



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA MEDIANTE LA CAPTACIÓN
Y TRATAMIENTO PARA USO DOMÉSTICO EN LA PARROQUIA
PALMALES DEL CANTÓN ARENILLAS

CHURO PIZARRO MICHAEL ANDRES
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA MEDIANTE LA
CAPTACIÓN Y TRATAMIENTO PARA USO DOMÉSTICO EN LA
PARROQUIA PALMALES DEL CANTÓN ARENILLAS

CHURO PIZARRO MICHAEL ANDRES
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA MEDIANTE LA CAPTACIÓN Y
TRATAMIENTO PARA USO DOMÉSTICO EN LA PARROQUIA PALMALES DEL
CANTÓN ARENILLAS

CHURO PIZARRO MICHAEL ANDRES
INGENIERO CIVIL

AGUIRRE MORALES FREDY ALEJANDRO

MACHALA, 20 DE SEPTIEMBRE DE 2021

MACHALA
20 de septiembre de 2021

TP

por Michael Churo Pizarro

Fecha de entrega: 04-ago-2021 12:06p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1627730062

Nombre del archivo: T-CHURO_PIZARRO_MICHAEL_ANDRES_FINAL.docx (640.56K)

Total de palabras: 2759

Total de caracteres: 13698

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.untrm.edu.pe

Fuente de Internet

2%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, CHURO PIZARRO MICHAEL ANDRES, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA MEDIANTE LA CAPTACIÓN Y TRATAMIENTO PARA USO DOMÉSTICO EN LA PARROQUIA PALMALES DEL CANTÓN ARENILLAS, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 20 de septiembre de 2021



CHURO PIZARRO MICHAEL ANDRES
0705451581

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mis amigos Alvaro, Cristhian y Paúl quienes fueron un gran apoyo emocional durante el tiempo en el que me he encontrado desarrollándose.

A mis padres quienes me apoyaron todo el tiempo.

A mi novia Stefania quien me apoyó y alentó para continuar, cuando parecía que me iba a rendir.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

A los docentes quienes revisaron y aprobaron mi trabajo de titulación.

A todos los que me apoyaron para escribir y concluir este trabajo aportando su granito de arena incondicionalmente.

Para ellos es esta dedicatoria, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

Michael Andrés Churo Pizarro

AGRADECIMIENTO

Primeramente, le agradezco a Dios por ser el motor principal en mi vida, por acompañarme y permitirme confiarle mis anhelos con la certeza de que estos se materializan. Les agradezco a mis padres porque desde muy pequeño me enseñaron el significado de perseverar y luchar por nuestros sueños, a mis hermanos porque fueron mis primeros compañeros de vida y quienes me enseñaron desde el momento que nació lo esencial que es un equipo.

Sé muy bien que el amor puede distraer, pero en mi caso me sirvió de impulso para seguir adelante en cada caída por ello le agradezco a mi pareja porque a pesar de todos mis fallos siempre creyó en mí y me hizo confiar en mí mismo.

Este logro más que mío es de todos aquellos que lo hicieron posible y jamás me alcanzarán las palabras para agradecerles, por tanto.

Michael Andrés Churo Pizarro

RESUMEN

Esta zona cuenta con el suministro de agua por parte de pozos los cuales a través de un sistema de bombas conducen el líquido vital, pero el aporte de este proyecto el cual trata sobre APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA MEDIANTE LA CAPTACIÓN Y TRATAMIENTO PARA USO DOMÉSTICO EN LA PARROQUIA PALMALES DEL CANTÓN ARENILLAS, pretende establecer una solución práctica y de bajo costo.

Este es un sistema que ha venido rindiendo resultados en otros países en donde muchas de las veces sólo poseen la lluvia en ciertas estaciones del año y otros abundan las lluvias y solo se requiere redireccionar su cauce, porque el elemento hidráulico a lo largo de las últimas décadas se ha venido desperdiciando.

Si bien el diseño no cuenta con una guía normada a nivel de país, la investigación ha hecho que se adapten fórmulas, guías de otros organismos internacionales, artículos científicos basados en otras regiones y adaptadas a la realidad de este sector, tablas de datos, entre otra información que surgieron de la realización de una encuesta de campo, planimetría realizada a las viviendas del sector y otras técnicas que sirvieron de ayuda para formular este trabajo.

El resultado de este proyecto finaliza con la obtención de la dimensión del potencial de agua lluvia, el volumen de tanque eficiente y la visualización del diseño mediante las vistas isométricas y los cortes.

PALABRAS CLAVES: Captación, Aprovechamiento, Agua lluvia, Precipitación promedio.

ABSTRACT

This area is supplied with water by wells which, through a system of pumps, carry the vital liquid, but the contribution of this project, which deals with the APPROVEMENT OF RAINWATER THROUGH CAPTATION AND TREATMENT FOR DOMESTIC USE IN THE PALMALES PARISH OF THE CANTON ARENILLAS, aims to establish a practical and low-cost solution.

This is a system that has been yielding results in other countries where many of the times they only have rain in certain seasons of the year and others have abundant rainfall and it is only necessary to redirect its channel, because the hydraulic element throughout the last decades has been wasted.

Although the design does not have a standardised guide at the country level, the research has led to the adaptation of formulas, guides from other international organisations, scientific articles based on other regions and adapted to the reality of this sector, data tables, among other information that arose from a field survey, planimetry carried out on the houses in the sector and other techniques that were used to help formulate this work.

The result of this project ends with obtaining the size of the rainwater potential, the volume of the efficient tank and the visualisation of the design by means of isometric views and cross-sections.

KEYWORDS: Catchment, Rainwater harvesting, Rainwater harvesting, Average precipitation.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
RESUMEN.....	III
ABSTRACT.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	- 1 -
ÍNDICE DE FIGURAS.....	- 2 -
ÍNDICE DE ANEXOS.....	- 2 -
1. INTRODUCCIÓN.....	- 3 -
OBJETIVO GENERAL.....	- 3 -
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	- 4 -
2. DESARROLLO.....	- 4 -
2.1. Ubicación.....	- 4 -
2.2. Antecedentes.....	- 4 -
2.3. Guías de Diseño.....	- 5 -
2.3.1. GUÍA DE DISEÑO PARA CAPTACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA (CEPIS/OPS).....	- 5 -
2.3.2. SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA PARA USO DOMÉSTICO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (IICA-MÉXICO).....	- 5 -
2.4. Determinación de la Demanda.....	- 5 -
2.5. Precipitación Promedio Mensual.....	- 6 -
3. RESULTADOS.....	- 7 -
3.1. Sistema de Aprovechamiento del Agua Lluvia.....	- 7 -
3.1.1. Potencial de aprovechamiento del agua lluvia.....	- 7 -
3.1.2. Propiedad de las viviendas y promedio de las personas que la habitan.....	- 8 -
3.1.3. Captación del agua lluvia.....	- 9 -
3.1.4. Recolección y conducción del agua lluvia.....	- 10 -
3.1.5. Almacenamiento del agua lluvia.....	- 11 -
4. CONCLUSIONES.....	- 11 -
5. BIBLIOGRAFÍA.....	- 12 -
6. ANEXOS.....	- 14 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Ubicación geográfica de la parroquia Palmales en donde se va a realizar el proyecto de estudio.....	- 4 -
Ilustración 2: Consumos sustituibles por agua lluvia.	- 7 -
Ilustración 3: Tabla de datos de la precipitación promedio mensual del año 2004 al año 2013 de la zona de estudio.	- 8 -
Ilustración 4: Porcentaje de las personas que habitan por vivienda en Palmales.....	- 8 -
Ilustración 5: Porcentaje del consumo de agua según su uso en las viviendas de Palmales.	- 9 -
Ilustración 6: Porcentaje del material utilizado en las viviendas de Palmales.	- 10 -

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01. Encuesta realizada en la parroquia Palmales del cantón Arenillas.	- 14 -
ANEXO 02. Realización de la encuesta puerta a puerta con las debidas medidas de bioseguridad y distanciamiento social.	- 15 -
ANEXO 03. Levantamiento con cinta métrica para tomar las dimensiones de los techos de las viviendas en la parroquia Palmales.	- 18 -
ANEXO 04. Tablas del anuario meteorológico del INHAMI del año 2004 hasta el año 2013 de la estación meteorológica de CHACRAS.	- 19 -
ANEXO 05. Cálculo de la demanda.	- 29 -
ANEXO 06. Cálculo de cantidad de agua captada.	- 30 -
ANEXO 07. Cálculo del Volumen de Tanque de Abastecimiento.	- 31 -
ANEXO 08. Vista Isométrico y Detalle del Interceptor.	32
ANEXO 09. Vista de Planta Losas.	33
ANEXO 10. Cortes A-A & B-B.....	34

1. INTRODUCCIÓN

A nivel global se ha discutido sobre la contaminación del agua y su falta de aprovechamiento, así como la ausencia del líquido vital para los países con los más bajos recursos económicos. Y es un tema de no acabar, porque al no proponerse metas claras por parte de la autoridad competente no se va a lograr suplir de este recurso a todas las comunidades. Otra causa es que, algunas partes del planeta cuentan con sequías alargadas de acuerdo con su ubicación o zona demográfica.

Además, está la otra arista del problema es que las personas no poseen una cultura y una conciencia ambientalista por parte de las personas en no preservar y conservar el agua. “La carencia de conocimiento es la raíz de todo mal” con esta frase se puede definir que un pueblo enriquecido del saber puede llegar a resolver sus conflictos en la carencia de los servicios básicos para subsistir. Es por eso, que se debe seguir en la búsqueda de nuevas técnicas y metodología para el aprovechamiento del agua.

Se da a conocer que en un artículo se afirma que para mediados del siglo cerca de 2.000 millones de personas en 48 países tendrán carencia de agua y más problemático va a hacer si la cifra asciende a 7.000 millones de personas en 60 países[1]. Esto como connotación final para hacer ver lo drástico de la problemática y hacer saber que se debe tomar acciones que contribuyan al cuidado de las fuentes del agua.

“Ecuador presenta la gran ventaja de disponer agua dulce 22 500 m³/hab/año, lo cual es superior a 1 000 m³/hab/años considerados por la (OMS) Organización Mundial de la Salud y 1 700 m³/año/ hab,”[2] esto si bien se ve como un factor favorable, a nivel de parroquias no se cumple, pues no se aprovecha el recurso del volumen al cien por ciento. Debido al no haber gestiones para aprovechamiento mediante captación del agua de los ríos y su conducción hacia plantas de tratamiento de agua.

OBJETIVO GENERAL

Generar un estudio sobre el aprovechamiento de agua lluvia mediante la captación óptima del recurso hídrico y su tratamiento, para ayudar a solventar la falta de agua que existe en la comunidad de la parroquia Palmales y de esta manera mejorar la calidad de salud de sus habitantes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar un estudio sobre la captación, conducción y almacenamiento de agua lluvia.
- Definir un modelo estandarizado que se adapte a la realidad de la población.
- Elaborar el modelo mediante el plasmado de las vistas isométricas y cortes para mostrar el diseño de aprovechamiento, conducción y almacenamiento.

2. DESARROLLO

2.1. Ubicación

La parroquia Palmales se encuentra ubicada en la provincia de El Oro en el sector Norte-Este del cantón Arenillas y colinda con el vecino país del Perú. Está a una altitud de 85 msnm. Cuenta con una población de 3.244 habitantes según los datos obtenidos por el INEC.

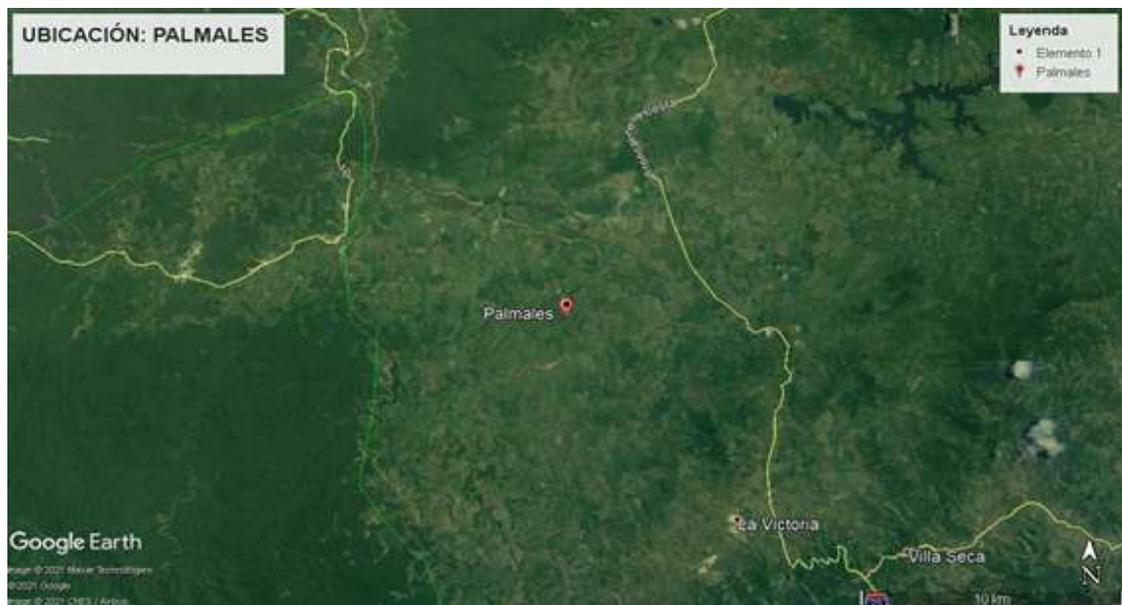


Ilustración 1: Ubicación geográfica de la parroquia Palmales en donde se va a realizar el proyecto de estudio. Fuente: Google Earth.

2.2. Antecedentes

El estudio de un proyecto consecuente al agua siempre va a ser bienvenido por el sector favorecido y es necesario establecer cómo se van a beneficiar, mediante qué fuente ellos se han mantenido y de cual ahora se va a mantener, a cuantas personas va a favorecer este proyecto.

Además, la profesión de ingeniería civil se ha mantenido en el estudio de nuevas maneras de generar y estudiar todas las formas de captación de agua, su tratamiento y distribución. Esto hace ver que se puede cumplir con uno de los objetivos del plan nacional del buen vivir, en el cual el objetivo 6 establece “La integralidad del desarrollo rural requiere que el Estado garantice a sus habitantes las condiciones necesarias para trabajar dignamente, con seguridad social y acceso, en condiciones dignas, a vivienda, educación, salud, agua potable y saneamiento, considerando alternativas que se ajusten a las características territoriales”[3].

Por lo que la captación de agua lluvia está relacionado con la reutilización del agua obtenida mediante la recolección del agua lluvia de los techos de las viviendas en dónde debe haber un sistema de canaletas y tuberías que ayuden para el transporte, y su almacenamiento se lo realiza en un tanque.[4] Este es el fundamento para nuestro proyecto de estudio.

2.3. Guías de Diseño

2.3.1. GUÍA DE DISEÑO PARA CAPTACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA (CEPIS/OPS)

El mismo establece como parte fundamental la base de datos de la precipitación de los 10 a 15 últimos años del sector a estudiar. Pues esto determinará la cantidad de líquido vital que es capaz de recolectarse por metro cuadrado de techo y según eso se determinará la capacidad del tanque de almacenamiento. [5]

2.3.2. SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA PARA USO DOMÉSTICO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (IICA-MÉXICO)

Establece estudiar los cuatro factores primordiales dentro de un sistema de captación de agua lluvia como son: precipitación pluvial, su área de captación, capacidad de almacenamiento y demanda de agua. [6]

2.4. Determinación de la Demanda

La creciente escasez del líquido vital está directamente relacionada con el incremento de la población y sus drásticos cambios climáticos.[7] Además, está el agregar la ineficiente gestión del recurso por la parte administrativa. Todo esto hace que su demanda no cumpla con su objetivo.

El dotar de agua a una comunidad es indispensable para su crecimiento. La clasificación de acuerdo con su uso es: residenciales, comerciales, industriales e institucionales. Por lo que definir lo que es una demanda de agua se lo debe hacer desde su uso residencial, lo que se define como el satisfacer las necesidades básicas para el ser humano (como aseo personal y cocina) y el uso fuera de la vivienda (limpieza de la casa y mantenimiento a sus jardines, etc.). [7][8]

2.5. Precipitación Promedio Mensual

El desarrollar un método integrado que pueda simular y estimar el cambio desde el impacto generado por el uso de la tierra y su impacto en el proceso hidrológico de la cuenca es esencial para planificar y administrar los recursos hídricos y determinar el impacto de la escorrentía superficial y los desastres por inundaciones [9]. Por lo tanto, un estudio hidrológico es necesario para cada proyecto orientado al aprovechamiento del agua y de ello depende el resultado final.

En otros sectores como la agricultura se hace necesario conocer la relación que existe entre el factor climático, específicamente como es la lluvia con respecto al cultivo [10]. Por ello, un estudio sobre la precipitación promedio anual podría hacer que mejore el rendimiento de los cultivos, siendo una ayuda en las zonas rurales dedicadas a la agricultura.

La obtención de datos requeridos para la precipitación promedio mensual tiene como base que se hayan establecido medidores o estaciones meteorológicas a lo largo de los años, para este estudio con un mínimo de 10 años. Además, dichas estaciones deben estar normadas y en constante mantenimiento para que los datos sean lo más verídicos y puedan adaptarse a la realidad de la zona.[11]

Otro tema para considerar es la complejidad de los datos en las estaciones meteorológicas, por lo que en 1983 la Organización Meteorológica Mundial (OMM), en su Guía de Prácticas Climatológicas, recomienda que no se cojan valores mensuales de precipitaciones si faltan más de 10 valores diarios dispersos, o más de 5 valores diarios consecutivos. De ahí la importancia al momento de la toma de datos y su verificación dentro de los rangos establecidos.[12]

Por lo tanto, el presente trabajo toma los datos pluviométricos de la zona de 10 años de precipitaciones desde el año 2004 hasta el año 2013. Los cuales fueron obtenidos de la estación meteorológica de CHACRAS, cuyos datos están en la biblioteca virtual del INAMHI. (Ver anexos)

3. RESULTADOS

3.1. Sistema de Aprovechamiento del Agua Lluvia

El sistema de aprovechamiento del agua lluvia muestra el potencial de aprovechamiento del agua lluvia, propiedad de las viviendas y promedio de las personas que lo habitan, su captación del agua lluvia, la recolección y conducción del agua lluvia, y finalmente el almacenamiento del agua lluvia. Cabe resaltar que el análisis de la calidad del agua es un tema destinado al estudio de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos, que son necesarios para destinar un agua hacia el consumo humano, pero por lo corto del trabajo no se puede abarcar.

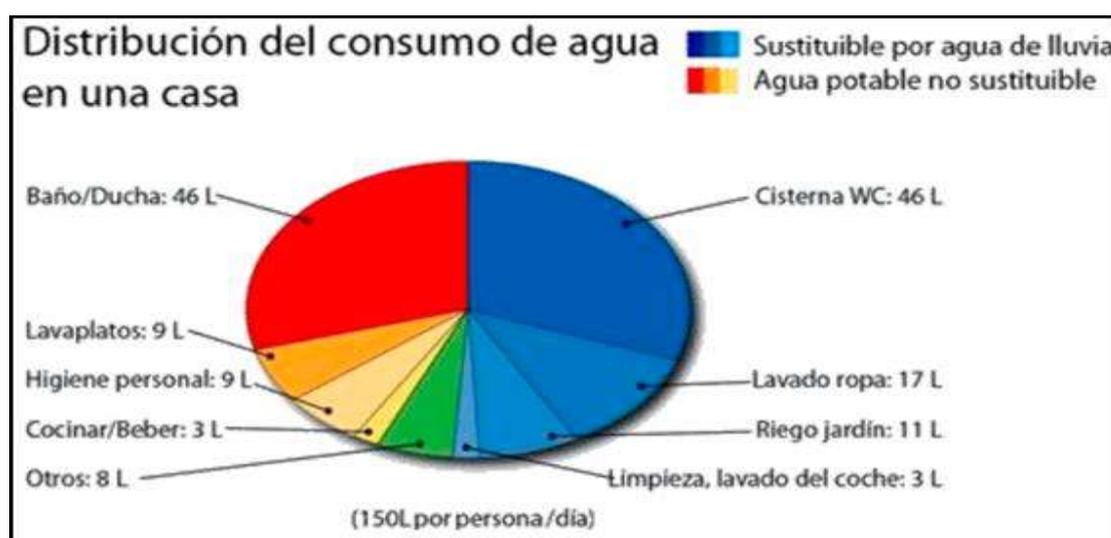


Ilustración 2: Consumos sustituibles por agua lluvia. Fuente: La captación del agua de lluvia como solución en el pasado y el presente. [13]

Existen distintos tipos de sistemas adaptados al sistema de agua lluvia y al pluvial, pero a manera de destacar el uso se puede dar a conocer su destino final como en: letrinas, riego de jardines o plantaciones, limpieza de la vivienda o en pisos de las mismas, lavado de vehículos, contra incendios y lavado de vestimenta.[13]

3.1.1. Potencial de aprovechamiento del agua lluvia

Mes	Precipitación Promedio (mm)
Enero	89,72
Febrero	142,87
Marzo	85,63
Abril	85,48

Mayo	11,27
Junio	2,25
Julio	2,30
Agosto	1,41
Setiembre	0,40
Octubre	2,54
Noviembre	3,87
Diciembre	7,04

Ilustración 3: Tabla de datos de la precipitación promedio mensual del año 2004 al año 2013 de la zona de estudio. Fuente: Autor.

Según los datos obtenidos (a partir del promedio del año 2004 al año 2013) en la tabla anterior, se puede observar que la zona no cuenta con un alto potencial de aprovechamiento de agua lluvia, pero en los primeros meses del año hacen que su potencial sea de nivel estándar.

3.1.2. Propiedad de las viviendas y promedio de las personas que la habitan

En este elemento es importante considerar los distintos tipos de elementos que conforman la estructura de la vivienda en su techo y de qué tipo de material esta hecho, todo esto define la cantidad de agua lluvia a ser recolectada porque esto da como resultado el coeficiente de escorrentía en la cual influye su evaporación e infiltración. [14]

Además, el saber el promedio de personas que habitan una vivienda define el consumo de agua proyectada, es decir, que se calcula la dotación de agua. Este es otro dato importante para los siguientes cálculos.

Ahora en promedio de las personas que habitan por vivienda son las siguientes:

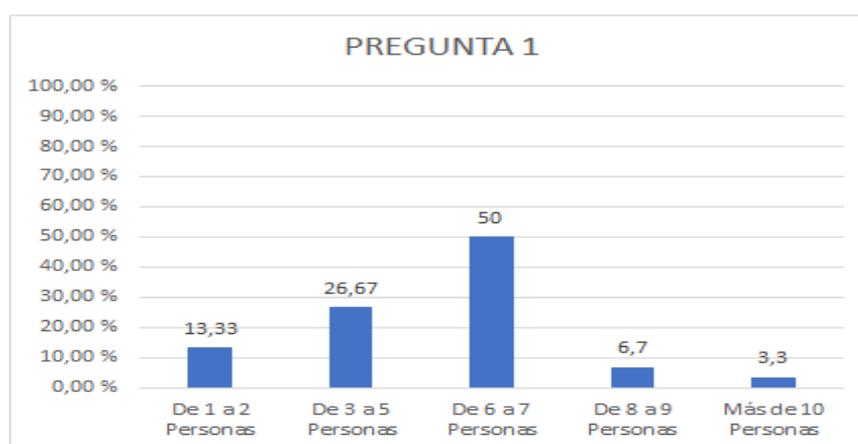


Ilustración 4: Porcentaje de las personas que habitan por vivienda en Palmales. Fuente: Autor.

En total el 50% % de los encuestados supieron dar a conocer que en sus viviendas habitan 7 personas. Por lo tanto, esa va a hacer la población para la cual va a estar dirigido el diseño estándar. Ahora, para saber cuál es la dotación que ocupan los habitantes de cada vivienda en Palmales se dio lo siguiente:

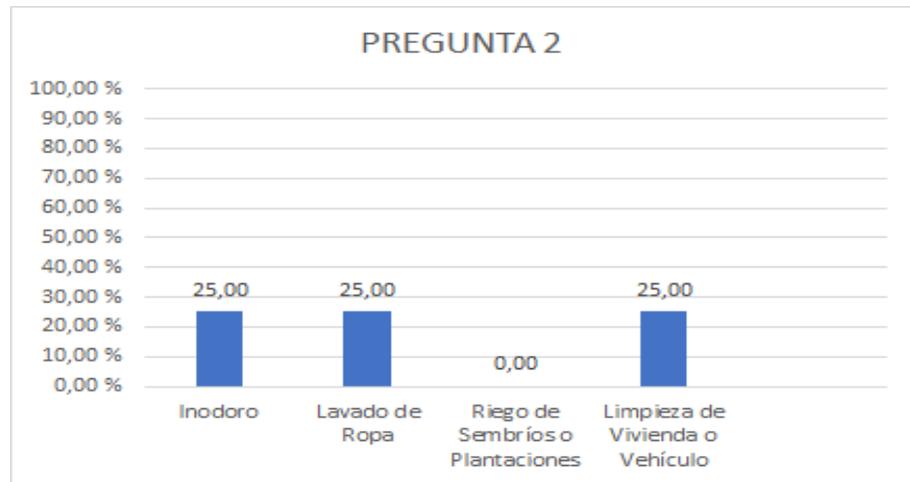


Ilustración 5: Porcentaje del consumo de agua según su uso en las viviendas de Palmales. Fuente: Autor.

De acuerdo a la encuesta realizada se pudo llegar a determinar que la dotación por vivienda es de 74 litros por persona/día según la tabla de la Ilustración 2, en dónde se proponen la distribución de consumo de agua en una casa.

La trabajabilidad para la dotación de agua se hace mediante el cociente entre la dotación por vivienda dividido entre los habitantes por vivienda por lo que da una dotación por persona de 10,57 litros por persona/día. Todo esto según la Guía de Diseño para Captación de Agua Lluvia del CEPIS/OPS.

3.1.3. Captación del agua lluvia

Varios estudios sobre los sistemas de recolección de agua lluvia han hecho notar que este sistema es importante para suplir las necesidades básicas en muchos países. Y que en países de bajos recursos el aprovechamiento de esta técnica se ha convertido en los últimos años en una forma llamativa por el menor costo de inversión. [15] Por lo que, adaptar esta metodología ayuda a aportar con una forma más de obtención y distribución del agua.

El requerimiento del agua para suplir las necesidades hace que la ingeniería civil en conjunto con otros profesionales afines a la hidrología mejore la técnica de recolección del agua. La disponibilidad de techos, tejados o cubiertas de losa en cualquier urbe o

zona rural ha hecho que la captación de agua lluvia sea viable, pues sólo se requiere que esta estructura esté en buen estado para que cumpla con el objetivo.

En la encuesta realizada en la parroquia Palmales para determinar cuál es el material utilizado en la cubierta de las viviendas, se obtuvo lo siguiente:

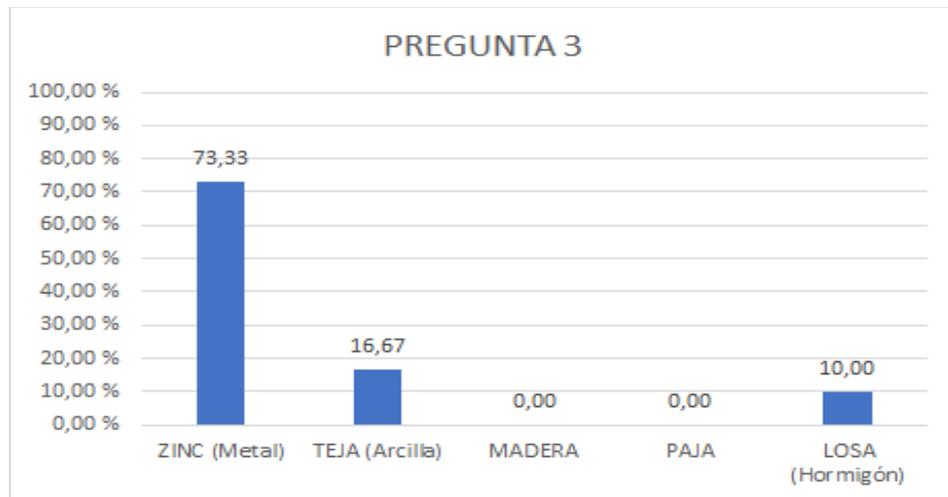


Ilustración 6: Porcentaje del material utilizado en las viviendas de Palmales. Fuente: Autor.

Por lo que se puede constatar que en promedio el 73,33 % de los encuestados dio a conocer que el material de la cubierta predominante es el de metal o zinc, esto da como resultado el coeficiente de escorrentía es del 0,90 según el criterio de diseño dando en la Guía de Diseño para Captación de Agua Lluvia como se muestra a continuación:

- Zinc Metálico: 0,90
- Tejas de Arcilla: 0,80 - 0,90
- Madera: 0,80 - 0,90
- Paja: 0,60 - 0,70

Además, en base al levantamiento realizado en campo para la medición de los techos de las viviendas se pudo sacar en promedio que las tienen una dimensión de 8 metros por 5 metros lo cual da como resultado un área de cubierta de 40 metros cuadrados.

3.1.4. Recolección y conducción del agua lluvia

Para la recolección y conducción del agua lluvia se modeló un diseño mediante canaletas galvanizadas de recolección y que luego se conectan con bajantes de tubería PVC de 2 pulgadas de diámetro. Consecutivamente se conectan con un sistema de tuberías y conectores que dirigen el agua a un tanque interceptor de las primeras aguas

de lluvia, para luego cerrar la válvula y redireccionar el agua hacia el tanque de almacenamiento de 5 m³. Todo esto se logra apreciar en los planos dispuestos en los anexos.

3.1.5. Almacenamiento del agua lluvia

El almacenamiento del agua lluvia se hace en base al cálculo obtenido, el cual dio como resultado un volumen eficiente de 4,52 m³ esto se debe a la consideración de eficiencia de 70 a 90% de acuerdo a la Guía de Diseño del IICA-MÉXICO, en donde propone este rango debido a que pueden haber lluvias escasas o de baja intensidad o que también la fuerza de rebote durante la lluvia haga que las gotas caigan fuera de las canaletas de captación o en el mismo techo, todo esto por lluvias de alta intensidad.

También hay que tener en cuenta que los primeros minutos de lluvia va a traer consigo un agua de lluvia considerablemente contaminado por agentes externos en la cubierta y en la canaleta, esto puede ser por el polvo, hojas, etc. Por lo tanto, se opta por colocar un tanque interceptor de las primeras aguas, el cual va a poseer una capacidad de 100 litros.

El modelo del tanque de almacenamiento se aprecia en los anexos, mediante un plano. Y tiene consideraciones de diseño en su estructura hidrosanitaria de acuerdo con modelos que se han aplicado en otras zonas y el montaje tiene consideraciones de reforzamiento en sus losas de apoyo (soporte) para los distintos tanques de almacenamiento.

4. CONCLUSIONES

El empleo de la investigación y su enfoque a dar solución a una necesidad dio como resultado el generar un estudio sobre el aprovechamiento del agua lluvia y de esta manera se realizó un diseño para la captación, conducción y almacenamiento del agua lluvia, para ello se aplicaron técnicas de encuestas en campo y se realizó un levantamiento con cinta métrica de un buen número de las viviendas, todo esto ayudó a aportar con datos muy necesarios para los cálculos.

Además, hay que destacar que el estudio contó con cinco fases para su realización, como es el potencial de aprovechamiento del agua lluvia, propiedad de las viviendas y promedio de las personas que lo habitan, su captación del agua lluvia, la recolección y conducción del agua lluvia, y finalmente el almacenamiento del agua lluvia.

Dentro del estudio de las precipitaciones promedio mensuales se puede hacer observación para futuros proyectos hídricos para la zona, que se hace indispensable que los datos sean lo más actualizados, para de esta manera tener proyecciones que cumplan con la veracidad.

El elaborar un estudio sobre la captación, conducción y almacenamiento de agua lluvia definió un modelo estandarizado que se adapta a la realidad de la población. Y de esta forma se elaboró un modelo mediante el plasmado de las vistas isométricas y cortes y de esta manera se logró mostrar el diseño del mencionado estudio. Por lo tanto, el aporte no sólo fue el análisis hidráulico e hidrológico del agua, sino también un aporte estructural en dónde se va a respaldar las bases de los tanques de almacenamiento del agua lluvia.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] N. A. Montaña, "DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DEL AGUA LLUVIA EN EL CONSEJO COMUNITARIO DE LA COMUNIDAD NEGRA DE LOS LAGOS, BUENAVENTURA," *Revista Luna Azul*, vol. , no. 43, pp. 29–55, 2016.
- [2] R. Baque-Mite, L. Simba-Ochoa, B. González-Ozorio, P. Suatunce, E. Diaz-Ocampo, and L. Cadme-Arevalo, "Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador," *Revista Ciencia Unemi*, vol. 9, no. 20, pp. 109–117, 2016.
- [3] SENPLADES, "PLAN NACIONAL PARA EL BUEN VIVIR 2017-2021." 2017. [Online]. Available: <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Plan-Nacional-para-el-Buen-Vivir-2017-2021.pdf>
- [4] F. Omar and O. Tapia, "Modelado Geoespacial Conceptual aplicado a definición del potencial de captación de agua de lluvia en una," *Congreso Nacional de Ciencias Geoespaciales Ciudad de México*, Nov. 2016, Accessed: Jul. 17, 2021. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/>
- [5] CEPIS/OPS, "GUÍA DE DISEÑO PARA CAPTACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA." 2004. [Online]. Available: <https://cosechaagualluvia.cl/?mdocs-file=265>
- [6] M. Anaya Garduño, J. J. Salazar Cruz, V. Tunarosa Murcia, and J. Trejos Mancillas, "Sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico en América Latina y el Caribe; manual técnico," IICA, México, D.F. (México). Agencia de Cooperación Técnica, IICA-P10 32 , 1998. Accessed: Jul. 20, 2021. [Online]. Available: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=iicacr.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000729>
- [7] D. F. Jiménez, S. A. Orrego, D. M. Cossio, F. A. Vásquez, and R. D. Ponce, "Efecto de la variabilidad climática sobre la demanda de agua para uso residencial urbano: el caso de la ciudad de Manizales, Colombia," *Desarro. Soc.*, vol. , no. 79, pp. 91–124, 2017.
- [8] D. Manco-Silva, J. Guerrero-Erazo, and T. Morales-Pinzón, "Estimación de la demanda de agua en centros educativos: caso de estudio Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia," *Revista Luna Azul*, vol. , no. 44, pp. 153–164, 2017.
- [9] E. Martínez, C. Coello, and J. Feyen, "Análisis comparativo del comportamiento de

- la escorrentía de tres microcuencas andinas con diferente régimen de precipitación y cobertura vegetal,” *MASKANA*, vol. 8, no. 1, pp. 129–144, Jun. 2017.
- [10] D. K. Q. Hernández, J. Yesid Sierra Plata, and K. N. M. Pineda, “¿Afecta la precipitación promedio anual el rendimiento de los cultivos de cacao, yuca, plátano y maíz tradicional en el departamento del Amazonas y el departamento de Boyacá en los años del 2014 al 2017?,” Dec. 2020, Accessed: Jul. 17, 2021. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/>
- [11] G. Fernández and D. Milla, “Validez de los datos de precipitación media mensual (1970-2000) generados por el modelo WorldClim V2.0 para Venezuela,” *Terra. Nueva Etapa*, vol. XXXIV, no. 56, 2018, Accessed: Jul. 17, 2021. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72157132004>
- [12] H. G. Gallegos and E. Coquet, “La pérdida de datos diarios de irradiación solar global y una evaluación sobre su influencia en los promedios mensuales,” vol. 17, no. Vol. 17 (2017), pp. 45–57, Oct. 2017.
- [13] R. T. Hugues, “La captación del agua de lluvia como solución en el pasado y el presente,” *Hydraulic Environ. Eng./Ing. Hidráulica Ambiental*, vol. 40, no. 2, pp. 125–139, 2019.
- [14] R. Torres-Hugues and A. L. Fresquet-Blanco, “Captación de lluvia para descarga de inodoros en edificio alto en el Vedado, La Habana,” *Ingeniería Hidráulica y*, 2019, [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382019000100122
- [15] A. L. Agatón, J. C. C. Ruiz, and U. F. C. Sayago, “Revisión del estado de arte en captación y aprovechamiento de aguas lluvias en zonas urbanas y aeropuertos,” *Tecnura*, vol. 20, no. 50, pp. 141–153, 2016.

6. ANEXOS

ANEXO 01. Encuesta realizada en la parroquia Palmales del cantón Arenillas.

	UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CARRERA DE INGENIERIA CIVIL								
ENCUESTA									
LUGAR DE APLICACIÓN: PARROQUIA PALMALES									
Marca con una (X) la respuesta correcta									
1. ¿Cuántas personas habitan la vivienda?									
De 1 a 2 Personas	De 3 a 5 personas	De 6 a 7 personas	De 8 a 9 personas	Más de 10 personas					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
2. ¿En qué utilizan el agua en su vivienda?									
Inodoro	<input type="checkbox"/>	Lavado de Ropa	<input type="checkbox"/>	Riego de Sembríos o Plantaciones	<input type="checkbox"/>	Limpieza de Vivienda o Vehículo	<input type="checkbox"/>		
3. ¿Qué tipo de techo posee su vivienda?									
Zinc (metálico)	<input type="checkbox"/>	Teja (Arcilla)	<input type="checkbox"/>	Madera	<input type="checkbox"/>	Paja	<input type="checkbox"/>	Losa (Hormigón)	<input type="checkbox"/>

ELABORADO: ANDRÉS MICHAEL CHURO PIZARRO

ANEXO 02. Realización de la encuesta puerta a puerta con las debidas medidas de bioseguridad y distanciamiento social.







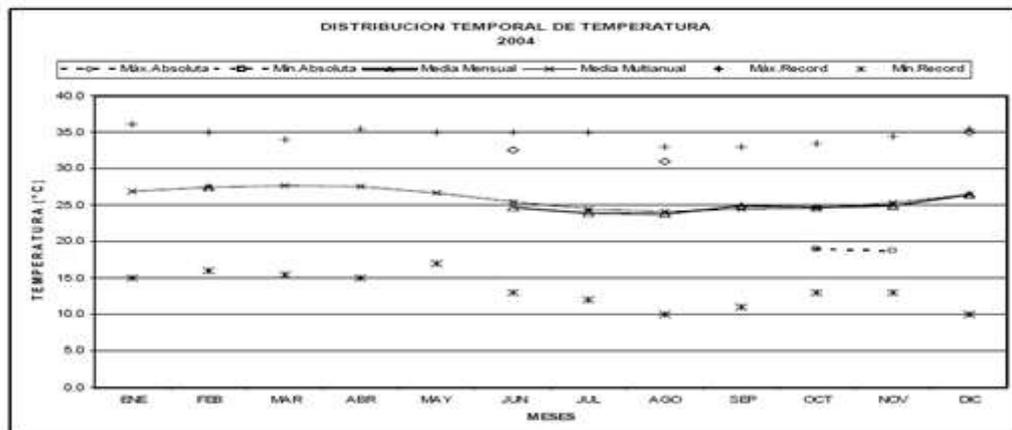
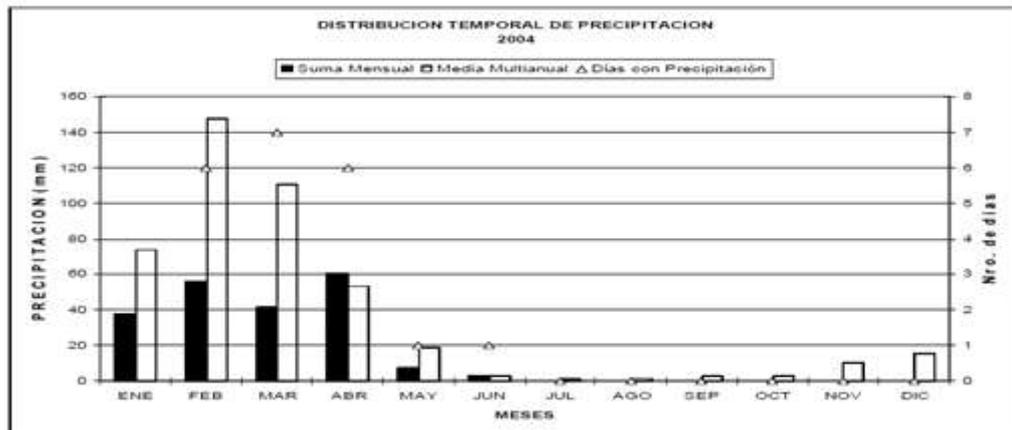
ANEXO 03. Levantamiento con cinta métrica para tomar las dimensiones de los techos de las viviendas en la parroquia Palmales.



ANEXO 04. Tablas del anuario meteorológico del INHAMI del año 2004 hasta el año 2013 de la estación meteorológica de CHACRAS.

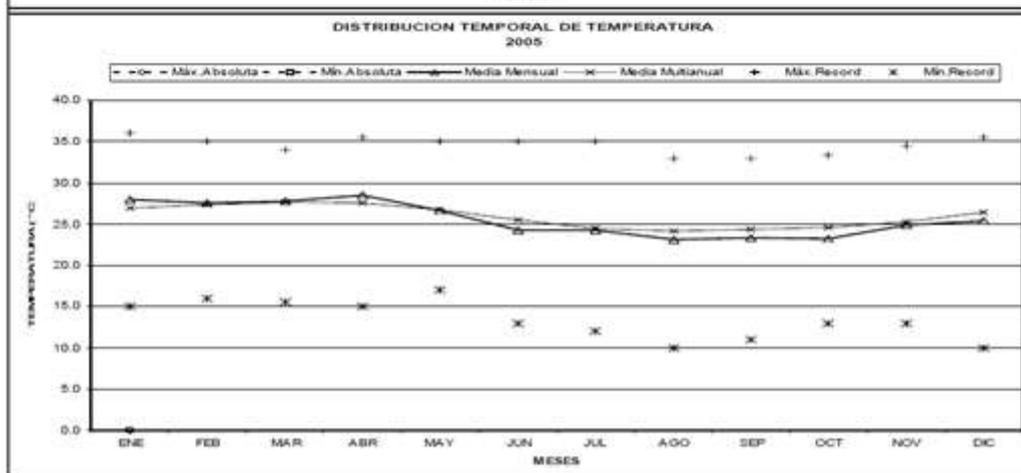
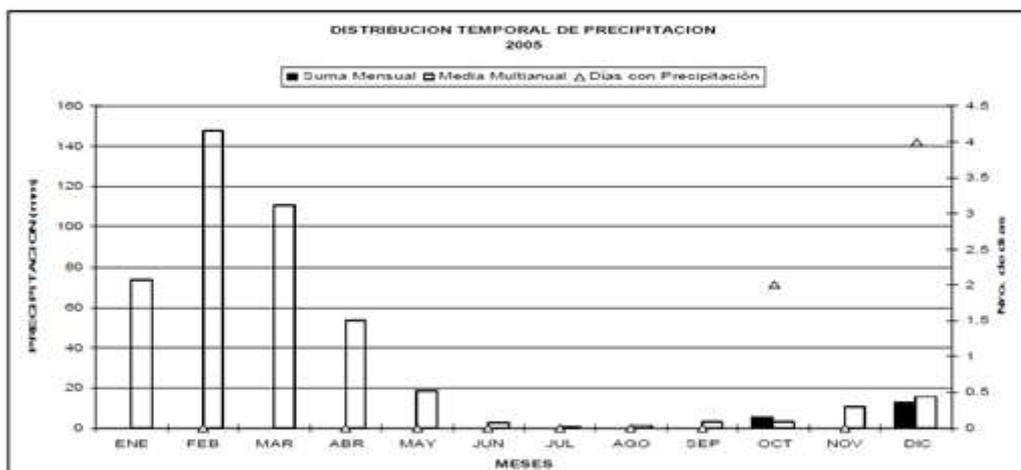
M482		CHACRAS					PREDESUR									
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)					HUMEDAD RELATIVA (%)			PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	
		ABSOLUTAS		M E D I A S			Mínima	Mínima	Media			Mensual	Máxima en 24hrs	da		
ENERO				32.9	22.3							36.0				
FEBRERO				33.0		27.5		94	26.3	34.7	56.1	20.2	19	6		
MARZO				33.7	23.4						41.5	16.0	27	7		
ABRIL				33.1	23.1						60.5	22.0	15	6		
MAYO				31.8	21.9						7.2	7.2	18	1		
JUNIO	32.6	6		29.3	20.8	24.7		93	23.5	29.3	3.0	3.0	3	1		
JULIO				28.3	20.1	23.9		91	22.3	27.2	0.0	0.0	1	0		
AGOSTO	31.0	5		28.8	19.1	23.8		91	22.3	27.2	0.0	0.0	1	0		
SEPTIEMBRE				30.0	20.7	24.9		91	23.2	28.7	0.0	0.0	1	0		
OCTUBRE			19.0	29.0	20.9	24.7		91	23.1	28.5	0.0	0.0	1	0		
NOVIEMBRE			18.8	29.6	20.9	24.9		90	23.2	28.7	0.0	0.0	1	0		
DICIEMBRE	35.0	21		31.9	22.1	26.4		89	24.4	30.9	0.0	0.0	1	0		
VALOR ANUAL				31.0							206.3					

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel. Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)									
	Suma Mensual	Máxima en 24hrs		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	No Obs													
ENERO			5														1.4									
FEBRERO			6														1.3									
MARZO			6	2.5	40	0.0	0	2.6	19	0.0	0	3.0	2	0.0	0	2.7	12	0.0	0	27	93	4.0	N	1.2		
ABRIL			5	2.6	46	0.0	0	2.5	19	0.0	0	2.0	2	0.0	0	2.2	12	0.0	0	21	90	4.0	N	1.3		
MAYO			5	2.6	52	0.0	0	2.0	15	0.0	0	2.0	2	0.0	0	2.9	8	0.0	0	24	93	4.0	N	1.1		
JUNIO			6	2.4	46	0.0	0	2.4	17	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.4	12	0.0	0	26	90	4.0	E	1.1		
JULIO			5	2.4	51	0.0	0	2.4	10	0.0	0	2.0	5	0.0	0	2.2	10	0.0	0	25	93	4.0	E	1.2		
AGOSTO			4	2.6	51	0.0	0	2.7	3	0.0	0	2.0	4	0.0	0	2.2	13	0.0	0	29	93	4.0	N	1.4		
SEPTIEMBRE			5																							1.5
OCTUBRE			6																							1.5
NOVIEMBRE			5																							1.4
DICIEMBRE			4	3.0	53	0.0	0	2.5	13	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.5	9	0.0	0	26	93	6.0	N	1.8		
VALOR ANUAL			5																							1.0



M482 CHACRAS PREDESUR												
MES	HELIOFANIA (Hrs)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)			PUNTO DE ROCEO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION (mm)		Número de días con precipitación
		ABSOLUTAS	MEDIAS		Máxima	Mínima	Media			Suma	Máxima en 24hrs	
		Máxima	Mínima	Méx	Mín	Verual	Máxima	Mínima	da	Media		
ENERO			33,4	23,3	28,0		89	26,1	34,1	0,0		
FEBRERO			33,2	23,4	27,6	98	19 60 28 82	24,1	30,3	0,0	0,0	1 0
MARZO			33,1		27,8		73	22,6	27,9	0,0		
ABRIL			33,9	23,9	28,5		67	21,7	26,6	0,0	0,0	1 0
MAYO			32,1	22,2	26,6		68	20,1	24,1	0,0	0,0	1 0
JUNO			29,4	19,8	24,3	90	23 38 27 66	17,5	20,4	0,0	0,0	1 0
JULIO			29,0	19,7	24,2		67	17,6	20,5	0,0	0,0	1 0
AGOSTO			27,7	19,8	23,1	89	21 41 30 69	17,1	19,7	0,0	0,0	1 0
SEPTIEMBRE			28,2	19,9	23,3		70	17,4	20,2	0,0	0,0	1 0
OCTUBRE			28,1	19,7	23,2	90	30 34 12 75	18,5	21,5	5,5	5,0	19 2
NOVIEMBRE				19,9	24,9		74	19,9	23,7	0,0	0,0	1 0
DICIEMBRE			30,5	18,7	25,4		77	21,0	25,5	12,6	9,0	23 4
VALOR ANUAL					25,6		73	20,3	24,5	18,1		

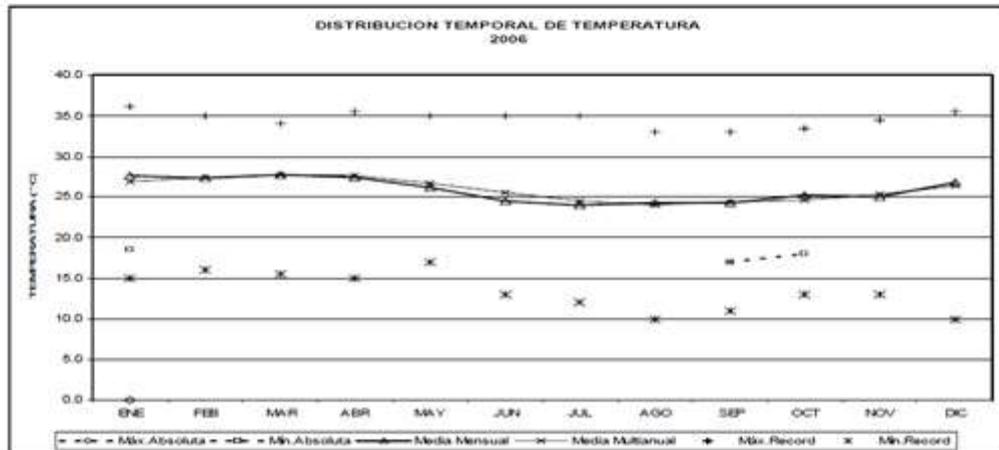
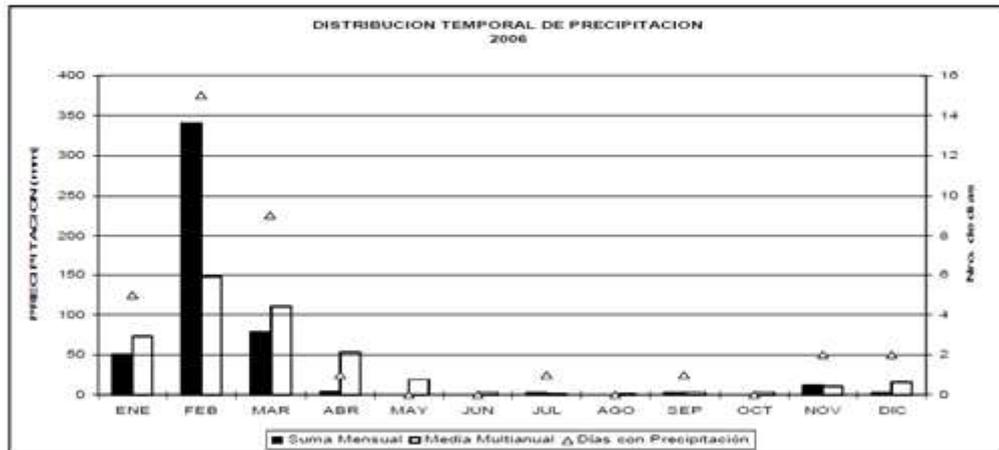
MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Oct)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel Mayor Observada (km/h)	VELOCIDAD MEDIA (km/h)										
	Suma	Máxima en 24hrs		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nes														
	Suma	Máxima en 24hrs		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
ENERO			5																							1,8	
FEBRERO			5	2,8	55	0,0	0	2,2	14	0,0	0	3,0	2	0,0	0	2,3	7	0,0	0	21	64				6,0	N	1,5
MARZO			5																								1,1
ABRIL			5																								1,2
MAYO			4	2,6	58	0,0	0	2,0	4	0,0	0	0,0	0	0,0	0	2,0	3	0,0	0	34	93				6,0	N	1,4
JUNO			5	2,3	58	0,0	0	2,5	4	0,0	0	2,0	1	0,0	0	2,0	8	0,0	0	29	90				4,0	N	1,2
JULIO			4	2,6	60	0,0	0	2,0	5	0,0	0	2,0	1	0,0	0	2,3	7	0,0	0	27	93				6,0	N	1,5
AGOSTO			5	2,5	59	0,0	0	3,0	2	0,0	0	2,0	2	0,0	0	2,0	4	0,0	0	32	93				4,0	N	1,5
SEPTIEMBRE			5																								1,6
OCTUBRE			5	2,7	56	0,0	0	3,3	3	0,0	0	4,0	1	0,0	0	2,6	8	0,0	0	32	93				4,0	N	1,7
NOVIEMBRE			5																								1,9
DICIEMBRE			5	3,0	54	0,0	0	2,0	7	0,0	0	0,0	0	0,0	0	2,4	10	0,0	0	30	93				6,0	N	1,8
VALOR ANUAL			5																								2,0



M482 CHACRAS PREDESUR

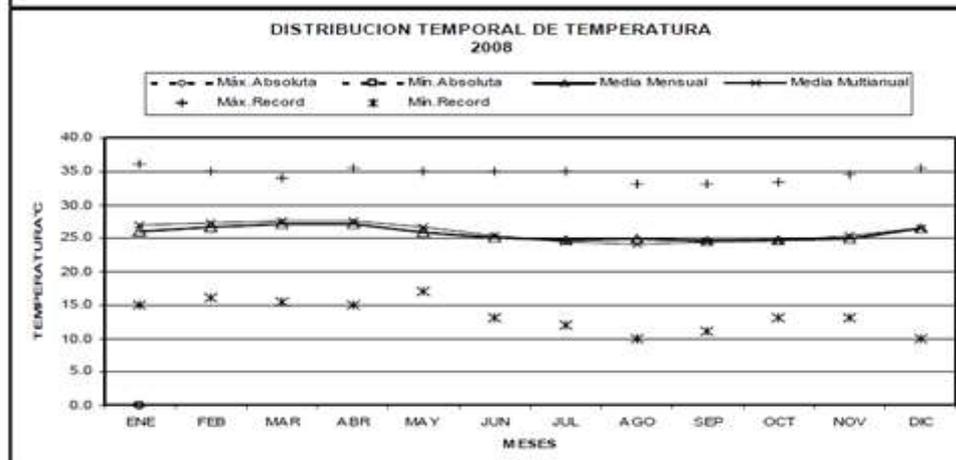
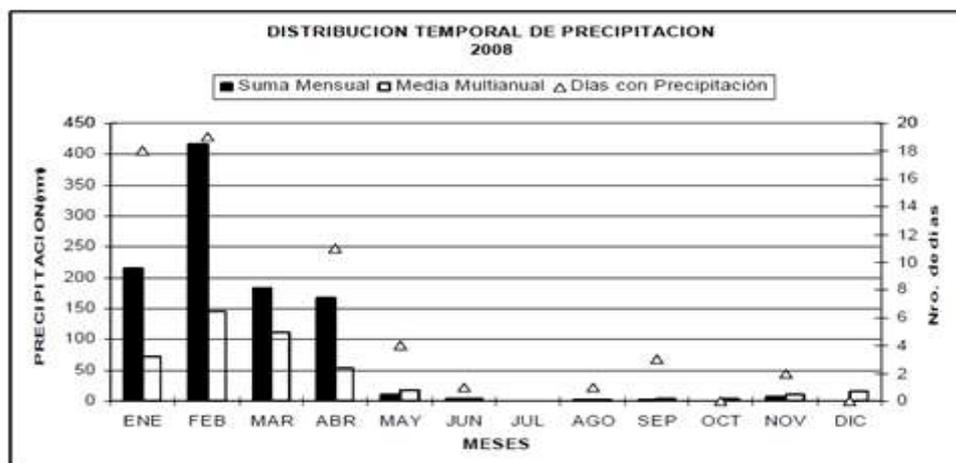
MES	HELIOPANA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)					HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCCO (°C)	TENCIÓN DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACIÓN (mm)			Número de días con precipitación	
		ABSOLUTAS		MEDIAS			Máxima	Mínima	Máxima	Mínima			Máxima	Mínima	Máxima		
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Mensual											Máxima
ENERO		18,5	1	33,0	19,6	27,6			75	22,8	28,2	51,0	35,0	29	5		
FEBRERO					21,7	27,3			79	23,2	28,9	340,1	98,0	26	15		
MARZO				32,0	22,5	27,7	98	13	54	17	79	23,7	29,9	79,3	15,2	11	9
ABRIL				32,7	21,7	27,4	98	15	61	24	78	23,3	29,1	4,0	4,0	3	1
MAYO				32,1	20,4	26,2			75	21,2	25,8	0,0	0,0	1	0		
JUNIO				29,3	18,9	24,5			72	18,9	22,3	0,0	0,0	1	0		
JULIO				28,5	18,6	24,0						3,5	3,5	26	1		
AGOSTO				28,6	18,5	24,3			69	18,3	21,4	0,0	0,0	1	0		
SEPTIEMBRE		17,0	25	29,4	18,9	24,3			67	17,9	20,8	2,0	2,0	25	1		
OCTUBRE		18,0	1	30,0	19,5	25,2			65	18,0	21,1	0,0	0,0	1	0		
NOVIEMBRE				29,3	20,5	25,0			66	18,2	21,3	12,2	8,2	27	2		
DICIEMBRE				31,7	21,8	26,8			66	19,6	23,4	3,0	1,5	6	2		
VALOR ANUAL					20,2	25,9						495,1	98,0		36		

MES	EVAPORACIÓN (mm)		NEBOSIDAD (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vw Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (km/h)									
	Suma Mensual	Máxima 24hrs día		N	NE	E	SE	S	SW	W	WW	CALMA	No Obs													
	(mm)	(mm)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)													
ENERO			5	2,2	54	0,0	0	2,0	10	0,0	0	2,0	2	0,0	0	2,0	4	0,0	0	31	84	4,0	N	2,0		
FEBRERO			5	2,3	48	0,0	0	2,0	13	0,0	0	0,0	0	0,0	0	2,0	7	0,0	0	32	93	4,0	N	1,1		
MARZO			5																						1,2	
ABRIL			5																							1,3
MAYO			5																							1,2
JUNIO			5	2,7	48	0,0	0	3,5	12	0,0	0	4,0	1	0,0	0	3,0	7	0,0	0	32	90	4,0	S	1,2		
JULIO			5	2,9	52	0,0	0	2,9	10	0,0	0	0,0	0	0,0	0	2,7	7	0,0	0	32	93	4,0	N	1,3		
AGOSTO			5	2,9	52	0,0	0	2,4	11	0,0	0	0,0	0	0,0	0	2,3	8	0,0	0	30	93	6,0	N	1,5		
SEPTIEMBRE			5																							
OCTUBRE			5	3,0	55	0,0	0	2,9	8	0,0	0	2,0	2	0,0	0	2,0	5	0,0	0	30	93	6,0	N	1,7		
NOVIEMBRE			5	2,6	58	0,0	0	2,3	8	0,0	0	2,0	1	0,0	0	3,0	4	0,0	0	29	90	4,0	N	1,6		
DICIEMBRE			5	3,5	45	0,0	0	2,2	14	0,0	0	0,0	0	0,0	0	2,0	11	0,0	0	30	93	6,0	N	1,8		
VALOR ANUAL			5																							



M482		CHACRAS						INAMHI							
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)					HUMEDAD RELATIVA (%)			PUNTO DE ROCÍO (°C)	TENSIÓN DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACIÓN (mm)			Número de días con precipitación
		ABSOLUTAS		MEDIAS			Máxima	Mínima	Media			Mensual	Máxima en 24hrs	Media	
ENERO				30.8	26.0		79	22.0	26.4	214.8	73.0	30	18		
FEBRERO				31.3	26.6		81	22.9	28.1	416.3	80.8	20	19		
MARZO				32.3	27.1		81	23.5	29.0	181.6					
ABRIL				33.0	27.1		79	22.8	27.8	167.0	91.0	12	11		
MAYO				31.0	21.7	25.8	82	22.2	26.9	9.7	3.0	2	4		
JUNIO				30.0		25.1	81	21.5	25.7	3.0	3.0	15	1		
JULIO				30.1		24.8	78	20.7	24.4	0.0					
AGOSTO				29.2	20.8	24.9	78	20.5	24.3	2.1	2.1	10	1		
SEPTIEMBRE				29.9	20.9	24.6	77	20.2	23.8	2.0	1.0	14	3		
OCTUBRE				28.9	20.2	24.8	76	20.0	23.4	0.0	0.0	1	0		
NOVIEMBRE				29.5		24.9	76	20.2	23.8	6.4	5.0	3	2		
DICIEMBRE				31.6	21.6	26.4	70	20.3	24.0	0.0	0.0	1	0		
VALOR ANUAL				30.6		25.7	78	21.4	25.6	1002.9					

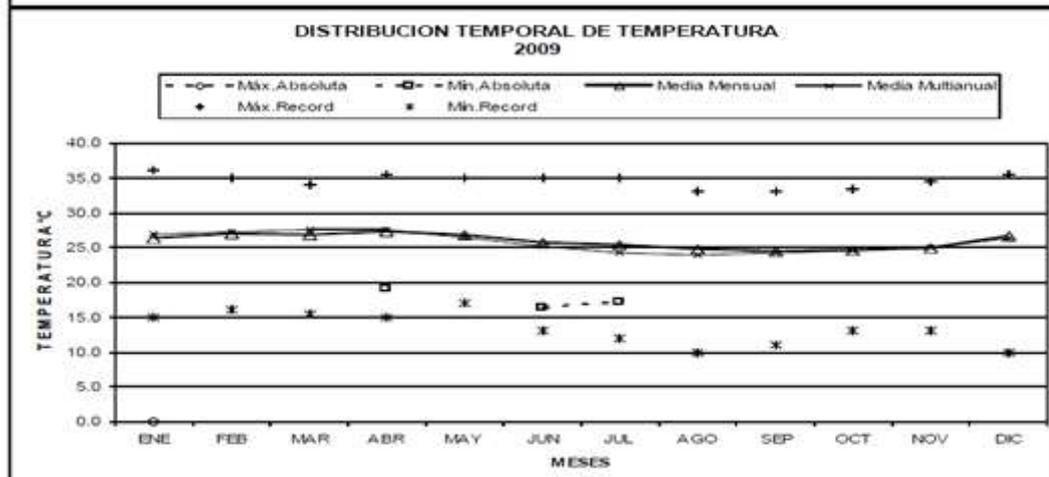
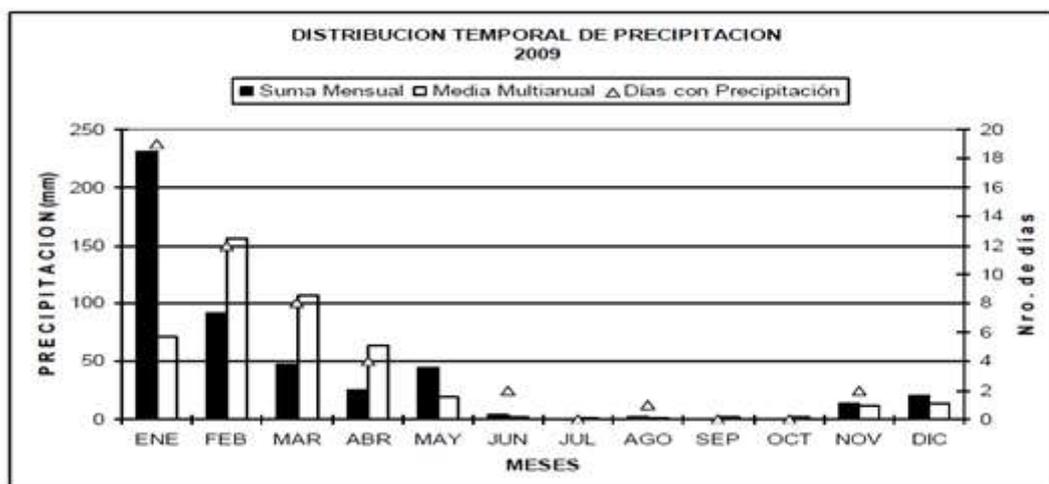
MES	EVAPORACIÓN (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel. Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (km/h)								
	Suma Mensual	Máxima en 24hrs. día		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro OBS												
ENERO			5	2.9	57	0.0	0	2.2	11	0.0	0	2.0	2	0.0	0	2.7	3	0.0	0	27	93	6.0	N	1.2	
FEBRERO			5																						1.0
MARZO			5																						1.0
ABRIL			5	2.3	36	0.0	0	2.1	16	0.0	0	2.0	2	0.0	0	2.0	13	0.0	0	33	90	4.0	N	1.1	
MAYO			5																						0.9
JUNIO			4	2.3	54	0.0	0	2.0	13	0.0	0	2.0	2	0.0	0	2.0	3	0.0	0	27	90	4.0	N	0.9	
JULIO			5																						1.0
AGOSTO			5	2.8	47	0.0	0	2.1	15	0.0	0	2.0	1	0.0	0	2.3	7	0.0	0	30	93	6.0	N	1.1	
SEPTIEMBRE			5	2.7	57	0.0	0	2.3	7	0.0	0	2.0	1	0.0	0	3.0	7	0.0	0	29	90	6.0	N	1.3	
OCTUBRE			5																						1.4
NOVIEMBRE			5																						1.4
DICIEMBRE			4	3.0	57	0.0	0	2.7	3	0.0	0	4.0	1	0.0	0	2.5	9	0.0	0	30	93	6.0	N	1.9	
VALOR ANUAL			5																						1.0



M482 CHACRAS INAMHI

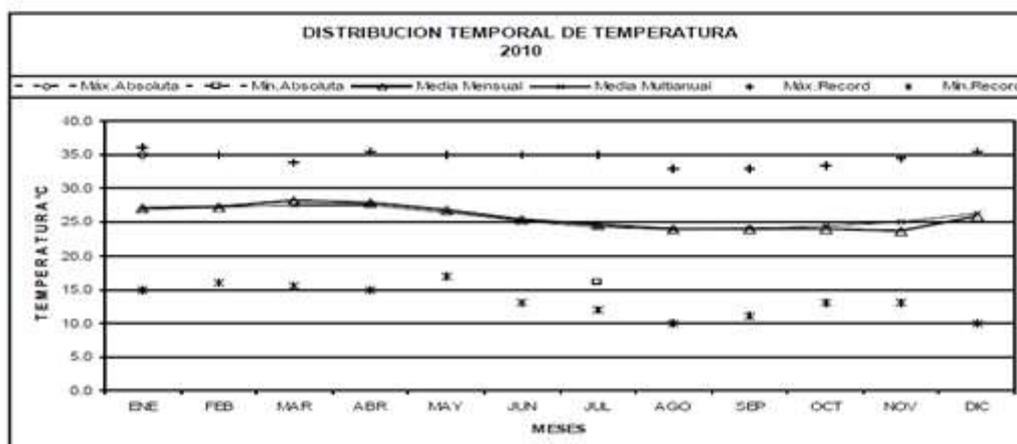
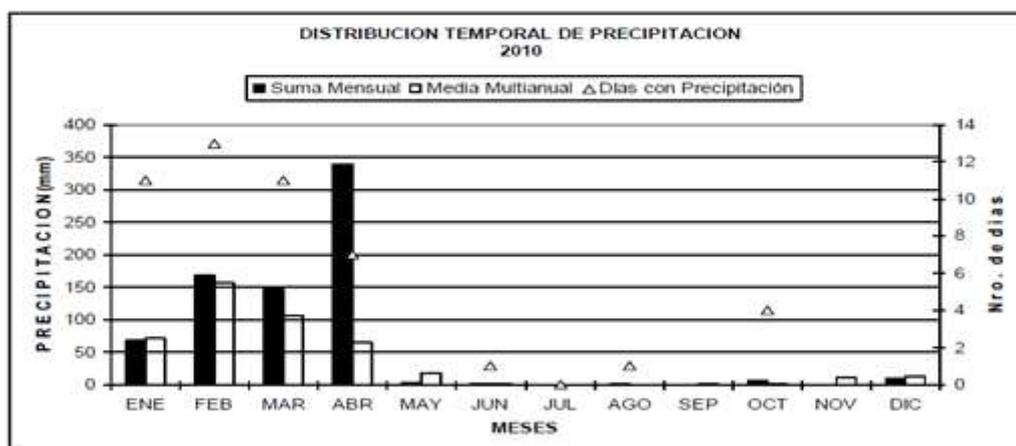
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)					HUMEDAD RELATIVA (%)			PUNTO DE ROCO (°C)	TENSION DE VAPORES (hPa)	PRECIPITACION (mm)		Número de días con precipitación	
		ABSOLUTA		MEDIAS			Máxima	Mínima	Media			Mensual	Máxima en 24hrs		día
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Mensual									
ENERO		31.0	22.5	26.3				80	22.4	27.2	230.8	51.5	14	19	
FEBRERO		31.2	22.4	27.0				80	23.0	28.2	92.3	20.2	21	12	
MARZO		31.8	22.5	26.8				81	23.1	28.3	47.5	14.0	21	8	
ABRIL	19.0	5	33.4	21.4	27.2			76	22.3	27.1	25.4	10.0	22	4	
MAYO			32.9	19.5	26.7			75	21.5	25.9	44.5				
JUNIO	16.4	1	30.5	19.4	25.6			77	21.0	25.1	3.7	2.2	17	2	
JULIO	17.2	18	30.3	19.2	25.3			78	21.1	25.1	0.0	0.0	1	0	
AGOSTO			29.9		24.8			81	21.0	25.0	2.0	2.0	10	1	
SEPTIEMBRE			29.1		24.4			79	20.3	23.9	0.0	0.0	1	0	
OCTUBRE			29.1		24.5			77	20.1	23.6	0.0	0.0	1	0	
NOVIEMBRE			29.5	20.6	24.9			78	20.7	24.5	13.1	9.6	23	2	
DICIEMBRE			31.4	21.8	26.6			76	21.7	26.0	20.2				
VALOR ANUAL			30.8		25.8			78	21.5	25.8	479.5				

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vw Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)							
	Suma	Máxima en 24hrs		N		NE		E		SE		S		SW				W		NW		CALMA %	Nro DÍAS	
	Mensual	24hrs		(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%			(m/s)	%	(m/s)	%			
ENERO				2.8	41	0.0	0	2.0	7	0.0	0	2.8	5	0.0	0	2.2	19	0.0	0	28	93	4.0	N	1.2
FEBRERO			5	2.2	39	0.0	0	2.1	17	0.0	0	2.0	5	0.0	0	2.2	16	0.0	0	24	84	4.0	N	0.9
MARZO			5																					1.0
ABRIL			4																					1.1
MAYO			5																					1.1
JUNIO			4	2.8	51	0.0	0	2.4	6	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.2	11	0.0	0	32	90	6.0	N	1.1
JULIO			5																					1.3
AGOSTO			5	2.9	45	0.0	0	2.5	4	0.0	0	2.0	1	0.0	0	2.8	14	0.0	0	36	93	4.0	N	1.3
SEPTIEMBRE			5	2.8	54	0.0	0	2.0	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.5	12	0.0	0	32	90	6.0	N	
OCTUBRE			5	2.8	59	0.0	0	3.0	2	0.0	0	3.0	2	0.0	0	2.5	14	0.0	0	23	93	4.0	N	1.5
NOVIEMBRE			5	2.8	48	0.0	0	2.2	10	0.0	0	2.0	1	0.0	0	2.3	18	0.0	0	23	90	6.0	N	1.5
DICIEMBRE			5																					1.5
VALOR ANUAL																								



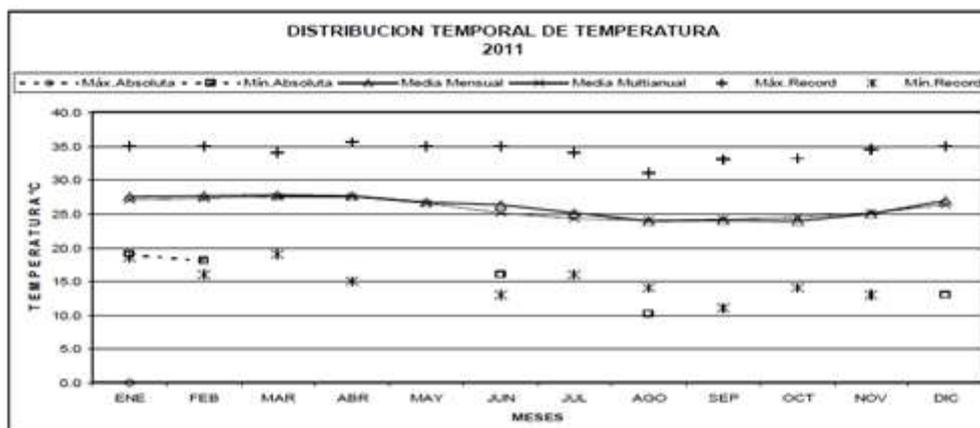
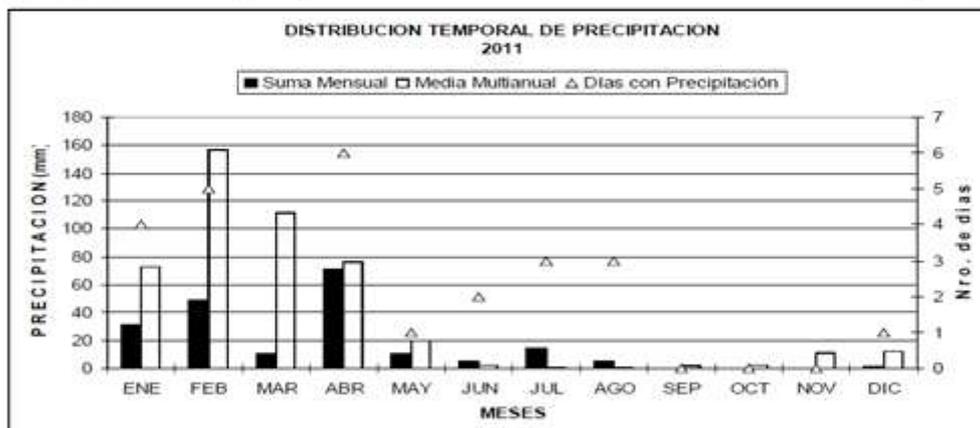
M482		CHACRAS					INAMHI									
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)					HUMEDAD RELATIVA (%)			PUNTO DE ROCO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION (mm)			Número de días con precipitación	
		ABSOLUTAS		MEDIAS			Máxima	Mínima	de Media			Suma	Máxima en	días en		
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Mensual										Mensual
ENERO		35.0	24	32.0	22.1	27.1				80	23.2	28.7	68.2	15.0	9	11
FEBRERO				32.8		27.3				80	23.4	28.9	167.7	59.0	9	13
MARZO				33.0	22.2	28.1				81	24.3	30.5	146.5	46.0	21	11
ABRIL				33.6	21.8	27.9				80	24.0	30.1	338.7	130.3	27	7
MAYO				31.8	20.7	26.7				77	22.1	26.8	3.5			
JUNIO				29.5	19.3	25.3				79	21.4	25.6	1.0	1.0	17	1
JULIO			16.0	29.5	18.5	24.6				80	20.8	24.7	0.0	0.0	1	0
AGOSTO				28.8	17.8	24.0				77	19.7	23.0	1.0	1.0	16	1
SEPTIEMBRE				28.1	18.1	23.9				79	20.1	23.6	0.0			
OCTUBRE				28.7	18.0	23.9				78	19.7	23.0	7.2	3.0	18	4
NOVIEMBRE				28.4	18.2	23.6				76	19.1	22.2	0.0			
DICIEMBRE				31.0	19.4	25.9				76	21.1	25.3	10.0			
VALOR ANUAL				30.6		25.7				78	21.6	26.0	743.8			

MES	EVAPORACION (mm)		HUMEDAD MEDIA (Odas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO														Vel Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)						
	Suma	Máxima en		N		NE		E		SE		S		SW		W				NW		CALMA	Dir		
	Mensual	días		(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%			(m/s)	%	%	Obs		
ENERO				2.6	38	0.0	0	2.0	7	0.0	0	2.0	7	0.0	0	2.0	16	0.0	0	33	93	4.0	N	1.0	
FEBRERO				2.3	27	0.0	0	2.0	25	0.0	0	2.0	5	0.0	0	2.0	14	0.0	0	29	84	4.0	N	0.8	
MARZO			5																					0.8	
ABRIL			5																					0.7	
MAYO			5																					0.7	
JUNIO			5																					0.9	
JULIO			5																					1.0	
AGOSTO			5																					1.1	
SEPTIEMBRE			5																					1.2	
OCTUBRE			5																					1.4	
NOVIEMBRE			5																					1.4	
DICIEMBRE			5																					1.6	
VALOR ANUAL																									1.0



M0482 CHACRAS INAMHI																	
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)					HUMEDAD RELATIVA (%)			PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación		
		ABSOLUTAS		MEDIAS			Máxima	Mínima	Media			Suma	Máxima en 24hrs	día			
ENERO		19.0	1	32.5	20.6	27.5				72	21.8	26.2	31.0	19.0	17	4	
FEBRERO		18.0	26	32.4	20.3	27.6				76	22.6	27.6	48.4	15.0	13	5	
MARZO				33.8	19.2	27.8				71	21.7	26.0	10.3				
ABRIL				33.3	20.2	27.6				75	22.5	27.4	71.0	50.0	18	6	
MAYO				33.2	19.3	26.7				77	22.1	26.9	10.2	10.2	27	1	
JUNIO		16.0	8	31.5	18.9	26.3	98	24	46	28	73	21.0	24.9	5.3	3.0	17	2
JULIO				29.8	17.0	25.1				73	19.8	23.1	14.5	9.0	16	3	
AGOSTO		10.2	7	28.4	14.1	23.9				77	19.5	22.8	5.5	2.2	28	3	
SEPTIEMBRE					13.4	24.0	98	5	52	5	77	19.5	22.8	0.0	0.0	1	0
OCTUBRE				28.6	14.4	23.9				76	19.2	22.4	0.0	0.0	1	0	
NOVIEMBRE				29.6	14.6	25.0				77	20.5	24.3	0.0	0.0	1	0	
DICIEMBRE		13.0	18	32.4	15.9	26.9				77	22.3	27.2	1.4	1.4	24	1	
VALOR ANUAL					17.3	26.0				75	21.0	25.1	197.6				

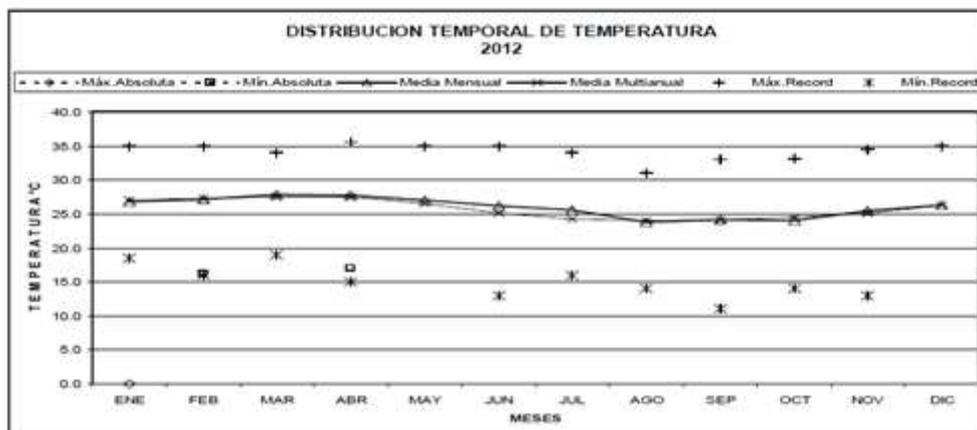
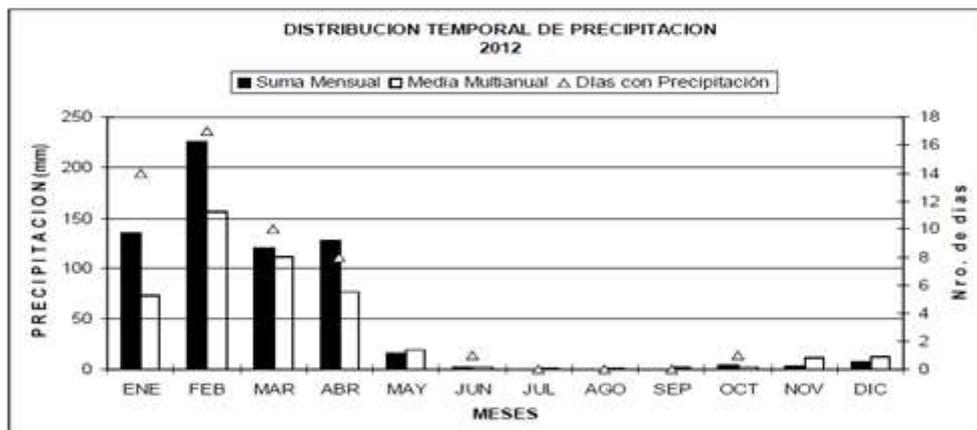
MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)									
	Suma Mensual	Máxima en 24hrs día		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nº													
ENERO			5														1.7									
FEBRERO			5														1.2									
MARZO			4														1.5									
ABRIL			5														1.4									
MAYO			4														1.4									
JUNIO			4	2.3	46	0.0	0	2.0	10	0.0	0	2.0	9	0.0	0	2.0	16	0.0	0	20	90	4.0	N			
JULIO			4																							
AGOSTO			4																							
SEPTIEMBRE			4	2.4	49	0.0	0	2.0	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.3	26	0.0	0	24	90	4.0	N			
OCTUBRE			5																							
NOVIEMBRE			5																							
DICIEMBRE			5																							
VALOR ANUAL			5																							1.0



M0482 CHACRAS INAMHI

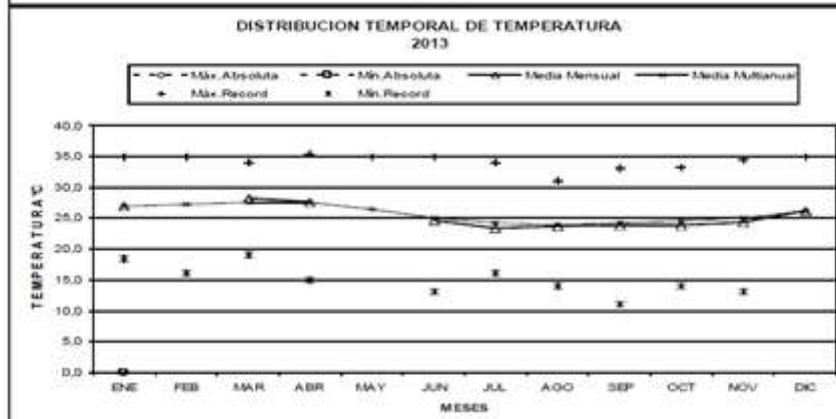
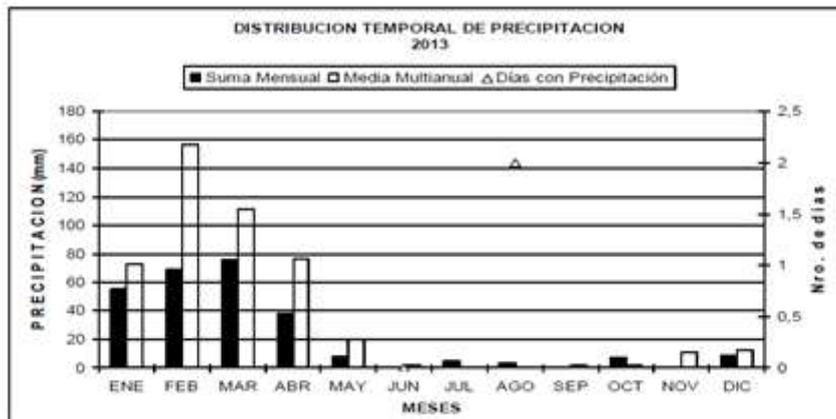
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)					HUMEDAD RELATIVA (%)					PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION (mm)			Número de días con precipitación
		ABSOLUTAS		MEDIAS			Máxima		Mínima					Mensual	Máxima en 24hrs	Mínima en 24hrs	
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Mensual	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Mensual						
ENERO				32.1	17.0	26.8	98	28	52	14	79	22.6	27.6	134.9	30.4	16	14
FEBRERO		16.2	24	32.0	18.6	27.1	98	3	52	20	78	22.8	27.8	225.2	70.7	25	17
MARZO				33.1	19.2	27.9					79	23.9	29.8	119.6	50.5	20	10
ABRIL		17.0	17	33.6	18.6	27.8					79	23.6	29.3	127.9	69.2	28	8
MAYO				32.5	18.6	27.0					79	23.0	28.3	15.7			
JUNIO				31.7	16.8	26.2					80	22.5	27.3	1.5	1.5	24	1
JULIO				30.6	16.4	25.6	98	18	57	2	79	21.6	25.9	0.0	0.0	1	0
AGOSTO				28.0	15.6	23.8					79	20.0	23.5	0.0	0.0	1	0
SEPTIEMBRE				28.9	16.7	24.1					79	20.1	23.6	0.0	0.0	1	0
OCTUBRE				28.5	19.9	24.0					75	19.2	22.4	4.0	4.0	23	1
NOVIEMBRE				31.3	21.8	25.5					76	20.8	24.7	3.0			
DICIEMBRE				32.0	21.8	26.3					71	20.4	24.2	7.0			
VALOR ANUAL				31.2	18.4	26.0					77	21.7	26.2	638.8			

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																Vel Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (km/h)						
	Suma	Máxima en 24hrs		N	NE	E	SE	S	SW	W	WW	CALMA	Nro	%	%	%	%	%	%			%	%	%	%	%	%
	Mensual	24hrs		(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)			(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)
ENERO			6	2.3	54	0.0	0	2.4	12	0.0	0	2.0	1	0.0	0	2.3	13	0.0	0	20	93	4.0	N	1.5			
FEBRERO			5	2.1	39	0.0	0	2.0	5	0.0	0	2.0	2	0.0	0	2.2	29	0.0	0	25	87	4.0	W	1.3			
MARZO			5																						1.2		
ABRIL			5																						1.0		
MAYO			5																						0.9		
JUNIO			4																						1.1		
JULIO			4	2.1	52	0.0	0	2.0	3	0.0	0	2.0	3	0.0	0	2.2	23	0.0	0	19	93	4.0	W	1.2			
AGOSTO			5																						1.1		
SEPTIEMBRE			5																						1.4		
OCTUBRE			5																						1.3		
NOVIEMBRE			5																						1.4		
DICIEMBRE			5																						1.5		
VALOR ANUAL			5																						1.0		



M0482		CHACRAS										INAMHI			
MES	HELIOTERMIA		TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)				HUMEDAD RELATIVA (%)			PLATO DE ROCIO (°C)	TENGOY DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION (mm)		Número de días con precipitación	
	ABSOLUTAS		MEDIAS		Máxima	Mínima	Mensual	Máxima	Mínima			Mensual	Máxima		Mínima
	(máx)	(mín)	Máxima	Mínima											
ENERO			32.3	22.6	27.0			74	21.8	26.2	54.9				
FEBRERO											68.6				
MARZO			33.0		26.2						75.7				
ABRIL			33.0		27.6						36.0				
MAYO				20.3							6.0				
JUNIO				19.9	24.6			77	20.2	23.7	0.0	0.0	1	0	
JULIO				18.2	23.3			79	19.4	22.0	5.0				
AGOSTO				19.6	23.7			79	19.7	23.1	3.5	2.0	10	2	
SEPTIEMBRE			29.5	19.4	23.8			75	19.0	22.0	0.0				
OCTUBRE			26.7	20.3	23.6			79	19.8	23.1	7.5				
NOVIEMBRE			29.3		24.3			73	19.0	22.0	0.0				
DICIEMBRE			31.3		26.1			72	20.4	24.0	9.2				
VALOR ANUAL											270.4				

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Ocas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO														Vel. Máx. Observada (km/h)	VELOCIDAD MEDIA (km/h)						
	Suma Mensual	Máxima		N		NE		E		SE		S		SW		W				NW		CALM. (%)	Obs. (%)		
	(mm)	(mm)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)			(%)					
ENERO			5																					13	
FEBRERO																									
MARZO			5																						
ABRIL			4																						
MAYO			5																						13
JUNIO			5																						13
JULIO			5																						14
AGOSTO			5																						14
SEPTIEMBRE			4																						16
OCTUBRE			5																						14
NOVIEMBRE			4																						
DICIEMBRE			4																						9.9
VALOR ANUAL																									



ANEXO 05. Cálculo de la demanda.

$$Di = (Nu \times Nd \times Dot)/1000$$

Nu: número de usuarios que se benefician del sistema.

Nd: número de días del mes analizado.

Dot: dotación por persona (L/persona x día)

Di: demanda mensual (m3)

Mes	Nº días (Nd)	Dotación (l/hab/día)	Demanda (m ³)	Demanda Acumulado (m ³)
Enero	31	10,57	2,29	2,29
Febrero	28	10,57	2,07	4,37
Marzo	31	10,57	2,29	6,66
Abril	30	10,57	2,22	8,88
Mayo	31	10,57	2,29	11,17
Junio	30	10,57	2,22	13,39
Julio	31	10,57	2,29	15,69
Agosto	31	10,57	2,29	17,98
Setiembre	30	10,57	2,22	20,20
Octubre	31	10,57	2,29	22,50
Noviembre	30	10,57	2,22	24,72
Diciembre	31	10,57	2,29	27,01

ANEXO 06. Cálculo de cantidad de agua captada.

De acuerdo con los datos obtenidos se procede a calcular la cantidad de agua captada de mes a mes.

$$A_i = \frac{P_p \cdot C \cdot A_c}{1000}$$

Pp: Precipitación mm

C: Coeficiente de escorrentía

Ac: Área de Captación (Techo) m²

Ai: Oferta de agua en el mes "i" (m³)

Mes	Precipitación (mm)	Almacenamiento (m ³)	
		Ai captado (m ³)	Ai acumulado (m ³)
Enero	89,72	3,23	3,23
Febrero	142,87	5,14	8,37
Marzo	85,63	3,08	11,46
Abril	85,48	3,08	14,53
Mayo	11,27	0,41	14,94
Junio	2,25	0,08	15,02
Julio	2,30	0,08	15,10
Agosto	1,41	0,05	15,15
Setiembre	0,40	0,01	15,17
Octubre	2,54	0,09	15,26
Noviembre	3,87	0,14	15,40
Diciembre	7,04	0,25	15,65

ANEXO 07. Cálculo del Volumen de Tanque de Abastecimiento.

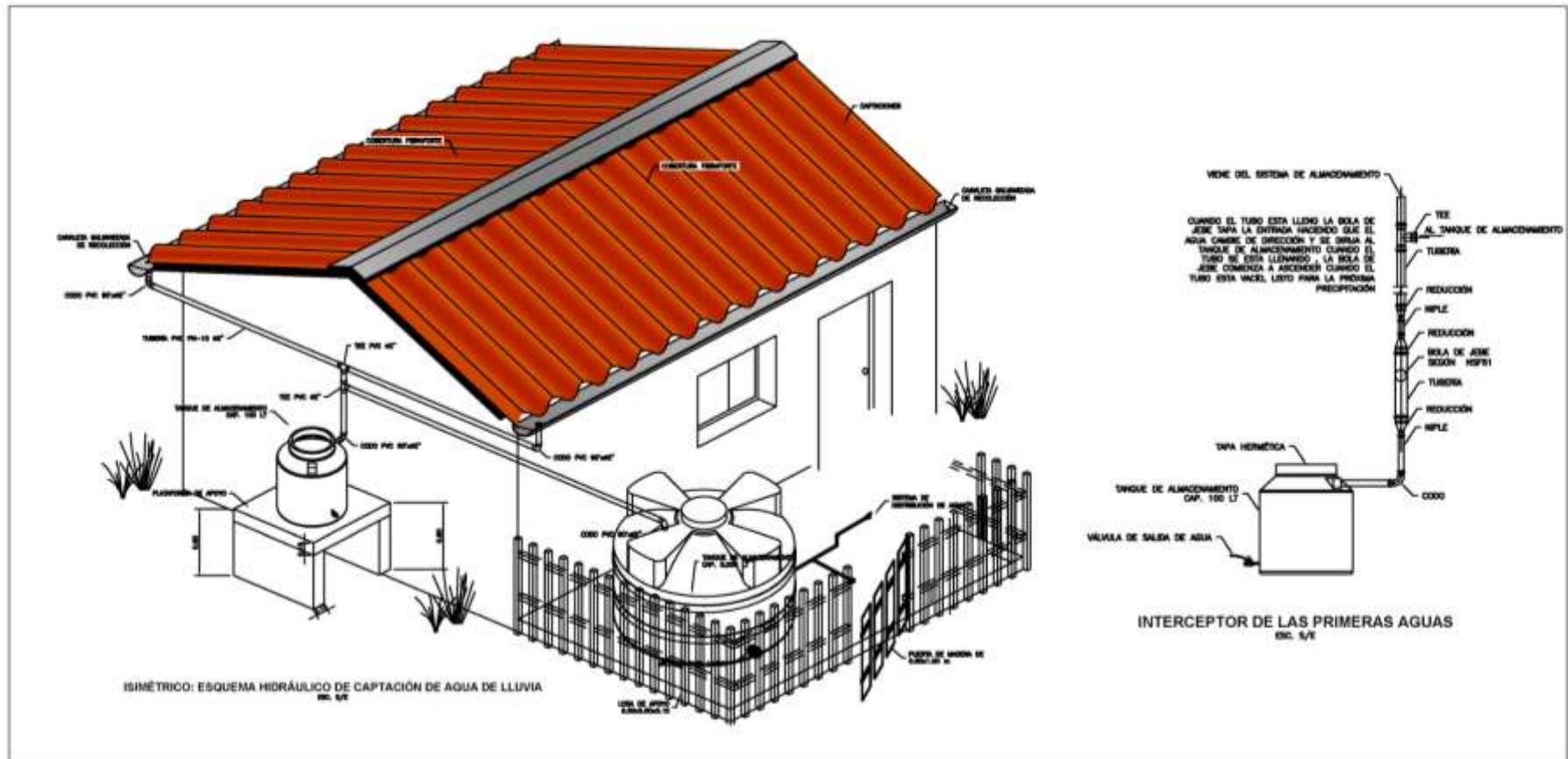
Para el cálculo del volumen del tanque de almacenamiento se procede a realizar la diferencia entre la oferta de agua en el mes acumulado menos la demanda de agua acumulada. Por lo tanto:

Mes	Ai acumulado (m3)	D Acumulado (m3)	Diferencia (m3) Acumulada
Enero	3,23	2,29	0,94
Febrero	8,37	4,37	4,01
Marzo	11,46	6,66	4,80
Abril	14,53	8,88	5,65
Mayo	14,94	11,17	3,76
Junio	15,02	13,39	1,63
Julio	15,10	15,69	-0,59
Agosto	15,15	17,98	-2,83
Setiembre	15,17	20,20	-5,03
Octubre	15,26	22,50	-7,24
Noviembre	15,40	24,72	-9,32
Diciembre	15,65	27,01	-11,36

Considerando la eficiencia de captación del 80% tenemos un volumen de tanque:

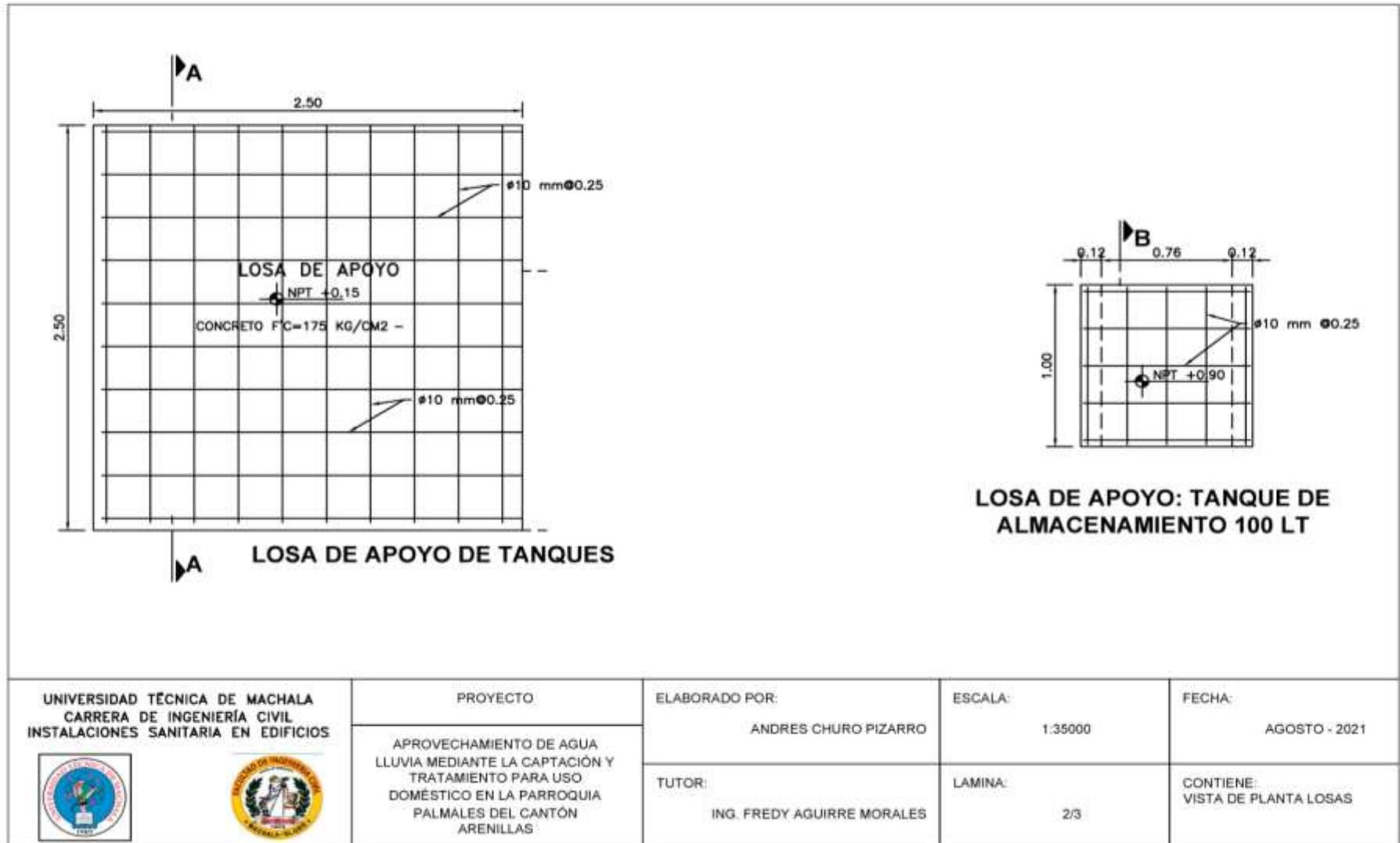
$$5,65 \text{ m}^3 \times 0,80 = 4,52 \text{ m}^3$$

ANEXO 08. Vista Isométrico y Detalle del Interceptor.

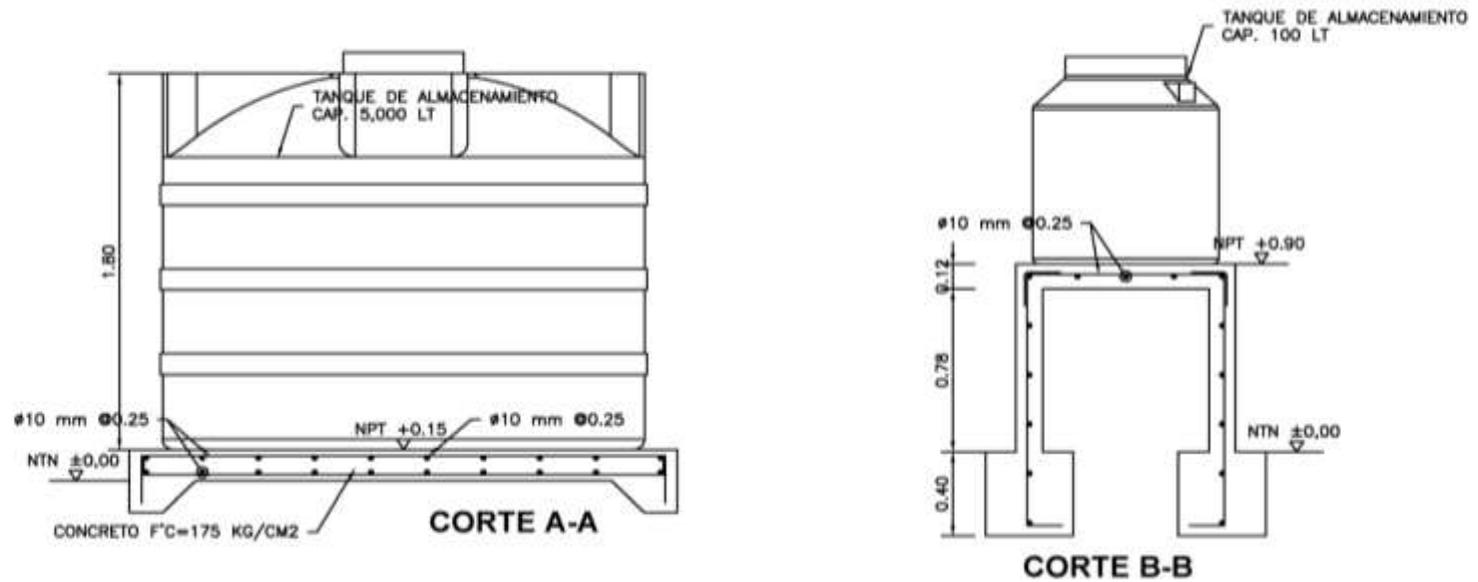


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICIOS  	PROYECTO	ELABORADO POR:	ESCALA:	FECHA:
	APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA MEDIANTE LA CAPTACIÓN Y TRATAMIENTO PARA USO DOMÉSTICO EN LA PARROQUIA PALMALES DEL CANTÓN ARENILLAS	ANDRES CHURO PIZARRO	LAS INDICADAS	AGOSTO - 2021
		TUTOR:	LAMINA:	CONTIENE:
		ING. FREDY AGUIRRE MORALES	1/3	-VISTA ISOMÉTRICO -DETALLE DEL INTERCEPTOR

ANEXO 09. Vista de Planta Losas.



ANEXO 10. Cortes A-A & B-B.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSTALACIONES SANITARIA EN EDIFICIOS  	PROYECTO	ELABORADO POR:	ESCALA:	FECHA:
	APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA MEDIANTE LA CAPTACIÓN Y TRATAMIENTO PARA USO DOMÉSTICO EN LA PARROQUIA PALMALES DEL CANTÓN ARENILLAS	ANDRES CHURO PIZARRO	1:35000	AGOSTO - 2021
		TUTOR:	LAMINA:	CONTIENE:
		ING. FREDY AGUIRRE MORALES	3/3	CORTES: A-A & B-B