



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

INGENIERIA CIVIL

**Trabajo De Titulación Previa A La Obtención Del Título
De Ingeniero Civil**

**“Sistema De Optimización Del Recurso Hídrico Para El Proyecto De Vivienda
Suyay En El Cantón Pedro Moncayo”**

Autor: Jorge Ernesto Tulcanaza Jarrín

Director: Ing. Juan Carlos Moya Heredia M.Sc.

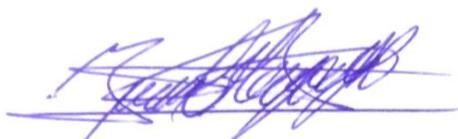
Quito, diciembre de 2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ingeniero **Juan Carlos Moya Heredia**, tutor designado por la Universidad Internacional del Ecuador UIDE para revisar el Proyecto de Investigación Científica con el tema: “SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO PARA EL PROYECTO DE VIVIENDA SUYAY UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO MONCAYO” del estudiante **Jorge Ernesto Tulcanaza Jarrín**, alumno de Ingeniería Civil, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos de fondo y los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Comité Examinador designado por la Universidad.

Quito, Diciembre 10 del 2015

EL TUTOR



Ing. Juan Carlos Moya Heredia
C.I. 1710919083

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Jorge Ernesto Tulcanaza Jarrín, declaro que el trabajo de investigación denominado: "SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO PARA EL PROYECTO DE VIVIENDA SUYAY UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO MONCAYO" es original, de mi autoría y exclusiva responsabilidad legal y académica, habiéndose citado las fuentes correspondientes y en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, sin restricción de ningún género o especial.

Quito, diciembre 10 del 2015



Jorge Ernesto Tulcanaza Jarrín

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con el más entrañable sentimiento de amor y gratitud a mi esposa y mis hijos, quienes se han convertido en el principal motivo para alcanzar mis metas y superación personal. A mis padres y hermanos por su amor incondicional.

Jorge

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Internacional del Ecuador, por darme todas las facilidades de ingresar y pertenecer a ella para poder formarme como profesional.

A todos mis maestros, en especial al Director de mi tesis el Ingeniero Juan Carlos Moya, mi respeto por todo el apoyo académico y moral brindado a lo largo de todo este proceso.

Jorge

Índice del contenido

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
Índice del contenido.....	vi
Índice de cuadros.....	x
Índice de ilustraciones.....	x
Índice de tablas	xi
Índice de anexos	xi
Resumen	xii
Summary	xiii
Introducción	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1. PROBLEMA.	1
1.1 EL OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN.	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	2
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.4 SISTEMATIZACIÓN.....	3
1.5 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	3
1.5.1. Objetivo General.	3
1.5.2. Objetivos Específicos.....	3
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.6.1. Justificación Teórica.....	5
1.6.2. Justificación Práctica.....	5
1.6.3. Justificación Relevancia Social.....	6
1.7 IDEA A DEFENDER.....	8
CAPÍTULO II.....	9
2. MARCO TEÓRICO.	9
2.1. EL AGUA.....	9
2.1.1. Definición.....	9
2.1.2. Distribución del agua en la tierra.....	9
2.2. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL AGUA.....	11

2.2.1.	Propiedades físicas del agua.	11
2.2.2.	Propiedades químicas del agua.	14
2.2.3.	El agua como compuesto químico.	15
2.2.4.	Propiedades físico-químicas del agua.....	19
2.3.	CICLO DEL AGUA.....	20
2.3.1.	Evaporación.	22
2.3.2.	Condensación.....	22
2.3.3.	Precipitación.	22
2.3.4.	Infiltración.	23
2.3.5.	Escurrentía.....	23
2.3.6.	Circulación subterránea.	24
2.3.7.	Fusión.	24
2.3.8.	Solidificación.	25
2.4.	IMPACTO AMBIENTAL.	26
2.4.1.	Causas del impacto ambiental.....	27
2.4.2.	Consecuencias del impacto ambiental.	27
2.4.3.	Contaminación del agua.	28
2.4.4.	Contaminación en el ciclo del agua	29
2.4.5.	Grupos de contaminantes acuáticos.....	29
2.5.	FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	31
2.5.1.	Fuentes convencionales de abastecimiento de aguas.	32
2.5.2.	Fuentes de abastecimiento de aguas superficiales.....	32
2.5.3.	Fuentes de abastecimiento de aguas subterráneas.	33
2.5.4.	Fuentes no convencionales de abastecimiento de agua.....	34
2.6.	MARCO LEGAL.	35
2.6.1.	Legislación para recurso hídrico vigente en el Ecuador.....	35
2.6.2.	Ley Orgánica De Recursos Hídricos, Usos Y Aprovechamiento Del Agua.	36
2.6.3.	Norma técnica ecuatoriana INEN.....	38
2.7.	SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA.....	41
2.7.1.	Sistemas tradicionales de captación de aguas.	41
2.7.2.	Obras tradicionales de captación de aguas.....	42
2.7.3.	Sistemas alternativos de captación de agua.	46
2.7.4.	Sistemas de captación de aguas lluvias.	47

2.7.5.	Obras de captación de aguas lluvia para consumo en la vivienda.....	49
2.8.	REUTILIZACIÓN DEL AGUA EN LA VIVIENDA.....	56
2.8.1.	Aguas residuales.....	57
2.8.2.	Características físico químicas y biológicas de las aguas residuales.....	58
2.8.3.	Parámetros en el agua residual municipal.....	58
2.8.4.	Método de reuso del agua residual en la vivienda.....	60
2.9.	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN.....	64
2.9.1.	Certificación energética.....	65
2.9.2.	Eficiencia energética en la construcción en el Ecuador.....	66
2.10.	SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS PARA CONSUMO EN LA VIVIENDA.....	67
2.10.1.	Sistemas de retención de desechos y tratamiento.....	68
2.10.2.	Sistemas de acumulación de aguas grises.....	70
CAPÍTULO III.....		72
3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	72
3.1	ANTECEDENTES.....	72
3.2	DELIMITACIÓN.....	72
3.2.1	Delimitación espacial.....	72
3.2.2	Delimitación temporal.....	73
3.2.3	Enfoque de la investigación.....	73
3.3	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	73
3.3.1	Investigación bibliográfica y documental.....	73
3.3.2	Investigación de campo.....	74
3.4	IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS QUE SE ENCUENTRAN YA EN FUNCIONAMIENTO.....	74
3.4.1	Sistema tradicional.....	74
3.4.2	Descomposición funcional del sistema tradicional.....	74
3.4.3	Estructura del sistema tradicional.....	75
3.4.4	Estructura de la mecánica del sistema tradicional.....	76
3.4.5	Funcionalidad de los elementos físicos del sistema tradicional.....	76
3.5	CONCEPTOS GENERADOS.....	77
3.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	77
3.6.1	Caudal de captación y caudal de conducción en la red proyectado a 25 años.....	78

3.6.2	Caudal de captación y caudal de conducción en la red en la actualidad.	81
3.6.3	Propuesta de diseño del sistema de reutilización de aguas grises.	82
3.6.4	Propuesta de diseño del sistema de reutilización de aguas lluvia.	87
CAPÍTULO IV		93
4.	ANÁLISIS COMPARATIVO.....	93
4.1	Análisis comparativo de caudales.	93
4.2	Análisis comparativo de consumos de agua en la vivienda.	94
4.3	Análisis comparativo de costos de consumo de agua.	95
4.4	Análisis comparativo de los costos de implementación del sistema propuesto.	96
CAPÍTULO V		124
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	124
5.1	Conclusiones.	124
5.2	Recomendaciones.	127
Referencias Bibliográficas		128

Índice de cuadros

CUADRO 01 PROPIEDADES QUÍMICAS DEL AGUA	14
CUADRO 02 PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA	19
CUADRO 03 GRUPOS CONTAMINANTES ACUÁTICOS.....	30
CUADRO 04 FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	31
CUADRO 05 SISTEMAS TRADICIONALES DE CAPTACIÓN DE AGUA	42
CUADRO 06 DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA TRADICIONAL DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	75
CUADRO 07 ESTRUCTURA DE LA MECÁNICA DEL SISTEMA TRADICIONAL DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	76

Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 01 DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LA TIERRA	10
ILUSTRACIÓN 02 PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA.....	11
ILUSTRACIÓN 03 OSMOSIS.....	18
ILUSTRACIÓN 04 CICLO DEL AGUA	21
ILUSTRACIÓN 05 EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN EN LA SALUD	28
ILUSTRACIÓN 06 TIPOS DE ACUÍFEROS.....	34
ILUSTRACIÓN 07 OBRAS DE CAPTACIÓN	43
ILUSTRACIÓN 08 TORRES PARA CAPTAR AGUA A DIFERENTE NIVEL.....	43
ILUSTRACIÓN 09 CORTE ESQUEMÁTICO DE UN POZO PROFUNDO	44
ILUSTRACIÓN 10 POZO SOMERO	45
ILUSTRACIÓN 11 DETALLE DE UNA GALERÍA DE INFILTRACIÓN	46
ILUSTRACIÓN 12 INTERCEPTOR DE LAS PRIMERAS AGUAS	53
ILUSTRACIÓN 13 SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIA ESQUEMA	55
ILUSTRACIÓN 14 SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIA ..	56
ILUSTRACIÓN 15 CONSUMO DE AGUA EN LITROS POR PERSONA Y DÍA EN AMÉRICA LATINA, ZONA URBANA	61
ILUSTRACIÓN 16 CONSUMO DE AGUA DIARIO POR PERSONA SEGÚ ACTIVIDAD EN CUENCA - ECUADOR	62
ILUSTRACIÓN 17 ESQUEMA DE UNA VIVIENDA CON SISTEMA PARA AUTOABASTECERSE DE AGUA	64
ILUSTRACIÓN 18 FUNCIONAMIENTO DE UNA TRAMPA DE GRASAS	69
ILUSTRACIÓN 19 DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO BÁSICO DEL SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES.....	71

Índice de tablas

TABLA 01 CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA QUE PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO REQUIEREN TRATAMIENTO CONVENCIONAL.	39
TABLA 02 CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA QUE PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO Y QUE PARA SU POTABILIZACIÓN SOLO REQUIEREN DESINFECCIÓN.....	40
TABLA 03 COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA PARA SUPERFICIES DE RECOLECCIÓN	50
TABLA 04 PARÁMETROS EN EL AGUA RESIDUAL MUNICIPAL SIN TRATAR.....	59
TABLA 05 ESTRUCTURA DEL SISTEMA TRADICIONAL DE EVACUACIÓN DE AGUAS GRISES.....	75
TABLA 06 FUNCIONALIDAD DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS DEL SISTEMA TRADICIONAL.....	76
TABLA 07 POBLACIÓN Y TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSAL DE 2010-2001-1990 POR SEXO, SEGÚN PARROQUIAS	79
TABLA 08 CANTIDAD DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR PERSONA AL DÍA.....	85
TABLA 09 GRANULOMETRÍA DE UN FILTRO GRUESO ASCENDENTE EN CAPAS O EN SERIE	87
TABLA 10 UBICACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS	88
TABLA 11 PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm) DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS	89
TABLA 12 CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	91
TABLA 13 ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAUDALES	93
TABLA 14 CONSUMO DE AGUA EN EL SISTEMA TRADICIONAL EN UN AÑO	94
TABLA 15 REUSO DE AGUAS GRISES EN LA VIVIENDA	94
TABLA 16 DESCARGA DEL INODORO.....	95
TABLA 17 PORCENTAJES DE COSTOS INDIRECTOS.....	96
TABLA 18 ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE CONSTRUCCIÓN	123

Índice de anexos

ANEXOS 1	132
ANEXOS 2	133
ANEXOS 3	134
ANEXOS 4	135
ANEXOS 5	136

Resumen

En el presente trabajo se realizó el diseño del sistema de reutilización de recursos hídricos para el proyecto de vivienda Suyay, ubicado en la provincia de Pichincha, cantón Pedro Moncayo, Parroquia La Esperanza. Este diseño comprende primero el uso del agua lluvia mediante la captación en la cubierta de la vivienda y su almacenamiento, para luego ser usada en el inodoro, ducha y lavado de ropa. Se complementa con un sistema de recolección de aguas grises, para someterlas a un filtrado y reutilizarlas en los inodoros. Se realizó el análisis comparativo entre el sistema hidrosanitario que se construye tradicionalmente en la vivienda, con el sistema propuesto en la investigación, determinando que existe un ahorro significativo en el consumo de agua y por ende los costos del servicio también disminuyen al implementarse este nuevo sistema, pero en el aspecto económico demanda una mayor inversión inicial, que se justifica al recuperarse a mediano y largo plazo, pero lo más importante es el beneficio que se genera al medio ambiente por un eficiente uso del agua en la vivienda.

Palabras clave: Reutilización del agua, Uso del agua lluvia, reutilización de aguas grises,
Sistemas de reutilización de agua.

Summary

In this paper the system design reuse water resources for Suyay housing project, located in the province of Pichincha, canton Pedro Moncayo, Parroquia La Esperanza was performed. This design includes the first use of rainwater by capturing the cover housing and storage, before being used in the toilet, shower and laundry. It is complemented by a system for collecting gray water, for submission to filter and reuse in toilets. Comparative analysis between hidrosanitario system that is built in traditional housing, with the proposed research system, determining that there is a significant savings in water consumption and therefore the service costs also decrease when implemented this new system was conducted but in economic terms it demands a higher initial investment, which is justified to recover in the medium and long term, but more important is the benefit to the environment is generated by an efficient use of water.

Keywords: Water reuse, use of rainwater, greywater, Water reuse systems

Introducción

Es una obligación moral y ética de la sociedad en la actualidad enfrentar los problemas de consumo irracional de los recursos naturales, y con mayor énfasis si nos referimos al agua de consumo humano, el mismo que vemos a diario como se desperdicia, y cada día se nos hace más difícil de conseguirlo.

Si tomamos en cuenta que el sector residencial está considerado como el segundo mayor consumidor de energía a nivel nacional ubicado después del de la transportación, y que la tendencia para los próximos 10 años indica que esta situación no va a variar de manera significativa, nos vemos en la imperiosa necesidad de reducir esta tendencia, por lo que es prioritario cambiar las formas y sistemas de construcción en el país con el fin de reducir el consumo de energía durante la operación de las edificaciones.

En la última década los sistemas de optimización de recursos energéticos en la construcción han tomado un nuevo giro, notándose claramente el interés en desarrollar este tipo de proyectos que son totalmente innovadores y que deben ser explotados al máximo. Es así que hemos podido ver un desarrollo significativo en proyectos de vivienda y edificaciones con optimización en cuanto a energía eléctrica, principalmente utilizando energía solar, pero en el campo de la optimización del agua de consumo humano pienso que podemos proponer nuevas alternativas, y en especial que se puedan aplicar a nuestro medio.

Las políticas gubernamentales están en la actualidad enfocadas al cambio de la matriz energética y dándole prioridad a la optimización de los recursos naturales orientadas hacia el buen vivir de la sociedad en general.

Por lo antes expuesto pienso en este momento que es pertinente plantear la posibilidad de proponer un Sistema de Optimización del Recurso Hídrico para el consumo en la construcción, proporcionando de esta manera una herramienta que faciliten el uso racional de este recurso natural y permita a corto plazo apalejar los graves problemas de dotación de agua que nos aquejan y a su vez reducir los costos de consumo del líquido vital en la vivienda.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA.

En estos últimos tiempos la dotación de agua para consumo humano en las viviendas de la parroquia La Esperanza del cantón Pedro Moncayo, se ha visto disminuido, por lo que la empresa administradora de este recurso en ocasiones se ha visto obligada a racionarla por sectores para poder atender la demanda de los usuarios.

Son varios los motivos que han generado esta dificultad, de los que visualizaremos los principales como:

La deforestación indiscriminada que han sufrido las faldas del Mojanda principal fuente de recolección del líquido vital para esta parroquia. En la zona alta de La Esperanza se afincó desde el año 80 la empresa maderera, deforestando el bosque primario y reemplazándolo con plantas de eucalipto, aportando de esta manera a que se sequen las fuentes de agua, con la complicidad de una falta total de políticas ambientales.

Otra causa visible es el crecimiento desproporcionado que sufrió la población del sector por la llegada de miles de migrantes ante la gran demanda de mano de obra que generó la implantación de las más grandes empresas florícolas del país en este cantón.

Otro factor que ha incidido en la disminución de la dotación de agua en este sector, es el desperdicio y mal uso del recurso hídrico por parte de los usuarios, pues al existir un deficiente sistema de agua de riego para cultivos, parte de la población ocupa el agua de consumo humano en esta actividad netamente agrícola.

Por lo expuesto anteriormente el gobierno local en su Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia, ya ha implementado programas de recuperación para las faldas del Mojanda, pero el mayor inconveniente es que los resultados de estos programas se los verá a largo plazo, sin embargo el crecimiento del sector florícola al igual que el de la población, demandan la generación de alternativas a corto plazo con lo que al tema del consumo de agua en las viviendas se refiere, pues si no se hace nada al respecto, este sector podría enfrentar en un futuro inmediato un grave problema de salud pública.

La alternativa que propongo para dar solución a este problema es la implementación de un **SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS** mediante la reutilización de las aguas residuales, aguas negras y sistemas de captación de aguas lluvia para el uso y consumo en la vivienda.

1.1 EL OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN.

Diseñar un SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO para el proyecto de vivienda SUYAY, en la parroquia La Esperanza del cantón Pedro Moncayo, provincia de Pichincha.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En este cantón de Pichincha y en especial en la Parroquia La Esperanza se ha determinado mediante una inspección y tomando en cuenta los últimos resultados del INEC, los cuales establecen que en esta zona el 20% de la población no tiene acceso al servicio de agua potable y que los usuarios que acceden a este servicio, sufren el racionamiento en la dotación de agua ,constatando también que no se han diseñado ni se han implementado en los proyectos de vivienda SISTEMAS DE OPTIMIZACIÓN DE RECURSO HÍDRICO.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

POSIBLES CAUSAS QUE ORIGINARON EL PROBLEMA.

- Deforestación en las fuentes de abastecimiento de agua.
- Disminución en la dotación de agua en el sector.
- Crecimiento poblacional desproporcionado.
- Implantación de grandes empresas florícolas.
- Implantación de la empresa maderera.
- Implementación de viviendas sin planificación.
- Sub división de propiedades sin estudios de factibilidad de servicios básicos.

1.4 SISTEMATIZACIÓN.

El motivo para emprender en esta investigación, es porque este sector de la población sufre la necesidad de asegurar su dotación de agua para consumo, y la manera más inmediata de resolverlo es planteando un Sistema de Optimización de Recurso Hídrico.

1.5 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS.

1.5.1. Objetivo General.

Alcanzar la optimización del recurso hídrico para el proyecto de vivienda SUYAY ubicado en el Cantón Pedro Moncayo mediante el estudio de sistemas que propendan al mejor aprovechamiento de este recurso.

1.5.2. Objetivos Específicos.

Investigar los sistemas de optimización de recursos hídricos en proyectos de vivienda que más se adecúen a la propuesta.

Analizar el problema de dotación de agua que actualmente tiene la vivienda en la parroquia La Esperanza sector el Rosario.

Desarrollar el sistema propuesto de optimización de recursos hídricos.

Determinar los costos de implementación del sistema.

1.6 JUSTIFICACIÓN.

La optimización de los recursos naturales y sobre todo del agua, ha alcanzado en esta última década los más altos niveles en nuestra conciencia, adquiriendo gran importancia puesto que la disponibilidad del líquido vital disminuye cada vez más, haciendo que su obtención se dificulte y encarezca de una manera importante.

El principal beneficiario de la implementación de este sistema sería la población de La Esperanza que se radicaría en este proyecto de vivienda, la cual tendría una solución definitiva en la dotación de agua de consumo humano.

No podemos perder de vista que en este lugar se proyectan implantar en un futuro inmediato parte del sector industrial que está ya obligado a salir del norte de Quito, por lo que el manejo del recurso hídrico debe ser tomado con gran seriedad y por tanto debe garantizarse a la población futura que se generará por este fenómeno, pueda disponer de este líquido vital.

Es importante señalar que todo el cantón se potencializará en el sector agrícola, por la culminación del proyecto de riego Cayambe - Pedro Moncayo en este año, por lo que el crecimiento poblacional se incrementará de igual forma como sucedió con el fenómeno de las plantaciones florícolas, esto directamente incide en la demanda de vivienda y por ende en la de agua de consumo humano.

Por todos los antecedentes expuestos es de vital importancia la implementación de este sistema en el proyecto de vivienda SUYAY, para lograr garantizar la dotación de agua a los usuarios, facilitando de esta manera que los mismos puedan satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, aseo e incluso para las zonas destinadas como áreas verdes y recreación.

La investigación y posterior implementación de este sistema aportará una herramienta que le permita al sector de la vivienda garantizar el uso óptimo del recurso hídrico para el consumo humano, con los consecuentes beneficios en favor de la conservación del medio ambiente específicamente el recurso agua.

Es importante señalar que puede implementarse este proyecto como un plan piloto en la Junta Parroquial de La Esperanza, para que sea este gobierno local el promotor de programas de sistemas de optimización de recursos hídricos, solucionando de esta manera los problemas de dotación de agua a nivel parroquial a corto plazo.

1.6.1. Justificación Teórica.

¿Por qué se efectuará esta investigación?

Con este trabajo se aportará conocimientos técnicos y científicos a la población para que la comunidad pueda implementar sistemas de optimización de recursos hídricos en sus localidades, asegurando un aprovechamiento máximo del consumo de agua y en consecuencia lograr una eficiencia energética en el funcionamiento de la vivienda.

1.6.2. Justificación Práctica.

¿Por qué es importante ejecutarla?

La implementación de un sistema de optimización del recurso hídrico en conjuntos habitacionales, beneficiará directamente al usuario,

logrando disminuir el volumen de consumo de agua, alcanzando un nivel de eficiencia energética en el manejo del líquido vital, mejorando radicalmente las condiciones de vida de la comunidad. No podemos perder de vista el impacto a favor de la naturaleza, producto de un mejor manejo del agua en la vivienda.

1.6.3. Justificación Relevancia Social.

La importancia de realizar esta investigación para la implementación de sistemas de optimización de recursos hídricos en la parroquia La Esperanza radica en que ayudará a la población a enfrentar las dificultades que tienen para satisfacer sus necesidades de consumo de agua, esperando que con este sistema podamos alcanzar la cobertura del líquido vital para todos los usuarios, también para que la propuesta de construcción de nuevas viviendas no se vean afectadas seriamente por esta desfavorable condición, evitando generar un serio retraso en la consolidación de vivienda digna provista de todos los servicios básicos para este sector.

Es evidente que si hacemos un aprovechamiento óptimo del caudal actual que tiene adjudicado esta parroquia, lograremos bajar el indicador de pobreza que se encuentra afectado directamente por la falta de cobertura del servicio básico como es la dotación de agua.

El problema del acceso al agua de consumo humano para satisfacer las necesidades básicas de la población a lo largo de la historia ha sido el motivo para que el hombre ponga a trabajar su ingenio y creatividad, primero ubicando los lugares de abastecimiento del líquido, luego calculando y diseñando los sistemas de captación y conducción, que dependiendo de su complejidad demandarían incluso obras monumentales de ingeniería.

En el Cantón Pedro Moncayo las fuentes principales de abastecimiento de agua a lo largo de la historia se las ha ubicado en las

faldas del Mojanda en las cuales se encontraban varias vertientes y quebradas.

La población de Tabacundo hasta los años 70 utilizaba como fuente de abastecimiento a la vertiente denominada El Caucho, pero en esta administración municipal se tomó la decisión de realizar un estudio para hacer la captación y adjudicación de la vertiente de Chiriaco con miras a establecer un sistema regional de agua, el mismo que se ejecutó en la siguiente administración en los años 76 al 80, y dio servicio a casi todo el cantón Pedro Moncayo.

El principal inconveniente en este sistema regional se presentó en la red de conducción, pues al atravesar la complicada topografía de la cumbre del Mojanda y descender por grandes quebradas y taludes inestables los cuales sufrían deslizamientos constantes en invierno provocando la rotura de la tubería que además para la época se la diseñó y fabricó en asbesto cemento.

El sistema regional de agua sufre los más grandes deterioros en la década de los 90, por lo que se decide reemplazar la tubería de asbesto cemento por una de PVC, pero el crecimiento desproporcionado de usuarios por la implantación en la zona de las grandes empresas florícolas, obliga a cada parroquia a buscar alternativas adicionales de abastecimiento, por lo que en el caso de la Parroquia La Esperanza tramitó la adjudicación de dos vertientes, sumando estas a la dotación que ya tenían del sistema regional cantonal.

Pero como podemos darnos cuenta, en la actualidad ya no es el problema únicamente el buscar nuevas fuentes de abastecimiento, pues en el caso de este sector como ya lo hemos señalado estas están en un proceso de recuperación a largo plazo, haciéndose imperiosa la necesidad de solucionar este problema de manera inmediata, por lo que es de vital importancia para la población que se implemente el uso del sistema de optimización del recurso hídrico para que la comunidad del

sector aproveche al máximo la cantidad de agua que actualmente posee, ayudando de esta manera a que la cobertura de este servicio llegue a la mayor parte de la comunidad y así mejorar el buen vivir de la misma.

1.7 IDEA A DEFENDER.

Con la implementación de un sistema de optimización de recurso hídrico en los conjuntos de vivienda se logrará reducir el consumo de agua en este sector.

El empleo de este sistema de optimización de recurso hídrico, minimizará los costos de operación, alcanzando eficiencia energética de este recurso en estos proyectos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. EL AGUA.

2.1.1. Definición.

Etimológicamente la palabra agua proviene del latín aqua, y químicamente es una sustancia formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). Su utilidad primordial se la puede resumir indicando que es fundamental y esencial para la supervivencia de todas las formas de vida conocidas en nuestro planeta.

Al referirse al agua generalmente se imagina una sustancia en su estado líquido, aunque la misma puede encontrarse en la naturaleza en forma sólida llamada hielo, y en su forma gaseosa denominada vapor.

2.1.2. Distribución del agua en la tierra.

La superficie terrestre está cubierta de agua en un 71 %, y su concentración principalmente se localiza en los océanos. De acuerdo a los cálculos que presenta el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), existen (Natura-Medio Ambiental, s.f.) **1.35882728 × 10⁹ kilómetros cúbicos de agua.**

En el planeta se tiene un 97% de agua salada correspondiente a los océanos que en ese estado no es apta para consumirla, el 3% restante se encuentra en los hielos continentales, aguas superficiales y subterráneas. Cantidad de la que dependen más de 7.229 millones de habitantes y demás seres vivos del planeta.

En la siguiente ilustración se detalla la distribución de agua en nuestro planeta.

DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LA TIERRA

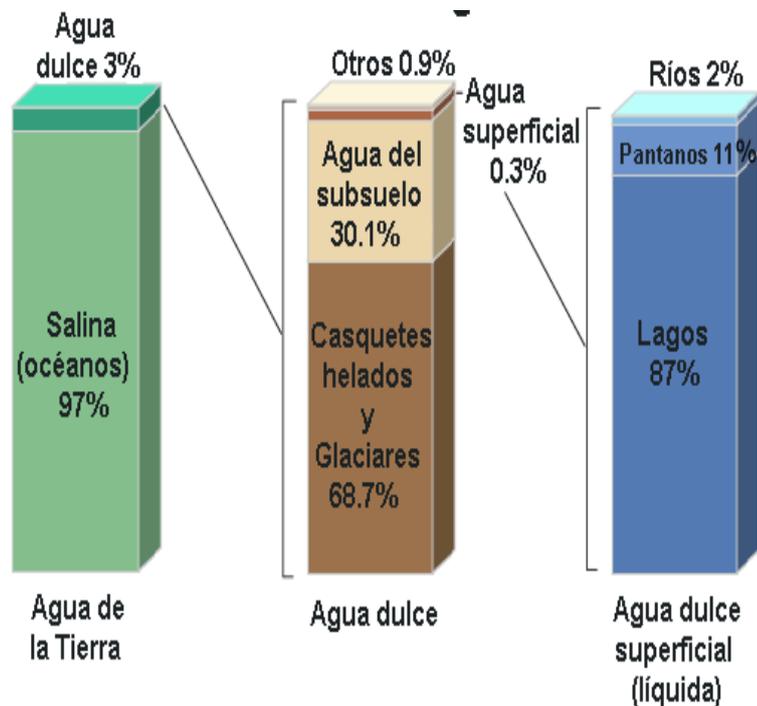


Ilustración 1. Distribución del Agua en la Tierra.

Fuente: Adaptación del gráfico presentado en las páginas del Servicio Geológico de Estados Unidos. Octubre 2015.

Se estima que aproximadamente el 70 % del agua dulce es usada para agricultura. El agua en la industria absorbe una media del 20 % del consumo mundial empleándose en tareas de refrigeración, transporte y como disolvente de una gran variedad de sustancias químicas. El consumo doméstico absorbe el 10 % restante.

No en vano se la conoce como el líquido vital, ya que es esencial para sostener todas las formas de vida conocidas sobre nuestro planeta. El acceso al agua para el consumo humano, procesos agrícolas y de industrialización, se ha incrementado durante las últimas décadas en el planeta. Pero sin embargo en los últimos estudios de la FAO se estiman que uno de cada cinco países en vías de desarrollo tendrá problemas de escasez de agua antes del año 2030; por tal razón se hace el pedido de

concientización a los seres humanos, para optimizar el gasto de este recurso, con una nueva cultura en hábitos de consumo y sistemas de uso del agua.

En varias investigaciones se presenta que el agua es un elemento común del sistema solar, tal es los resultados que se han obtenido enviando sondas a distintos planetas y satélites para conocer la composición de su atmósfera y su superficie. Se conoce la existencia de agua en Marte y en algunos satélites de Saturno y Júpiter. Puede ser encontrada en forma de hielo, como material base de los cometas y el vapor que componen sus colas.

2.2. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL AGUA.

2.2.1. Propiedades físicas del agua.

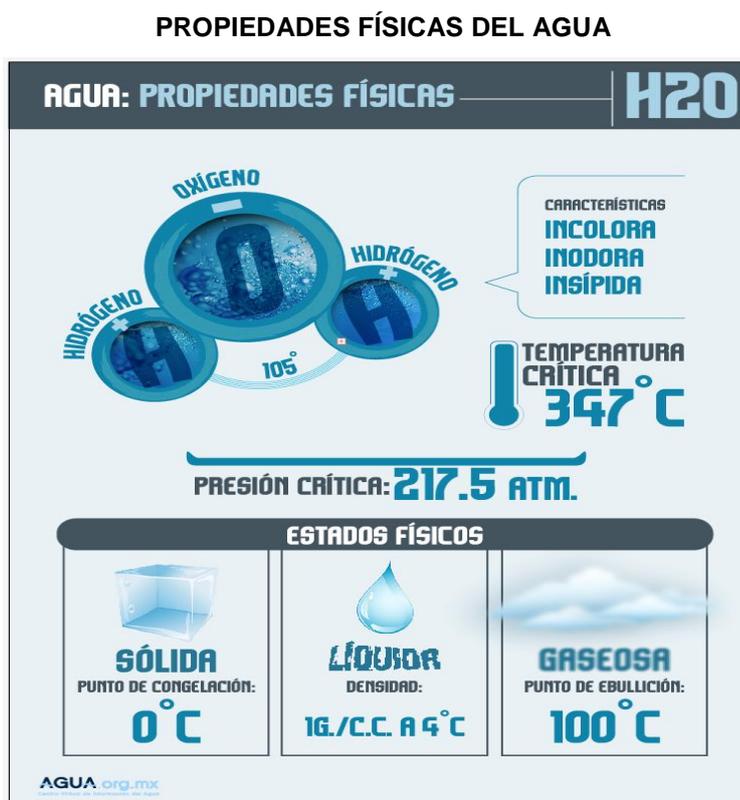


Ilustración 2. Propiedades Físicas del agua.

Fuente: <https://www.agua.org.mx/index.php/el-agua/ques/propiedadefisicas>. Octubre 2015.

En la ilustración 2 se detalla las propiedades físicas del agua. Se observa la molécula de agua formada por dos átomos de hidrógeno en un ángulo de 105° , más una de oxígeno unidas por un enlace covalente. La carga como ya se indicó anteriormente con sus características propias de un líquido inodoro e insípido; incoloro y transparente en capas de poco espesor, pero que toma color azul cuando se encuentra en grandes masas y se mira a través de espesores de seis y ocho metros, porque absorbe las radiaciones solares.

Sus constantes físicas sirvieron para marcar los puntos de referencia de la escala termométrica Centígrada.

A nivel del mar a presión atmosférica de 760 milímetros el agua hierve a temperatura de 100°C y el punto de ebullición se eleva a 374° , que es la temperatura crítica a que corresponde la presión de 217,5 atmósferas; y el calor de vaporización del agua asciende a 539 calorías/gramo a 100° .

Valores característicos del agua:

- Densidad: 1 g./c.c. a 4°C .
- Punto de congelación: 0°C .
- Punto de ebullición: 100°C .
- Presión crítica: 217,5 atm.
- Temperatura crítica: 374°C .

En el agua se presentan algunos comportamientos excepcionales y propios de este elemento, en forma de hielo funde al momento de calentarse por encima de su punto de fusión, en su forma líquida se mantiene sin solidificarse algunos grados por debajo de la temperatura de cristalización, y puede conservarse así a -20° en tubos capilares o en extremas condiciones de reposo.

Se cristaliza en un sistema hexagonal y adopta formas diferentes, según las condiciones de cristalización.

Expertos de la NASA se han referido al agua como un excelente regulador de temperatura en la superficie de la Tierra y con mayor razón en las regiones marinas, debido al elevado calor específico y la gran cantidad de calor que involucra su cambio de estado.

EL agua presenta un comportamiento anómalo, pues la presión de vapor aumenta con rapidez a medida que la temperatura se eleva. A la temperatura de 4° su volumen ofrece la particularidad de ser mínimo, y a esta misma temperatura la densidad del agua es máxima, lo cual se ha tomado por unidad. A partir de los 4° no sólo se dilata cuando la temperatura aumenta, sino también cuando disminuye y enfría hasta 0°.

Las propiedades físicas del agua han sido atribuidas en particular a la estructura de la misma, formada mediante enlaces por puentes de hidrógeno. Estos enlaces se presentan en mayor número en el agua sólida.

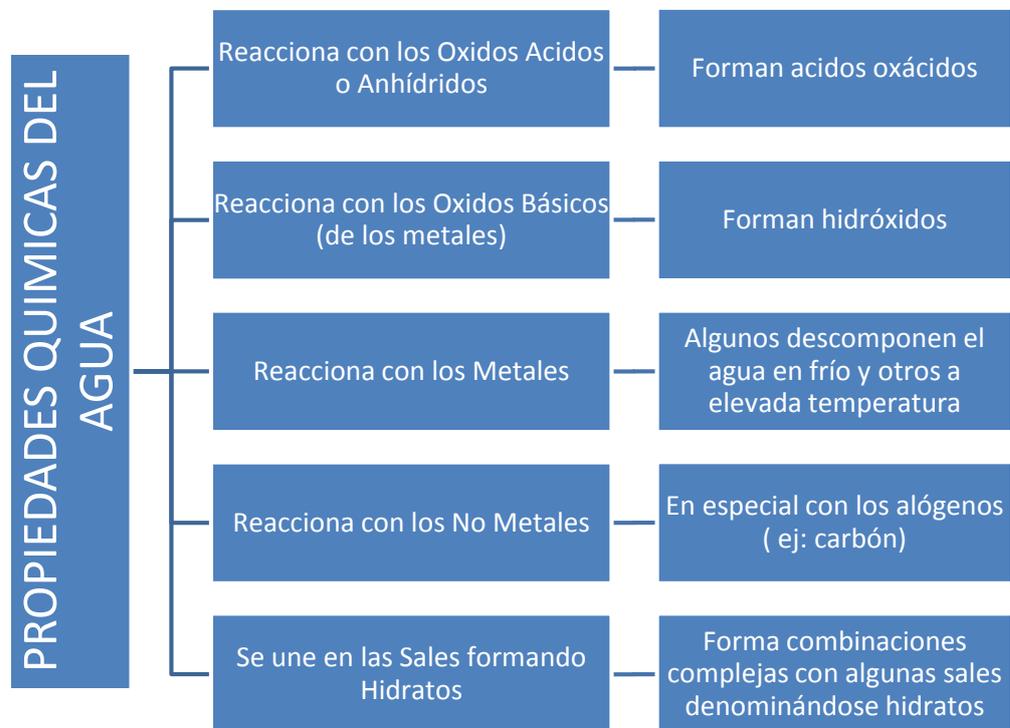
La estructura de red cristalina se forma por la sucesión de cada átomo de la molécula de agua que se encuentra rodeado tetraédricamente por cuatro átomos de hidrógeno de otras tantas moléculas de agua. Al momento que el agua sólida se funde, la estructura tetraédrica se destruye, en consecuencia la densidad del agua líquida es mayor que la del agua sólida debido a que sus moléculas quedan más cerca entre sí, pero siguen manteniéndose los enlaces por puente de hidrógeno entre las moléculas del agua en estado líquido.

De igual forma a medida que se incrementa y sobrepasa la temperatura de fusión se debilita el enlace por puente de hidrógeno y la densidad aumenta más hasta llegar a un valor máximo a la temperatura de 3.98°C y una presión de una atmósfera. De esta manera se puede entender como el hielo flota en el agua en estado líquido. A temperaturas

mayores de 3.98°C la densidad del agua líquida disminuye con el incremento de la temperatura de la misma forma que ocurre con los otros líquidos.

2.2.2. Propiedades químicas del agua.

PROPIEDADES QUÍMICAS DEL AGUA



Cuadro 1. Propiedades Químicas del Agua.

Fuente: Autoría Propia, Jorge Tulcanaza, adaptación del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Octubre 2015.

Cuando el agua reacciona con los no metales, por ejemplo, haciendo pasar carbón al rojo sobre el agua, esta se descompone y forma una mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno, en consecuencia tenemos gas de agua.

En algunos casos el agua forma combinaciones complejas con sales que se las denominan hidratos. Estos hidratos en ocasiones pierden agua de cristalización cambiando de aspecto y las conocemos como eflorescentes, como en el caso del sulfato cúprico, que al estar hidratado es de color azul, pero que por pérdida de agua se convierte en sulfato cúprico anhidro que es de color blanco.

2.2.3. El agua como compuesto químico.

El agua químicamente pura se presenta como un compuesto de fórmula molecular H_2O , pero habitualmente en la naturaleza contiene diferentes y numerosas cantidades de sustancias en solución e incluso en suspensión, que corresponde a una mezcla. Esto se debe a que el agua posee una gran capacidad disolvente, por lo que se la conoce como el disolvente universal.

El agua se ha considerado como un compuesto versátil, y se puede enumerar algunas razones:

- Debido a que el tamaño de su molécula es muy pequeño.
- Su molécula es buena donadora de pares de electrones.
- Forma puentes de hidrógeno entre sí y con otros compuestos que tengan enlaces como: N-H, O-H y F-H.
- Tiene una constante dieléctrica muy grande.
- Y finalmente su capacidad para reaccionar con compuestos que forman otros compuestos solubles.

Tal vez el agua es el compuesto químico más trascendental en las actividades del hombre y de igual forma el más versátil, debido a que

como reactivo químico funciona como ácido, base, ligando, agente oxidante y agente reductor.

Difusión: Este fenómeno establece que al entrar en contacto dos sustancias que tienen diferentes concentraciones, la de mayor concentración se dispersa hacia la de menor concentración, hasta llegar a un punto de homogeneidad y equilibrio en toda su extensión. Esto se debe a que la energía cinética de estas partículas siguen los gradientes de concentración

El caso más práctico que explica y resume este fenómeno es el momento en que se coloca una gota de tinta concentrada en un vaso con agua, se observa como la tinta comienza a esparcirse y difundirse en el agua hasta llegar a un punto de homogeneidad en la totalidad del contenido del vaso. La velocidad de difusión tiene relación directa con la temperatura de las partículas, pues a mayor temperatura tenemos mayor velocidad de difusión.

Los fenómenos de Difusión se rigen por las (J.M. Rodriguez, 1999) Leyes de Fick, la primera manifiesta que **“El flujo es proporcional al gradiente de concentración, existiendo una constante de proporcionalidad a la que se denomina coeficiente de difusión”**.

En la segunda Ley de Fick, se encuentra que este **“relaciona la velocidad de cambio en la concentración de la disolución a una cierta distancia x del plano de separación con la variación de la concentración con la distancia”**.

Ósmosis.- Este proceso fisicoquímico hace referencia al paso del solvente de una solución de menor concentración a otra de mayor concentración a través de una membrana semipermeable, a temperatura constante. Existen varios tipos de membranas semipermeables, pero se

caracterizan por tener poros de dimensiones moleculares, normalmente del tamaño de micras.

Esta membrana permite el paso de moléculas pequeñas e impide el paso de moléculas grandes, es decir funciona como un filtro de tipo molecular. Lo cual significa que, si esta membrana se encarga de separar la solución y de dividirla en dos particiones, se producirán diversos fenómenos que se explican a partir de las nociones de potencial electroquímico y difusión simple.

También es importante entender que este es un proceso de difusión selectiva, impulsado por la energía interna de las moléculas del disolvente. Se ha visualizado la ósmosis clásica mediante una experiencia simple, introduciendo en un recipiente con agua un tubo vertical, el mismo que debe tener el fondo cerrado mediante una membrana semipermeable conteniendo una disolución de sal.

A medida que el agua pasa a través de la membrana hacia el tubo, el nivel de la disolución de sal sube visiblemente. Es similar en el caso de una disolución de azúcar, y una membrana semipermeable apta para este experimento es la que está en el interior de los huevos, entre la clara y la cáscara.

En este experimento, el agua pasa en ambos sentidos a través de la membrana. El nivel del líquido en el tubo de la disolución de azúcar se elevará hasta que la presión hidrostática iguale el flujo de moléculas de disolvente a través de la membrana en ambos sentidos. Esta presión hidrostática recibe el nombre de presión osmótica. Son múltiples los principios físicos y químicos que intervienen en el fenómeno de la ósmosis, presente de manera natural en plantas y animales.

El hombre ha hecho uso de este fenómeno para su beneficio, pero aplicándolo de manera inversa, conocido como osmosis inversa, con lo

que ha conseguido entre otras cosas la desalinización del agua para consumo humano, y el tratamiento de aguas residuales.

ÓSMOSIS

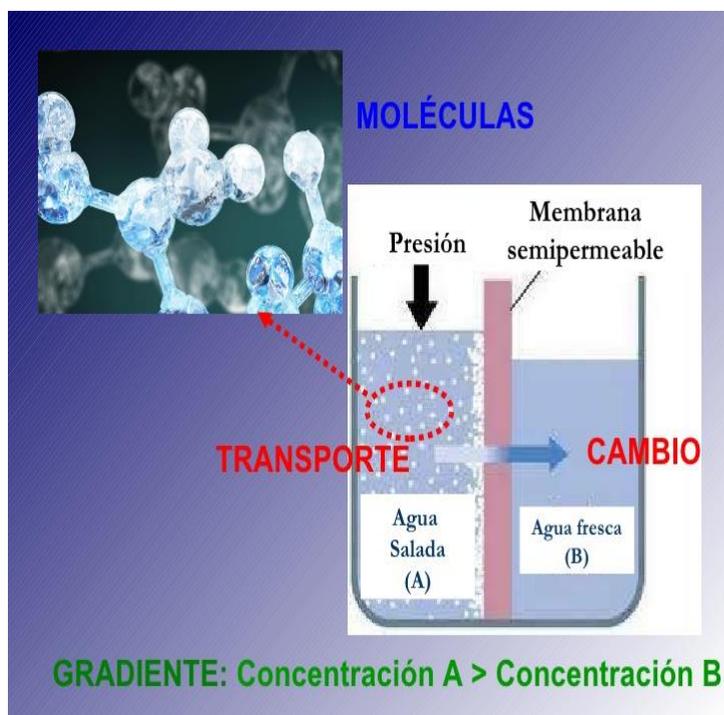


Ilustración 3. Ósmosis.

Fuente: <http://es.slideshare.net/alfredo102/fisicoquimica-vol-1-5ta-edicion-ira-n-levine>

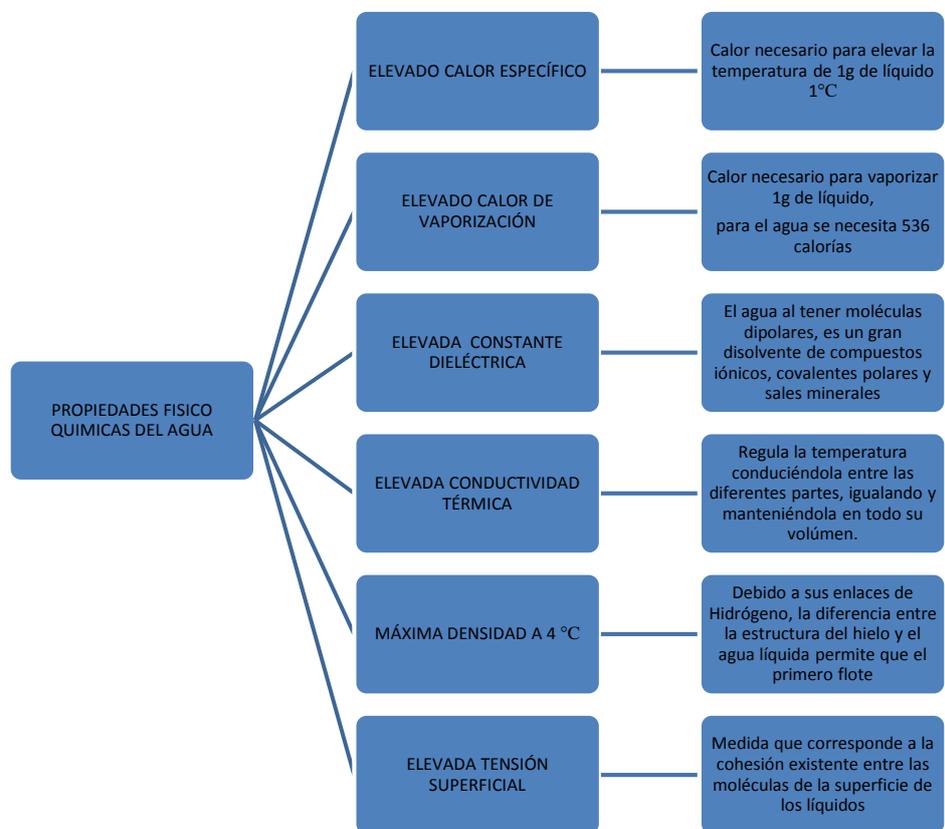
. Octubre 2015.

Capilaridad.- Este fenómeno no responde a la ley hidrostática de los vasos comunicantes, la cual expresa que una masa de agua tiene la misma altura de nivel en todos sus puntos, pues el ascenso o descenso de un líquido en un tubo de diámetro pequeño se debe a la acción de la tensión superficial del líquido sobre la superficie del sólido en contacto.

El efecto se produce de forma más marcada en tubos capilares, es decir, tubos de diámetro muy pequeño. La capilaridad, o acción capilar, depende de las fuerzas creadas por la tensión superficial y por el mojado de las paredes del tubo.

Si las fuerzas de adhesión del líquido al sólido superan a las fuerzas de cohesión dentro del líquido o tensión superficial, la superficie del líquido será cóncava y el líquido subirá por el tubo, es decir, ascenderá por encima del nivel hidrostático. Este mismo efecto es observado en el caso del suelo, aquí el nivel al que sube el agua dependerá del tamaño y tipo de poro que presente el estrato.

2.2.4. Propiedades físico-químicas del agua.



Cuadro 2. Propiedades Físico Químicas del Agua.

Fuente: Autoría Propia, Jorge Tulcanaza, adaptación (Amando Garrido Pertierra, Fundamentos de Bioquímica Estructural, 2006). Octubre 2015.

2.3. CICLO DEL AGUA.

El agua en la naturaleza no es un elemento que permanece estático, al contrario este cumple un proceso de circulación entre los distintos compartimentos de la hidrosfera. Se trata de un ciclo biogeoquímico en la que intervienen reacciones químicas, y el agua cambia de estado físico o se traslada de un lugar a otro.

Para explicarnos el ciclo del agua en su forma más básica, debido a que este no inicia en un punto en particular, algunos autores han tomado como punto de partida los mares y océanos que contienen la mayor parte de la masa del agua que se encuentra en forma líquida en la naturaleza, la cual por acción de la energía solar eleva su temperatura y se evapora, para depositarse en forma de vapor de agua en la atmósfera.

El vapor de agua se eleva a la parte alta de la atmósfera producto de las corrientes ascendentes de aire. En este lugar la baja temperatura condensa el vapor de agua y se forman las nubes, estas partículas colisionan y se unen entre sí. Estas acumulaciones de nubes tienen la capacidad de moverse con la influencia de las corrientes de aire, de esta forma llegan a la parte continental del planeta.

Con la acumulación de partículas de nubes y por efecto de la gravedad se produce la precipitación en forma de lluvia o nieve, dependiendo de las condiciones atmosféricas en las cuales esta se origina.

Esta precipitación al originarse en la región continental, el agua de lluvia por acción de la gravedad recorre una parte sobre la superficie del terreno en forma de escorrentía, la cual alcanza los cauces de manantiales y ríos, otra parte se filtra hacia las aguas subterráneas o deposita en los lagos.

Cuando la precipitación se produce en las zonas glaciares en forma de nieve, esta se deposita y puede permanecer así por miles de años. Pero si esta se produce en la parte continental se produce el deshielo y tiene el mismo destino de escorrentía.

En la corriente de los ríos el agua nuevamente se transporta hacia los mares y océanos, cerrando el ciclo hidrológico de este elemento. Es importante que se indique que el proceso de evaporación del agua por efecto de la radiación solar, no únicamente ocurre en los mares y océanos, sino que como es conocido los seres vivos están formados de agua y por tanto estos transpiran y eliminan este líquido de sus cuerpos en forma de vapor.

En la ilustración 4 ha sido detallado y resumido el ciclo hidrológico del agua, para una visualización más completa de todo este proceso.

CICLO DEL AGUA

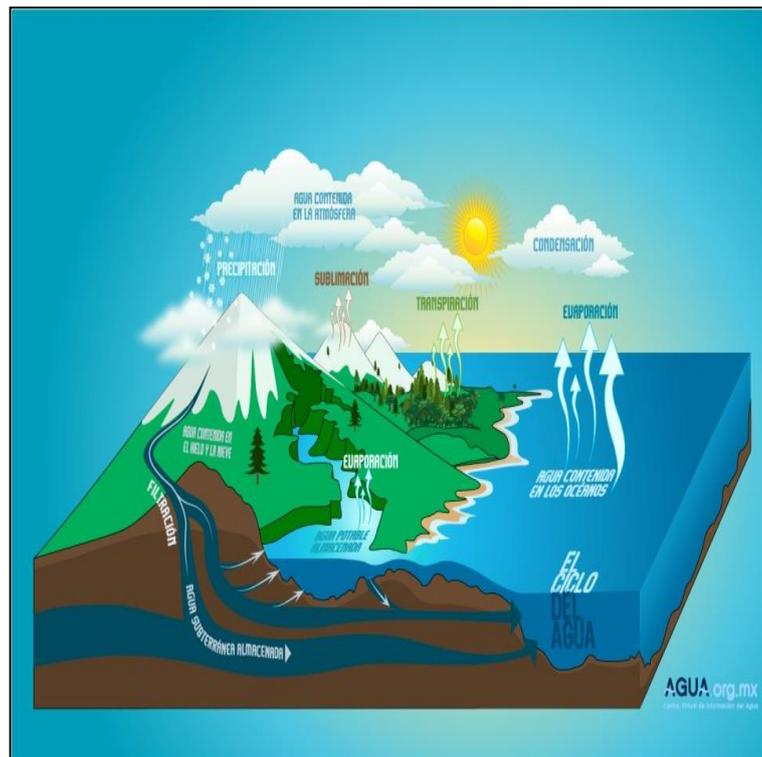


Ilustración 4. Ciclo del Agua.

Fuente: (ARRONTE, 2015)

2.3.1. Evaporación.

Se ha establecido como evaporación al cambio de fase líquida a fase gaseosa, que se efectúa en la superficie de un líquido. En el caso del agua por ejemplo se evapora en la superficie oceánica, sobre la superficie terrestre y en los seres vivos, en estos últimos como es el fenómeno de la transpiración en plantas y sudoración en animales.

La temperatura de cualquier sustancia se encuentra relacionada con la energía cinética promedio de sus partículas. (HEWITT, 2004) Las moléculas de la superficie del agua al aumentar su energía cinética salen despedidas desde abajo y pueden tener la energía suficiente como para liberarse de la masa de agua. Pueden dejar la superficie e irse al espacio que esté arriba del líquido. De esta manera se transforman en moléculas de vapor.

2.3.2. Condensación.

El fenómeno contrario a la evaporación es la Condensación, es decir el paso del agua de fase gaseosa a fase líquida. El aire que contiene agua en forma de vapor sube a la atmósfera, se enfría y condensa para formar las nubes, constituidas por agua en pequeñas gotas.

A mayor altitud se tiene una menor cantidad de aire, en consecuencia la presión ejercida también será menor y el aire es menos denso, lo que provoca su enfriamiento.

2.3.3. Precipitación.

Se produce cuando las gotas de agua en la atmósfera chocan unas con otras y se unen para formar las nubes, que se enfrían acelerándose la condensación. El momento que estas gotas de agua adquieren forma y tamaño suficiente, terminan por precipitarse a la

superficie terrestre en razón a su mayor peso. Esta precipitación puede ser en forma líquida conocida como lluvia o en forma sólida como nieve o granizo.

2.3.4. Infiltración.

La infiltración sucede en el momento que el agua producto de la precipitación alcanza el suelo y penetra a través de los estratos porosos, convirtiéndose en aguas subterráneas en caso de llegar a un nivel profundo de infiltración. No toda el agua que cae al suelo se filtra, esto dependerá de la porosidad o permeabilidad de la superficie en que se produzca la precipitación, al igual que de la pendiente y de la cobertura vegetal presente en el lugar.

Parte del agua infiltrada vuelve a la atmósfera por evaporación, otra por transpiración de la vegetación que se alimenta de este líquido, y otra se incorpora a los acuíferos, niveles que contienen agua estancada o circulante.

El agua subterránea en ocasiones alcanza nuevamente la superficie, dependiendo de la profundidad del estrato que se ha infiltrado, o termina incorporándose a los cuerpos de agua u océanos obedeciendo a la capacidad de movimiento que tenga el agua infiltrada y que está en relación directa con la porosidad del estrato en que se ha infiltrado.

2.3.5. Escorrentía.

Este término hace referencia a los diversos medios por los que el agua producto de las precipitaciones y que no se infiltra, se desplaza pendiente abajo por la superficie del terreno hasta depositarse en los cauces de manantiales y ríos o lagos.

El efecto que produce una tormenta con la misma intensidad, tanto en la zona selvática como en el desierto tendrá distintos resultados pues la

escorrentía superficial es afectada por factores meteorológicos y por la geología física y topografía del lugar. (ARRONTE, 2015) Únicamente un tercio de la lluvia que cae corre en forma de escorrentía hacia los océanos; la fracción restante se evapora o es absorbida por el suelo pasando a formar parte del agua subterránea, se ha considerado la escorrentía como el principal agente geológico de erosión y de transporte de sedimentos.

2.3.6. Circulación subterránea.

El agua que se infiltra en el suelo luego de la precipitación pasa a formar parte del agua subterránea. De esta infiltración, una porción circula a poca profundidad y nuevamente regresa a la superficie, pero por acción de la gravedad y factores como el tipo de poro en el suelo, la mayor parte pasa a los estratos más profundos y llega a depositarse en los acuíferos.

La velocidad y dirección del movimiento del agua subterránea del acuífero está ligada a varias características como son el confinamiento, porosidad y permeabilidad del estrato en el cual se mueve. Por estas condiciones el movimiento de agua subterránea es mucho más limitado que el de escorrentía, pues en casos puede tardarse años en retornar a ser parte del ambiente e integrarse al ciclo hidrológico de este elemento.

El agua subterránea ha sido en muchos casos, el principal contribuyente de los cursos de agua. La humanidad ha utilizado el agua subterránea por centenas de años y lo continúa haciendo hasta hoy en día, en especial para beber y para riego. Los seres vivos dependen del agua subterránea tanto como del agua superficial.

2.3.7. Fusión.

Se ha establecido como fusión, al cambio del estado del agua de fase sólida a fase líquida. La forma más visible de este fenómeno se

experimenta al producirse el deshielo en un glaciar cuando la nieve o hielo pasa de su forma sólida a líquida principalmente por acción de la temperatura.

En la fusión de los cuerpos cristalinos sus estructuras sufren cambios violentos y se hace cita de dos leyes que determinan su comportamiento: (SANTIAGO BURBANO DE ERCILLA, 2006) “1ª. Para una presión determinada cada sustancia tiene su temperatura característica de fusión idéntica a la de solidificación. 2ª. Mientras dura la fusión o la solidificación la temperatura permanece constante.” Y se complementa con la definición de Calor de Fusión de una sustancia como “el número de calorías necesarias para fundir la unidad de masa de ella, sin variar la temperatura, es decir a la temperatura de fusión”.

2.3.8. Solidificación.

Se ha determinado como el cambio del agua de estado líquido a su fase sólida por acción de la temperatura. Como sucede al disminuir la temperatura en el interior de una nube por debajo de 0 °C, el vapor de agua o el agua misma se congelan, precipitándose en forma de nieve o granizo.

En el caso de la nieve se trata de una solidificación del agua de la nube que se presenta por lo general a baja altura, al momento de congelarse la humedad y las pequeñas gotas de agua se forman copos de nieve, cristales de hielo que adoptan numerosas formas visibles al microscopio.

En el caso del granizo, el ascenso rápido de las gotas de agua que forman una nube, es lo que da inicio a la formación de hielo el cual va constituyendo el granizo que aumenta de tamaño conforme a ese ascenso. Cuando se presenta un tornado en la superficie del mar, es decir se ocasiona una manga de agua por el calentamiento excesivo de esta superficie por acción del sol, el hielo se forma en el ascenso de agua

por adherencia del vapor de agua al núcleo congelado de las grandes gotas de agua.

2.4. IMPACTO AMBIENTAL.

Este se lo ha definido como el efecto que ha provocado sobre el medio ambiente cualquier actividad humana, es decir es una alteración de la línea base ambiental. Entendiéndose como medio ambiente al sistema conformado por todos los elementos naturales, que condicionan la forma de vida de la sociedad y que abarcan valores naturales, sociales y culturales que existen en un lugar y momento determinado.

La falta de conciencia del ser humano a lo largo de su existencia le ha llevado a vivir con la idea de que la naturaleza es un bien gratuito y eterno.

Pero hoy en día se conoce que la biósfera es un elemento perecedero debido a su fragilidad por lo que se encuentra en riesgo de desaparecer, afectando así a cada uno de los habitantes del planeta. Por lo que se hace necesario que el tema del impacto ambiental sea tratado y asumido con la mayor seriedad para que se pueda evitar las consecuencias nefastas que su desatención ha generado a lo largo de la historia.

El medio ambiente y la contaminación son aspectos que afectan directamente a la salud del ser humano. Los avances tecnológicos hoy en día pueden mostrar la acción directa de la contaminación a nuestra salud.

El hombre sobre la naturaleza ha causado grandes daños teniendo como excusa el desarrollo, introduciendo elementos y sustancia en procesos industriales y de consumo, sin percatarse del daño a futuro que esto puede causar.

2.4.1. Causas del impacto ambiental.

A lo largo de la historia el ser humano ha provocado grandes daños al planeta, pero es preciso señalar que en la antigüedad antes de la revolución industrial el hombre se encontraba en gran armonía con el medio ambiente por lo que este se mantenía inalterado.

Los efectos nocivos sobre el medio ambiente inician debido a que la revolución industrial provoco que el ser humano abuse de varios recursos naturales como la madera, posteriormente el carbón y más tarde el petróleo, generando en el ser humano la dependencia de combustibles fósiles no renovables, los mismos que no fueron utilizados adecuadamente y causaron elevadas cantidades de calor y energía.

En la actualidad la gravedad de la contaminación se ha incrementado con problemas globales, como el deterioro de la capa de ozono, el cambio climático y agotamiento de recursos naturales principalmente.

La sobrepoblación, la urbanización, y la tecnología como fuerza motriz de la sociedad actual son responsables de condiciones que ponen en riesgo al medio ambiente y junto con él la integridad del ser humano.

2.4.2. Consecuencias del impacto ambiental.

Las consecuencias de los impactos ambientales que son provocados por la industria, pesca, transporte, ganadería, agricultura, y las unidades de vivienda o residencias, pueden ser notorias en corto, mediano o largo plazo, con efectos irreparables.

Se ha clasificado o identificado cuatro tipos de impacto ambiental, ligados al tiempo que dura su efecto en el lugar de su incidencia, y se los conoce como Persistente, Temporal, Reversible e Irreversible. Se puede señalar que las principales consecuencias del impacto ambiental son:

cambio climático, efecto invernadero, agotamiento de la capa de ozono, deforestación, la pérdida de biodiversidad, contaminación atmosférica, contaminación de aguas, entre otras.

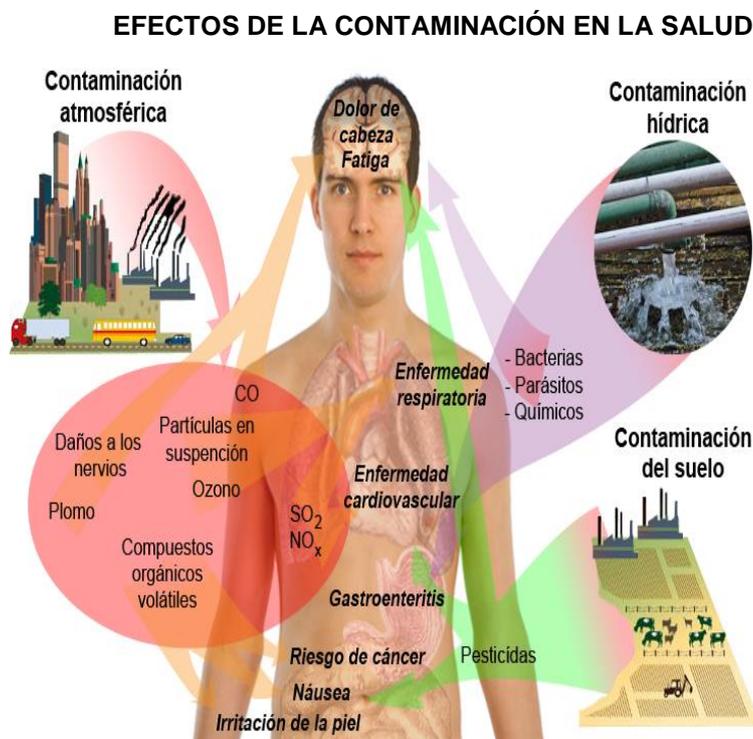


Ilustración 5. Efectos sobre la Salud de algunos de los más típicos contaminantes.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n#cite_note-77. Noviembre 2015.

2.4.3. Contaminación del agua.

En la ilustración 5 se puede observar cómo es afectada la salud del ser humano por los agentes contaminantes, tal es el caso de la contaminación hídrica, la cual se la entiende como la introducción de sustancias nocivas (Bacterias, Parásitos y Químicos) en su medio, las que alteran la composición química, física o biológica del agua, haciendo que esta no sea apta para el consumo.

La contaminación del agua y en especial la de consumo humano ha sido la causa de miles de muertes en países en vías de desarrollo alrededor de todo el mundo, al igual que la falta de acceso a condiciones hidrosanitarias básicas. Las enfermedades gastrointestinales son la

principal afección que padece el hombre, a consecuencia de este tipo de contaminación hídrica.

2.4.4. Contaminación en el ciclo del agua

El ciclo del agua al desarrollarse en la biósfera acumula y absorbe todos los desechos que a este se descargan, como es el caso del humo y vapores que se integran al aire pero retornan a la tierra en forma de lluvia contaminada, el caso más común es el de la lluvia ácida, la que se integra e introduce contaminada en este ciclo.

La actividad humana directa o indirectamente ha producido contaminación en el curso del agua. El uso de varios agentes químicos como plaguicidas, fertilizantes, pesticidas y sales, se lixivian y se dirigen directamente a los mantos subterráneos, contaminando el agua.

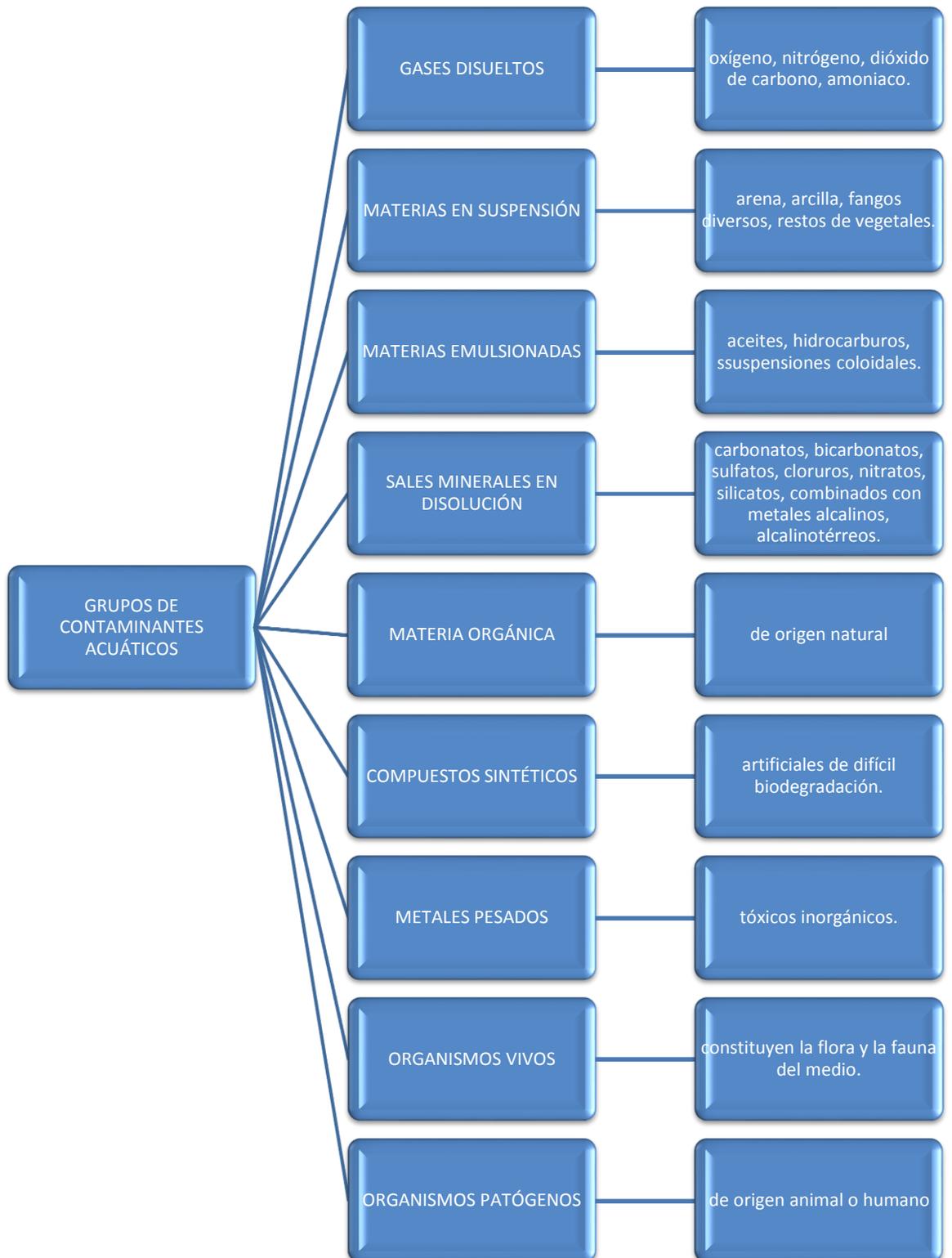
Además las grasas, aceites, o residuos del sanitario, contaminan directamente las aguas superficiales. En el caso de botaderos de basura y rellenos sanitarios construidos sin ninguna técnica, producen también lixiviados que luego se depositan en las capas freáticas, con la consecuente contaminación.

2.4.5. Grupos de contaminantes acuáticos.

Las aguas superficiales por su condición se encuentran expuestas con mayor fragilidad frente a la contaminación derivada de la actividad humana. Esta actividad puede descargar todo tipo de materia orgánica al igual que productos de origen industrial como agrícola.

Para un planteamiento de posibles soluciones de tratamiento de estas aguas contaminadas, se puede distinguir los siguientes grupos de contaminantes acuáticos:

GRUPOS CONTAMINANTES ACUÁTICOS



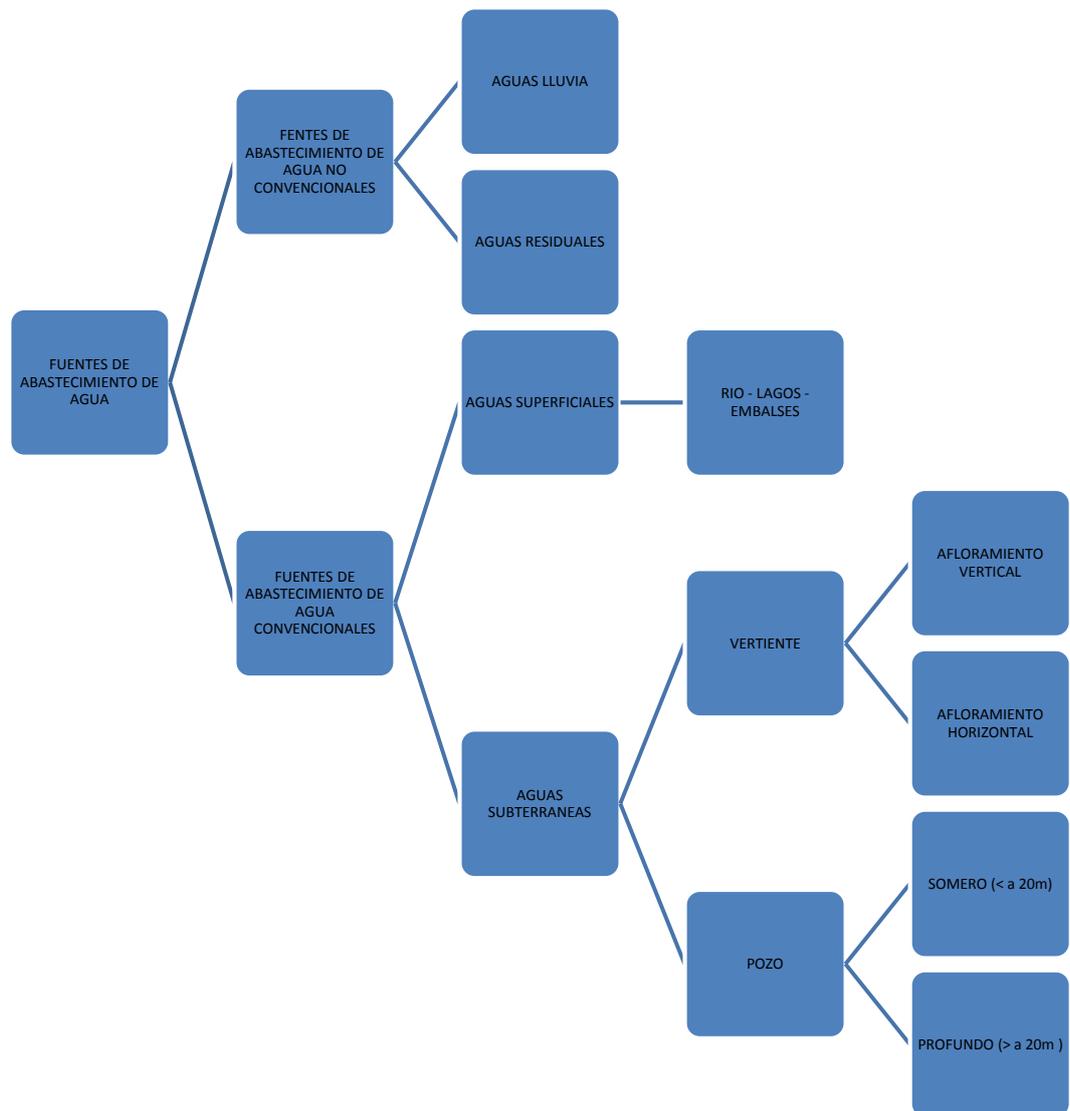
Cuadro 3. Grupos Contaminantes Acuáticos.

Fuente: El Autor, adaptación (LAPEÑA, 1990). Octubre 2015.

2.5. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Para una mejor descripción de las fuentes de abastecimiento de agua, se ha resumido estas en el siguiente cuadro.

FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA



Cuadro 4. Fuentes de Abastecimiento de Agua.

Fuente: Autoría Propia, Jorge Tulcanaza, adaptación, (Arocha, 1977) Octubre 2015.

Estas fuentes de abastecimiento de agua están consideradas como el elemento primordial para elaborar el diseño del sistema o acueducto, pero previo a la etapa de cálculo, se debe establecer con claridad su tipo, cantidad, calidad y ubicación. Se puede señalar que las fuentes de abastecimiento del agua según el tipo de aprovechamiento se divide en: Convencionales y No Convencionales.

2.5.1. Fuentes convencionales de abastecimiento de aguas.

Están constituidas por Aguas Superficiales y Aguas Subterráneas. La elección del tipo de abastecimiento que se utilizará para dotar de agua a un sector, comunidad o ciudad, deberá ser sujeto de un minucioso análisis y estudio para determinar cuál será la opción que reduzca al mínimo durante la vida útil del sistema los costos de operación, que a su vez ocasione el menor número de inconvenientes y preste un servicio más eficiente.

2.5.2. Fuentes de abastecimiento de aguas superficiales.

Las Aguas Superficiales provienen principalmente de la escorrentía, pueden recibir aporte de manantiales que a su vez se incorporan en quebradas, ríos o lagos. Lo primordial es visualizar el estado sanitario de la fuente al igual que se debe garantizar su caudal para que pueda satisfacer la demanda de consumo.

Al momento que se considera como fuentes de abastecimiento aguas superficiales, como quebradas y ríos principalmente, es fundamental contar con la información de los caudales en períodos largos similares a los períodos de diseño, que permiten analizar los tiempos de crecidas y los de sequías, para que de esta manera se consideren volúmenes compensatorios para épocas de sequía y almacenar agua en época de crecidas y superar los valores mínimos de aforo para un normal funcionamiento del sistema.

Los sistemas sin regulación de caudal, son aquellos donde el caudal mínimo observado en el periodo de registro es superior al gasto del día de máximo consumo para el período de diseño que se ha fijado. Por otro lado los sistemas con regulación de caudal, son aquellos donde el caudal mínimo observado no es suficiente para satisfacer la demanda de diseño pero cuyo régimen permite realizar un almacenamiento y cumplir con el gasto del día de máximo consumo.

2.5.3. Fuentes de abastecimiento de aguas subterráneas.

Para este tipo de fuentes de abastecimiento, se ha determinado primero que un acuífero no es más que una formación de origen geológico capaz de contener agua y permitir su movimiento a través de sus poros. Estos acuíferos se los ha clasificado en libres y confinados, dependiendo de la presencia o ausencia de una masa de agua.

Los acuíferos libres son aquellos que se encuentra en contacto directo con la zona sub-saturada del suelo. En este acuífero la presión del agua en la zona superior es igual a la presión atmosférica, aumentan en profundidad a medida que aumenta el espesor saturado.

Los acuíferos confinados son formaciones en las que el agua subterránea se encuentra encerrada entre dos capas impermeables y sometidas a una presión diferente a la atmosférica. También encontramos acuíferos semi confinados, se los denomina de esa manera cuando el estrato de suelo que lo cubre tiene una permeabilidad significativamente menor a la del acuífero mismo, pero no llega a ser impermeable, es decir que a través de este estrato la descarga y recarga puede todavía ocurrir.

TIPOS DE ACUÍFEROS



Ilustración 6. Tipos de Acuíferos.

Fuente: www.marm.es/sia/visualizacion/lda/fisico/hidrogeologia_acuiferos.jsp
Noviembre 2015.

2.5.4. Fuentes no convencionales de abastecimiento de agua.

Se las puede identificar como las que provienen de las Aguas Lluvias y también las que se pueden obtener de las Aguas Residuales.

En los sectores rurales o en zonas áridas, la lluvia se ha convertido en una de las alternativas de abastecimiento de agua para consumo doméstico e incluso para uso agrícola. Generalmente en estos sectores el agua lluvia se encuentra expuesta a menos contaminación, salvo que se hable de una zona industrial. Por lo que para su consumo no demanda mayores procesos de tratamiento con lo que disminuye su costo, e incluso obteniendo menor precio que del agua que generalmente se capta de los ríos.

Este tipo de sistemas presenta algunas dificultades sobre todo porque el mismo requiere de un mantenimiento periódico, y en muchos sectores no existe este tipo de cultura entre los usuarios. Por lo que el agua suministrada por estos sistemas puede llegar a ser de más baja calidad que la esperada.

En las últimas décadas, (Wilmer Campaña, 2015) grandes organizaciones como lo son la ONU, UNICEF, OMS entre otras, han tomado más énfasis en este tipo de sistemas. Una de las metas del milenio que se han planteado estas organizaciones es el lograr que todo el mundo tengan acceso al agua potable, por lo que se encuentran desarrollando proyectos para la construcción de este tipo de sistemas, orientados a la recolección de aguas lluvias por medio de techados adecuados en las comunidades que no tienen los recursos suficientes para construirlos por sí mismas.

El otro sistema no convencional de abastecimiento es el las Aguas Residuales, estas aguas que por su calidad y composición en épocas anteriores no eran ni remotamente consideradas como una alternativa para alimentar sistemas de abastecimiento, pero en la actualidad las aguas residuales producidas en la vivienda, sometida a un adecuado tratamiento puede ser reutilizada en la misma vivienda en actividades de aseo y riego de jardines.

Las regulaciones ambientales hoy en día obligan al tratamiento de las aguas residuales antes de que estas retornen a los cursos hídricos y se integren nuevamente al ciclo del agua.

2.6. MARCO LEGAL.

2.6.1. Legislación para recurso hídrico vigente en el Ecuador.

El ordenamiento jurídico que enmarca el uso y aprovechamiento del recurso hídrico en el Ecuador está vigente a través del proyecto de ley que elaboró, discutió y aprobó la Asamblea Nacional en ejercicio de sus atribuciones conferidas por la Constitución de la República y la Ley Orgánica de la Función Legislativa. La **“LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA”**, se encuentra vigente con su inscripción en el Registro Oficial Nro. 305 del miércoles 6 de Agosto del 2014.

2.6.2. Ley Orgánica De Recursos Hídricos, Usos Y Aprovechamiento Del Agua.

De este cuerpo legal se ha resaltado algunos artículos y disposiciones que deberán ser considerados particularmente en la investigación que se está desarrollando. En el (ASAMBLEA NACIONAL REPÚBLICAA DEL ECUADOR, 2014) Título I de las Disposiciones Preliminares del Capítulo I De Los Principios del Registro Oficial correspondiente a esta ley en el Artículo 1 determina que:

“Artículo 1.- Naturaleza jurídica. Los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y serán de su competencia exclusiva, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, de conformidad con la Ley. El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria.”.

En la Sección Cuarta referente a los Servicios Públicos, de este cuerpo legal se hace referencia en parte del Artículo 37 que, “Para efectos de esta Ley, se considerarán servicios públicos básicos, los de agua potable y saneamiento ambiental relacionados con el agua.”, en otra parte se indica que “El saneamiento ambiental en relación con el agua comprende las siguientes actividades:

1. Alcantarillado sanitario: recolección y conducción, tratamiento y disposición final de aguas residuales y derivados del proceso de depuración; y,
2. Alcantarillado pluvial: recolección, conducción y disposición final de aguas lluvia.”

En el Artículo 38 referente a la Prohibición de autorización del uso o aprovechamiento de aguas residuales, manifiesta que “La Autoridad

Única del Agua no expedirá autorización de uso y aprovechamiento de aguas residuales en los casos que obstruyan, limiten o afecten la ejecución de proyectos de saneamiento público o cuando incumplan con los parámetros en la normativa para cada uso.”

En el capítulo dos, de esta ley se trata el Derecho A La Igualdad Y No Discriminación y el Artículo 61 en su parte medular declara el “Derecho a la igualdad y no discriminación en el acceso al derecho humano al agua. Todas las personas ejercerán el derecho humano al agua en condiciones de igualdad.”.

El Artículo 63, hace referencia al Almacenamiento de agua lluvia y dice, “Cualquier persona podrá almacenar agua lluvia en aljibes, cisternas, albarradas o en pequeños embalses, para fines domésticos y de riego para soberanía alimentaria, siempre que no perjudique a terceros y afecte a la cantidad y calidad que circule por los cauces públicos. La Autoridad Única del Agua establecerá los parámetros técnicos para definir el volumen de agua que puede almacenarse sin necesidad de autorización”.

En relación a la prevención y control de la contaminación del agua se encuentra que en el Artículo 80 se hace referencia a las prohibiciones y control de Vertidos indicando que “Se consideran como vertidos las descargas de aguas residuales que se realicen directa o indirectamente en el dominio hídrico público. Queda prohibido el vertido directo o indirecto de aguas o productos residuales, aguas servidas, sin tratamiento y lixiviados susceptibles de contaminar las aguas del dominio hídrico público.”

En el capítulo siete de este cuerpo legal se hace referencia a las obligaciones del Estado para el derecho humano al agua, y en la sección primera de las obligaciones y la progresividad dice en el Artículo 83 de las políticas en relación con el agua que “Es obligación del Estado

formular y generar políticas públicas orientadas a:”. Luego encontramos varios literales de los cuales se hace referencia al literal e y g que dicen:

“e) Adoptar y promover medidas con respecto de adaptación y mitigación al cambio climático para proteger a la población en riesgo;”

“g) Promover alianzas público-comunitarias para el mejoramiento de los servicios y la optimización de los sistemas de agua.”

En el Artículo 84, de las obligaciones de corresponsabilidad, citaremos los literales e, h, i:

“e) Identificar y promover tecnologías para mejorar la eficiencia en el uso del agua;”

“h) Apoyar los proyectos de captación, almacenamiento, manejo y utilización racional, eficiente y sostenible de los recursos hídricos; y,”

“i) Desarrollar y fomentar la formación, la investigación científica y tecnológica en el ámbito hídrico.”

La derogatoria en la disposición quinta de esta ley, hace relación a “La Ley de Juntas Administradoras de Agua Potable y Alcantarillado, publicada en el Registro Oficial No. 802 de 29 de marzo de 1979;”. Esta ley derogada es la que rigió las juntas de agua con las que funciona la distribución del agua en el sector rural del Cantón Pedro Moncayo, sitio puntual de la investigación que se está desarrollando.

2.6.3. Norma técnica ecuatoriana INEN.

La Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 1108:2014 Quinta revisión 2014 – 01) establece los requisitos que debe cumplir el agua potable de los sistemas de abastecimiento tanto públicos como privados distribuidos por redes o tanqueros, para consumo humano.

Esta Norma Oficializada como: Voluntaria Por Resolución No. 13523 de 2013-12-18 Registro Oficial No. 168 de 2014-01-23, detalla los

parámetros, características y límites máximos de sustancias permitidas en el agua potable.

CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA QUE PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO REQUIEREN TRATAMIENTO CONVENCIONAL.

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,2
Amonio	NH ₄ ⁺	mg/l	0,5
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Coliformes Totales	NMP	NMP/100 ml	20000
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,003
Cianuro	CN ⁻	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Color	Color real	Unidades de Platino-Cobalto	75,0
Compuesto Fenólicos	Fenol	mg/l	0,001
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Fluoruro	F ⁻	mg/l	1,5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2
Hierro total	Fe	mg/l	1,0
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	ug/l	0,0005
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO ₃	mg/l	50,0
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6-9
Plata	Ag	mg/l	0,05
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	250,0
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Hidrocarburos Totales de Petroleo	TPH	mg/l	0,2
Turbiedad	unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100,0

Nota: Podrán usarse aguas con turbiedades y coliformes fecales ocasionales superiores a los indicados en esta Tabla, siempre y cuando las características de las aguas tratadas sean entregadas de acuerdo con la Norma INEN correspondiente.

Tabla 1. Criterio de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.
Fuente: <http://www.industrias.ec/archivos/CIG/file/CARTELERA/Reforma%20Anexo%2028%20feb%202014%20FINAL.pdf>. Noviembre 2015.

CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA QUE PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO Y QUE PARA SU POTABILIZACIÓN SOLO REQUIEREN DESINFECCIÓN.

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amonio	NH ₄ ⁺	mg/l	0,5
Arsénico	As	mg/l	0,01
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	20
Coliformes Totales	NMP	NMP/100ml	200
Bario	Ba	mg/l	0,7
Cadmio	Cd	mg/l	0,003
Cianuro	CN ⁻	mg/l	0,07
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de Pt-Co	15
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,001
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	ug/l	0,0005
Hierro total	Fe	mg/l	0,3
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO ₃	mg/l	50
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2
Olor y sabor			No Objetable
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6-9
Plata	Ag	mg/l	0,05
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	250
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Hidrocarburos Totales de Petroleo	TPH	mg/l	0,05
Turbiedad		UTN	5

Nota: Podrán usarse aguas con turbiedades y coliformes fecales ocasionales superiores a los indicados en esta Tabla, siempre y cuando las características de las aguas tratadas sean entregadas de acuerdo con la Norma INEN correspondiente.

Tabla 2. Criterio de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

Fuente:<http://www.industrias.ec/archivos/CIG/file/CARTELERA/Reforma%20Anexo%2028%20feb%202014%20FINAL.pdf>. Noviembre 2015.

En el “ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA”, se puede encontrar detallados los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos (ver tabla 1 y 2), al igual que las normas generales de descarga de efluentes tanto a los sistemas de alcantarillado como a los cuerpos de agua.

2.7. SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA.

Los sistemas de captación son estructuras que el hombre ha creado a lo largo de la historia para cubrir su necesidad de abastecimiento de agua. Estas obras no son más que estructuras colocadas técnicamente sobre las fuentes de abastecimiento, para de esta forma captar el caudal y satisfacer el gasto de agua, que luego se transportará por las líneas de aducción.

Los sistemas utilizados para la captación de agua de consumo humano, dependerán del tipo de fuente de abastecimiento que el sector o comunidad disponga en su ubicación geográfica.

De acuerdo a la forma de aprovechamiento del agua se ha considerado las aguas superficiales y las aguas subterráneas para determinar el tipo de estructura más adecuado. Por otro lado conforme a la fuente de abastecimiento también se hará referencia a los sistemas de captación convencional y no convencional.

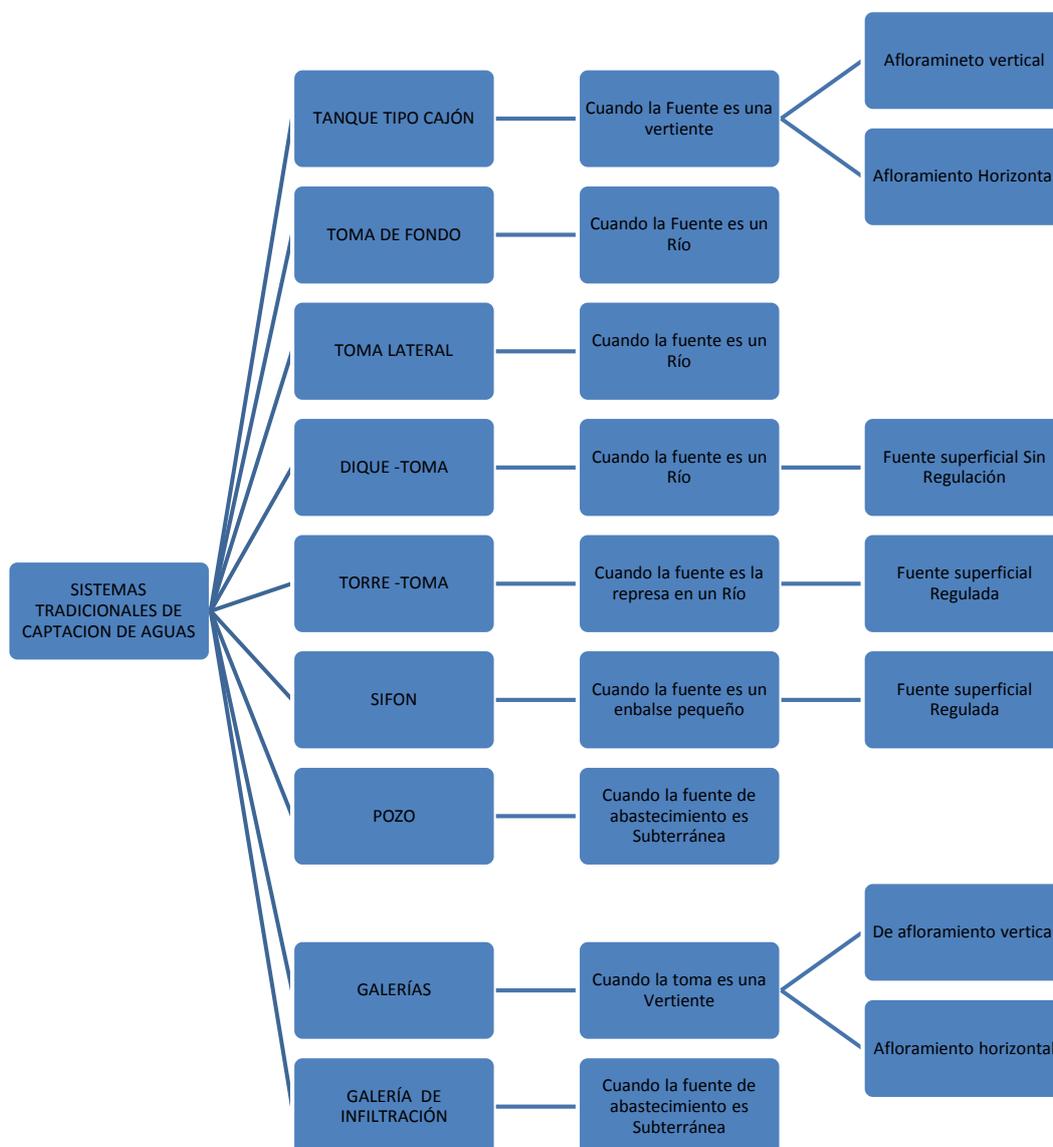
2.7.1. Sistemas tradicionales de captación de aguas.

Para obtener el diseño correcto de una obra de captación, se deberá primero definir e identificar de manera concreta y precisa la fuente de abastecimiento, esto implica determinar su tipo, cantidad, calidad y ubicación.

Otro factor que determinará el tipo de estructura para la captación del agua en caso de que esta sea de fuentes superficiales, es el conocer

si esta fuente superficial es con regulación o sin regulación de su caudal. En el Cuadro 5 se hace referencia a los sistemas tradicionales de captación de agua.

SISTEMAS TRADICIONALES DE CAPTACIÓN DE AGUA



Cuadro 5. Sistemas Tradicionales de Captación de Agua.

Fuente: El Autor, adaptación, (Arocha, 1977). Octubre 2015.

2.7.2. Obras tradicionales de captación de aguas.

La ilustración 7 hace referencia a un resumen gráfico de los sistemas de captación descritos en el cuadro 5, incluso con la consideración de la captación de aguas lluvia, que para la investigación que se está realizando será detallada más adelante.

OBRAS DE CAPTACIÓN

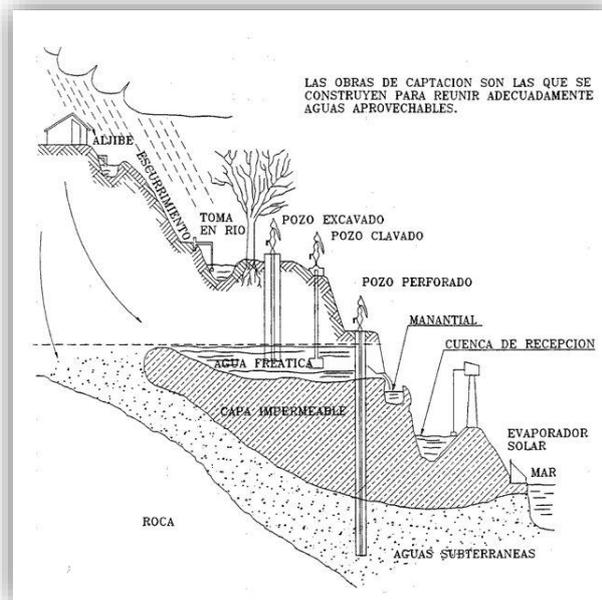


Ilustración 7. Obras de Captación.

Fuente: <http://civilgeeks.com/2010/10/08/obras-de-captacion-sistema-de-agua-potable/> .Noviembre 2015.

En el caso de captación de aguas superficiales como por ejemplo en un río o embalse de altura de espejo de agua muy inestable, una de las obras de captación más adecuadas es la de Toma-Torre y en la ilustración 8 se la detalla de la siguiente manera:

TORRES PARA CAPTAR AGUA A DIFERENTE NIVEL

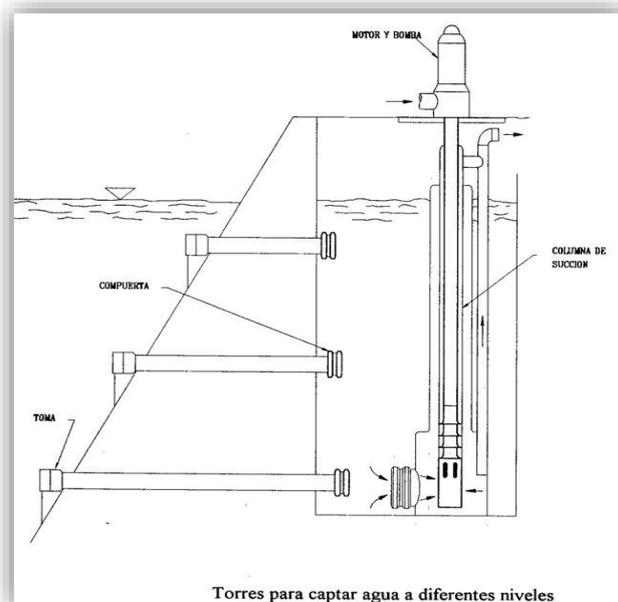


Ilustración 8. Torres para captar agua a diferente nivel.

Fuente: <http://civilgeeks.com/2010/10/08/obras-de-captacion-sistema-de-agua-potable/> .Noviembre 2015.

La ilustración 9, detalla el esquema de un pozo profundo con los componentes que facilitan la captación del abastecimiento de aguas subterráneas.

1. Sello sanitario, generalmente con tubos de PVC. De 8" hasta 12"
2. Diámetro del pozo de 6" hasta 12"
3. Tubo PVC encamisado de la bomba de 5" hasta 10"
4. Filtro hecho con gravas de río no 2 o 3
5. Ranuras
6. Nivel estático del agua
7. Bomba sumergible
8. Electrodo de seguridad
9. Cable de Bomba
10. Tanquilla de protección de la bomba
11. Tablero electrónico de seguridad de la bomba.

CORTE ESQUEMÁTICO DE UN POZO PROFUNDO

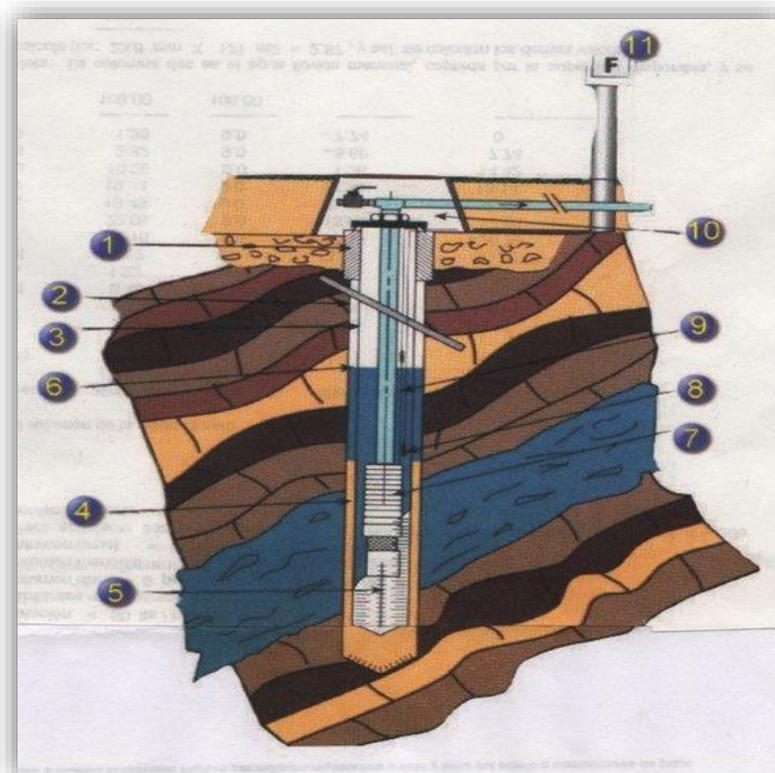


Ilustración 9. Corte esquemático de un Pozo Profundo.

Fuente: <http://civilgeeks.com/2010/10/08/obras-de-captacion-sistema-de-agua-potable/> .Noviembre 2015.

Los pozos someros son los que se construyen con una profundidad menor a 20 m y se lo detalla en la ilustración 10. Las variaciones en los sistemas constructivos están dados por el tipo de pared lateral con que se construye el pozo, de tal forma que tenemos pozos someros con ademe de tabiquería y con ademe piedra.

POZO SOMERO

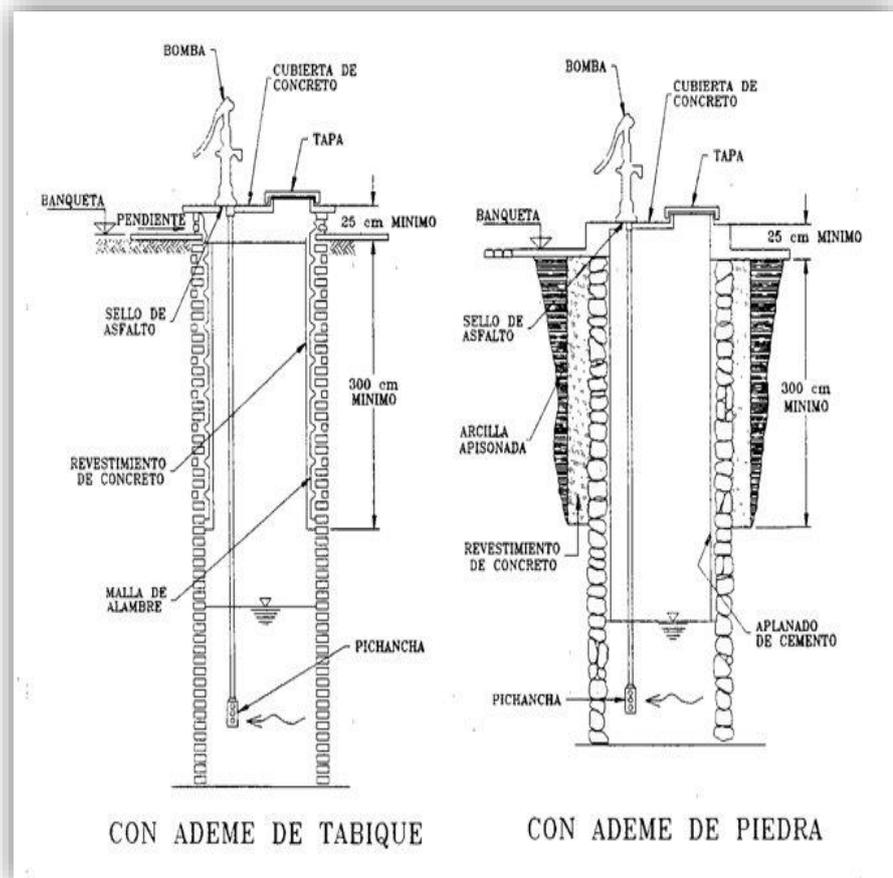


Ilustración 10. Pozo Somero.

Fuente: <http://civilgeeks.com/2010/10/08/obras-de-captacion-sistema-de-agua-potable/> .Noviembre 2015.

La ilustración 11 permite visualizar el detalle de un sistema de captación mediante una galería de infiltración con sus respectivos cortes.

DETALLE DE UNA GALERÍA DE INFILTRACIÓN

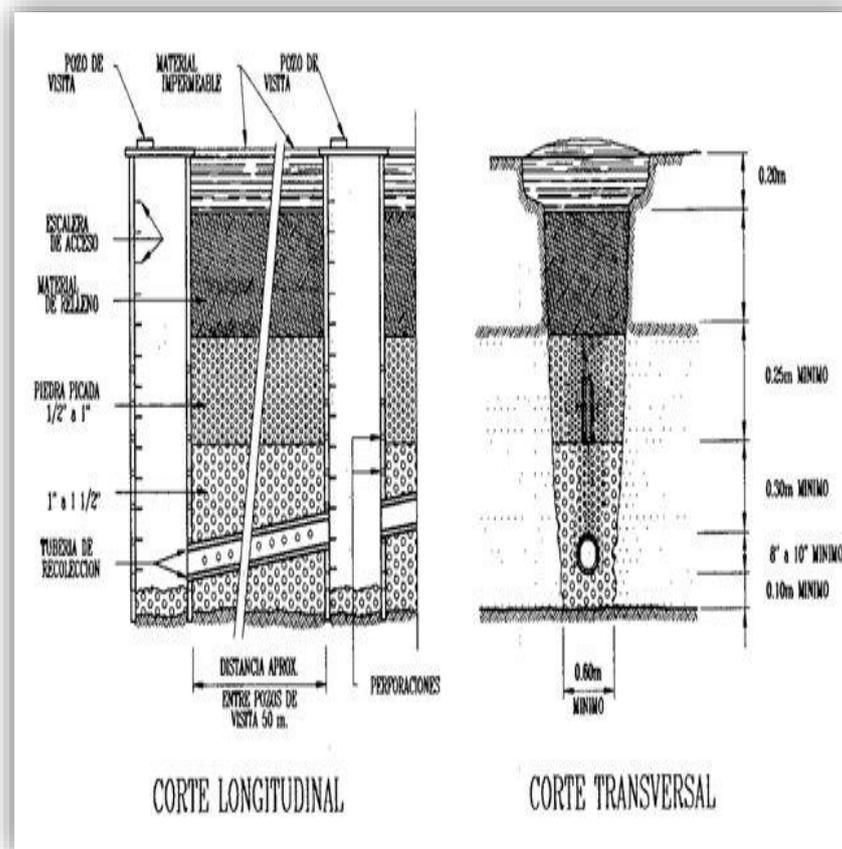


Ilustración 11. Detalle de una Galería de infiltración.

Fuente: <http://civilgeeks.com/2010/10/08/obras-de-captacion-sistema-de-agua-potable/> .Noviembre 2015.

2.7.3. Sistemas alternativos de captación de agua.

Hoy en día debido a las graves dificultades que el hombre tiene para acceder a las fuentes de abastecimiento de agua, se ha visto en la obligación de usar otro tipo de alternativas para satisfacer su necesidad básica de consumo de agua.

Se presenta en las fuentes no convencionales de abastecimiento de agua los dos casos como son el de aguas lluvia y aguas residuales, por lo que a continuación se hace referencia a los sistemas de captación para estos dos tipos de sistemas alternativos de abastecimiento.

2.7.4. Sistemas de captación de aguas lluvias.

Las más grandes civilizaciones humanas siempre surgieron junto a fuentes de abastecimiento de agua como ríos, lagos o vertientes, pues este líquido vital debía estar ubicado lo más próximo posible para, en primer lugar satisfacer las necesidades de consumo, el riego para agricultura y bebedero de animales e incluso para usarlo como vía de transporte.

Por las condiciones geográficas y climáticas, ciertos asentamientos humanos se desarrollaron en condiciones desfavorables en cuanto a las fuentes de abastecimiento de agua, y en la actualidad incluso por el desmedido crecimiento demográfico y escases del recurso hídrico, se hace más complejo este problema. Por lo que en estos sitios se han visto obligados a desarrollar sistemas alternativos de recolección de agua para su abastecimiento.

La práctica del uso de las aguas lluvia para consumo humano, está registrada a lo largo de la historia, alrededor del mundo existen evidencias de estas estructuras, como por ejemplo las encontradas en las montañas de Edom al sur de Jordania, mismas que datan de hace 9.000 años. Otro incluso más antiguo se ubica en Irak y data del año 4500 A. C.

La técnica utilizada básicamente consistía en la a “recolección de agua de lluvia y su desviación a estanques naturales o artificiales o a depósitos”. (Mongil Manso & Martínez de Azagra Paredes, 2007).

En la publicación de la Revista Gestión y Ambiente (Palacio Castañeda, 2010), se resalta la necesidad de tecnificar y desarrollar sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias para el consumo humano, y de esta manera reducir la presión existente sobre los acuíferos y optimizar el uso del recurso hídrico. Este criterio se unifica con los estudios e investigaciones que han desarrollado la ONU, FAO,

OMS, OPS, y sus departamentos adjuntos para investigación y estudios dedicados al ambiente y uso racional del agua como por ejemplo el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS, por lo que es necesario considerar este tema en la presente investigación.

A continuación se detalla los principales beneficios que estos organismos han considerado de este tipo de sistemas de recolección de agua:

- La mayoría de estos sistemas no requiere energía eléctrica para operar.
- Los únicos rubros para su operación lo constituyen la recolección, almacenamiento y distribución, el agua lluvia es gratuita.
- La calidad físico – química del agua lluvia es muy buena, sobre todo en el sector rural.
- Los costos para su construcción son económicos, pues se utiliza materiales propios de cada zona, y el mantenimiento del sistema no es muy frecuente.
- Los sistemas de distribución por sus características son muy sencillos y elementales.
- El agua lluvia no entra en contacto con el suelo o rocas, disminuyendo la posibilidad de que en esta disuelvan sales y minerales, por lo que este tipo de agua es blanda y puede reducir de manera significativa la cantidad de jabones y detergentes para la limpieza.
- El agua lluvia es ideal para regar jardines y cultivos.
- Al captar aguas lluvias, se disminuye el volumen de agua que entra en los sistemas de alcantarillado, por ende facilita el tratamiento de estas aguas residuales.
- El uso de estos sistemas de recolección reduce los rubros que se paga a las empresas locales prestadoras del servicio público de agua, esto se debe a que se reduce el consumo suministrado por estas instituciones.

- Es una tecnología que se está utilizando por ser económica, social y ambientalmente aceptable.

De igual forma en esta publicación se destaca las desventajas que conlleva el uso de este tipo de alternativas de captación de agua (Palacio Castañeda, 2010):

- Los volúmenes de captación dependen estrictamente de las precipitaciones que se tiene en el lugar, esto lo convierte en impredecible, incluso en la actualidad está sujeta a los efectos producidos por el calentamiento global.
- La inversión económica inicial es alta, especialmente incide el costo de la estructura de almacenamiento, lo que podría limitar su acceso a varias poblaciones.
- Es indispensable contar con datos estadísticos mensuales pluviométricos por lo menos en el período de 10 años, de la zona en que se piensa implementar este sistema, lo que implica contar con estaciones meteorológicas que lleven estos registros. Pues de esta información dependerá que sea o no factible la implementación de estos sistemas.

2.7.5. Obras de captación de aguas lluvia para consumo en la vivienda.

Al revisar los diferentes sistemas de captación de aguas lluvia, se puede establecer, que entre estos no se encuentran diferencias radicales, pues todos constan básicamente de tres componentes como son la Captación, la Conducción y el Almacenamiento.

El sistema adoptará mayor complejidad en su diseño dependiendo del uso que se le dé al agua lluvia captada, esto implicará incluir otros elementos en el sistema como por ejemplo un interceptor de las primeras aguas, un sistema de bombeo si la distribución no es a

gravedad, e incluso un sistema de tratamiento para desinfección en caso de que esta sea para el consumo humano.

Requisitos previos: Para poder implementar este tipo de obras, es fundamental y en primera instancia contar con el dato de precipitación pluviométrica mensual, con un registro mínimo del período de 10 años. Con el promedio mensual de las precipitaciones del período analizado se determinará la oferta de agua lluvia, con lo que se hará un análisis comparativo con la demanda requerida para el diseño del sistema, el cual deberá considerar un mínimo de 4 litros de agua por persona / día, la que se destinará solamente para bebida, preparación de alimentos e higiene bucal (UNATSABAR, 2003).

En el documento publicado por la UNIDAD DE APOYO TÉCNICO PARA EL SANEAMIENTO BÁSICO DEL ÁREA RURAL (UNATSABAR, 2003) que hace referencia a las Especificaciones Técnicas para Captación de Agua de Lluvia Para Consumo Humano, planea como objetivo el establecer pautas para el diseño de sistemas de captación de aguas lluvia y define de la siguiente manera cada elemento básico para el funcionamiento de este tipo de sistemas:

Captación: Es la superficie destinada a la recolección de agua lluvia para el funcionamiento del sistema. Generalmente lo constituye la cubierta de la vivienda, misma que debe tener una pendiente no menor al 5%. Debe considerarse el coeficiente de escorrentía que depende de material con que se construya la vivienda.

COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA PARA SUPERFICIES DE RECOLECCIÓN

COEFICIENTES DE ESCORRENTIA PARA SUPERFICIES DE RECOLECCION	
MATERIAL	COEFICIENTE
Metálica	0.9
Tejas de Arcilla	0.80 - 0.90
Madera	0.80 - 0.90
Paja	0.60 - 0.70

Tabla 3. Coeficientes de Escorrentía para Superficies de Recolección.
Fuente: (UNATSABAR, 2003).Noviembre 2015.

Recolección: Está conformada por los canales y canaletas ubicadas en la parte baja de la superficie de captación, con la finalidad que recolecten el agua lluvia y la conduzcan hacia el interceptor.

El material de las canaletas podrá ser de PVC, metálicas, galvanizadas, bambú o el material disponible en el sector, con la condición que este no altere la calidad del agua y permita un adosamiento firme en los extremos de la superficie de recolección. De igual manera las uniones entre sus extremos deben ser herméticas y lisas para evitar el represamiento del agua.

El techo deberá alargarse sobre la canaleta por lo menos un 20% del ancho del canal, y el ancho mínimo recomendado para las canaletas es de 75 mm y con un máximo de 150 mm.

Se debe procurar que la medida que existe entre la parte superior de la canaleta y la parte más baja de la superficie de recolección sea la mínima posible, para evitar pérdidas de agua.

Se debe controlar que la velocidad del agua lluvia en las canaletas no supere 1 m/s y para calcular la capacidad de conducción de la canaleta, se podrán usar las fórmulas de Manning, con sus respectivos coeficientes de rugosidad de acuerdo a la superficie del material de la canaleta.

El máximo tirante de agua en las proximidades del interceptor, no deberá ser mayor al 60% de la profundidad efectiva de la canaleta (UNATSABAR, 2003).

Interceptor: Este dispositivo se encarga de receptor las primeras aguas lluvia, con la finalidad de separar el agua inicial que lava las impurezas de diversos orígenes que se encuentran en la superficie de recolección antes de la precipitación.

La capacidad del interceptor se debe calcular a razón de un litro de agua lluvia por metro cuadrado del área de cubierta drenada. Si se dispone de más de un interceptor en el sistema de recolección, cada interceptor debe recibir las primeras aguas sólo del área destinada en forma particular a cada uno de ellos.

El inicio del tubo de bajada deberá poseer un ensanchamiento para eliminar el rebose al ingreso del interceptor. El ancho inicial debe ser igual al doble del diámetro de la canaleta y su reducción a una longitud de dos veces el diámetro. El diámetro mínimo del tubo de bajada del interceptor no será menor a 75 mm.

El interceptor en su parte superior deberá contar con un sistema de cierre automático que se accione cuando este se haya llenado luego de recibir la descarga de las primeras aguas lluvia. De igual forma en el fondo del interceptor deberá colocarse un grifo o tapón para drenar esta agua luego de terminada la lluvia.

En la ilustración 12 se puede observar una de las variedades de interceptores con sus componentes respectivos:

INTERCEPTOR DE LAS PRIMERAS AGUAS

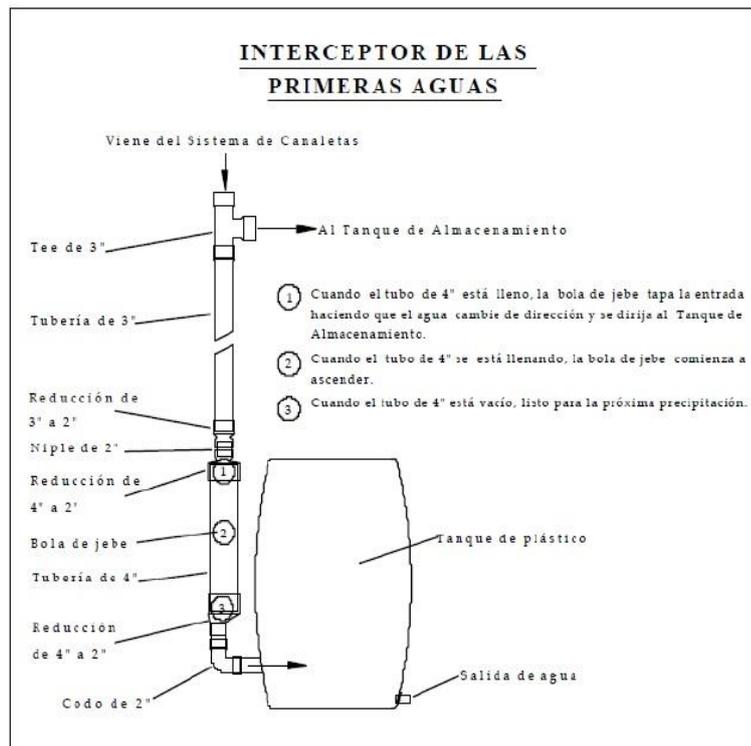


Ilustración 12. Interceptor de las primeras aguas.
Fuente: Guía para el diseño de captación de agua lluvia, 2001.
Noviembre 2015

Almacenamiento: Elemento en el cual se acumula el agua recolectada y se conserva para efectos de consumo en la vivienda.

La capacidad del tanque de almacenamiento será determinado en función de la demanda de agua, la intensidad de las lluvias y el área de captación disponible para el sistema. La altura máxima del tanque de almacenamiento no excederá los 2 metros de altura y puede ubicarse enterrado, apoyado en el piso o elevado, para cuyo caso la parte superior del tanque no deberá estar a menos 30 centímetros con respecto al punto más bajo de la superficie de captación o cubierta.

Este almacenamiento deberá contar con una tapa de por lo menos 60cm x 60cm para poder acceder a este con fines de mantenimiento y limpieza, una salida en el fondo para eliminar el agua de lavado y drenar este residuo, un grifo situado a 10 cm. sobre el fondo, un rebose ubicado a 10cm. por debajo del techo e ingreso del agua lluvia. El ingreso del

agua lluvia al tanque de almacenamiento podrá ubicarse por la parte superior o por las paredes laterales y su diámetro no será menor a 75mm.

El material del interior del tanque debe garantizar una total impermeabilidad y asepsia para garantizar la óptima calidad del agua ya que por ninguna circunstancia el agua almacenada debe entrar en contacto con el medio ambiente.

Es posible la instalación de un filtro de arena en el interior del tanque de almacenamiento para la purificación del agua lluvia en el instante de su extracción. La velocidad de diseño del filtro no será menor a 2 m/h.

El cálculo del volumen del tanque de almacenamiento se lo establecerá a través del balance de masa a partir del mes de mayor precipitación y por el lapso de un año, entre el acumulado de la oferta del agua y el acumulado de la demanda por mes del agua destinada a consumo humano. El volumen neto del tanque de almacenamiento es la resultante de la resta de los valores máximos y mínimos de la diferencia de los acumulados entre la oferta y la demanda de agua (UNATSABAR, 2003).

El Agua que sale del tanque de almacenamiento puede ser sometida a tratamiento por filtros de mesa y seguida de cloración para desinfección en caso de que el agua lluvia esté destinada al consumo humano.

En la ilustración 13 se ha resumido una opción de un sistema completo de captación de aguas lluvia para una vivienda, en esta se observa todos los componentes que la integran con una alternativa de diseño de filtración de aguas para consumo humano al igual que la implementación de un sistema mixto que funciona a gravedad con elementos hidromecánicos.

Se puede observar también el detalle de una de las alternativas para la válvula de cierre que se utiliza al ingreso del recolector de las primeras aguas lluvia. Esta válvula de cierre es de un funcionamiento sumamente sencillo y está conformada por una pelota que hace las veces de un flotador, el cual obstruye la entrada al receptor en el momento que este ya está lleno de las primeras aguas lluvia.

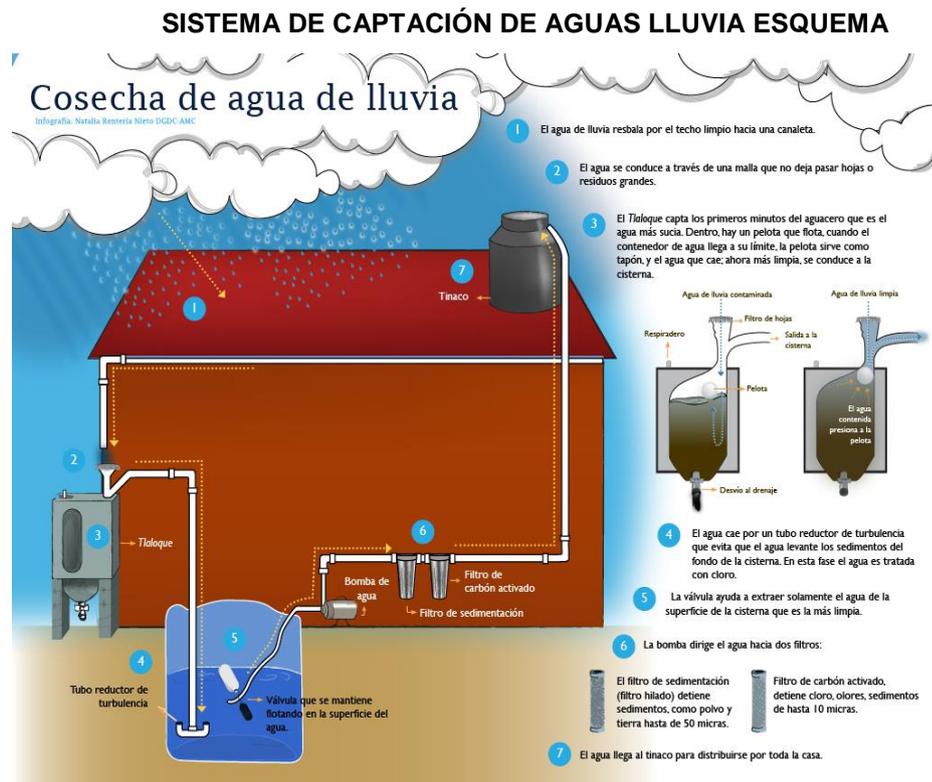


Ilustración 13. Gráfico de un Sistema de Captación de Aguas Lluvia.
Fuente: <https://www.uv.mx/cosustenta/noticias-y-eventos/cosechan-agua-de-lluvia-para-familias-sin-acceso-al-liquido/> 2015-11-13

En la ilustración 14 se presenta un sistema de captación de aguas lluvia en funcionamiento, construido con elementos y materiales existentes en el mercado local y no demanda de ingentes elementos tecnológicos para su implementación.

Es una implementación sencilla y permite ilustrar de una manera práctica como están dispuestos los diferentes componentes de este tipo de sistemas.



Ilustración 14. Sistema de Captación de Aguas Lluvia.
 Fuente: <https://www.uv.mx/cosustenta/noticias-y-eventos/cosechan-agua-de-lluvia-para-familias-sin-acceso-al-liquido/> 2015-11-13

2.8. REUTILIZACIÓN DEL AGUA EN LA VIVIENDA.

Tradicionalmente en las viviendas se ha hecho la eliminación de las aguas residuales directamente a la descarga de recolección municipal mediante las redes de alcantarillado o incorporándolas a los cauces de ríos o quebradas, ocasionando por largos años un grave daño al ambiente.

En la actualidad las normas ambientales vigentes en el país obligan a los gobiernos seccionales cumplir con normas y procedimientos que eviten esta contaminación, mediante el uso de tratamientos de aguas residuales, antes de realizar la descarga en estos cauces naturales.

El reuso del agua en la vivienda es un tema que está vigente en la actualidad, pues se lo puede considerar como una técnica que facilita la obtención de una fuente alternativa de abastecimiento de agua para el hogar.

2.8.1. Aguas residuales

Antes de entrar a detallar este tipo de técnica para reutilizar las aguas residuales en la vivienda, es necesario señalar que las aguas residuales que se producen en la vivienda las podemos clasificar de manera muy general en aguas negras y en aguas grises.

Aguas negras: Son principalmente las que provienen de los inodoros y que contienen materia fecal.

Aguas grises: Son los que provienen de los lavabos, duchas, fregaderos de uso múltiple, fregadero de cocina, y contienen restos de alimentos, detergentes, materia orgánica y otras sustancias contaminantes.

La implementación de estas nuevas técnicas de captación de aguas para uso en la vivienda, ha determinado básicamente que el agua residual sea sometida a un tratamiento y luego sea incorporado nuevamente al sistema de servicio de agua en la vivienda. Al reusar el agua se ocasiona una cadena de ahorros derivados de varios hechos: (Orozco, 2007) primero, por estar consumiendo menos agua de entrada; segundo, por disminuir el costo de pretratamiento, que por lo general es proporcional al volumen de agua; tercero, por la disminución en el tamaño del tratamiento final para descarga y, por último, por la posibilidad de liberar agua para otros usos o usuarios.

El paso del tiempo y el consecuente encarecimiento del recurso hídrico, obligará al ser humano a perfeccionar este tipo de sistemas para que puedan alcanzar un nivel de eficiencia óptimo y el uso de esta

técnica de reutilización de agua serán algo cotidiano según (Orozco, 2007), no solo por abaratar el costo del agua sino por su eficiente consumo en la vivienda.

2.8.2. Características físico químicas y biológicas de las aguas residuales.

Estas características hacen referencia a la composición química y biológica de las aguas residuales, al igual que a sus propiedades físicas. Estas determinaran el tipo de estructura, sistema de tratamiento, recogida y vertido, para su correcto manejo ambiental según (Eddy, 1991).

2.8.3. Parámetros en el agua residual municipal.

Los parámetros más comunes de la composición del agua residual son presentados en la Tabla 4, y corresponden a los constituyentes típicos encontrados en una red municipal producto de una descarga doméstica sin tratar. Es importante señalar que estos valores varían de acuerdo al lugar, época y hora en que se obtenga la muestra para estudiarla.

PARÁMETROS EN EL AGUA RESIDUAL MUNICIPAL SIN TRATAR.

Componente	Intervalo de concentraciones		
	Alta	Media	Baja
Materia sólida, (mg / L)	1200	720	350
1. Disuelta total	850	500	250
Inorgánica, (mg / L)	525	300	145
Orgánica, (mg / L)	325	200	105
2. En suspensión	350	220	100
Inorgánica, (mg / L)	75	55	20
Orgánica, (mg / L)	275	165	80
Sólidos Sedimentables, (mg/L)	20	10	5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) a 20°C, (mg / L)	400	220	110
Carbono orgánico total, (mg / L)	290	160	80
Demanda Química de Oxígeno (DQO) , (mg / L)	1000	500	250
Nitrógeno, (mg / L)	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoníaco	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo, (mg / L)	15	8	4
Orgánico	5	3	1
Inorgánico	10	5	3
Cloruros	100	50	30
Alcalinidad, (mg / L)	200	100	50
Grasa, (mg / L)	150	100	50

NOTA: (mg / L) = miligramos por litro

Tabla 4. Parámetros en el Agua Residual sin Tratar.

Fuente: (Eddy, 1991). Enlace:
http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/fulltext/uso_reuso.pdf. Noviembre 2015.

De acuerdo a las cantidades de concentración de los distintos elementos que se encuentran en el agua residual, se la ha clasificado en alta, media y baja. Los datos de esta tabla únicamente son referenciales por lo antes expuesto, y no servirán como base determinante en la propuesta de un proyecto, pero si como un guía para desarrollarlo.

En la actualidad el análisis de las aguas residuales para su tratamiento ya toma muy en cuenta ciertos elementos que en el pasado no se los consideraba, tales como metales, sulfuros y sulfatos, esto gracias a los avances en química y biología de tratamiento de aguas.

2.8.4. Método de reuso del agua residual en la vivienda.

Uno de los métodos más viables que se utiliza en la actualidad para el reuso del agua en la vivienda, es el de captar las aguas grises (ducha, lavabos, fregaderos), y someterlas a un tratamiento elemental para luego reincorporarlas a la vivienda para el uso en el inodoro. Este diseño es muy sencillo, pero requiere de una planificación detallada, para la correcta ubicación de todos los componentes que pondrán es funcionamiento este sistema.

Este método es el resultado de un simple análisis del consumo promedio de agua en el inodoro, que más o menos se encuentra entre 20 m³ a 25 m³ al año por persona, y la consideración básica es que el agua para el inodoro no necesariamente debe ser potable. El tanque del inodoro consume de 6 a 8 litros de agua en cada descarga, esta cantidad depende principalmente del tipo de sanitario que se ha instado.

Al reutilizar las aguas grises para alimentar los inodoros, obtenemos un ahorro aproximado de 500 litros a la semana, pues más de un tercio del agua que se utiliza en la vivienda, es para el uso del inodoro (Ecoaigua, 1999).

CONSUMO DE AGUA EN LITROS POR PERSONA Y DÍA EN AMÉRICA LATINA, ZONA URBANA.

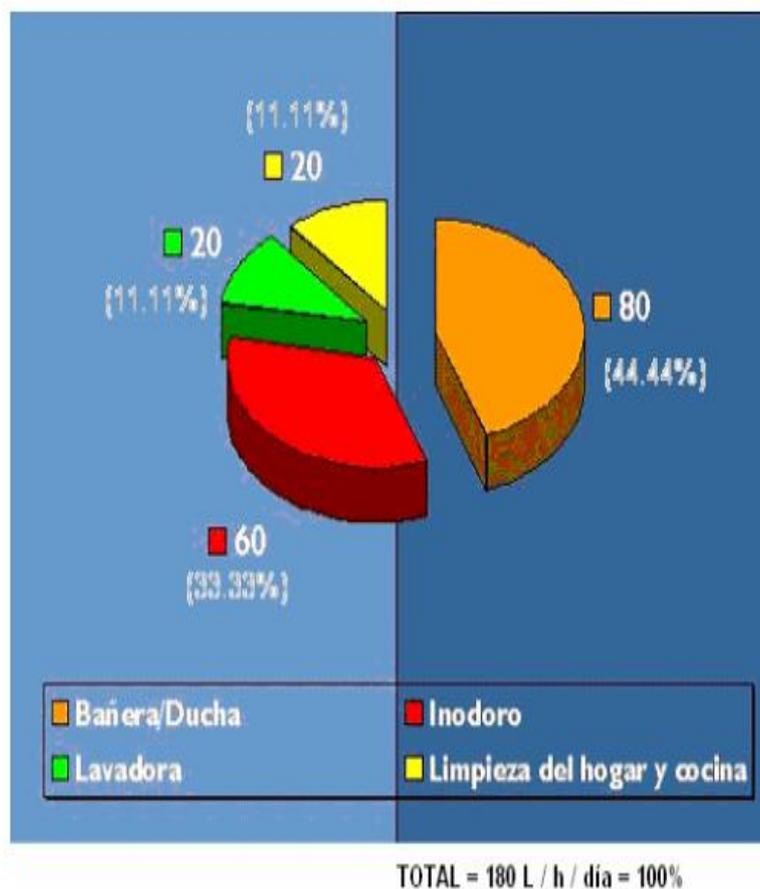


Ilustración 15. Consumo De Agua En Litros Por Persona Y Día En América Latina, Zona Urbana.

Fuente: (Rojas, 2004) (Ecoagua, 1999)

http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/fulltext/uso_reuso.pdf. 2015-11-19

En la ilustración 15 se detalla la estadística del porcentaje de agua que se destina para el consumo en el hogar por cada actividad en América Latina, de igual manera en la ilustración 16, la estadística en la ciudad de Cuenca en Ecuador, permite observar el consumo de agua en una vivienda.

**CONSUMO DE AGUA DIARIO POR PERSONA SEGÚN ACTIVIDAD EN CUENCA -
ECUADOR**

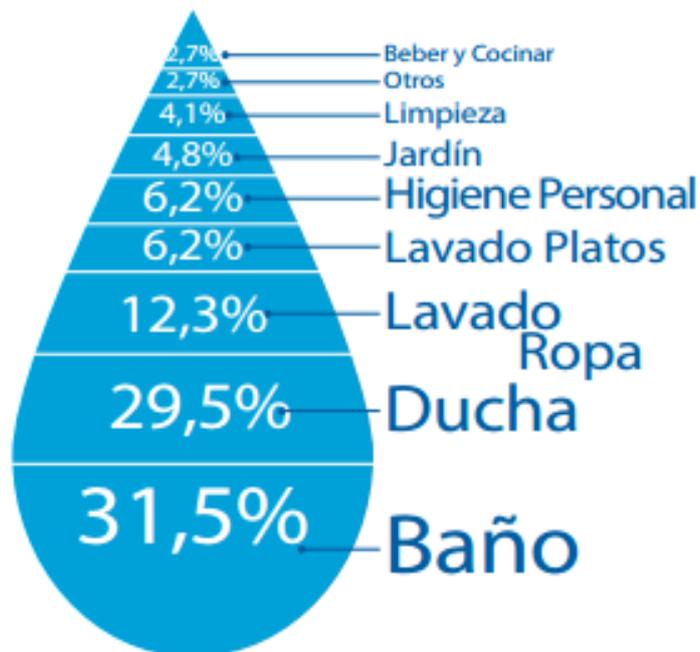


Ilustración 16. Consumo De Agua diario por persona según actividad en Cuenca, Ecuador.

Fuente: Programa "Agua para el mañana". Empresa de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y saneamiento de Cuenca (ETAPA), <http://www.etapa.net.ec>. (Baquero, 2013). 2015-11-19.

La acumulación de las aguas grises procedentes de lavabos y duchas se la destina a un tanque receptor. Por tratarse de aguas contaminadas se deberá tener sumo cuidado con su manipulación y proceso de tratamiento, el que puede comenzar con un tamizado de partículas de mayor tamaño para luego optar por diversas alternativas de sedimentación e incluso el uso de la cloración para lograr la depuración físico química necesaria para que el agua de recirculación esté apta para el uso en este caso para el inodoro.

La presión de agua necesaria en este tipo de sistemas es un inconveniente a tomar en cuenta pues energéticamente más conveniente es aquel en el que se pueda prescindir del uso de bombas hidromecánicas. Una de las alternativas para evitar el uso de estas bombas es el ubicar estratégicamente en el proyecto la posición del

tanque receptor de aguas residuales y lograr que la presión de este sea suficiente para abastecer a todos los inodoros. En caso de que el uso de bombas sea inevitable, se debe optar por el uso de bombas de alta eficiencia energética.

Las edificaciones en proceso de construcción son las más idóneas para implementar este tipo de sistemas, ya que permiten la adecuada planificación y disposición de los espacios adecuados para todos los elementos constitutivos de estos sistemas. La implementación en edificaciones antiguas demanda un minucioso análisis, para que se pueda establecer la compatibilidad de las instalaciones existentes con las nuevas instalaciones, al igual que debe contar con los espacios físicos necesarios para ubicar todos sus elementos

Una obra complementaria en este sistema es la fosa séptica, en donde descargan las aguas negras de los inodoros, y se las somete a un tratamiento más complejo para poder reutilizarlas en el riego de áreas verdes y jardines.

ESQUEMA DE UNA VIVIENDA CON SISTEMA PARA AUTOABASTECERSE DE AGUA



Ilustración 17. Vivienda con sistema para autoabastecerse de agua.
Fuente: <http://www.solucionesespeciales.net/Index/Noticias/03Noticias/374298-Viviendas-de-agua-cero.aspx>. 2015-11-20.

Se debe considerar que el costo del tratamiento de las aguas negras demanda mayores recursos que el tratamiento de las aguas grises. Si el sector en donde se piensa implantar este tipo de sistemas cuenta con el servicio público de alcantarillado, se puede omitir la construcción de la fosa séptica pues la descarga de los inodoros puede ir directamente al alcantarillado.

2.9. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN.

Para una mejor definición de eficiencia energética es indispensable que se contextualice este concepto dentro del sector productivo que se analice, y del ciclo de vida que se estudie. En este caso el concepto de eficiencia energética corresponde a un producto basado en la integración total y global procedente de la búsqueda de sustentabilidad de las edificaciones y de hacer funcional a los edificios. También se

puede decir de forma simplificada que es una práctica que tiene como objetivo el ahorro de la energía.

El concepto de sustentabilidad se hace necesario citarlo y La Comisión Mundial de Desarrollo y Medio ambiente (World Commission of Environment and Development) define la sustentabilidad como "La satisfacción de las necesidades presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades" (HERNANDEZ, 2011).

En consecuencia una construcción sustentable deberá concentrarse en minimizar la cantidad de recursos energéticos que consume la vivienda durante su ciclo de vida. Recursos que en su mayoría no son renovables, como es el caso del recurso hídrico, ocasionando repercusiones directas en el ambiente. El impacto ambiental que se provoca, además deriva en impactos sociales y económicos. De este modo la eficiencia en el uso de la energía es característico de las construcciones sustentables.

2.9.1. Certificación energética.

En la construcción existen metodologías de análisis para determinar la calidad energética que posee un edificio, la certificación y auditorías energéticas varían según la edificación ya que esta puede ser una construcción nueva o ya existente.

Es así como hoy las certificaciones energéticas de las viviendas se enmarcan en certificaciones de sustentabilidad de los edificios. Como ejemplo se pueden citar: Las metodologías norteamericanas LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Los programas en Reino Unido BREEM (BRE Environmental Assessment Method) relacionados con la evaluación del impacto ambiental o CERQUAL (Certification Qualité Logement) (Francisco Javier Rey Martinez, 2006), entre muchas otras.

Estas metodologías hacen referencia a los mismos aspectos que han definido Rey y Velasco en su texto (Francisco Javier Rey Martinez, 2006), y que a continuación detallamos y deben considerarse durante el ciclo de vida en un edificio sustentable.

- Uso y consumo de energía.
- Uso y consumo de agua.
- Uso de suelo con valor ecológico.
- Uso y consumo de materiales escasos.
- Emisiones atmosféricas y de otro tipo.
- Impactos ecológicos y de otro tipo.

2.9.2. Eficiencia energética en la construcción en el Ecuador.

A nivel local la NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC-11) en el capítulo 13 referente a la EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN EN ECUADOR, considera que el sector residencial es el segundo mayor consumidor de energía a nivel nacional, solamente ubicado detrás del sector del transporte, y que esta tendencia no se alterará por lo menos hasta el año 2020, por lo que sugiere un cambio en los sistemas constructivos con la finalidad de reducir el consumo energético en la vivienda.

Esta normativa tiene por objeto establecer las (CONVENIO MIDUVI - CAMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO, 2011) “especificaciones y características técnicas mínimas a ser tomadas en cuenta en el diseño, construcción, uso y mantenimiento de las edificaciones en el país, reduciendo de esta manera el consumo de energía y recursos necesarios, así como establecer los mecanismos de control y verificación de las mismas”.

Esta normativa hace algunas referencias en cuanto a la disponibilidad y uso de los recursos y energías renovables en la zona,

incluyendo su evaluación y una posible complementariedad entre estos, para una adecuada planificación de la producción energética.

En cuanto al recurso hídrico esta norma refiere su disponibilidad con fines energéticos y con fines de consumo, para lo cual debe analizarse la cercanía de este recurso natural a las edificaciones y pueda ser usado con estos fines en la vivienda. De acuerdo a la legislación vigente en el país la disponibilidad del recurso hídrico con fines de consumo, deberá evaluarse tomando en cuenta por lo menos siguientes aspectos:

- Acceso a fuentes naturales cercanas.
- Factibilidad de utilización de agua lluvia, y;
- Factibilidad de reutilización de aguas grises.

2.10. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS PARA CONSUMO EN LA VIVIENDA.

Toda fuente de abastecimiento de agua destinada para el consumo humano debe ser sometida a un proceso de tratamiento, pues el agua presenta impurezas que impiden su consumo directo. Dicho tratamiento se lo establece basado en la calidad del agua y tipo de impurezas que esta posee. La calidad del agua se la determina mediante un estudio y análisis físico-químico y bacteriológico.

El diseño e instalación de un sistema de tratamiento de agua se debe confeccionar de una manera simple, evitando equipos mecanizados o controles especializados y complejos.

Al hablar del método del reuso de agua residual en la vivienda, ya se indicó que una de las alternativas para poder tratar las aguas grises, era necesario que la vivienda disponga de dos sistemas hidráulicos independientes. Por un lado el de las aguas grises, que comprenden las aguas que proceden de los lavados, las duchas y fregaderos, y por otro

lado el resto de los desagües de la casa o aguas negras, es decir los inodoros.

El momento idóneo para implementar este tipo de sistemas es en el momento en que se está planificando la construcción de la vivienda. Con la implementación del sistema independiente de aguas grises, permite que estas aguas sean recogidas y enviadas al sistema de tratamiento, pasando por una serie de filtros y procedimientos, que permitirán tratar estas aguas.

Luego que el agua ha sido tratada, se la puede utilizar en cualquier actividad en la vivienda que no requiera de agua potable, es decir, todos, excepto beber, cocinar, tomar una ducha o lavar. Es así como, tratar las aguas grises resulta en un beneficio para la sociedad y el medio ambiente. (Cristian Mauricio Espinal Velasquez, 2014).

2.10.1. Sistemas de retención de desechos y tratamiento.

Es importante aclarar que las aguas grises provenientes de la cocina, primero deberán pasar por un primer filtro que es una trampa de grasas, y luego de esto dirigitas al depósito donde se unirán al resto de aguas grises provenientes de duchas y lavabos, y someterlas a su respectivo proceso de tratamiento.

Proceso físico: Al igual que en el caso del agua lluvia, este proceso se refiere al tratamiento en el que intervienen estrictamente los procesos físicos como son la sedimentación, filtración, flotación y mezclado. La función primordial de los filtros es la retención de partículas sólidas o basura, por lo que su tamaño debe ser el adecuado.

Tratamiento de purificación: Este tratamiento se lo puede realizar mediante un proceso químico como la cloración, utilizando hipoclorito sódico, el cual se lo puede administrar manualmente o con un

dosificador automático, que al añadirlo al agua residual la deja lista para ser reutilizada.

Otro procedimiento puede ser el biológico, mediante el proceso de biofitodepuración. Este método aprovecha la capacidad que poseen las plantas macrófitas para metabolizar sustancias contaminantes con ayuda de la energía solar, y que con la acción de la gravedad puede separar la parte sólida por sedimentación, obteniendo un agua lista para ser reutilizada.

Trampa de grasas: Como ya se comentó, esta se encarga de tratar las aguas provenientes del fregadero de la cocina, y básicamente es un depósito que retarda el flujo y permite que el agua y la grasa tengan tiempo para separarse. La grasa flota en la superficie al separarse del agua y las materias sólidas con mayor peso se depositan en el fondo, con lo que el agua libre de estas impurezas pasa por la tubería en fondo de la cámara. El adicionar cloro también ayuda al sistema para la eliminación de grasa.

FUNCIONAMIENTO DE UNA TRAMPA DE GRASAS

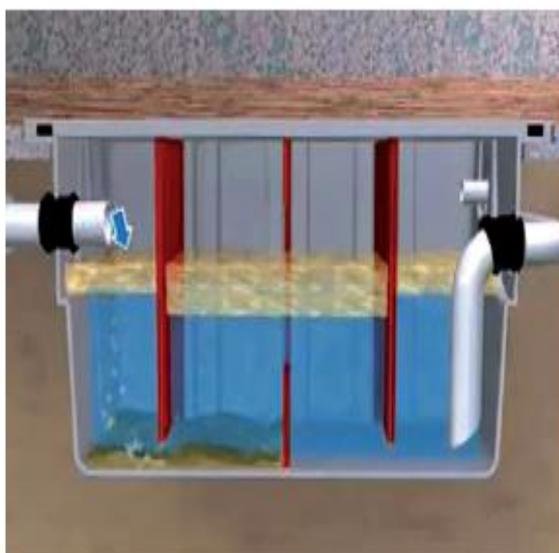


Ilustración 18. Ejemplo de funcionamiento de una trampa de grasas.
Fuente: Programa "Agua para el mañana". Empresa de Telecomunicaciones,
Agua Potable, Alcantarillado y saneamiento de Cuenca (ETAPA),
<http://www.squidoo.com>. (Baquero, 2013). 2015-11-22

Se recomienda un mantenimiento periódico de la trampa de grasas para que el sistema funcione sin problemas, pues sus tuberías están propensas a taponarse si no hacemos este mantenimiento. También es conveniente efectuar un tratamiento biológico en este elemento, para evitar la acumulación de grasa y proliferación de bacterias.

El dimensionamiento de este depósito, será acorde a la cantidad de aguas grises descargadas de la cocina. Se considera las siguientes condiciones para su dimensionamiento (Baquero, 2013):

Diseño por volumen = $V (Q \times t)$ (para un día)

Producción promedio = 9.5 litros/persona

Volumen mínimo para una vivienda = 110 litros

Volumen mínimo para pequeñas instalaciones

(Hasta 50 personas) = 125 galones = 473 litros

Relación Largo/Ancho = 2 : 1

Altura = 0.30 a 0.90 m.

Volumen = Producción promedio x Nro. Personas (Its)

2.10.2. Sistemas de acumulación de aguas grises.

Similar al receptor de aguas lluvia, se lo debe dimensionar en función de la cantidad de agua que se va a recolectar y el volumen necesario para abastecer la demanda diaria para el uso de los inodoros. El diseño del depósito se lo puede enmarcar con las siguientes consideraciones (Baquero, 2013):

Diseño por volumen = $V (Q \times t)$ [para un día]

Volumen mínimo para una vivienda (5 personas) = 100 litros.

Relación Largo/Ancho = 2 : 1 (dependerá del espacio disponible en la vivienda).

Altura = 0.90 a 1.50 m (dependerá del espacio disponible en la vivienda).

Si el sistema por algún motivo no se puede satisfacer únicamente con el uso de las aguas residuales, debe tener incorporado un sistema de válvulas y boyas que le permita abastecerse de la red pública de agua. Si por el contrario la cantidad de agua residual es producida en demasía, para evitar un sobrellenado o desborde del almacenamiento, este debe contar con un sistema de rebose que recoja el excedente de estas aguas y la conduzca al sistema de evacuación de aguas negras.

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO BÁSICO DEL SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

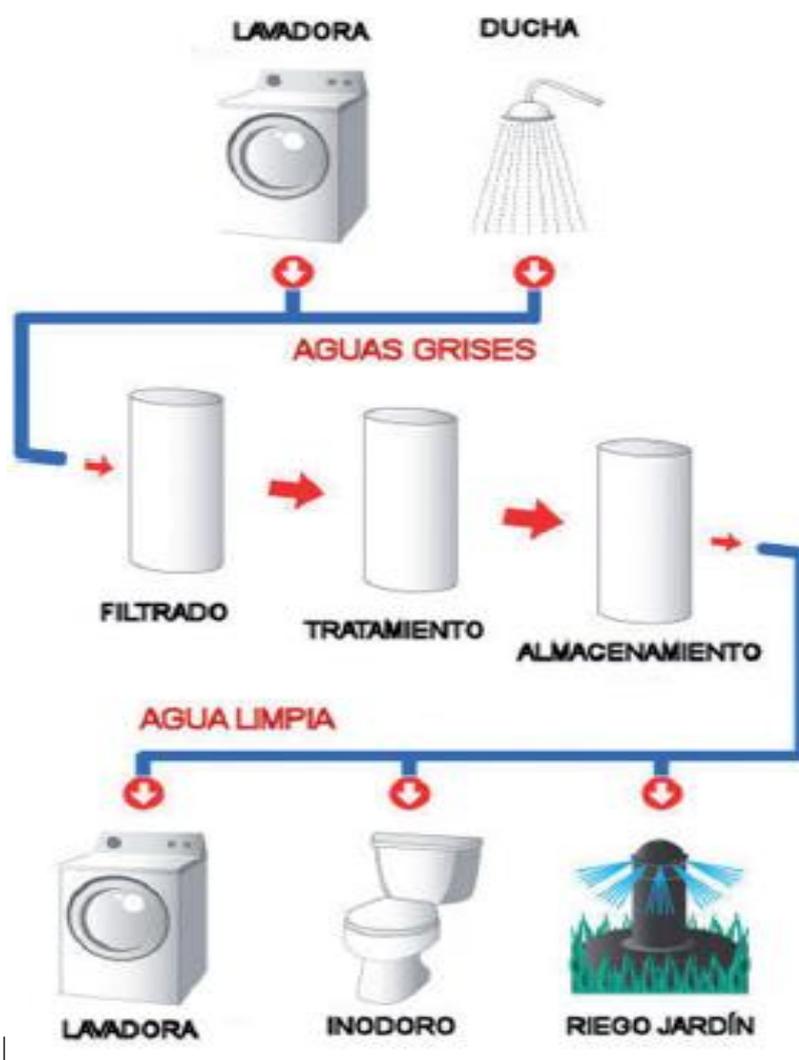


Ilustración 19. Diagrama de funcionamiento básico del sistema de reutilización de aguas grises.

Fuente: Programa "Agua para el mañana". Empresa de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y saneamiento de Cuenca (ETAPA), <http://aguasgriseschile.blogspot.com>. (Baquero, 2013). 2015-11-22

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1 ANTECEDENTES.

A partir de los factores y normas de diseño de sistemas de reutilización de aguas lluvia y aguas grises en la vivienda, que pueden ser adaptados a la realidad local en donde se piensa implementar este tipo de sistemas, se desea dimensionar los elementos que intervienen en la reutilización de las aguas grises y aguas lluvia para este modelo de proyectos, de igual manera establecer la ubicación y funcionamiento del filtro de aguas grises y aguas lluvia , hasta lograr encontrar un sistema de reciclaje mediante la utilización de elementos constructivos que permita volver a utilizar estas aguas y se cumpla el objetivo de esta investigación "alcanzar la optimización del recurso hídrico para el proyecto de vivienda Suyay ".

3.2 DELIMITACIÓN.

3.2.1 Delimitación espacial.

La investigación se realizará en el predio en el que se implantará el proyecto de vivienda, en el cantón Pedro Moncayo-Parroquia La Esperanza, Barrio El Rosario, siendo el motivo de este estudio la "Optimización del recurso hídrico para el proyecto de vivienda SUYAY". El estudio se realizó únicamente para viviendas individuales para el sector rural, donde se propondrá especificaciones del sistema de aguas lluvia y aguas residuales. No se realizó un estudio sobre la vegetación que se encuentra en el sector y la reutilización del agua lluvia y residual es solamente con fines domésticos.

3.2.2 Delimitación temporal.

La investigación se la realizó en los meses de Enero y Febrero, pero considerando de manera especial los meses secos del año pasado como fueron los meses de Julio y Agosto.

3.2.3 Enfoque de la investigación.

El enfoque de esta investigación tiene un carácter cualitativo y cuantitativo.

Cualitativo: Debido a que los resultados fueron procesados con análisis comparativos críticos, del sistema tradicional con el nuevo sistema propuesto, hasta que sea apropiado para usarse en el proyecto de optimización hídrico.

Cuantitativo: Ya que los resultados obtenidos en el diseño de trampas de grasa, filtros y almacenaje que seleccionamos fueron comparados con los sistemas de consumo de agua en viviendas tradicionales y se verificó de manera numérica los objetivos de la investigación.

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

El trabajo tiene dos etapas que son:

- Investigación bibliográfica y documental.
- Investigación de campo.

3.3.1 Investigación bibliográfica y documental.

El trabajo de investigación tiene la modalidad bibliográfica y de recopilación de información en documentos existentes, que se utilizaron como guía para el desarrollo del presente trabajo investigativo, como son

los libros, revistas, tesis, monografías, seminarios, cursos, internet, otros.

3.3.2 Investigación de campo.

Implementación del sistema de Reutilización del recurso Hídrico. Si consideramos que se someterá al sistema tradicional a cambios en la distribución y disposición de las tuberías y la implementación de filtros para la reutilización de aguas grises, se tiene un trabajo matemático de cálculo para la comprobación de los resultados esperados (menor consumo de recurso hídrico con la optimización del sistema de reutilización del mismo).

3.4 IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS QUE SE ENCUENTRAN YA EN FUNCIONAMIENTO.

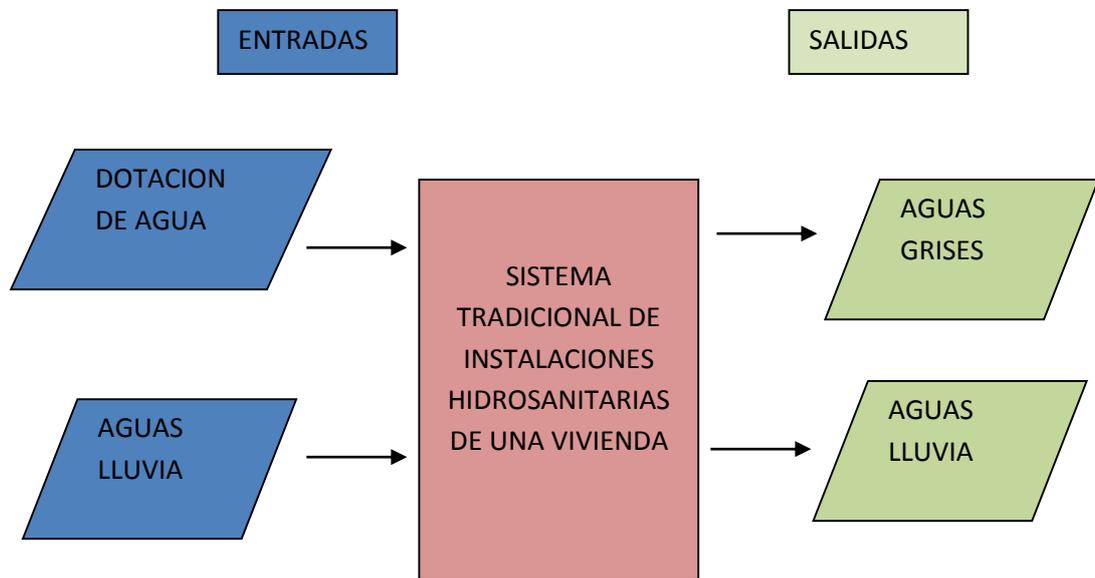
3.4.1 Sistema tradicional.

El sistema tradicional para la dotación de agua de consumo humano al igual que el sistema tradicional de eliminación de aguas servidas en las viviendas, que de manera mecánica y por transmisión de conocimientos elementales de construcción que la población del sector ha venido utilizando y aplicando para satisfacer sus necesidades básicas en cuanto al consumo de agua y el encause de las aguas servidas, podemos analizarlo y detallarlo para identificar sus componentes y funcionamiento.

3.4.2 Descomposición funcional del sistema tradicional.

En el cuadro 6 se observa de manera simplificada los parámetros que en la actualidad manejan los sistemas tradicionales de instalaciones hidrosanitarias en el sector de La Esperanza. Con el fin de lograr describir específicamente cual es la responsabilidad de cada elemento respecto a las entradas y salidas que se tuvieron en cuenta para su diseño.

**DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA TRADICIONAL DE
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS**



Cuadro 6. Descomposición funcional del sistema tradicional de instalaciones hidrosanitarias.

Fuente: Autoría Propia, Jorge Tulcanaza. Octubre 2015.

3.4.3 Estructura del sistema tradicional.

En la siguiente tabla se dan a conocer los elementos físicos principales que tiene el sistema tradicional de evacuación de aguas grises en una vivienda tipo del sector.

**ESTRUCTURA DEL SISTEMA TRADICIONAL DE EVACUACIÓN DE AGUAS
GRISES.**

ESTRUCTURA TRADICIONAL DE AGUAS GRISES EN EL HOGAR		
ESTRUCTURA DEL SISTEMA		
RED DE ABASTESIMIENTO	TANQUES (SISTERNA)	CLORADO
		AGUA TRATADA
		AGUAS GRISES
	TUBERIAS	PVC
	COLECTORES	PVC
OTROS	VALVULAS MANUALES Y ACCESORIOS	

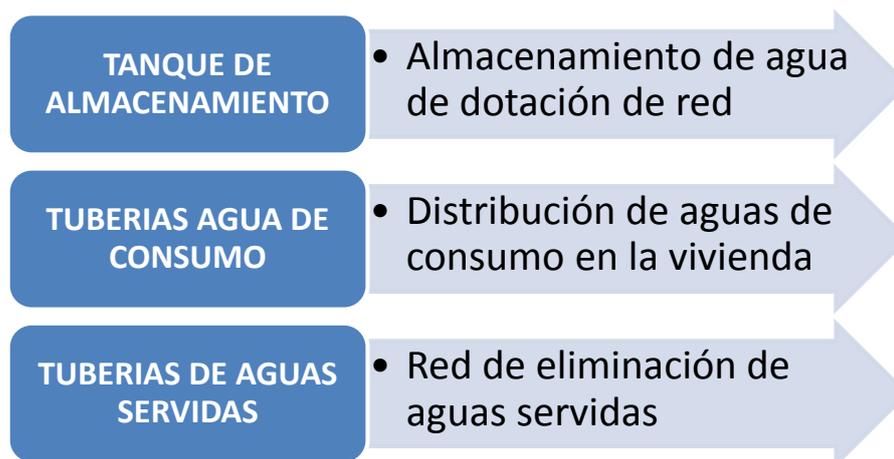
Tabla 5. Estructura del sistema tradicional de evacuación de aguas grises.

Fuente: Autoría Propia, Jorge Tulcanaza. Octubre 2015.

3.4.4 Estructura de la mecánica del sistema tradicional.

En el siguiente cuadro detallamos el proceso del sistema tradicional con sus elementos constitutivos.

ESTRUCTURA DE LA MECÁNICA DEL SISTEMA TRADICIONAL DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS



Cuadro 7. Estructura de la mecánica del sistema tradicional de instalaciones hidrosanitarias.

Fuente: Autoría Propia, Jorge Tulcanaza. Noviembre 2015

3.4.5 Funcionalidad de los elementos físicos del sistema tradicional.

FUNCIONALIDAD DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS DEL SISTEMA TRADICIONAL.

ELEMENTO FISICO	ELEMENTO FUNCIONAL
Tanque de almacenamiento	Almacena el agua de dotación que entrega la red pública de agua para el uso en la vivienda.
Tubería de agua de consumo	Es el medio físico encargado de transportar el agua de consumo de un lugar a otro a través del sistema para la vivienda.
Tubería de aguas servidas	Es el medio por el cual se transporta el agua servida del sistema hacia la red pública de alcantarillado.

Tabla 6. Funcionalidad de los elementos físicos del Sistema Tradicional de instalaciones Hidrosanitarias.

Fuente: Autoría Propia, Jorge Tulcanaza. Noviembre 2015.

3.5 CONCEPTOS GENERADOS.

Dotación: Es el consumo de agua de una persona en un día (aseo personal, lavado, comida), estos valores según la EMAPAQ son de 210 litros/habitante/día, pero para el MIDUVI tenemos que hacer varias consideraciones ya que los mismos se encuentran en función del clima, y se lo detalla en el capítulo 4.1 y 4.2 en la tabla 5.3 de Dotaciones del MIDUVI.

3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.

Se establece los valores básicos para dotación y consumo de agua en los diferentes aparatos sanitarios que encontramos en las viviendas cercanas al proyecto, a partir de la información proporcionada por el Administrador de la Junta de Agua del sector de La Esperanza, y validando estos datos mediante pruebas experimentales realizadas in situ, obteniendo los siguientes resultados.

El documento de adjudicación que posee la Junta Administradora de Agua de la Parroquia la esperanza es de 11,70 ltr/s. provenientes del Sistema Regional de Agua de Tabacundo, administrado por la Empresa de Agua y Alcantarillado de Pedro Moncayo.

La otra fuente de abastecimiento que posee este sector es una vertiente natural en la parte alta del sector de Guaraquí, la cual proporciona 4 ltr/s en verano y llega a 6 ltr/s en invierno. La Junta de Agua del sector, tiene construidos tres tanques de almacenamiento para captar el agua tanto del sistema regional como el de su propia fuente, con una capacidad total de 385 m³, en la parte alta del barrio Mojanda.

Este sistema funciona con un promedio de 15 lts/s, con los que abastece a la población de la parroquia la Esperanza. Da el servicio a un total de 1000 acometidas, pero el funcionario de la Junta de Agua, manifiesta que este no es el parámetro real de usuarios, pues por

tratarse de un sector mayoritariamente rural, una acometida da servicio a más de una familia.

Con estas consideraciones se estima un servicio a más o menos 1800 familias, con el agravante de la población flotante que hay que considerar ha llegado al sector como arrendatarios, fruto de las plazas de trabajo generadas por las florícolas en sectores aledaños. De igual forma la falta de agua de riego en épocas de verano ha generado la costumbre de regar los huertos pequeños de cultivos en los hogares, con el agua de consumo humano. Por lo que esta entidad considera un abastecimiento de 200 ltr/hab/día para la dotación del sector.

Los valores de la presión de agua con que Junta Administradora entrega el servicio en los domicilios, se lo puede sectorizar, es así como en la parte más baja del sistema encontramos presiones de 90 a 100 libras de presión. En la parte intermedia varía de 50 a 80 libras, y en la parte más alta tenemos 30 libras de presión.

Los costos actuales del servicio de agua en el lugar se encuentran en el orden de 13 centavos cada m³ de consumo, y con una tasa diferenciada si el usuario sobrepasa los 15 m³ mensuales, por lo que deberá pagar un valor adicional de castigo por cada metro cúbico que sobrepase al establecido.

3.6.1 Caudal de captación y caudal de conducción en la red proyectado a 25 años.

Las Normas de Diseño para obras de sistemas de agua y alcantarillado para poblaciones menores a 1000 habitantes y mayores a 1000 habitantes dadas por el MIDUVI, permiten hacer referencia a sus fórmulas de cálculo al igual que a sus tablas. En el caso de la Parroquia La Esperanza, para el cálculo del Caudal de Captación y Caudal Máximo Diario se empleará los datos del INEC, necesarios para el cálculo de la población futura, dato previo para determinar estos caudales.

POBLACIÓN Y TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSAL DE 2010-2001-1990 POR SEXO, SEGÚN PARROQUIAS

Nombre de la Parroquia	2010	2001	1990	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL 2001-2010	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL 1990-2001
	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
TABACUNDO	16.403	11.699	5.898	3.76 %	6.23%
LA ESPERANZA	3.986	3.276	2.125	2.18%	3.94%
MALCHINGUI	4.624	3.912	3.004	1.86%	2.40%
TOCACHI	1.985	1.587	1.459	2.49%	0.76%
TUIGACHI	6.174	5.120	3.232	2.08%	4.18%

Tabla 7. Población y tasas de crecimiento intercensal de 2010-2001-1990, según parroquias.

Fuente. Disponible en www.inec.gob.ec. 27 Noviembre 2015.

Cálculo de población futura:

Para este cálculo existen varios métodos, el más utilizado es el método geométrico y se lo calcula de la siguiente manera: (APUNTES DE CLASES DE AGUA POTABLE U.I.)

$$Pf = P_0(1 + r)^t \text{ (FÓRMULA Nro. 1)}$$

Donde:

$$Pf = \text{POBLACIÓN FINAL}$$

$$P_0 = \text{POBLACION INICIAL}$$

$$r = \text{ÍNDICE O TAZA DE CRECIMIENTO}$$

$$t = \text{TIEMPO (en años)}$$

De la tabla 5 obtenemos la información necesaria para realizar el cálculo de la población actual al año 2015, que luego para la nueva proyección se tornará en población inicial.

$$Pf = 3986(1 + 0.0218)^5$$

$$Pf = 4440 \text{ habitantes. (Al año 2015)}$$

Para un período de 25 años de diseño tenemos:

$$Pf = 4440(1 + 0.0218)^{25}$$

$P_f = 7613$ habitantes (Al año 2040)

Con el valor de población futura, se procede a determinar los caudales.

Caudal medio (qm):

$$qm = \frac{\text{Población Final} \times \text{Dotación}}{86400} \quad (\text{ltr/s}) \quad (\text{Fórmula Nro. 2})$$

Donde nos falta definir el valor de la Dotación. El MIDUVI en sus tablas referentes a dotación indica que para este caso de poblaciones de más de 5000 habitantes y de clima frío, le corresponde una dotación de 200 ltr/hab/día.

$$qm = \frac{7613 \times 200}{86400} \quad (\text{ltr/s})$$

$$qm = 17.62 \quad (\text{ltr/s})$$

Caudal Máximo Diario (CMD):

$$CMD = K_1 \cdot qm \quad (\text{Fórmula Nro.3})$$

Donde K_1 es el coeficiente que mayor el caudal medio, y los valores fluctúan entre 1.6 a 2 para la zona urbana y entre 1.2 y 1.5 para la zona rural. En esta investigación se usará el promedio para la zona rural que es el valor de $K_1 = 1.35$

$$CMD = (1.35)(17.62)$$

$$CMD = 23.78 \quad (\text{ltr/s})$$

Caudal Máximo Horario (CMH):

$$CMH = K_2 \cdot qm \quad (\text{Fórmula Nro.4})$$

Donde K_2 es el coeficiente que mayor el caudal medio, y los valores fluctúan entre 2.0 a 3 para la zona urbana y entre 1.5 y 2.0 para la zona rural. En esta investigación se usará el valor para la zona rural de $K_2 = 1.50$.

$$CMH = (1.50)(17.62)$$

$$CMH = 26.43 \quad (\text{ltr/s})$$

Caudal de captación en la fuente de abastecimiento (Q_f):

$Q_f = CMD + 20\%$ (Fórmula Nro.5) (Por tratarse de una fuente de abastecimiento superficial se incrementa el 20%)

$$Q_f = 23.78 + 4.76$$

$$Q_f = 28.54 \text{ (litr/s)}$$

Caudal de conducción (Q_c):

$Q_c = CMD + 10\%$ (Fórmula Nro.6) (Por tratarse de una fuente de abastecimiento superficial se incrementa el 10%)

$$Q_c = 23.78 + 2.37$$

$$Q_c = 26.16 \text{ (litr/s)}$$

3.6.2 Caudal de captación y caudal de conducción en la red en la actualidad.

$P_f = 4440 \text{ habitantes}$. (Al año 2015)

Con el valor de población futura, se procede a determinar los caudales.

Caudal medio actual (qm):

$$qm = \frac{4440 \times 200}{86400} \text{ (litr/s)}$$

$$qm = 10.28 \text{ (litr/s)}$$

Caudal Máximo Diario actual (CMD):

$$CMD = K_1 \cdot qm \quad (\text{Fórmula Nro.3})$$

$$CMD = (1.35)(10.28)$$

$$CMD = 13.88 \text{ (litr/s)}$$

Caudal Máximo Horario actual (CMH):

$$CMH = K_2 \cdot qm \quad (\text{Fórmula Nro.4})$$

$$CMH = (1.50)(10.28)$$

$$CMH = 15.42 \text{ (litr/s)}$$

Caudal de captación en la fuente de abastecimiento actual (Q_f):

$$Q_f = CMD + 20\% \text{ (Fórmula Nro.5)}$$

$$Q_f = 13.88 + 2.78$$

$$Q_f = 16.66 \text{ (litr/s)}$$

Caudal de conducción actual (Q_c):

$$Q_c = CMD + 10\% \text{ (Fórmula Nro.6)}$$

$$Q_c = 13.88 + 1.39$$

$$Q_c = 15.27 \text{ (litr/s).}$$

3.6.3 Propuesta de diseño del sistema de reutilización de aguas grises.

Se considera que apenas el 0.1 % de las aguas residuales de la vivienda contienen materiales sólidos, entre los que podemos contar a trapos, papeles, basura, y heces fecales, la mayoría de estos provienen del inodoro. Estas aguas consideradas negras se las dirige individualmente a la red pública de alcantarillado.

Las aguas del el fregadero de cocina las encausamos para primero en una trampa de grasas mediante tuberías independientes de PVC, para luego incorporarse a las tuberías de salida de los lavamanos y duchas (Instituto de Fomento Minicipal (Imfom), 2000). Estas aguas son las consideradas como grises, y que luego de tratarlas serán reutilizadas en el inodoro. (Ecoaigua, 1999).

En la trampa se eliminan las grasas, evitando que las tuberías se obstruyan y se protege a los filtros que a continuación de esta trampa

receptan las aguas para su posterior reutilización. El tiempo estimado para la detención en este elemento fluctúa entre los 5 a 15 minutos. De acuerdo a (Merritt, 1999) 2 miligramos de cloro por cada litro, incrementa la efectividad para la eliminación de la grasa.

El agua producto de este proceso se recolectará en un depósito en el que se almacenará y deberá abastecer a los inodoros. Según (Merritt, 1999), se debe utilizar en los desagües tuberías mínimo de 4 pulgadas, para evitar los taponamientos, al igual que la inclinación en los tramos de la red de hasta el 2%, y las juntas de preferencia deben ser elásticas, pues las juntas rígidas suelen agrietarse producto del asentamiento diferencial, por lo que se ocasionan las filtraciones y mal funcionamiento del sistema.

Diseño de la trampa de grasa:

Para el dimensionamiento de la Trampa de grasa se asumió los criterios de diseño de (J.McGhee., 1999):

Parámetros de Diseño (Rojas, 2004)

Diseño por volumen = $V (Q \times t)$ para un día

Producción promedio = 9.5 ltr/persona, (en el sector se considera 6 personas por vivienda)

Volumen mínimo para una vivienda = 110 ltr.

Relación Largo – Ancho = 2 : 1

Altura entre 0.30 m. a 0.90 m.

$Volumen = (Producción Promedio)(Nro. de Personas) (ltr).$

Diseño:

$V = VOLUMEN$

$A = \text{ÁREA}$

$H = ALTURA$ (Se asume 0.45 m)

$a = ANCHO$

$b = LARGO$

$$V = 9.5 \frac{\text{ltr}}{\text{persona}} \times 6 \text{ personas} = 57 \text{ ltr.}$$

$$V = \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ ltr}} \times 57 \text{ ltr} = 0.057 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{min}} = 110 \text{ ltr.} = 0.11 \text{ m}^3$$

Asumimos el Volumen mínimo para determinar el área

$$A = \frac{V}{H} \quad A = \frac{0.11 \text{ m}^3}{0.50 \text{ m}} \quad A = 0.22 \text{ m}^2$$

$$A = a \cdot b \quad A = a \cdot 2a \quad A = 2a^2 \quad (\text{Por la relación 2:1 del largo y ancho})$$

$$a = \sqrt[2]{\frac{A}{2}} \quad a = \sqrt[2]{\frac{0.22}{2}} \quad a = 0.33 \text{ m}$$

$a = 0.35 \text{ m}$ (Se asume por cuestiones constructivas).

$$b = 2a \quad b = 2 \times 0.35 \quad b = 0.70 \text{ m.}$$

Los detalles de la trampa de grasa se encuentran en los planos correspondientes al (Anexo L1). Las dimensiones internas de la trampa de grasa será 0.35m x 0.70m.

Diseño del depósito acumulador:

Se hace necesario establecer un volumen mínimo que abastezca los inodoros, por lo que en la tabla 6 se detalla una aproximación de la demanda y descarga de agua generados en la vivienda, con lo que se facilita el dimensionamiento del depósito acumulador.

CANTIDAD DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR PERSONA AL DÍA

Tipo	Litros / persona / día	
	Demanda	Descarga
Comida y Bebida	3	0
Lavado de Platos	4	4
Lavado de Ropa	20	19
Higiene Personal	10	10
Higiene con Tina y Ducha	20	20
Limpieza de la Casa	3	3
Inodoro (heces y orina)	20	22
TOTALES	80	78

Tabla 8. Cantidad de aguas residuales domésticas por persona al día.

Fuente. (Rojas, 2004) (Fresenius & Schneider, 1991). Noviembre 2015.

Para cuantificar los volúmenes ya se indicó que para este proyecto se asumen 6 personas por cada unidad de vivienda, si la descarga necesaria para cada inodoro es de 20 ltr/persona/día, según los valores de la tabla 8, entonces el volumen para el consumo diario en la vivienda sería:

$$V = 20 \frac{\text{ltr}}{\text{persona}} \times 6 \text{ personas} = 120 \text{ ltr/vivienda/día}$$

Parámetros de diseño del depósito acumulador: (Baquero, 2013)

Diseño por volumen = $V (Q \times t)$ [para un día]

Volumen mínimo para una vivienda (6 personas) = 120 litros.

Relación Largo/Ancho = 2:1

Altura = 0.90 m a 1.50m

Tiempo de retención hidráulica = $\frac{V}{Q} = 2 \text{ horas}$

Diseño del depósito acumulador:

$$V = \text{VOLUMEN}$$

$$A = \text{ÁREA}$$

$$H = \text{ALTURA (Se asume 0.90 m)}$$

$$a = \text{ANCHO}$$

$$b = \text{LARGO} = 2a$$

$$V_{\min} = 20 \frac{\text{ltr}}{\text{persona}} \times 6 \text{ personas} = 120 \text{ ltr.}$$

$$V_{\min} = \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ ltr}} \times 120 \text{ ltr} = 0.12 \text{ m}^3$$

$$A = \frac{V}{H}$$

$$A = \frac{0.12 \text{ m}^3}{0.90 \text{ m}}$$

$$A = 0.13 \text{ m}^2$$

$$A = a \cdot b$$

$$A = a \cdot 2a$$

$$A = 2a^2 \quad (\text{Por relación 2:1 del$$

largo y ancho)

$$a = \sqrt[2]{\frac{A}{2}}$$

$$a = \sqrt[2]{\frac{0.13}{2}}$$

$$a = 0.25 \text{ m}$$

$$b = 2a$$

$$b = 2 \times 0.25$$

$$b = 0.50 \text{ m.}$$

Las dimensiones internas del depósito acumulador son de 0.25 m x 0.50 m. Considerando que el tanque elevado de reserva es de la capacidad de 1m³, recalculamos el depósito acumulador con esta capacidad:

$$A = \frac{V}{H}$$

$$A = \frac{1.00 \text{ m}^3}{0.90 \text{ m}}$$

$$A = 1.11 \text{ m}^2$$

$$A = a \cdot b$$

$$A = a \cdot 2a$$

$$A = 2a^2 \quad (\text{Por relación 2:1 del$$

largo y ancho)

$$a = \sqrt[2]{\frac{A}{2}}$$

$$a = \sqrt[2]{\frac{1.11}{2}}$$

$$a = 0.744 \text{ m}$$

$$b = 2a$$

$$b = 2 \times 0.744$$

$$b = 1.49 \text{ m.}$$

Las dimensiones internas finales del depósito acumulador son de 0.75 m x 1.50 m. x 0.90 m. Este depósito se lo construirá en hormigón armado, con los dispositivos de tuberías de alimentación, salida y desfogue en PVC.

Filtro de flujo ascendente:

Este se encuentra a continuación del depósito acumulador de aguas grises, y en este usaremos grava y arena de diferente granulometría para efectuar el proceso de filtración del agua.

GRANULOMETRÍA DE UN FILTRO GRUESO ASCENDENTE EN CAPAS O EN SERIE

Lecho Filtrante (mm)	Altura (m)					
	FGAC	FGAS 2		FGAS 3		
		1	2	1	2	3
19 - 25	0.30*	0.30*		0.30*	0.20*	
13 - 19	0.20 - 0.30	0.30 - 0.45	0.20*	0.15	0.15*	0.15*
6 - 13	0.15 - 0.20	0.30 - 0.45	0.15*	0.45 - 0.75	0.15*	0.15*
3 - 6	0.15 - 0.20		0.30 - 0.45		0.40 - 0.70	0.15*
1.6 - 3	0.10 - 0.20		0.25 - 0.40			0.45 - 0.75
Total (m):						
• Soporte	0.30	0.30	0.35	0.30	0.50	0.45
• Lecho Filt.	0.60 - 0.90	0.60 - 0.90	0.55 - 0.85	0.60 - 0.90	0.40 - 0.70	0.45 - 0.75

Tabla 9. Granulometría de un filtro grueso ascendente.
Fuente. (OPS, OMS, CEPIS, 2015). Noviembre 2015.

De acuerdo a la tabla 9, diseñamos el filtro en hormigón armado y con la capacidad de 1 m³ al igual que el depósito acumulador. Para los detalles ver (ANEXO 5)

3.6.4 Propuesta de diseño del sistema de reutilización de aguas lluvia.

Una vez establecidos los diseños de la trampa de grasa y el depósito acumulador de aguas grises, se procede a determinar el diseño del sistema de captación de aguas lluvia. La información primordial para este diseño es el de las precipitaciones, para lo cual tomamos la información estadística de las estaciones meteorológicas y de mediciones climáticas que se encuentran en el Cantón Pedro Moncayo, sector donde se implantará este proyecto.

Para las bases de diseño y criterios de diseño se han tomado como referencia a los considerados en (UNATSABAR, 2001) y (UNATSABAR, 2003).

Determinación de la precipitación promedio mensual:
(UNATSABAR, 2001)

En el mes de Abril del año 2013, los funcionarios del Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), en conjunto con la Dirección del Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria-Ministerio de Agricultura (SIGAGRO-MAGAP), emiten el documento del “Estudio Climático y la División Hidrográfica del Cantón PEDRO MONCAYO”, bajo la responsabilidad de la Ing. Ximena Echeverría, funcionaria del IEE (IEE, SIGAGRO-MAGAP, 2013).

En el documento antes mencionado se encuentran los estudios de la red meteorológica existente en el Cantón Pedro Moncayo, obteniendo los datos y comportamiento de las precipitaciones y distribución de las lluvias en el sector. En la tabla 8, se encuentra los datos de ubicación en coordenadas (UTM) y altura en (m.s.n.m) de las estaciones meteorológicas que se inventariaron en la zona (IEE, SIGAGRO-MAGAP, 2013).

UBICACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS

CODIGO	ESTACION	COORDENADAS		ALTURA
		ESTE	NORTE	
M022	TABACUNDO H. MOJANDA	807571	1000568	2940
M111	MALCHINGUI INAMHI	796186	1000655	2840
M574	HDA. JERUSALEM	794144	9999312	2300
M605	COCHASQUI - HDA. INAMHI	799023	1000582	2960
MA2T	TOMALON - TABACUNDO	804969	1000324	2790

Tabla 10. Ubicación de Estaciones Meteorológicas.
Fuente. (IEE, SIGAGRO-MAGAP, 2013). Noviembre 2015.

El análisis y ajuste de las series meteorológicas de este documento, permiten obtener las precipitaciones mensuales promedio

para períodos homogéneos básicos de 25 años (1985-2009). Excluyendo en este análisis los años 1982, 1983, 1997 y 1998 por las condiciones especiales de precipitaciones de estos años. Esta información la encontramos a continuación en la tabla 11.

PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm) DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS

CODIGO	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
M022	TABACUNDO H.MOJANDA	69,9	103,6	108,7	119,7	75,4	33,4	15,4	23,7	57,8	112,2	110,8	85,9	916,6
M111	MALCHINGUI INAMHI	41,7	42,2	53,7	87,1	51,5	28,3	13,4	11,6	39,1	45,6	43,2	40,0	497,6
M574	HDA.JERUSALEN	34,6	43,4	78,3	61,2	31,4	15,9	12,6	13,9	37,9	71,0	62,7	32,2	495,2
M605	COCHASQUI- HDA. INAMHI	79,5	85,6	71,7	98,4	64,0	35,5	12,7	14,8	52,0	102,8	102,4	56,7	776,2
MA2T	TOMALON- TABACUNDO	55,7	57,6	77,4	87,0	59,9	28,3	11,6	8,7	33,2	66,1	68,3	66,1	619,8

Tabla 11. Precipitación media mensual (mm) de estaciones meteorológicas.
Fuente. (IEE, SIGAGRO-MAGAP, 2013). Noviembre 2015

Determinación de la precipitación promedio mensual:

De los datos obtenidos en la tabla 8, y considerando que la estación meteorológica de Tomalón-Tabacundo es la que se encuentra a escasos kilómetros del proyecto en estudio, referiremos estos datos para nuestro cálculo.

Determinación de la demanda: (UNATSABAR, 2001)

$$D_i = \frac{Nu \cdot Nd \cdot Dot}{1000} \quad (\text{FORMULA Nro. 7})$$

Donde:

D_i : Demanda mensual (m^3)

Nu: Número de usuarios que se beneficiarán del sistema (6 personas).

Nd: Número de días del mes analizado.

Dot: Dotación (ltr/persona-día).

Determinación del volumen del tanque de abastecimiento:

$$A_i = \frac{Ppi \cdot Ce \cdot Ac}{1000} \quad (\text{FORMULA Nro. 8})$$

Donde:

A_i : Abastecimiento correspondiente al mes "i"

P_{pi} : Precipitación promedio mensual (litr/ m^2)

Ce: Coeficiente de escorrentía (Ver Tabla 1)

Ac: Área de Captación (m^2)

Determinación de la demanda diaria en (litr/persona-día).

La demanda diaria para el uso del agua lluvia en la vivienda se la determina con los valores de la tabla 6 (Rojas, 2004). Se considera los usos del agua que no necesita potabilización, como lavado de ropa, ducha, limpieza de la casa y el inodoro, obteniendo un valor de 63 (litr/persona-día).

Los cálculos se los resume en los siguientes cuadros:

DEMANDA DIARIA POR PERSONA (litr/persona/día)

Período	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Nro. Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
(litr/persona /día)	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63

PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL (mm) ESTACION TOMALON –TABACUNDO

Período	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1985-2009	55,70	57,60	77,40	87,00	59,90	28,30	11,60	8,70	33,20	66,10	68,30	66,10

DEMANDA TOTAL MENSUAL PARA FAMILIA DE 6 PERSONAS (litr)

Número de
personas= 6

Período	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1985-2009	55,7	57,6	77,4	87	59,9	28,3	11,6	8,7	33,2	66,1	68,3	66,1
total en (litr)	11718	10584	11718	11340	11718	11340	11718	11718	11340	11718	11340	11718

El acumulado de la oferta y la demanda de cada mes se lo determina con: (UNATSABAR, 2001)

$$Aa_i = Aa_{(i-1)} + \frac{Pp_i \cdot Ce \cdot Ac}{1000} \quad (\text{FORMULA Nro9})$$

$$Da_i = Da_{(i-1)} + Nu \cdot Nd_i \cdot Dd_i \quad (\text{FORMULA Nro10})$$

Donde:

Aa_i : Volumen acumulado al mes “i”

Da_i : Demanda acumulada al mes “i”

$$V_i (m^3) = A_i (m^3) - D_i (m^3) \quad (\text{FORMULA Nro. 11})$$

Donde:

V_i : Volumen del tanque de almacenamiento necesario para el mes “i”

A_i : Volumen de agua que se captó en el mes “i”

D_i : Volumen de agua demandada por los usuarios para el mes “i”

Con la aplicación de estas fórmulas en el siguiente cuadro de cálculo, se obtiene los valores de Abastecimiento y Demanda parcial y acumulada, para determinar el volumen del tanque de almacenamiento.

CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

CALCULO PARA UN TECHO DE 129,5 m²
 Coeficiente de Escorrentía (Ce)= 0,90
 Número de usuarios (Nu) = 6

Nd días	MES	Dotación	Precipt	Abastecimiento (m3)		Demanda(m3)		Diferencia (m3)
		(ltr/per/día)	(mm)	Parcial	Acum	Parcial(Di)	Acum	
30	Abril	63,00	87,00	10,14	10,14	5,94	5,94	4,20
31	Mayo	63,00	59,90	6,98	17,12	5,94	11,87	5,25
30	Junio	63,00	28,30	3,30	20,42	5,94	17,81	2,61
31	Julio	63,00	11,60	1,35	21,77	5,94	23,75	-1,98
31	Agosto	63,00	8,70	1,01	22,79	5,94	29,69	-6,90
30	Septiembre	63,00	33,20	3,87	26,65	5,94	35,62	-8,97
31	Octubre	63,00	66,10	7,70	34,36	5,94	41,56	-7,20
30	Noviembre	63,00	68,30	7,96	42,32	5,94	47,50	-5,18
31	Diciembre	63,00	66,10	7,70	50,02	5,94	53,44	-3,41
31	Enero	63,00	55,70	6,49	56,52	5,94	59,37	-2,86
28	Febrero	63,00	57,60	6,71	63,23	5,94	65,31	-2,08
31	Marzo	63,00	77,40	9,02	72,25	5,94	71,25	1,00

Tabla 12. Cálculo del Volumen del Tanque de Almacenamiento.
 Fuente: Adaptación (UNATSABAR, 2001) . Diciembre 2015

Nd = 30,4 promedio
RESERVA = 1 m³

DOTACION = 32,53 ltr/hab-día

Se ha proyectado una cubierta de galvalum, con un área de 129.50 m², obteniendo las diferencias entre el abastecimiento y demanda acumuladas. Los valores negativos en estas diferencias nos indica que el agua lluvia no es suficiente para abastecer las necesidades de la vivienda y en los meses que esta si satisface requiere un almacenamiento máximo de 5.25 m³.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS COMPARATIVO.

Luego de la realización de los cálculos y dimensionamiento de los elementos del sistema de reutilización de aguas en la vivienda, se procederá a la realización de un estudio comparativo entre el sistema tradicional y el sistema de reutilización de aguas en la vivienda, para verificar sus bondades y deficiencias.

Al realizar un estudio comparativo entre los consumos diarios de agua potable de la red pública y los valores que se deja de consumir por la reutilización del agua en la vivienda objeto de este proyecto, se podrá determinar si se logró cumplir con los objetivos propuestos en la presente investigación.

Finalmente se realiza un análisis económico de los dos tipos de sistemas con el propósito de establecer la relación beneficio costo (B/C) del diseño de reutilización de aguas en la vivienda.

4.1 Análisis comparativo de caudales.

VALORES DE CAUDALES PARA LA PARROQUIA LA ESPERANZA		
CALCULADO PARA LA POBLACIÓN ACTUAL	CALCULADO PARA LA POBLACIÓN FUTURA (25 AÑOS)	DIFERENCIA DE CAUDALES (25 AÑOS)
CMD =13.88ltr/s	CMD =23.78 ltr/s	CMD =-9.90 ltr/s
Qf = 16.66 ltr/s	CMD =23.78 ltr/s	CMD =-7.12 ltr/s
Qc= 15.27 ltr/s	Qc= 26.16 ltr/s	Qc= -10.89 ltr/s

Tabla 13. Valores de caudales para la parroquia La Esperanza.
Fuente: Autoría Propia, Jorge Tulcanaza, adaptación, (Arocha, 1977) Diciembre 2015.

Entre la diferencia de los valores de caudales actuales y los valores de caudales proyectados para 25 años, se obtiene valores

negativas, es decir que se tiene un déficit para que el sistema pueda seguir en operación. Se debe considerar que el caudal real de captación con el que se encuentra funcionando actualmente el sector es de 15 lts/s.

4.2 Análisis comparativo de consumos de agua en la vivienda.

CONSUMO DE AGUA EN EL SISTEMA TRADICIONAL EN UN AÑO

Demanda (ltr/persona-día)	Nro. de personas (Nu)	Nro. Días (año)	Total (ltr)
80	6	365	175200.00

Tabla 14. Consumo de agua en el sistema tradicional en un año.
Fuente: Autoría Propia, Jorge Tulcanaza, adaptación, (Rojas, 2004) Noviembre 2015.

$$\text{Demanda Total en el año (DT)} = 175200.00 \text{ ltr} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ ltr}}$$

$$\text{DT} = 175.20 \text{ m}^3 \text{ (al año)}$$

CONSUMO DE AGUA EN EL SISTEMA PROPUESTO DE REUTILIZACION

PRIMER USO DEL AGUA LLUVIA EN LA VIVIENDA

El abastecimiento de aguas lluvia en el año (A_a) es

$$A_a = 72.25 \text{ m}^3$$

REUSO DE AGUAS GRISES EN LA VIVIENDA

Descarga (ltr/persona-día)	Nro. de personas (Nu)	Nro. Días (año)	Total (ltr)
56	6	365	122640.00

Tabla 15. Reuso de aguas grises en la vivienda en un año.
Fuente: Autoría Propia, Jorge Tulcanaza, adaptación, (Rojas, 2004) Noviembre 2015.

$$\text{Descarga Total en el año (Dg)} = 122640.00 \text{ ltr} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ ltr}}$$

$$\text{Dg} = 122.64 \text{ m}^3 \text{ (al año)}$$

Pero debe considerarse que de este total Dg, el sistema permite sólo reutilizarlo en la descarga del inodoro, por lo que la diferencia se

descargará por el rebosadero del depósito acumulador de aguas grises a la red pública de alcantarillado.

Para calcular esa diferencia se debe obtener el valor de descarga del inodoro.

DESCARGA DEL INODORO

Descarga Inodoro (ltr/persona-día)	Nro. de personas (Nu)	Nro. Días (año)	Total (ltr)
20	6	365	43800.00

Tabla 16. Descarga del inodoro en la vivienda en un año.

Fuente: Autoría Propia, Jorge Tulcanaza, adaptación, (Rojas, 2004) Noviembre 2015.

$$\text{Descarga Total del inodoro en el año (DI)} = 43800.00 \text{ ltr} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ ltr}}$$

$$\text{DI} = 43.80 \text{ m}^3 \text{ (al año)}$$

Si consideramos que:

$$\text{DT} = A_a + \text{DI} + \text{Ra} \text{ (FORMULA Nro12)}$$

Donde:

DT: Demanda Total en el año

A_a : Abastecimiento de aguas lluvia en el año.

DI: Descarga Total del inodoro en el año.

Ra: Abastecimiento de la red pública en el año.

Podemos obtener de la fórmula 12 el valor de Ra con que funcionaría el sistema propuesto.

$$\text{Ra} = \text{DT} - A_a - \text{DI}$$

$$\text{Ra} = 175.20 \text{ m}^3 - 72.25 \text{ m}^3 - 43.80 \text{ m}^3$$

$$\text{Ra} = 59.15 \text{ m}^3.$$

En resumen el sistema funciona con 27 ltr/persona/día.

4.3 Análisis comparativo de costos de consumo de agua.

El análisis de los costos de consumo de agua, se los ha proyectado con una tasa de 4.00 dólares, que es el costo promedio por el servicio que presta la Empresa de Agua de Quito.

En el sistema tradicional el costo del agua en la vivienda es de:
 COSTO AGUA SISTEMA TRADICIONAL (CA) = DT x Tasa de servicio de agua.

$$CA = (175.20 \text{ m}^3) (4.00 \frac{\$}{\text{m}^3})$$

$$CA = 700.80 \text{ \$}. \text{ (Costo anual)}$$

En el sistema propuesto de Reutilización de agua el costo sería:
 COSTO AGUA SISTEMA REUTILIZACIÓN (CASR) = Ra x Tasa de servicio de agua.

$$CASR = (59.15 \text{ m}^3) (4.00 \frac{\$}{\text{m}^3})$$

$$CASR = 236.60 \text{ \$}. \text{ (Costo anual)}$$

AHORRO ANUAL EN EL SERVICIO DE AGUA POTABLE (HA). = CA - CASR

$$HA = 700.80 \text{ \$} - 236.60 \text{ \$}$$

$$HA = 464.20 \text{ \$} \text{ ahorro en el año.}$$

4.4 Análisis comparativo de los costos de implementación del sistema propuesto.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL SISTEMA TRADICIONAL.
 Los Costos Indirectos considerados para la construcción del sistema tradicional hidrosanitario son del, tomando en cuenta la ubicación y condiciones para la construcción del mismo.

PORCENTAJES DE COSTOS INDIRECTOS

PROYECTO: SUYAY (SISTEMA TRADICIONAL HIDROSANITARIO) PRESUPUESTO DE OBRA HIDROSANITARIA ALUMNO: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN LISTADO DE PROYECTOS						
CODPROY	PROYECTO	%ADM.	%UTIL.	%IMPR.	%OTROS	% C.I.
P001	SISTEMA TRADICIONAL HIDROSANITARIO	0	0	0	0	25%

Tabla 17. Porcentaje de costos indirectos.
 Fuente: Autoría Propia, Jorge Tulcanaza, Noviembre 2015.

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN
PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS HOJA 1 DE 20

RUBRO : T01 UNIDAD: ml
DETALLE : Replanteo y nivelación

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,02
TEODOLITO/NIVEL PRECISION	1,00	5,00	5,00	0,075	0,38
SUBTOTAL M					0,40
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
TOPOGRAFO B1	1,00	3,22	3,22	0,075	0,24
CADENERO D2	1,00	3,22	3,22	0,075	0,24
SUBTOTAL N					0,48
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
ESTACAS/CLAVOS/BALIZAS	GLB	1,000	0,20	0,20	
SUBTOTAL O					0,20
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,08
INDIRECTOS (%) 25,00%	0,27
UTILIDAD (%) 0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,35
VALOR OFERTADO	1,35

SON: UN DÓLAR CON TREINTA Y CINCO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN

PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 2 DE 20

RUBRO : T02

UNIDAD: m3

DETALLE : Excavación en suelo natural

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,28
SUBTOTAL M					0,28

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON E2	2,00	3,18	6,36	0,750	4,77
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,250	0,89
SUBTOTAL N					5,66

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL O				0,00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5,94
INDIRECTOS (%) 25,00%	1,49
UTILIDAD (%) 0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	7,43
VALOR OFERTADO	7,43

SON: SIETE DÓLARES CON CUARENTA Y TRES CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN
 PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 3 DE 20

RUBRO : T03

UNIDAD: m3

DETALLE : Relleno compactado

EQUIPO DESCRIPCION	D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	O R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,16
ZAPO VIBRADOR DE 125HP	1,00	12,00	12,00	0,010	0,12
SUBTOTAL M					0,28

MANO DE OBRA DESCRIPCION	D A	R B	COSTO HORA C=AxB	O R	COSTO D=CxR
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,750	2,39
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,250	0,89
SUBTOTAL N					3,28

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNIT. B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL O				0,00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3,56
INDIRECTOS (%)	25,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4,45
VALOR OFERTADO	4,45

SON: CUATRO DÓLARES CON CUARENTA Y CINCO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN
PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 4 DE 20

RUBRO : T04

UNIDAD: ml

DETALLE : Tubería PVC diámetro 110mm Prov-Instal

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,19
SUBTOTAL M					0,19
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
INSTALADOR/PLOME D2	1,00	3,22	3,22	0,500	1,61
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,500	1,59
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,150	0,54
SUBTOTAL N					3,74
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
TUBERIA PVC 110MM	M	1,050	8,50	8,93	
PEGA	LITRO	0,001	9,50	0,01	
SUBTOTAL O				8,94	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	12,87
INDIRECTOS (%)	25,00% 3,22
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16,09
VALOR OFERTADO	16,09

SON: DIECISEIS DÓLARES CON NUEVE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN
PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 5 DE 20

RUBRO : T05

UNIDAD: ml

DETALLE : Tubería PVC diámetro 75mm Prov-Instal

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,19
SUBTOTAL M					0,19
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
INSTALADOR/PLOME D2	1,00	3,22	3,22	0,500	1,61
PEON	1,00	3,18	3,18	0,500	1,59
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,150	0,54
SUBTOTAL N					3,74
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
TUBERIA PVC 75MM	M	1,050	7,00	7,35	
PEGA	LITRO	0,001	9,50	0,01	
SUBTOTAL O				7,36	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	11,29
INDIRECTOS (%)	25,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	14,11
VALOR OFERTADO	14,11

SON: CATORCE DÓLARES CON ONCE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN
PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 6 DE 20

RUBRO : T06

UNIDAD: Pto

DETALLE : Puntos aguas servidas D=50mm

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,15
SUBTOTAL M					0,15
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
INSTALADOR/PLOME D2	1,00	3,22	3,22	0,500	1,61
CADENERO D2	1,00	3,22	3,22	0,250	0,81
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,150	0,54
SUBTOTAL N					2,96
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
TUBERIA 50MM L=3M, ACCESORIOS	GLB	1,000	8,25	8,25	
PEGA	LITRO	0,020	9,50	0,19	
SUBTOTAL O					8,44
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	11,55
INDIRECTOS (%)	25,00% 2,89
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	14,44
VALOR OFERTADO	14,44

SON: CATORCE DÓLARES CON CUARENTA Y CUATRO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN
PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 7 DE 20

RUBRO : T07

UNIDAD: Pto

DETALLE : Puntos aguas servidas D=75mm

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,12
SUBTOTAL M					0,12
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
INSTALADOR/PLOME D2	1,00	3,22	3,22	0,500	1,61
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,250	0,80
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,015	0,05
SUBTOTAL N					2,46
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
TUBERIA 75MMPVC L=3M, ACCESORIOS	GLB	1,000	10,50	10,50	
PEGA	LITRO	0,020	9,50	0,19	
SUBTOTAL O				10,69	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	13,27
INDIRECTOS (%)	25,00% 3,32
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16,59
VALOR OFERTADO	16,59

SON: DIECISEIS DÓLARES CON CINCUENTA Y NUEVE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN
PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 8 DE 20

RUBRO : T08

UNIDAD: Pto

DETALLE : Puntos Agua Lluvias

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,20
SUBTOTAL M					0,20
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
INSTALADOR/PLOME D2	1,00	3,22	3,22	0,750	2,42
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,500	1,59
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,015	0,05
SUBTOTAL N					4,06
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
TUBERIA PVC 110MM, ACCESORIOS	GLB	1,000	10,00	10,00	
PEGA	LITRO	0,020	9,50	0,19	
SUBTOTAL O				10,19	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	14,45
INDIRECTOS (%)	25,00% 3,61
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	18,06
VALOR OFERTADO	18,06

SON: DIECIOCHO DÓLARES CON SEIS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN
PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 9 DE 20

RUBRO : T09

UNIDAD: u

DETALLE : Rejillas de piso 50mm

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,01
SUBTOTAL M					0,01
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
INSTALADOR/PLOME D2	1,00	3,22	3,22	0,015	0,05
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,015	0,05
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,010	0,04
SUBTOTAL N					0,14
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
REGILLA 50MM ACCESORIOS	U	1,000	6,00	6,00	
SUBTOTAL O					6,00
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6,15
INDIRECTOS (%)	25,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	7,69
VALOR OFERTADO	7,69

SON: SIETE DÓLARES CON SESENTA Y NUEVE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN
PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 10 DE 20

RUBRO : T10

UNIDAD: u

DETALLE : Rejillas de piso 75mm

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,01
SUBTOTAL M					0,01
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
INSTALADOR/PLOME D2	1,00	3,22	3,22	0,015	0,05
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,015	0,05
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,010	0,04
SUBTOTAL N					0,14
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
REGILLA 75MM, ACCESORIOS	U	1,000	8,00	8,00	
SUBTOTAL O				8,00	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	8,15
INDIRECTOS (%)	25,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	10,19
VALOR OFERTADO	10,19

SON: DIEZ DÓLARES CON DIECINUEVE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN
PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 11 DE 20

RUBRO : T11

UNIDAD: u

DETALLE : Cajas de revisión 60x60cm, incl.-tapa

EQUIPO DESCRIPCION	D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	O R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,20
SUBTOTAL M					0,20
MANO DE OBRA DESCRIPCION	D A	R B	COSTO HORA C=AxB	O R	COSTO D=CxR
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,500	1,59
ALBAÑIL D2	1,00	3,22	3,22	0,750	2,42
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,015	0,05
SUBTOTAL N					4,06
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNIT. B	COSTO C=AxB	
CAJA REVISION H-A-180KG/CM2, 60x60CM, INCLUYE ENCOFRADOS	GLB	1,000	52,00	52,00	
TAPA 70x70CM, HORMIGON ARMADO FC=210KGM/CM2	U	1,000	25,00	25,00	
SUBTOTAL O				77,00	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	81,26
INDIRECTOS (%)	25,00% 20,32
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	101,58
VALOR OFERTADO	101,58

SON: CIENTO UN DÓLARES CON CINCUENTA Y OCHO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN

PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 12 DE 20

RUBRO : T12

UNIDAD: m3

DETALLE : Desalojo material sobrante

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,08
SUBTOTAL M					0,08

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,500	1,59
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,015	0,05
SUBTOTAL N					1,64

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL O				0,00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,72
INDIRECTOS (%) 25,00%	0,43
UTILIDAD (%) 0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,15
VALOR OFERTADO	2,15

SON: DOS DÓLARES CON QUINCE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN
PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 13 DE 20

RUBRO : T13

UNIDAD: Glb

DETALLE : Conexión red principal Agua Potable

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,20
SUBTOTAL M					0,20
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
INSTALADOR/PLOME D2	1,00	3,22	3,22	0,750	2,42
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,500	1,59
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,015	0,05
SUBTOTAL N					4,06
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
COLLARIN 1/2" ACCESORIOS	GLB	1,000	35,00	35,00	
SUBTOTAL O				35,00	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	39,26
INDIRECTOS (%)	25,00% 9,82
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	49,08
VALOR OFERTADO	49,08

SON: CUARENTA Y NUEVE DÓLARES CON OCHO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN
 PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 14 DE 20

RUBRO : T14

UNIDAD: ml

DETALLE : Replanteo y nivelación

EQUIPO DESCRIPCION	D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	O R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,02
TEODOLITO/NIVEL PRECISION	1,00	5,00	5,00	0,075	0,38
SUBTOTAL M					0,40
MANO DE OBRA DESCRIPCION	D A	R B	COSTO HORA C=AxB	O R	COSTO D=CxR
TOPOGRAFO B1	1,00	3,22	3,22	0,075	0,24
CADENERO D1	1,00	3,20	3,20	0,075	0,24
SUBTOTAL N					0,48
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNIT. B	COSTO C=AxB	
ESTACAS/CLAVOS/BALIZAS	GLB	1,000	0,20	0,20	
SUBTOTAL O					0,20
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,08
INDIRECTOS (%)	25,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,35
VALOR OFERTADO	1,35

SON: UN DÓLAR CON TREINTA Y CINCO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN
 PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 15 DE 20

RUBRO : T15

UNIDAD: m3

DETALLE : Excavación en suelo natural

EQUIPO DESCRIPCION	D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	O R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,28
SUBTOTAL M					0,28
MANO DE OBRA DESCRIPCION	D A	R B	COSTO HORA C=AxB	O R	COSTO D=CxR
PEON E2	2,00	3,18	6,36	0,750	4,77
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,250	0,89
SUBTOTAL N					5,66
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNIT. B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL O					0,00
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5,94
INDIRECTOS (%) 25,00%	1,49
UTILIDAD (%) 0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	7,43
VALOR OFERTADO	7,43

SON: SIETE DÓLARES CON CUARENTA Y TRES CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN
PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 16 DE 20

RUBRO : T16

UNIDAD: m3

DETALLE : Relleno compactado

EQUIPO DESCRIPCION	D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	O R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,16
ZAPO VIBRADOR	1,00	12,00	12,00	0,010	0,12
SUBTOTAL M					0,28
MANO DE OBRA DESCRIPCION	D A	R B	COSTO HORA C=AxB	O R	COSTO D=CxR
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,750	2,39
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,250	0,89
SUBTOTAL N					3,28
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNIT. B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL O					0,00
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3,56
INDIRECTOS (%)	25,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4,45
VALOR OFERTADO	4,45

SON: CUATRO DÓLARES CON CUARENTA Y CINCO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN
PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 17 DE 20

RUBRO : T17

UNIDAD: Pto

DETALLE : Puntos de agua potable d=1/2"

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,07
SUBTOTAL M					0,07
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
INSTALADOR/PLOME D2	1,00	3,22	3,22	0,250	0,81
CADENERO D2	1,00	3,22	3,22	0,150	0,48
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,010	0,04
SUBTOTAL N					1,33
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
TUBERIA HIDRO-3 L=6M, ACCESORIOS	GLB	1,000	12,00	12,00	
COLLARIN 1/2" ACCESORIOS A LA RED	GLB	1,000	22,00	22,00	
SUBTOTAL O				34,00	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	35,40
INDIRECTOS (%)	25,00% 8,85
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	44,25
VALOR OFERTADO	44,25

SON: CUARENTA Y CUATRO DÓLARES CON VEINTE Y CINCO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN

PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 18 DE 20

RUBRO : T18

UNIDAD: ml

DETALLE : Tubería roscable Hidro-3, 1/2", Prov-Instal

EQUIPO DESCRIPCION	D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	O R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,12
SUBTOTAL M					0,12

MANO DE OBRA DESCRIPCION	D A	R B	COSTO HORA C=AxB	O R	COSTO D=CxR
INSTALADOR/PLOME D2	1,00	3,22	3,22	0,500	1,61
CADENERO D2	1,00	3,22	3,22	0,250	0,81
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,015	0,05
SUBTOTAL N					2,47

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNIT. B	COSTO C=AxB
TUBERIA ROSCABLE 1/2" L=3M ACCESORIOS	M	1,050	3,00	3,15
SUBTOTAL O				3,15

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5,74
INDIRECTOS (%)	25,00% 1,44
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	7,18
VALOR OFERTADO	7,18

SON: SIETE DÓLARES CON DIECIOCHO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN
PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 19 DE 20

RUBRO : T19

UNIDAD: m3

DETALLE : Desalojo material sobrante

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,08
SUBTOTAL M					0,08

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,500	1,59
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,015	0,05
SUBTOTAL N					1,64

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL O				0,00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,72
INDIRECTOS (%) 25,00%	0,43
UTILIDAD (%) 0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,15
VALOR OFERTADO	2,15

SON: DOS DÓLARES CON QUINCE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA TRADICIONAL

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN
PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONAL DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 20 DE 20

RUBRO : T20

UNIDAD: Glb

DETALLE : Conexión red principal Alcantarillado

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,20
SUBTOTAL M					0,20
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
INSTALADOR/PLOME D2	1,00	3,22	3,22	0,750	2,42
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,500	1,59
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,015	0,05
SUBTOTAL N					4,06
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
CONEXIÓN RED PRINCIPAL ALCANTARILLADO	GLB	1,000	55,00	55,00	
SUBTOTAL O				55,00	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	59,26
INDIRECTOS (%)	25,00% 14,82
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	74,08
VALOR OFERTADO	74,08

SON: SETENTA Y CUATRO DÓLARES CON OCHO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

PRESUPUESTO REFERENCIAL PROYECTO SUYAY
SISTEMA TRADICIONAL

OFERENTE: JORGE TULCANAZA JARRIN

PROYECTO: PRESUPUESTO DE INSTACIONES HIDROSANITARIAS TRADICIONALES DE UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

<i>No.</i>	<i>Rubro / Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>P.U.</i>	<i>P. Global</i>
	DISPOSICION DE AGUAS SERVIDAS				
T01	Replanteo y nivelacion	ml	55,55	1,35	74,99
T02	Excavacion en suelo matural	m3	24,45	7,43	181,66
T03	Relleno compactado	m3	23,22	4,45	103,33
T04	Tuberia PVC diametro 110mm Prov-Instal	ml	55,55	16,09	893,80
T05	Tuberia PVC diametro 75mm Prov-Instal	ml	5,65	14,11	79,72
T06	Puntos aguas servidas D=50mm	Pto	8,00	14,44	115,52
T07	Puntos aguas servidas D=75mm	Pto	2,00	16,59	33,18
T08	Puntos Agua Lluvias	Pto	2,00	18,06	36,12
T09	Regillas de piso 50mm	u	4,00	7,69	30,76
T10	Regillas de piso 75mm	u	1,00	10,19	10,19
T11	Cajas de revision 60x60cm, incluy-tapa	u	6,00	101,58	609,48
T12	Desalojo material sobrante	m3	1,22	2,15	2,62
T13	Conexión red principal Agua Potable	Glb	1,00	49,08	49,08
	CONEXIONES AGUA POTABLE				
T14	Replanteo y nivelacion	ml	47,18	1,35	63,69
T15	Excavacion en suelo matural	m3	10,91	7,43	81,06
T16	Relleno compactado	m3	10,35	4,45	46,06
T17	Puntos de agua potable d=1/2"	Pto	8,00	44,25	354,00
T18	Tuberia roscable Hidro-3, 1/2", Prov-Instal	ml	47,18	7,18	338,75
T19	Desalojo material sobrante	m3	0,55	2,15	1,18
T20	Conexión red principal Alcantarillado	Glb	1,00	74,08	74,08
	TOTAL:				3.179,27

SON : TRES MIL CIENTO SETENTA Y NUEVE, 27/100 DÓLARES

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

NOTA: PRESUPUESTO REFERENCIAL

ANÁLISIS DE PRESIOS UNITARIOS DE LA PROPUESTA DEL SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUAS LLUVIA Y AGUAS GRISES EN LA VIVIENDA

En el análisis para este sistema se incrementan los siguientes rubros:

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA PROPUESTO

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN

PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS CON EL USO DE AGUAS LLUVIA Y REUSO DE AGUAS GRISES EN LA VIVIENDA

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 1 DE 4

RUBRO : T21

UNIDAD: u

DETALLE : Trampa de grasa 90x55x90cm, incl.-tapa

EQUIPO DESCRIPCION	D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	O R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,20
SUBTOTAL M					0,20

MANO DE OBRA DESCRIPCION	D A	R B	COSTO HORA C=AxB	O R	COSTO D=CxR
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,600	1,91
ALBAÑIL D2	1,00	3,22	3,22	0,900	2,90
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,015	0,05
SUBTOTAL N					4,86

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNIT. B	COSTO C=AxB
TRAMPA DE GRASA H-A-210 KG/CM2, 90x55CM, INCLUYE ENCOFRADOS	GLB	1,000	108,82	108,82
TAPA 65x50CM, HORMIGON ARMADO FC=210KGM/CM2	U	2,000	25,00	50,00
SUBTOTAL O				158,82

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	163,88
INDIRECTOS (%)	25,00% 40,97
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	204,85
VALOR OFERTADO	204,85

SON: DOCIENTOS CUATRO DÓLARES CON OCHENTA Y CINCO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA PROPUESTO

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN

PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS CON EL USO DE AGUAS LLUVIA Y REUSO DE AGUAS GRISES EN LA VIVIENDA

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 2 DE 4

RUBRO : T22

UNIDAD: u

DETALLE : Depósito acumulador de aguas grises 170x95x130cm, incl.-tapa

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,20
SUBTOTAL M					0,20

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,600	1,91
ALBAÑIL D2	1,00	3,22	3,22	0,900	2,90
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,015	0,05
SUBTOTAL N					4,86

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
DEPÓSITO ACUMULADOR DE AGUAS GRISES H-A-210KG/CM2,170x95CM, INCLUYE ENCOFRADOS	GLB	1,000	213,22	213,22
TAPA 70x70CM, HORMIGON ARMADO FC=210KGM/CM2	U	2,000	25,00	50,00
SUBTOTAL O				263,22

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	268,28
INDIRECTOS (%)	25,00% 67,07
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	335,35
VALOR OFERTADO	335,35

SON: TRECIENTOS TREINTA Y CINCO DÓLARES CON TREINTA Y CINCO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA PROPUESTO

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN

PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS CON EL USO DE AGUAS LLUVIA Y REUSO DE AGUAS GRISES EN LA VIVIENDA

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 3 DE 4

RUBRO : T23

UNIDAD: u

DETALLE : Filtro ascendente de grava 170x95x130cm, incl.-tapa

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,20
SUBTOTAL M					0,20

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,600	1,91
ALBAÑIL D2	1,00	3,22	3,22	0,900	2,90
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,015	0,05
SUBTOTAL N					4,86

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
DEPÓSITO ACUMULADOR DE AGUAS GRISES H-A-210KG/CM2,170x95CM, INCLUYE ENCOFRADOS	GLB	1,000	213,22	213,22
TAPA 70x70CM, HORMIGON ARMADO FC=210KGM/CM2	U	2,000	25,00	50,00
SUBTOTAL O				263,22

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	268,28
INDIRECTOS (%)	25,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	335,35
VALOR OFERTADO	335,35

SON: TRECIENTOS TREINTA Y CINCO DÓLARES CON TREINTA Y CINCO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

ANÁLISIS DE PECIOS UNITARIOS SISTEMA PROPUESTO

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE ERNESTO TULCANAZA JARRIN

PROYECTO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS CON EL USO DE AGUAS LLUVIA Y REUSO DE AGUAS GRISES EN LA VIVIENDA

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 4 DE 4

RUBRO : T24

UNIDAD: Pto

DETALLE : Sistema de bomba y tanque elevado cap: 1m3

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,20
SUBTOTAL M					0,20
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>D A</i>	<i>R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
INSTALADOR/PLOME D2	1,00	3,22	3,22	1,540	4,96
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,500	1,59
MAESTRO MAYOR C1	1,00	3,57	3,57	0,015	0,05
SUBTOTAL N					4,06
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
TUBERIA,BOMBA,TANQUE 1m3, ACCESORIOS	GLB	1,000	238,88	238,88	
SUBTOTAL O				238,88	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	243,14
INDIRECTOS (%)	25,00% 60,79
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	303,93
VALOR OFERTADO	303,93

SON: TRECIENTOS TRES DÓLARES CON NOVENTA Y TRES CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

PRESUPUESTO REFERENCIAL PROYECTO SUYAY
SISTEMA PROPUESTO DE REUTILIZACION DE AGUAS GRISES Y USO DE
AGUAS LLUVIA

OFERENTE: JORGE TULCANAZA JARRIN

PROYECTO: PRESUPUESTO DE INSTACIONES HIDROSANITARIAS PROPUESTO PARA UNA CASA TIPO

INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	P. Global
DISPOSICION DE AGUAS SERVIDAS					
T01	Replanteo y nivelacion	ml	55,55	1,35	74,99
T02	Excavacion en suelo natural	m3	24,45	7,43	181,66
T03	Relleno compactado	m3	23,22	4,45	103,33
T04	Tubería PVC diametro 110mm Prov-Instal	ml	55,55	16,09	893,80
T05	Tubería PVC diametro 75mm Prov-Instal	ml	53,10	14,11	749,24
T06	Puntos aguas servidas D=50mm	Pto	8,00	14,44	115,52
T07	Puntos aguas servidas D=75mm	Pto	2,00	16,59	33,18
T08	Puntos Agua Lluvias	Pto	2,00	18,06	36,12
T09	Regillas de piso 50mm	u	4,00	7,69	30,76
T10	Regillas de piso 75mm	u	1,00	10,19	10,19
T11	Cajas de revision 60x60cm, incl-y-tapa	u	16,00	101,58	1.625,28
T12	Desalojo material sobrante	m3	1,22	2,15	2,62
T13	Conexión red principal Agua Potable	Glb	1,00	49,08	49,08
CONEXIONES AGUA POTABLE					
T14	Replanteo y nivelacion	ml	90,83	1,35	122,62
T15	Excavacion en suelo natural	m3	20,92	7,43	155,44
T16	Relleno compactado	m3	19,82	4,45	88,20
T17	Puntos de agua potable d=1/2"	Pto	8,00	44,25	354,00
T18	Tubería roscable Hidro-3, 1/2", Prov-Instal	ml	90,83	7,18	652,16
T19	Desalojo material sobrante	m3	1,10	2,15	2,37
T20	Conexión red principal Alcantarillado	Glb	1,00	74,08	74,08
T21	Trampa de grasa 90x55x90cm, incl.-tapa	u	1,00	204,85	204,85
T22	Depósito acumulador de aguas grises 170x95	u	1,00	335,35	335,35
T23	Filtro ascendente de grava 170x95x130cm	u	1,00	335,35	335,35
T24	Sistema de bomba y tanque elevado cap: 1m3	u	2,00	303,93	607,86
TOTAL:					6.838,05

SON :SEIS MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y OCHO, 05/100 DÓLARES

QUITO-PICHINCHA, 14 DE DICIEMBRE DE 2015

NOTA: PRESUPUESTO REFERENCIAL

De los presupuestos realizados para la implementación de los dos sistemas, tanto el tradicional como el de reutilización de agua lluvia y aguas grises, se puede resumir que:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

COSTOS DE SISTEMAS HIDROSANITARIOS PARA VIVIENDA EN EL PROYECTO SUYAY PARROQUIA LA ESPERANZA		
COSTOS DEL SISTEMA TRADICIONAL EN DÓLARES	COSTOS DEL SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUA EN DÓLARES	DIFERENCIA DE COSTOS ENTRE LOS DOS SISTEMAS EN DÓLARES
3179.27	6838.05	3658.78

Tabla 18. Análisis comparativo de costos de construcción.
Fuente: Autoría Propia, Jorge Tulcanaza, Diciembre 2015.

Si consideramos que el ahorro en el consumo de agua al año si se implementa el sistema de reutilización es de 464.20 \$. Entonces la inversión adicional por implementar este sistema puede ser recuperada en el lapso de 5 años.

CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN) Y LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

1	Datos para el análisis					
Inversión	importe					
	<input style="width: 80px;" type="text" value="3.659"/>					
Flujo de caja (neto anual)	inversión	AÑOS				
		1	2	3	4	5
	<input style="width: 80px;" type="text" value="-3.659"/>	<input style="width: 60px;" type="text" value="800"/>	<input style="width: 60px;" type="text" value="850"/>	<input style="width: 60px;" type="text" value="950"/>	<input style="width: 60px;" type="text" value="1.000"/>	<input style="width: 60px;" type="text" value="1.050"/>
2	Cálculo del V.A.N. y la T.I.R.					
Tasa de descuento	%					
	<input style="width: 80px;" type="text" value="8,00%"/>	◀ Pon la tasa de descuento aquí				
V.A.N a cinco años	<input style="width: 80px;" type="text" value="14,26"/>	Valor positivo, inversión (en principio) factible				
T.I.R a cinco años	<input style="width: 80px;" type="text" value="8,14%"/>	Valor superior a la tasa, inversión (en principio) factible				

Tabla 19. Cálculo del VAN y el TIR.
Fuente. www.salesianos.cl/index.php?option=com. 04-Diciembre -2015

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones.

- En la investigación de los sistemas que nos permiten optimizar el agua en proyectos de vivienda, se concluye que los sistemas de reutilización de aguas grises y los de recolección o cosecha de aguas lluvias para consumo en la vivienda, son los más idóneos para adaptarlos a la propuesta de esta investigación, ya que la implementación de estas alternativas permiten aproximadamente un 66 % en el ahorro del agua en este tipo de proyectos en comparación con los sistemas tradicionales que se utiliza para las instalaciones hidrosanitarias en la vivienda.
- Que del análisis comparativo de los caudales con los que está funcionando actualmente la red de distribución en la Parroquia la Esperanza no satisfacen los requerimientos con relación a la población actual en el sector, pues el caudal de captación en la fuente de abastecimiento de esta red al momento es de 15 ltr/s y el caudal de captación requerido para este se ha calculado en 16.66 ltr/s, es decir la demanda ha superado la dotación actual del sistema.
- Que en este mismo análisis comparativo de caudales, para una proyección de 25 años, es más evidente el déficit de agua para satisfacer las necesidades de la Parroquia La Esperanza, ya que el Caudal Máximo Horario (CMH) para este período de diseño alcanza los 23.78 ltr/s, el cual no podrá ser cubierto si no se implementan nuevas fuentes de abastecimiento o nuevos sistemas como el que estamos proponiendo en esta investigación para lograr optimizar el consumo de agua en la vivienda.
- Que de los resultados obtenidos en el estudio de un sistema tradicional y los sistemas alternativos para instalaciones

hidrosanitarias en la vivienda, se concluye en desarrollar un sistema combinado de reutilización de aguas grises y cosecha o recolección de aguas lluvias para obtener el sistema de optimización propuesto en la investigación.

- En el análisis comparativo de los consumos de agua, tanto para el caso del sistema tradicional (175.20 m³ al año), como para el caso del sistema de reutilización de recurso hídrico (59.15 m³ al año), se concluye que la diferencia entre los dos sistemas (116.05 m³ al año), es el ahorro de agua potable en la vivienda debido a la implementación del sistema de reutilización del recurso hídrico.
- Con los cálculos de VAN y el TIR, se concluye que la inversión es factible y se la puede recuperar en el lapso de 5 años.
- El beneficio al medio ambiente que nos brinda la implementación de este sistema de reutilización de recurso hídrico es evidente, pues el ahorro del agua en la vivienda es realmente significativo (66.24%)
- En el análisis comparativo de los costos de consumo de agua, tanto para el caso del sistema tradicional (700.80 \$. al año), como para el caso del sistema de reutilización de recurso hídrico (236.60 \$. al año), se concluye que la diferencia entre los dos sistemas (464.20 \$. al año), es el ahorro anual en el servicio de agua potable en la vivienda, debido a la implementación del sistema de reutilización del recurso hídrico.
- En el análisis comparativo de los costos de construcción, tanto para el caso del sistema tradicional (3179.27 \$.), como para el caso del sistema de reutilización de recurso hídrico (6838.05 \$.), se concluye que la diferencia de costo de construcción entre los dos sistemas es (3658.78 \$.), que es el capital adicional que el

propietario de la vivienda debe pagar para la implementación del sistema de reutilización del recurso hídrico.

5.2 Recomendaciones.

- Para poder implementar el sistema de reutilización de recurso hídrico es necesario hacer una mayor inversión económica, ya que resulta más costoso que un sistema tradicional.
- Si la Junta Administradora de Agua no toma alguna medida de carácter urgente con respecto a incrementar los caudales de abastecimiento en el sector, el déficit de agua será cada vez más crítico.
- La implementación a gran escala de este sistema de reutilización de recurso hídrico en las viviendas del sector, ayudaría a solucionar en gran medida la dificultad que enfrenta esta población con respecto al abastecimiento de agua.
- Este sistema puede perfeccionarse para optimizar aún más el recurso hídrico, implementando un sistema de tratamiento de aguas negras, y de esta manera le daríamos un cuarto uso al agua que entra en la vivienda.
- La entidad administradora de agua en el sector debería realizar campañas de concientización del uso racional de este recurso, al igual que brindar toda la información sobre el costo beneficio de implementar nuevas alternativas constructivas como la que se ha propuesto en esta investigación, con el objeto de optimizar el uso del agua en la vivienda.
- Con la implementación del sistema de tratamiento de aguas negras se puede obtener abono orgánico para las plantas ornamentales, al igual que se puede incorporar un sistema de riego para áreas verdes.

Referencias Bibliográficas

- Amando Garrido Pertierra, J. M. (2006). *Fundamentos de Bioquímica Estructural*. Madrid: TÉBAR, S.L.
- Arocha, S. (1977). *ABASTECIMIENTOS DE AGUA*. CARACAS: Vega s.r.l.
- ARRONTE, F. G. (29 de 10 de 2015). *AGUA.org.mx*. Obtenido de Centro Virtual de Información del Agua:
http://www.agua.org.mx/h2o/index.php?option=com_content&view=category&id=1118&Itemid=300009
- ASAMBLEA NACIONAL REPÚBLICA DEL ECUADOR. (6 de AGOSTO de 2014). *LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA*. QUITO, PICHINCHA, ECUADOR: REGISTRO OFICIAL.
- Baquero, M. T. (2013). Ahorro de agua y reutilización en la edificación en la ciudad de Cuenca , Ecuador. *ESTOA*, 73.
- CONVENIO MIDUVI - CAMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO. (6 de ABRIL de 2011). NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC-11) . *EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN EN EL ECUADOR*. QUITO, PICHINCHA, ECUADOR.
- Cristian Mauricio Espinal Velasquez, D. O. (Enero de 2014). UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, FACULTAD DE TECNOLOGÍA, INGENIERÍA MECATRÓNICA . *CONSTRUCCIÓN DE UN PROPTOTIPO PARA EL SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUAS GRISES EN EL HOGAR*. Pereira, Colombia.
- Duran Soto, D. (Octubre de 2012). Tesis . *Proyecto para distribuir agua potable en conjuntos habitacionales utilizando tubo PVC*. México DF, México.
- Ecoaigua. (1999). *Depuración y Reutilización de Aguas Grises*. Barcelona, España: Organización Mediterranea.
- Eddy, M. &. (1991). *Ingeniería Sanitaria*. Barcelona: Mc Graw Hill.
- Francisco Javier Rey Martinez, E. V. (2006). *Eficiencia Energética En Edificios*. Madrid: THOMSON.

- Fresenius, W. e., & Schneider, W. e. (1991). Manual de disposición de aguas residuales : Origen, descarga, tratamiento y análisis de las aguas residuales. LIMA, PERU.
- HERNANDEZ, H. y. (2011). Propuesta de una metodología de certificación de eficiencia energética para viviendas en Chile. *Revista de la Construcción [online]*, 53-63.
- HEWITT, P. G. (2004). *FISICA CONCEPTUAL* . MEXICO: PEARSON EDUCACIÓN.
- IEE, SIGAGRO-MAGAP. (ABRIL de 2013). MEMORIA TÉCNICA CANTON PEDRO MONCAYO. *GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL ESCALA 1:25000*. PICHINCHA, ECUADOR.
- Instituto de Fomento Minicipal (Imfom). (2000). Especificaciones Generales de Construcción. Guatemala: Edita.
- J.M. Rodriguez, R. M. (1999). *FISICOQUIMICA DE AGUAS*. MADRID: DIAS DE SANTOS S.A.
- J.McGhee., T. (1999). *Abastecimiento de Agua y Alcantarillado. Ingeniería Ambiental*. colombia: McGraw-Hill.
- José Alejandro Ballén Suárez, M. Á. (6 de JUNIO de 2006). *SCIELO SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIA*. Obtenido de SEMINARIO IBEROAMERICANO SOBRE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO URBANO DE AGUA :
[http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/6serea/TRABALHOS/trabalhoS%20\(1\).pdf](http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/6serea/TRABALHOS/trabalhoS%20(1).pdf)
- LAPEÑA, M. R. (1990). *TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES: Aguas de proceso y residuales*. BARCELONA: MARCOMBO, S.A.
- Merritt, F. M. (1999). *MANUAL DEL INGENIERO CIVIL*. México, MEXICO: McGraw-Hill.
- Mongil Manso, J., & Martínez de Azagra Paredes, A. (2007). Técnicas de recolección de agua y oasisificación para el desarrollo de la agricultura y la restauración forestal en regiones desfavorecidas. . *Cuadernos Geográficos*, 67-80.

Natura-Medio Ambiental. (s.f.). Obtenido de <http://www.naturamedioambiental.com/cuanta-agua-existe-en-la-tierra/>

OPS, OMS, CEPIS. (2015). ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE FILTRACIÓN DE MÚLTIPLES ETAPAS. LIMA, PERU.

Orozco, J. G. (2007). El Reuso del Agua y sus implicaciones. *TRANSFERENCIA (Posgrado, Investigación y Extensión en el Campuis Monterrey)*, Medio Ambiente.

Palacio Castañeda, N. (2010). Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia. *Gestión y Ambiente*, 25-39.

Rojas, P. J. (OCTUBRE de 2004). USO, REUSO Y RECICLAJE DEL AGUA RESIDUAL EN UNA VIVIENDA. GUATEMALA, GUATEMALA.

SANTIAGO BURBANO DE ERCILLA, E. B. (2006). *FÍSICA GENERAL*. MADRID: TÉBAR. S.L.

UNATSABAR. (Enero de 2001). Guia de Diseño para Captación del Agua de Lluvia. Lima, Perú.

UNATSABAR. (2003). ESPECIFICACIONES TECNICAS. *CAPTACION DE AGUA LLUVIA PARA CONSUMO HUMANO*. LIMA, PERU: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación.

Wilmer Campaña, J. S. (5 de 11 de 2015). *agua lluvia como fuente de abastecimiento de agua para consumo*. Obtenido de El Agua Lluvia Como Fuente de Abastecimiento de Agua: <http://es.scribd.com/doc/98382131/agua-lluvia-como-fuente-de-abastecimiento-de-agua-para-consumo#scribd>

ANEXOS

ANEXO 1

ANEXO 2

ANEXO 3

ANEXO 4

ANEXO 5