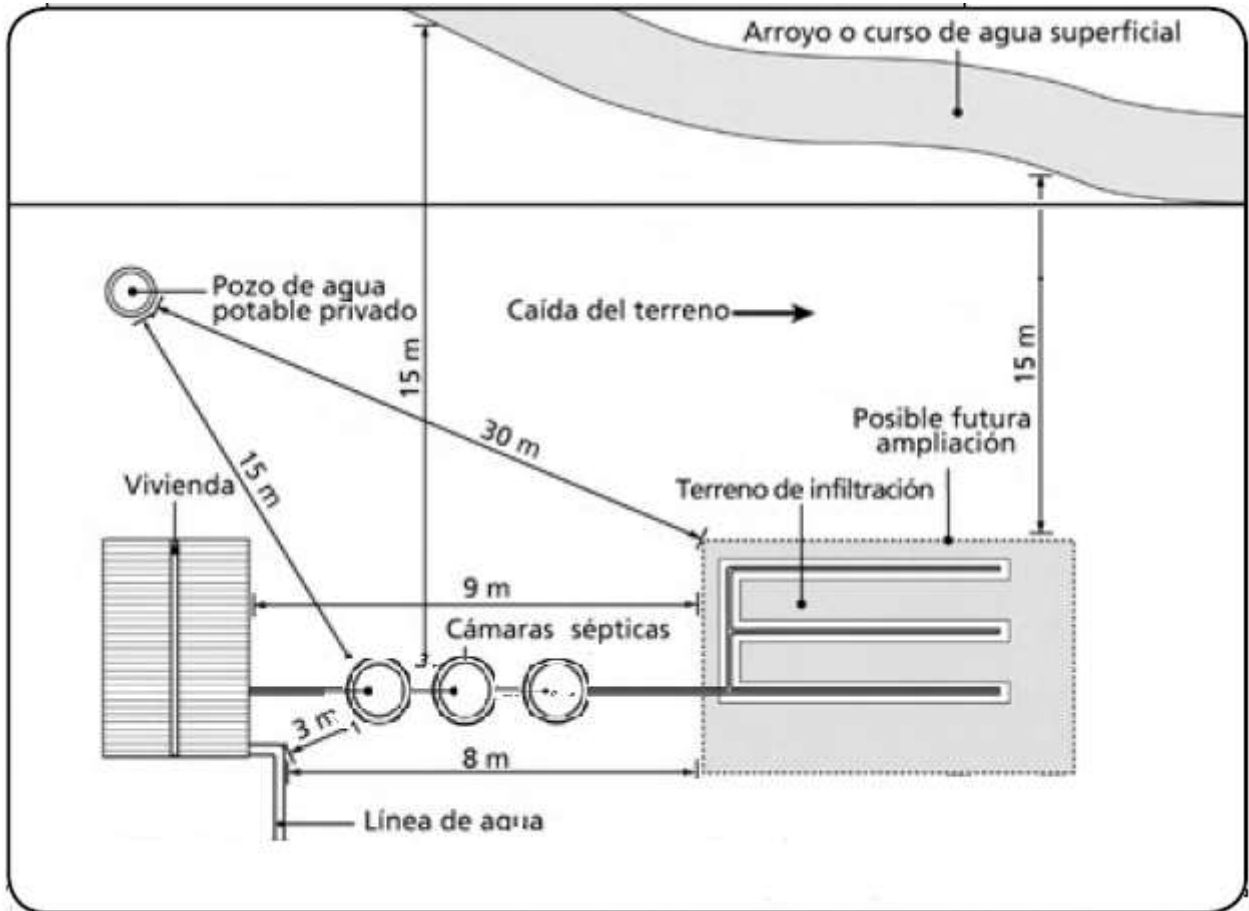


5) ESQUEMA DE LA INNOVACIÓN



6) PLANOS DETALLADOS DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS QUE SE REQUIEREN PARA LA INNOVACIÓN


PLANO # 1
PLANO GENERAL DE CONSTRUCCIÓN Y ÁREA DE EMPLAZAMIENTO



CUADRO # 1



REQUERIMIENTO DE TUBERÍA PVC PARA LAS ZANJAS DE INFILTRACIÓN

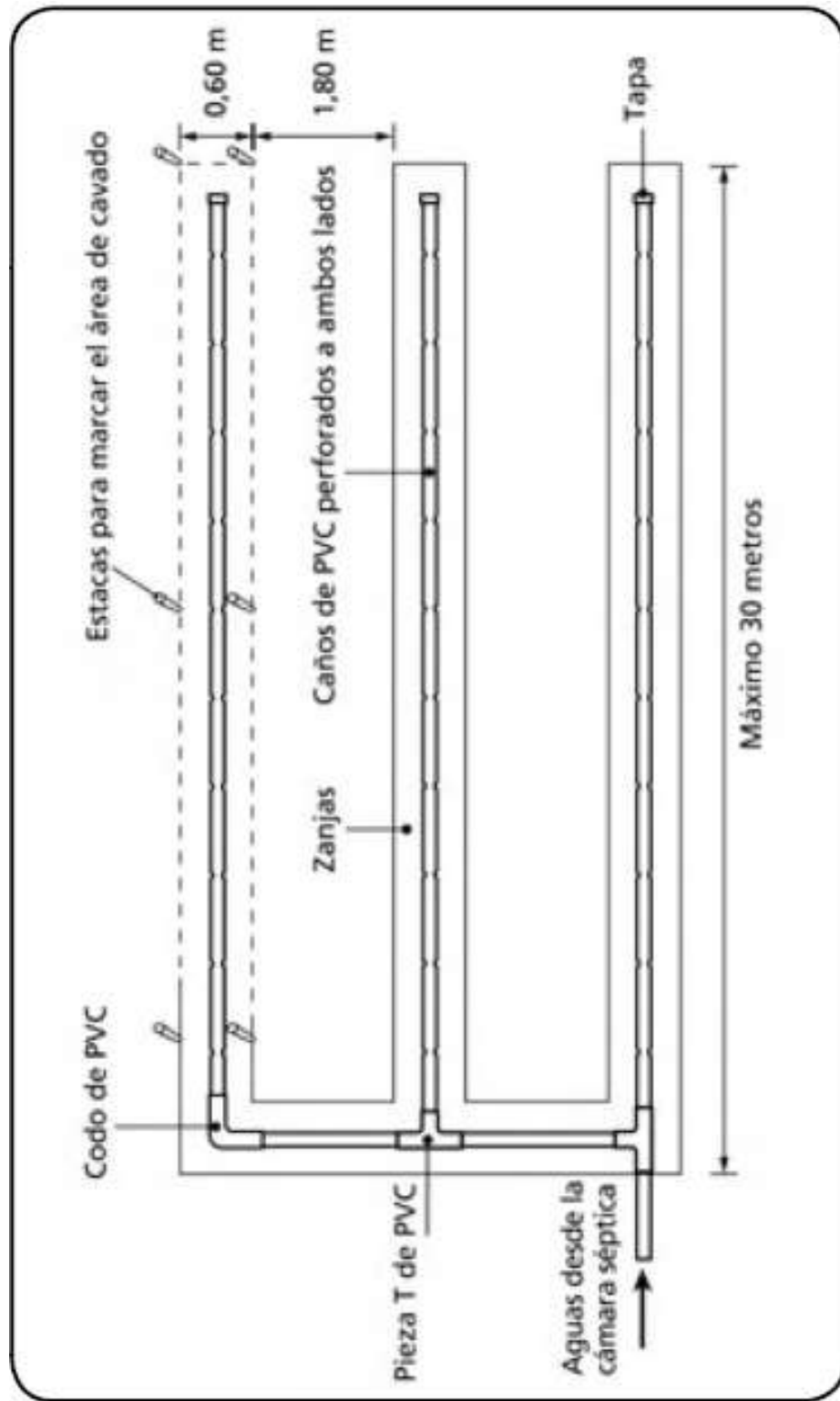


Capacidad de infiltración del terreno (min/cm)	Largo de zanja (m)	Largo de zanja (m)	Largo de zanja (m)	Largo de zanja (m)
Intervalo	1 persona	2 personas	3 personas	4 personas
2	8	16	25	33
3	9	17	26	35
4	9	18	27	36
5	10	19	29	38
6	10	20	30	40
7	11	21	32	42
8	11	22	33	44
9	11	23	34	46
10	12	24	36	48
11	12	25	37	49
12	13	26	39	51
13	13	27	40	53
14	14	28	41	55
15	14	28	43	57
16	15	29	44	59
17	15	30	45	61
18	16	31	47	63
19	16	32	48	64
20	17	33	50	66
21	17	34	51	68
22	17	35	52	70
23	18	36	54	72
24	18	37	55	74

PLANO # 2



DETALLE DE INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍA DE PVC Y ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE LAS ZANJAS DE INFILTRACIÓN



PLANO # 3

ALTERNATIVAS PARA EL EMPLAZAMIENTO DE LAS ZANJAS DE INFILTRACIÓN

Configuraciones posibles de cañerías:



1 caño solo



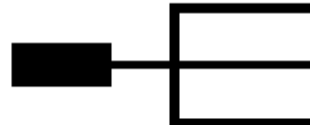
1 caño con 2 ramificaciones acodadas



1 caño con 1 ramificación acodada



1 caño con 2 ramificaciones perpendiculares



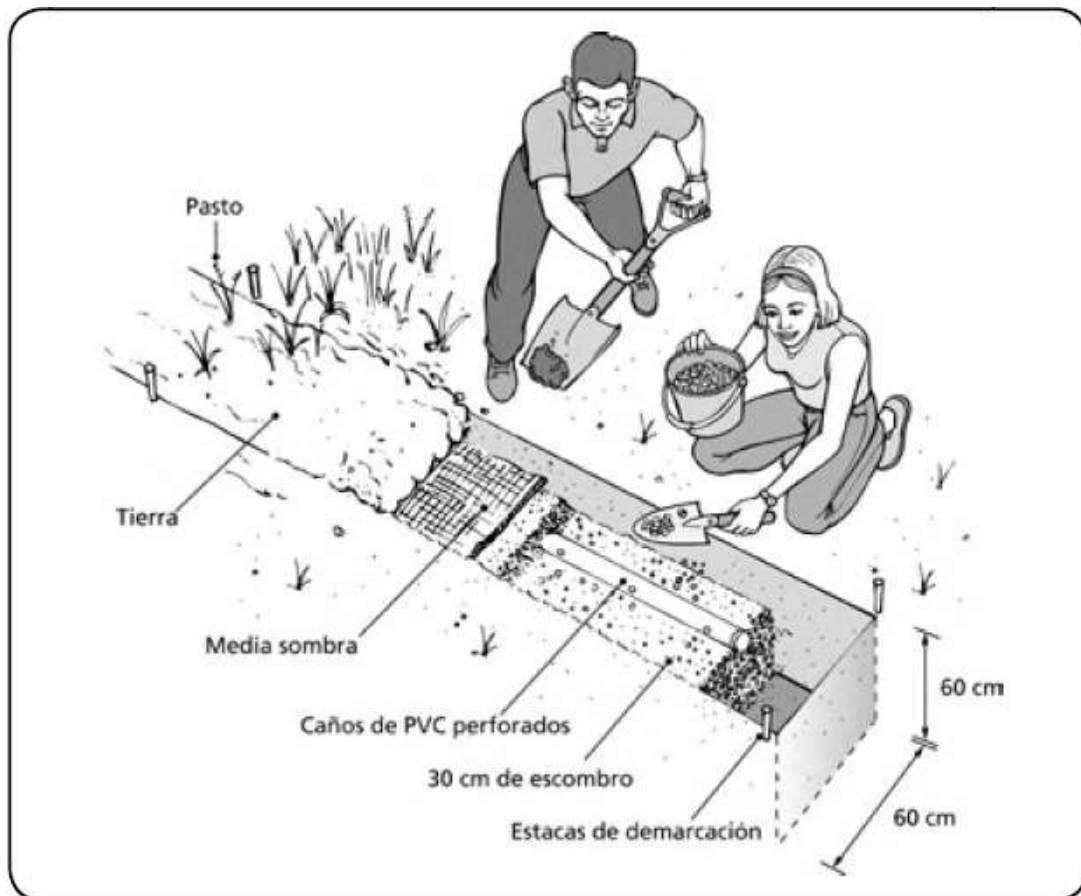
1 caño con 2 ramificaciones unidas en cruz



1 caño con 3 ramificaciones perpendiculares

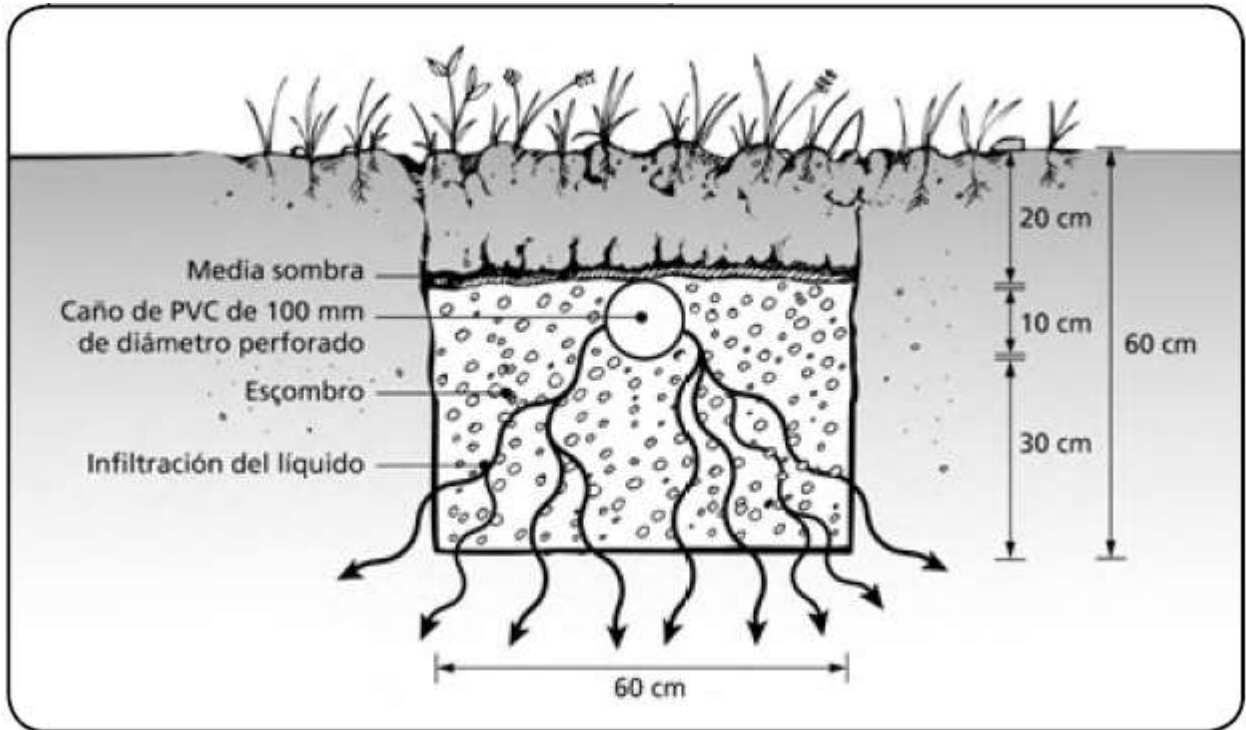
PLANO # 4

DETALLE CONSTRUCTIVO DE LAS ZANJAS DE INFILTRACIÓN



PLANO # 5

CORTE TRANSVERSAL DE LAS ZANJAS DE INFILTRACIÓN



7) PRESUPUESTO DETALLADO DE MATERIALES, INSUMOS, SERVICIOS Y OTROS

ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO Bs.	PRECIO TOTAL Bs.
Tanque plástico de 500 Lts.	Pieza	3	500	1500
Tubería PVC de 4 Pulgadas de 12 mts.	Pieza	12	96	1152
Tubería PVC de 2 Pulgadas de 12 mts.	Pieza	2	72	144
Codos PVC de 4 Pulgadas	Pieza	10	15	150
T de PVC de 4 Pulgadas	Pieza	6	15	90
T de 2 Pulgadas	Pieza	1	15	15
Codos de 2 pulgadas	Pieza	2	12	24
Pegamento para PVC	Tarro	5	80	400
Pico	Pieza	1	55	55
Pala	Pieza	1	50	50
Rastrillo	Pieza	1	40	40
Arco de Sierra	Pieza	1	38	38
Sierras para PVC	Pieza	6	8	48
Pistola de Silicona	Pieza	1	35	35
Silicona en tubo	Pieza	4	35	140
Arena fina	Cubo	5	120	600
Grava gruesa	Cubo	5	120	600
Taladro y juego de brocas	Pieza	1	350	350
Lima para plástico	Pieza	1	50	50
Otros accesorios	Global	1	400	400
Mano de obra no calificada	Día	10	130	1300
TOTAL PRESUPUESTO				7181

Total presupuesto : Seis mil cuatrocientos treinta y siete Bolivianos 00/100**7.181,00 Bs.**

8) CROQUIS DE UBICACIÓN Y FOTOS DE LAS INSTALACIONES EN LAS QUE SE DESARROLLARÁ LA INNOVACIÓN (ESTUDIO, GALPÓN, LABORATORIO O LO QUE CORRESPONDA)

Al ser una propuesta de innovación, la ubicación de las instalaciones y/o terreno de emplazamiento será elegido durante la ejecución de la innovación tecnológica de saneamiento, por tal motivo se presenta un croquis tentativo de un área hipotética de implementación del proyecto.



