

**MODIFICACIÓN DEL DISEÑO DE UN SUMIDERO CONVENCIONAL DE
AGUAS LLUVIAS, COMO CONTROL A LA PROLIFERACIÓN DEL MOSQUITO
Aedes aegypti, TRANSMISOR DEL DENGUE.**

**JASMÍN LUCERO GONZÁLEZ RODRÍGUEZ
ANGELA MARÍA OJEDA FLECHAS**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LOS RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA SANITARIA-3750
SANTIAGO DE CALI
2011**

**MODIFICACIÓN DEL DISEÑO DE UN SUMIDERO CONVENCIONAL DE
AGUAS LLUVIAS, COMO CONTROL A LA PROLIFERACIÓN DEL MOSQUITO
Aedes aegypti, TRANSMISOR DEL DENGUE.**

**JASMÍN LUCERO GONZÁLEZ RODRÍGUEZ
ANGELA MARÍA OJEDA FLECHAS**

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Sanitario**

**Director:
Ing. Ph. D. MIGUEL RICARDO PEÑA VARÓN**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LOS RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA SANITARIA-3750
SANTIAGO DE CALI
2011**

Nota de Aceptación

Firma del Director

Firma del Evaluador

Firma del Evaluador

Santiago de Cali, Septiembre 2011.

DEDICATORIA

A mi madre María Eugenia, a mis hermanos Felipe, Alexis y Cristian, a mi abuelita Emma a la hermana María Jesús y a mi Tía Magnolia, por todo su amor, comprensión y su apoyo incondicional que siempre me han brindado y a quien les debo todo lo que soy además amo con todo mi corazón.

A mis amigos de la carrera, Sebas, Mina, Alejo, Sam, Juanito , Andrés, Danny y en especial a mi compañera de tesis Angelina, con los cuales he compartido anécdotas inolvidables que además de enseñanzas se convierten hoy en momentos inolvidables. “ Los quiero demasiado”.

Jasmín L. González R

A mi padre Carlos, a mi madre Ana y a mi hermano Carlos David, a los cuales amo con todo lo que soy, y a quienes les dedico el esfuerzo y trabajo realizado en toda la Carrera. A mis primas Ingrid y Angie por ser verdaderas amigas, por su comprensión y ternura. A mi Tío César, por su paciencia como Director de Raíces de Colombia. A mis amigos Jas mi compañera de tesis, Sam, Alejo y Mina, pues este logro no hubiera sido posible sin el compañerismo y la amistad conformada a través de estos 6 años.

A María Fernanda, Juanito y Feli por ser los amigos a los cuales amo y admiro por que su presencia significó y significan aprendizajes e historias que nunca olvidaré.

Angela María Ojeda Flechas

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecemos a Dios por permitirnos culminar esta etapa de nuestras vidas. A nuestras familias por su apoyo incondicional, cariño, paciencia y motivación. A nuestros amigos y compañeros por cada uno de sus aportes durante la carrera.

En segundo lugar, a todas las personas que con su participación hicieron un aporte significativo en la elaboración de este documento:

Al personal del Laboratorio de CINARA en la Estación de Puerto Mallarino, en especial a Clara Inés González.

Al Laboratorio de Servicios a la Comunidad de la Universidad, en especial a Héctor Mario Gutiérrez, Director del programa académico, por su colaboración y apoyo en todo el proceso.

Al Laboratorio de Entomología de la Universidad, muy especialmente a Diana Marcela Lucumí por compartir su colaboración y por compartir sus conocimientos en pro del desarrollo de este documento.

Al estadístico Jaime Mosquera, por su valiosa e importante colaboración.

Al señor Manuel Fernando Peña, Coordinador Catación de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia-Comité de Cafeteros del Valle del Cauca.

A la Sección de Servicios Varios de la Universidad del Valle y al Área de Mantenimiento Hidráulico y al grupo de vigilantes de los Edificios 341 y 344.

Al personal del Departamento de Interventoría de la Unidad Estratégica de Negocios de Acueducto y Alcantarillado de EMCALI E.I.C.E E.S.P.

Finalmente, a todas las personas que estuvieron ahí para brindarnos su apoyo, colaboración y grandes conocimientos durante el largo desarrollo de la carrera y de este documento, María Cristina, Angélica, Mariú, Nidia, Ana, Carlos, Gerson, Sebastián, Alex, Óscar, Marcos, Guillo, a los amig@s de Raíces y a Camilo por regalarme consejos que trascendieron para finalizar esta etapa.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
GLOSARIO	3
1. OBJETIVOS	4
1.1 GENERAL	4
1.2 ESPECÍFICOS	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 CICLO HIDROLÓGICO	5
2.1.1 Aguas lluvias en zonas urbanas	5
2.1.2 Primer lavado (First Flush)	6
2.1.3 Composición aguas de escorrentía urbana	6
2.2 SUMIDERO DE AGUAS LLUVIAS	8
2.2.1 Criterios de localización de los sumideros	8
2.2.2 Características de los sumideros.	9
2.2.3 Tipos de sumideros	10
2.3 SANEAMIENTO AMBIENTAL ASOCIADO AL FUNCIONAMIENTO Y DISEÑO DE LOS SUMIDEROS DE AGUAS LLUVIAS EN SANTIAGO DE CALI	10
2.3.1 Mosquitos	10
2.3.2 Dengue	17
2.4 FILTRACION GRUESA DINAMICA	19
2.4.1 Definición	19
2.4.2 Lecho Filtrante y de soporte	20
2.4.3 Criterios de diseño	20
2.5 PARÁMETROS MUESTREADOS	21
2.5.1 Parámetros Fisicoquímicos	21
2.5.2 Medición organoléptica	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO	24
3.2 UNIDAD EXPERIMENTAL	25
3.2.1 Características de las unidades experimentales	25
3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL	26
3.3.1 Montaje experimental	26

3.4 METODOLOGÍA PARA LOS MUESTREOS DE LAS VARIABLES	30
3.4.1 Muestreo	30
3.4.2 Variables muestreadas	31
3.4.3 Medición de Olores	35
3.4.4 Muestreo Entomológico	35
3.5 MANEJO DE DATOS	37
3.5.1 Estadística descriptiva	37
3.5.2 Software estadístico	38
3.5.3 Pruebas estadísticas	38
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1 REGISTROS METEOROLÓGICOS	39
4.1.1 Precipitación	39
4.1.2 Temperatura Ambiente	39
4.2 MEDICIONES DE NIVEL DE AGUA Y FISICOQUÍMICAS	39
4.2.1 Mediciones nivel de agua	39
4.2.2 Mediciones fisicoquímicas	41
4.3 MEDICIONES ENTOMOLÓGICAS	46
4.3.1 Comportamiento del género <i>Culex</i>	46
4.3.2 Comportamiento de los registros del género <i>Aedes</i>	50
4.3.3 Asociación entre géneros <i>Aedes</i> y <i>Culex</i>	54
4.4 MEDICIÓN DE OLORES	56
4.4.1 Validación de la estrategia de medición	57
4.4.2 Selección de la herramienta estadística	57
4.5 MODIFICACIÓN DEL SUMIDERO Y SU INFLUENCIA EN EL CONTROL DE LA PROLIFERACION DEL MOSQUITO <i>Aedes aegypti</i>	60
4.5.1 Modificación del Sumidero	60
4.5.2 Influencia de la modificación en la proliferación del mosquito <i>Aedes aegypti</i>	61
5. CONCLUSIONES	62
6. RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFIA	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento del agua en el suelo.....	5
Figura 2. Esquema de uno de los principales modelos de sumideros construidos en la ciudad de Cali	8
Figura 3. Huevos del mosquito <i>Culex quinquefasciatus</i>	11
Figura 4. Larva del mosquito <i>Culex quinquefasciatus</i>	12
Figura 5. Pupa del mosquito <i>Culex quinquefasciatus</i>	12
Figura 6. Estado adulto del Mosquito <i>Culex quinquefasciatus</i>	13
Figura 7. Huevos de <i>Aedes aegypti</i>	14
Figura 8. Larva del Mosquito <i>Aedes aegypti</i>	15
Figura 9. Pupa del Mosquito <i>Aedes aegypti</i>	16
Figura 10. Adulto del Mosquito <i>Aedes aegypti</i>	16
Figura 11. Filtración Gruesa Dinámica.....	19
Figura 12. Ubicación de la Universidad del Valle.....	24
Figura 13. Localización de los Sumideros.....	24
Figura 14. Sumideros del proyecto	24
Figura 15. Detalle Sumidero NM (Corte).....	26
Figura 16. Detalle Sumidero M (Corte).	26
Figura 17. Señalización en Sumidero NM y Sumidero M.....	27
Figura 18. Adecuación del medio filtrante sumidero M.	29
Figura 19. Esquema del funcionamiento	29
Figura 20. Secado de la grava una vez tamizada.....	29
Figura 21. Balanza Smith Scale	30
Figura 22. Divisiones para puntos de muestreo (Vista en planta)	31
Figura 23. Metodología utilizada en la medición de olores.	35
Figura 24. Barrido con la jama entomológica	36
Figura 25. Recolección de las larvas y pupas del mosquito.....	37
Figura 26. Determinación de especie y conteo en el Laboratorio de Entomología.....	37
Figura 27. Precipitación diaria Vs. Tiempo.....	42
Figura 28. Nivel de Agua en Sumidero NM Vs. Tiempo	42
Figura 29. Oxígeno disuelto en Sumidero NM Vs. Tiempo.	42
Figura 30. Turbiedad en el Sumidero NM Vs. Tiempo	42
Figura 31. Boxplot de pH.	44
Figura 32. Boxplot para la Temperatura del Agua.....	45
Figura 33. Cantidad de larvas y pupas de <i>Culex</i> Vs. Tiempo	47
Figura 34. Cantidad de larvas y pupas de <i>Culex</i> relacionadas a los registros de Turbiedad obtenidos en el tiempo.....	48
Figura 35. Cantidad de larvas y pupas de <i>Culex</i> relacionadas a los registros de Temperatura en el agua obtenidos en el tiempo.....	49
Figura 36. Cantidad de larvas y pupas de <i>Aedes aegypti</i> Vs. Tiempo.....	50
Figura 37. Cantidad de larvas y pupas de <i>Aedes</i> relacionadas a los registros de Nivel de agua obtenidos en el sumidero NM.	51

Figura 38. Cantidad de larvas y pupas de <i>Aedes</i> relacionadas a los registros de Turbiedad obtenidos en el sumidero NM.	53
Figura 39. Cantidad de larvas para <i>Aedes</i> y <i>Culex</i> obtenidas en el sumidero NM.	55
Figura 40. Cantidad de Larvas y pupas para <i>Aedes</i> y <i>Culex</i> obtenidas en el sumidero NM.....	56
Figura 41. Percepción de Olores en el estudio	59
Figura 42. Retención de sólidos Sumidero Modificado.	61
Figura A1. Planta Sumidero Modificado (Con tapa).....	70
Figura A2. Planta Sumidero Modificado (Sin tapa).	70
Figura A3. Planta Sumidero No Modificado (Con tapa).	71
Figura A4. Planta Sumidero No Modificado (Sin tapa).....	71
Figura A5. Señalización en las unidades experimentales.....	72
Figura A6. Limpieza	72
Figura A7. Instalación de reglas en los sumideros.....	72
Figura A8. Perforación en el Sumidero M.	73
Figura A9. Colocación del geotextil y adecuación del compartimiento de la grava en el Sumidero M.....	73
Figura A10. Adecuación del medio filtrante: separación de las capas de grava mediante malla de plástico.....	73
Figura A11. Modificación realizada en el Sumidero.....	74

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones de lecho filtrante recomendado para Filtros Gruesos Dinámicos, FGDi.....	20
Tabla 2. Tabulación de los datos para la aplicación del Test de McNemar	23
Tabla 3. Características constructivas sumideros en estudio (m).....	25
Tabla 4. Características de la disposición del medio filtrante en el Sumidero M. ...	28
Tabla 5. Duración de la fase experimental	30
Tabla 6. Metodología para la medición de parámetros.....	32
Tabla 7. Producción total de larvas y pupas para.....	56
Tabla 8. Validación de la estrategia de medición	57
Tabla 9. Cuadro de datos para la aplicación del Test de McNemar.	58
Tabla A1. Datos IDEAM.	75
Tabla A2. Mediciones de nivel de agua y fisicoquímicas	77
Tabla A3. Muestreo Entomológico Sumidero No Modificado <i>Culex</i>	84
Tabla A4. Muestreo Entomológico Sumidero No Modificado <i>Aedes</i>	84
Tabla A5. Muestreo Entomológico Sumideros	85
Tabla A6. Preparación de los datos para la aplicación del Test de McNemar	86
Tabla A7. Medición de Olores.	86
Tabla A8. Determinación retención de sólidos en el Sumidero M	105
Tabla A9. Determinación retención de sólidos en el Sumidero NM.....	105
Tabla A10. Determinación de la Intensidad de la Lluvia.....	105
Tabla A11. Determinación del Caudal de Escurrimiento	105
Tabla A12. Determinación Tiempo de vaciado de la estructura	106
Tabla A13. Estado de los sumideros durante el período de la fase experimental	106

RESUMEN

Este proyecto tuvo como objetivo implementar una modificación al diseño de un sumidero convencional de aguas lluvias, con el fin de evitar la proliferación de *Aedes aegypti*, mosquito transmisor del Dengue. El estudio se llevó a cabo sobre dos sumideros localizados en la Universidad del Valle (Meléndez) y solo en uno de ellos se realizó la modificación (Sumidero M), la cual consistió en perforar la pantalla de rebose y aplicar los principios bases de la FGD_i, colocación de capas de grava como medio filtrante, para permitir la retención de sólidos en la parte superficial y la eliminación de lámina de agua y así disminuir la presencia del mosquito en estas estructuras. Durante un período de dos meses, comprendido entre Julio y Agosto de 2010, se midieron variables como el nivel del agua, y fisicoquímicas como la turbiedad, temperatura del agua, oxígeno disuelto y pH. De igual manera, se realizaron 9 muestreos entomológicos de identificación y conteo de especies y un muestreo sensorial de olores con el fin de identificar si la modificación generaba algún impacto ambiental negativo.

Se encontró que en el Sumidero M nunca se tuvo lámina de agua mientras que en el Sumidero No Modificado sí. En esta última estructura se identificaron 2 especies de mosquitos, *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus*. Los resultados de las variables permitieron establecer que el medio resultó propicio para el desarrollo de ambas especies, considerando que la producción de larvas y pupas de *Culex quinquefasciatus*, fue mayor para las últimas semanas de la fase experimental, y que para la especie *Aedes aegypti*, fue mayor en las primeras semanas. Sin embargo, la producción total de pupas de *Culex quinquefasciatus* fue del 40% (631 pupas) mientras que la del *Aedes aegypti* correspondió al 60% (961 pupas).

Finalmente, se estableció que la modificación realizada en el sumidero si funcionó (bajo condiciones similares a las del estudio) ya que no permitió la existencia de lámina de agua, principal requerimiento para el desarrollo del mosquito y teniendo en cuenta los resultados del Sumidero No Modificado, se estableció que con esta solución se evitó la producción de 8 hembras diarias de este mosquito, las cuales son las encargadas de transmitir el Dengue. Con respecto al muestreo de olores, se encontró que no existe evidencia suficiente para poder afirmar que la modificación realizada genera algún impacto ambiental negativo, debido a la emanación de malos olores.

INTRODUCCIÓN

El Dengue es una enfermedad viral transmitida por mosquitos, que en los últimos decenios se ha convertido en un importante problema de salud pública internacional, la enfermedad se distribuye en las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo, principalmente en zonas urbanas y semiurbanas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) afirma que la infección secuencial de esta enfermedad aumenta el riesgo de contraer Dengue Grave, la cual es una complicación potencialmente mortal de esta enfermedad. Unos 2500 mil millones de personas (dos quintos de la población mundial) corren el riesgo de contraer la enfermedad (URL-1, 2009).

Cabe resaltar que la propagación del Dengue se atribuye a la expansión de la distribución geográfica de los cuatro virus del Dengue y sus mosquitos vectores, siendo el más importante el *Aedes aegypti*, una especie predominantemente urbana. En Asia y las Américas, este mosquito se reproduce principalmente en envases producidos por el hombre, tales como vasijas de barro, bidones metálicos y cisternas de hormigón utilizadas para el almacenamiento doméstico de agua, así como en envases alimentarios de plástico desechados, neumáticos usados de automóviles y otros objetos que acumulan agua lluvia (URL-1, 2009).

Según la información suministrada por el Instituto Nacional de Salud, INS, (2011), en lo transcurrido del año 2011 en Colombia el 61% de los casos de Dengue proceden de 8 departamentos: Norte de Santander (10%), Valle (9%), Santander (9%), Tolima (8%), Meta (8%) Huila (7%), Antioquia (6%), y Sucre (4%). De lo anterior, se establece que a nivel nacional se tiene un promedio de 696 casos de Dengue semanales (INS, 2011).

En la ciudad de Santiago de Cali, en el estudio “Diez años del programa prevención y control del Dengue en Cali, resultados del control larvario en sumideros y concentraciones humanas años 1999-2008” realizado por el Biólogo Entomólogo Carlos Morales, se encontró que de cada 100 sumideros aproximadamente 19 producen adultos de *Culex spp* y *Ae. aegypti*. Giraldo *et. al* (2008) afirman que uno de los principales sitios de cría de *Aedes aegypti* son los sumideros, los cuales han sido identificados como los mayores productores de pupas de ambas especies en comparación con los criaderos intradomiciliares. Además se debe tener en cuenta que en la ciudad de Cali actualmente existen 120.000 sumideros (URL-2, 2011).

Con base en lo anterior, en este estudio se planteó dar una solución plausible desde el campo de la ingeniería, la cual consistió en llevar a cabo un análisis exploratorio al modificar el diseño de un sumidero convencional de aguas lluvias mediante la aplicación de los principios de la Filtración Gruesa Dinámica, de tal manera que no permitiera la acumulación de agua y así evitar la proliferación del mosquito *Aedes aegypti*.

GLOSARIO

ANTROPOFÍLICO: Ser que se alimenta del ser humano.

CRIADERO: Lugar que reúne las condiciones necesarias para que se desarrolle las etapa inmaduras del mosquito.

DENGUE: Importante enfermedad arboviral transmitida por artrópodos, específicamente por la hembra del mosquito *Aedes aegypti*.

ECLOSIÓN: Brote, nacimiento, aparición. En este caso es el cambio de etapa de huevo a larva del mosquito.

EMERGER: Surgir, salir del interior de un líquido o masa terrestre. Cambio de pupa a adulto.

ENTOMOLOGÍA: Ciencia de la biología que estudia los insectos.

ESTADÍO: Se le denomina así a una fase en el desarrollo del mosquito.

GRÁVIDA: En estado de embarazo. Término utilizado en animales vivíparos, ovíparos y ovovivíparos.

HOLOMETABOLISMO: El desarrollo que se presenta a través de diversos estadios o fases, los cuales son huevo, larva, pupa y adulto.

JAMA: Es una manga de tela de tejido fino, suave y transparente sostenida a un aro metálico o de madera, utilizada para atrapar larvas y pupas del mosquito.

LARVA: Es una de las etapas del desarrollo del mosquito que precede al huevo, la cual se lleva a cabo mediante cuatro estadios.

ORGANOLÉPTICA: Valoración cualitativa que se realiza a una muestra o cuerpo de agua, basada exclusivamente en la percepción de los sentidos.

PROLIFERACIÓN: Propagación, expansión o difusión.

PUPA: Es una de las etapas del desarrollo del mosquito que precede a la larva.

SUMIDERO: Estructura diseñada y construida para captar las aguas de escorrentía, que fluyen por las cunetas de las calzadas en las vías.

VECTOR: Organismo que transmite un agente infeccioso o infestante desde los individuos afectados a otros que aún no portan ese agente.

1. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

Implementar una modificación al sumidero convencional de aguas lluvias para controlar la proliferación del mosquito *Aedes aegypti*, principal transmisor del Dengue.

1.2 ESPECÍFICOS

- Aplicar los principios básicos de la Filtración Gruesa Dinámica, como parte de la modificación realizada al sumidero convencional, con el fin de mantener la retención de sólidos y eliminar la lámina de agua en la estructura.
- Cuantificar la producción de *Aedes aegypti* y variables fisicoquímicas, como indicadores para evaluar la modificación implementada en el sumidero.
- Establecer si la modificación realizada en el sumidero genera algún impacto negativo ambiental, o de otra naturaleza.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CICLO HIDROLÓGICO

Del agua que precipita en un determinado lugar, una parte es interceptada por la cobertura vegetal y por la superficie del suelo, y posteriormente evaporada; otra parte penetra a diferentes profundidades del suelo y otra escurre sobre la superficie de éste. Las proporciones de agua que siguen cada uno de estos caminos varían con el tipo de cobertura, el tipo de suelo, la pendiente del mismo y la intensidad de la precipitación (Heuveldop *et.al*, 1986). La Figura 1 presenta la situación descrita.

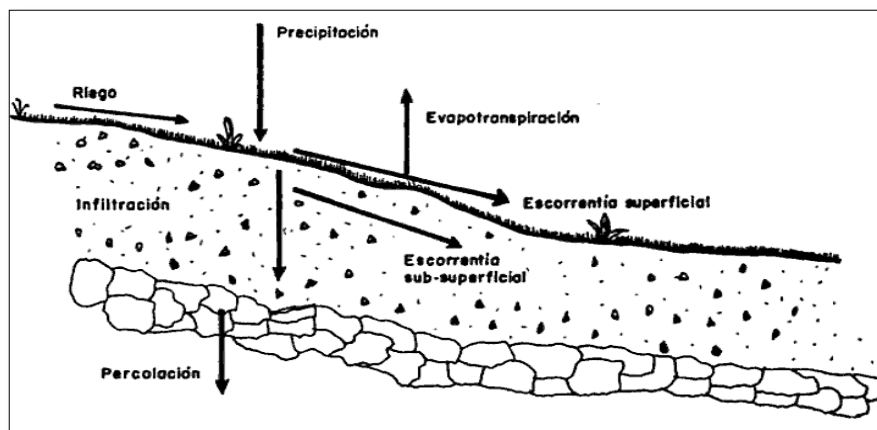


Figura 1. Comportamiento del agua en el suelo.

Fuente: Prieto (2004).

Teniendo en cuenta el enfoque de ésta investigación, a continuación se especifica información de interés sobre la escorrentía superficial, al ser esta la aportante de agua en los sumideros:

2.1.1 Aguas lluvias en zonas urbanas La escorrentía se produce cuando la cantidad de agua lluvia es mayor a la capacidad de infiltración del suelo hasta llegar a una corriente definida que la lleva a los arroyos, quebradas, ríos, lagos y mares (Heuveldop *et. al.*, 1986). Según Prieto (2004), el escurrimiento está sujeto a un porcentaje de pérdidas por evaporación y por infiltración a lo largo de su recorrido.

Teniendo en cuenta la implementación de sumideros de aguas lluvias en las zonas urbanas y considerando el alcance de esta investigación, se hace importante conocer características de la escorrentía superficial. Ésta proviene de techos, zonas verdes y principalmente de las vías en donde se acumula gran cantidad de polvo, y suciedad (residuos plásticos, materia orgánica e inorgánica, etc.); dicha acumulación depende del tiempo transcurrido desde la última limpieza natural

(lluvia) o artificial (Barrido o lavado). Estos sedimentos acumulados sobre las superficies impermeables en periodos secos llevan consigo nutrientes, metales, y otras sustancias que definen la calidad del agua de escorrentía.

Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación se presenta el concepto de primer lavado.

2.1.2 Primer lavado (First Flush) Ocurre en cuencas urbanas y en los sistemas de drenaje cuando la escorrentía generada por un evento de precipitación transporta una alta carga de contaminantes durante los primeros minutos del evento, antes de registrarse el fenómeno de dilución de la contaminación causado por el agua lluvia más limpia. Esta alta carga de contaminantes tiene su origen en la acumulación de partículas sólidas en zonas impermeables como techos y calles durante el periodo seco antecedente al evento de precipitación (Lee *et. al.*, 2002). Según Duarte (2008) la magnitud del fenómeno del primer lavado dependerá de la intensidad de la precipitación.

Seguidamente es importante considerar la composición de las aguas de escorrentía superficial, al ser este un factor determinante en la condiciones fisicoquímicas y biológicas de las aguas que llegan a los sumideros de aguas lluvias.

2.1.3 Composición aguas de escorrentía urbana La calidad de las aguas superficiales, aguas de infiltración y aguas subterráneas, está influenciada por los contaminantes que se acumulan en las superficies impermeables y que son transportados por la escorrentía de aguas pluviales urbanas (Göbel, 2007).

Las cargas de contaminación son producto de la acumulación de los sedimentos contaminados entre lluvias consecutivas. Estas cargas por lo general tienden a un umbral o valor máximo de equilibrio. La acumulación de la suciedad sobre una superficie se estima en función del número de días de tiempo seco como una función lineal, potencial y exponencial (ASCE, 1992 (Citado por Göbel, 2007)). En el tiempo seco intervienen procesos tales como: la eliminación por la acción del viento y por las corrientes de aire generadas por el tráfico, la limpieza de la vía, la deposición atmosférica, adsorción y oxidación de químicos de un estado a otro, y otros (Huber y Dickinson, 1988; Debo y Reese, 1995 (Citado por Göbel, 2007)).

Los contaminantes presentes en el agua de escorrentía pueden ser, sedimentos, nutrientes, metales pesados, materiales tóxicos (incluye pesticidas y herbicidas), grasas y aceites, bacterias y virus, sustancias biológicas, materiales flotantes y residuos de construcción (WEI *et. al.*, 2010). Estos contaminantes proceden de una gran variedad de lugares, como residencias, oficinas, restaurantes, estacionamientos, carreteras, vehículos automotores y otros equipos motorizados (Universidad Nacional y PAVCO, 2009).

Según estudios realizados sobre la composición de las aguas de escorrentía urbana, a continuación se presentan las características generales en la composición de estas:

Sedimentos: La mayoría de los sedimentos se generan a partir de la erosión de suelo y roca, y estos varían en función del tamaño y peso específico; pueden ser perjudiciales para la vida acuática, ya que bloquean la luz del sol que es necesaria para la fotosíntesis (Universidad Nacional y PAVCO,2009).

Según Zafra (2009) la probabilidad de que una partícula sea transportada por la escorrentía aumenta a medida que disminuye su diámetro y crece la pendiente. (Stahre *et. al.*,1990, (Citado por Zafra,2009))hallaron que sólo el 30% de todos los Sólidos Suspendidos Totales (SST) presentes en el agua de escorrentía tienen diámetros de partícula $>31\mu\text{m}$, y un 93% $<45\mu\text{m}$, es decir que la granulometría de los sedimentos tras los eventos de lluvia tiende a ser más gruesa. La mayoría demuestran que los contaminantes están generalmente más concentrados en las fracciones de menor diámetro.

Nutrientes: Según Göbel (2007), el agua lluvia produce iones importantes como sulfatos (SO_4^{-2}), cloruro (Cl^-), amonio (NH_4^+), nitratos (NO_3^{-2}) y fosfatos (PO_4^{-2}) en concentraciones medibles. Además, es importante considerar las concentraciones de fósforo, nitrógeno, y otros nutrientes que son generados naturalmente debido a las actividades orgánicas del suelo, y pueden ocasionar un crecimiento excesivo de algas o vegetación, y a su vez problemas de olores. La disponibilidad de estos nutrientes en el agua, puede crear exceso de algas, que afectan los niveles de oxígeno en el agua, produciendo la muerte de la vida acuática (Universidad Nacional y PAVCO,2009).

Göbel (2007) señala que la concentración en el agua lluvia de compuestos de nitrógeno (N) y fósforo (P) es ecológicamente insignificante en comparación con las sustancias orgánicas, óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x) y Cloro (Cl), que resultan por ejemplo de contaminación generada por procesos de combustión que forman ácidos y afectan el valor del pH del agua lluvia.

Metales pesados: Estos contaminantes incluso en bajas concentraciones, por lo general son tóxicos para todas las formas de vida, y la distribución o la concentración de estos depende de las características de la superficie, y las deposiciones atmosféricas secas y húmedas (Göbel,2007).

Concentraciones en el ambiente de metales pesados son generadas por el uso de gasolina y el diesel, que quedan atrapados en estacionamientos y carreteras. También, la mayoría de superficies artificiales, como son el metal galvanizado, la pintura, la madera, los tejados, el plástico, el asfalto, entre otros, contienen metales, producto de la corrosión de éstas superficies que entran a ser parte del agua de escorrentía pluvial (Universidad Nacional y PAVCO,2009).

Materiales Tóxicos: Se utilizan en residencias, instalaciones comerciales, industrias, entre otros. Son compuestos orgánicos sintéticos, tales como adhesivos, limpiadores, solventes o selladores, además de herbicidas, insecticidas y plaguicidas. Derrames accidentales y fugas de estos productos en el suelo pueden causar daños ambientales en las aguas receptoras (Universidad Nacional y PAVCO, 2009).

Grasas y Aceites: Estos productos se utilizan ampliamente en toda la ciudad, especialmente donde hay presencia de vehículos automotores. Estos productos pueden causar graves daños a la vida animal y vegetal. Los aceites y las grasas pueden formar emulsiones en el agua, que a su vez hacen que este tipo de contaminantes sea muy difícil de eliminar (Universidad Nacional y PAVCO, 2009).

2.2 SUMIDERO DE AGUAS LLUVIAS

Estructura diseñada y construida para captar las aguas de escorrentía, las cuales fluyen por las cunetas de las calzadas en las vías, y entregarlas a las cámaras de inspección de los alcantarillados combinados o de aguas lluvias (EMCALI, 2007). En la Figura 2 se observa el esquema del sumidero:

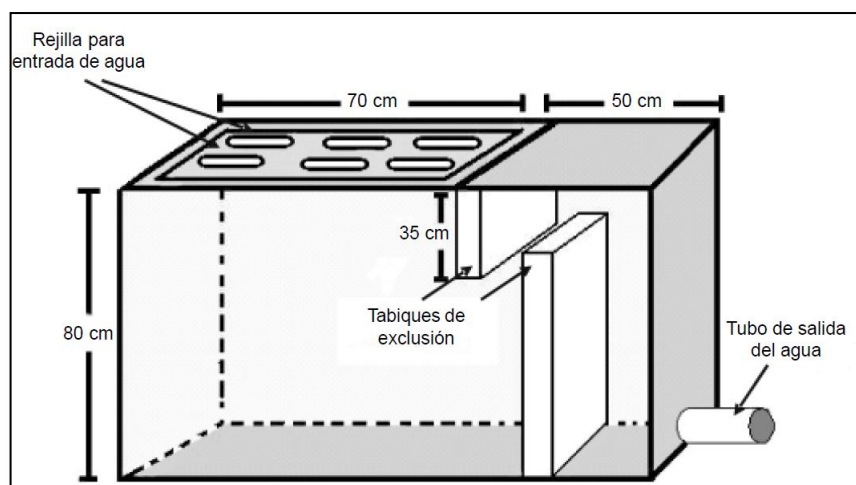


Figura 2. Esquema de uno de los principales modelos de sumideros construidos en la ciudad de Cali

Fuente: González (2007).

2.2.1 Criterios de localización de los sumideros. Los sumideros deben ubicarse cuando se presentan las siguientes situaciones, según las especificaciones técnicas dadas por las Empresas Municipales de Cali (EMCALI, 2007):

- Puntos bajos y depresiones en los cuales se esperan concentraciones de escorrentía superficial y donde puede ser muy eficiente la captación.

- Cambio de pendiente longitudinal de las vías que en realidad corresponden a puntos bajos locales.
- Antes de puentes, terraplenes y reductores de velocidad que corresponden a sitios donde se pueden presentar concentraciones de escorrentía superficial.
- Aguas abajo de puentes para captar la escorrentía generada por estos.
- Antes de las intersecciones de calles para evitar que el tráfico deba sortear las corrientes superficiales.
- Aguas arriba de los cruces peatonales para que los transeúntes no se vean obligados a cruzar las corrientes de escorrentía.
- No localizar en donde interfieran con otros servicios públicos como son las cajas de electricidad y teléfonos.

2.2.2 Características de los sumideros. A continuación se presentan los componentes de los sumideros

Rejillas: Es el elemento superior de la estructura de captación, el cual cumple la función de permitir el paso del agua de escorrentía superficial al sumidero e impedir el ingreso de elementos flotantes o sólidos gruesos al sistema de alcantarillado (Universidad Nacional y PAVCO,2009).

Las rejillas deben resistir como mínimo el paso vehicular, garantizando la integridad de las mismas al estar sometidas bajo carga sin que se produzcan grietas, rotura o cualquier avería (Universidad Nacional y PAVCO, 2009).Teniendo en cuenta lo anterior estas pueden ser en concreto con refuerzo no continuo o con el refuerzo tradicional, en fibra de vidrio y deben resistir una carga de 7.3 Ton, especificación característica de vías de alto tráfico (EMCALI,2007).

Cámara de recolección de sedimentos: Su función es la de permitir la sedimentación de los sólidos que no fueron retenidos en la rejilla, dado que el agua de escorrentía se acumula por largos periodos hasta alcanzar el nivel máximo de la pantalla de rebose.

Esta retención de sólidos por periodos de tiempo muy largos puede producir la descomposición del material presente (materia orgánica) ocasionando problemas de malos olores, y por lo tanto el incremento en la frecuencia de su mantenimiento.

Pantalla de Rebose: Permite mantener un nivel de agua de escorrentía estable dentro de la cámara de recolección de sedimentos, hasta que el agua alcance la altura máxima de la pantalla y posteriormente sea vertida a la cámara de desagüe.

Cámara de desagüe: Permite la evacuación del agua de escorrentía hacia el sistema de alcantarillado.

Pantalla para sello hidráulico: Evita la salida al ambiente de los malos olores producidos en el sistema de alcantarillado.

2.2.3 Tipos de sumideros Para la ciudad de Cali, existen tres clases de sumidero aprobadas por EMCALI EICE ESP: Tipo B, Doble Tipo B y de Entrada Lateral, su utilización depende de la hidráulica del área de drenaje.

Sumidero tipo B. Teniendo en cuenta las condiciones del terreno existen dos subdivisiones: Con rejilla de orificios longitudinales para zonas planas y con orificios transversales para zonas de alta pendiente

Sumidero doble tipo B. Como su nombre lo indica tiene doble rejilla y la cámara de recolección de sedimentos es más amplia, con el fin de captar mayor caudal de escorrentía.

Sumidero de entrada lateral. Como su nombre lo indica, la entrada del agua es por un lado del sumidero, a diferencia de los anteriores que es por la zona superior.

2.3 SANEAMIENTO AMBIENTAL ASOCIADO AL FUNCIONAMIENTO Y DISEÑO DE LOS SUMIDEROS DE AGUAS LLUVIAS EN SANTIAGO DE CALI

El Dengue Grave (DG) y el Síndrome de Choque del Dengue (SSD) constituyen la más importante enfermedad arboviral transmitida por artrópodos, específicamente por la hembra del mosquito *Aedes aegypti* (Martín y Brathwaite, 2007); debido a las grandes epidemias que ha causado a nivel mundial y que aún no tiene tratamiento ni vacuna disponible.

En el estudio “Experiencia de un análisis entomológico de criaderos de *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* en Cali, Colombia” realizado por el Dr. Ranulfo González en el año 2007, se establece que los sumideros de la ciudad han sido paulatinamente colonizados también por *Aedes aegypti*.

Teniendo en cuenta el alcance de esta investigación, a continuación se presentan en primer lugar las características biológicas y ecológicas de los mosquitos que son de interés, para el desarrollo de este estudio y en segundo lugar la definición y principales aspectos del Dengue dada su importancia epidemiológica.

2.3.1 Mosquitos Dentro de su clasificación taxonómica se observa que las especies de mosquitos, que son descritos a continuación, pertenecen a la clase Insecta, orden Díptera, familia *Culicidae*, y la Subfamilia *Culicinae* (Christopher, 1960; Lucumí, 2010). Es importante resaltar que estas especies

presentan holometabolismo, es decir su desarrollo se presenta a través de diversos estadios o fases, los cuales son huevo, larva, pupa y adulto.

2.3.1.1 *Culex quinquefasciatus* Especie perteneciente al género *Culex* y de gran importancia a nivel médico, pues es uno de los principales vectores en la transmisión de virus causantes de la encefalitis de San Luis y la encefalitis equina venezolana (Salazar y Moncada, 2004), de la transmisión de la Filariasis de Bancroft y del Virus del Nilo Occidental en América (Calderón *et. al.*, 2009).

La amplia distribución de *Culex quinquefasciatus* tanto en el hemisferio norte como en el sur expone a esta especie a una variedad de climas y condiciones que son un reto para su supervivencia (Becerra, 1992 (Citado por Salazar y Moncada, 2004)). Este mosquito existe en los trópicos y en las latitudes más bajas de las regiones templadas (Larrick y Connelly, 2009). Presenta una distribución geográfica amplia en los estados sureños de Norte América (Sardelis *et. al.*, 2001).

Holometabolismo

Huevo: La hembra de este mosquito puede llegar a depositar 100 huevos o más en una balsa (Ver Figura 3) y eclosionan en un rango de 24 a 30 horas después de ser puestos (Bates, 1949 (Citado por Larrick y Connolly, 2009)). El desarrollo de los estados inmaduros del mosquito se da en medios acuáticos, sin embargo, se ha observado la resistencia de los huevos a la desecación y se ha producido la eclosión a larvas, incluso un mes después de la oviposición, cuando los huevos se humedecen nuevamente (Salazar y Moncada, 2004).



Figura 3. Huevos del mosquito *Culex quinquefasciatus*

Fuente: Larrick y Connolly (2009).

Larva: Posee una cabeza gruesa y corta, el abdomen, el sifón o tubo de aire (utilizado para respirar en la superficie del agua) y branquias anales (Sirivanakarn y White, 1978). Además cuando éstas son perturbadas se desplazan con un movimiento característico de látigo (DuPonte y Larish, 2003). En la Figura 4 se aprecia una larva del *Culex quinquefasciatus*.



Figura 4. Larva del mosquito *Culex quinquefasciatus*
Fuente: Larrick y Connolly (2009).

Éstas larvas se alimentan de materiales bióticos presentes en el agua y su desarrollo se completa desde 5 a 8 días, en una temperatura promedio de 30°C, sin embargo es importante aclarar que el tiempo de desarrollo para todos los estadíos es variable y depende de la temperatura (Gerberg ,1970).

En su ambiente natural las larvas se desarrollan en aguas contaminadas, ricas en materia orgánica y, al parecer, tal preferencia está condicionada por estímulos de naturaleza química y olfatoria (Oda *et. al.*, 1999).De otra parte Alahmed (2010), afirma que las larvas de *Cx. quinquefasciatus* pueden explotar una gran variedad de hábitats acuáticos para su desarrollo y supervivencia, y pueden tolerar un medio ambiente acuático altamente contaminado y agua relativamente salina, y que además junto a la calidad del agua, hay algunos otros factores que determinan la idoneidad de los distintos tipos de hábitats acuáticos para los mosquitos, como la presencia o ausencia de sombra, vegetación acuática, el grado de movimiento del agua y la turbidez.

El hábitat de las larvas de los mosquitos *Culex quinquefasciatus* es diverso, incluyendo entre otros, humedales y campos de arroz (Jacob *et. al.*, 2006 (Citado por Mandal, 2007)).

Pupa: Como otras especies de mosquitos, las pupas tienen forma de coma y están conformadas por la cabeza y el tórax, el cual a su vez se compone por un cefalotórax y el abdomen (Ver Figura 5). Para respirar utilizan una trompeta o tubo que se ensancha al cuerpo de la pupa y posee un color más claro pues éste se extiende por fuera del cuerpo (Sirivanakarn y White, 1978).



Figura 5. Pupa del mosquito *Culex quinquefasciatus*
Fuente: Larrick y Connolly (2009)

Adulto: Su tamaño es inferior a los 5 mm de largo, son de color marrón y poseen bandas cruzadas sobre el abdomen (DuPont y Larish, 2003 (Citado por ISSGet. al., 2009)), sus alas son estrechas y las tendencias alimenticias para la hembra son netamente antropofílicas (Laporta, 2006) y en el macho se tiene que se alimenta de las comidas de azúcar (Gerberg, 1970) Ver Figura 6.

Según González *et.al.*,(2007), varios autores han demostrado que el *Culex quinquefasciatus* se adapta a aguas servidas o polutas (Hammerschmidt y Fitzgerald 2005; Farah *et. al.*, 2004). La presencia de ciertas bacterias, como las *Pseudomonas*, aisladas del hábitat larval de mosquitos, produce tanto atracción como estímulo para la oviposición de esta especie (Laird, 1988 (Citado por González *et. al.*, 2007)). La anterior situación en sumideros que presenten una alta carga orgánica, mayor proceso de oxidación y de consumo de oxígeno moderadamente alto, representan condiciones favorables para el *Culex quinquefasciatus* pero desfavorables para una alta densidad larval o el establecimiento exitoso de *Aedes aegypti* (González *et. al.*,2007).



Figura 6. Estado adulto del Mosquito *Culex quinquefasciatus*
Fuente: Larrick y Connolly (2009).

Se han identificado que los sumideros de aguas lluvias como criaderos de este mosquito, debido a que el diseño de éstos permite la acumulación de aguas y la retención de materia orgánica durante largos períodos, haciéndolos un medio propicio para su desarrollo (Geery y Holub, 1989).

2.3.1.2 *Aedes aegypti* Especie perteneciente al género *Aedes*. Mosquito cuyo origen se ubica en la región etiópica, que abarca la mayor cantidad de especies del subgénero *Stegomyia* (Nelson, 1986) Es un vector epidemiológicamente importante pues es el principal transmisor de fiebre amarilla y, actualmente de Dengue (WHO, 1986 (Citado por Salvatella, 1996)).

Sus hábitos son netamente antropófilos y domésticos. Tiene como criaderos depósitos de agua generados en objetos como neumáticos, botellas, floreros, etc., y pone sus huevos en las paredes de estos recipientes a la altura de la interfase agua-aire (Carrada, 1984 (Citado por Salvatella, 1996)).

Holometabolismo

Huevo: Los huevos se fijan individualmente a la pared del recipiente en el área húmeda justo por encima de la superficie del agua. Estos tienen un tamaño menor a 1 milímetro y son inicialmente de color blanco para tornarse negros (Ver Figura 7) con el desarrollo del embrión, que evoluciona con una duración de 2-3 días si se presentan las condiciones óptimas de temperatura y humedad (Nelson, 1986). Después de este periodo, los huevos son capaces de resistir a la desecación y temperaturas extremas alargando su vida desde 7 meses hasta un año (Gadelha, 1985 (Citado por Salvatella, 1996)); además se conoce que los huevos pueden conservarse en condiciones secas en un rango de temperatura que oscila entre 6.6°C y 178°C (Bacot, 1918 (Citado por Christophers, 1960)). Algunos huevos eclosionan con 15 minutos de inundación, sin embargo otros pueden no responder en mucho tiempo (Nelson, 1986). Para eclosionar, los huevos requieren dos condiciones: la inmersión en agua y una reducción en el contenido de oxígeno en el agua. Este último es generalmente creado por la proliferación de microorganismos en el medio ambiente acuático (Gjullin, 1941 y Judson, 1960 (Citado por Cyr, 2004)).



Figura 7. Huevos de *Aedes aegypti*
Fuente: Malar (2006).

Larva: las larvas y pupas son enteramente acuáticas (Nelson, 1986). Las larvas emergentes atraviesan por un ciclo de cuatro estadíos, creciendo desde 1mm de largo hasta los 5 ó 6 mm. Durante este ciclo, éstas se alimentan del zoo y fitoplancton de los recipientes que habitan (Salvatella, 1996). Dentro de los aspectos morfológicos más importantes de esta especie está el que poseen una cabeza ovoide, tórax, abdomen fragmentado en 9 partes y un sifón o tubo de aire para realizar la respiración en la superficie del agua (Nelson, 1986). Ver Figura 8.



Figura 8. Larva del Mosquito *Aedes aegypti*
Fuente: Montero (2009).

Entre las características de las larvas de *Aedes aegypti*, se encuentran su sensibilidad a los cambios repentinos en la intensidad de la luz, nadan con un movimiento serpentino y cuando son molestadas nadan hasta el fondo del contenedor (Nelson, 1986). En lo relacionado al desarrollo de éstas, según Nelson (1986) la pupación se puede presentar 5 días después del nacimiento o más comúnmente de 7 a 14 días; de los cuatro estadíos por los que atraviesa la larva, el cuarto es el que más tiempo toma y es en este donde se presenta un aumento de tamaño y peso significativo. Según Christophers (1960), el alimento natural del *Ae. aegypti* está formado por algas, diatomeas, rotíferos, material en descomposición, y bacterias.

Según Cyr (2004), parámetros como la temperatura del agua y el pH afectan el desarrollo de las larvas de *Ae. aegypti*. El rango de temperatura del agua necesario para el crecimiento de las larvas se encuentra entre los 16 °C y 34 °C (Christophers, 1960), la temperatura óptima es de 28 °C (Shannon y Putnam, 1934 (Citado por Cyr, 2004)). En cuanto al rango de pH adecuado para el crecimiento de *Ae. aegypti*, se tiene que es muy amplio y que va desde 5,8 hasta 8,6. Fuera de este rango, el tiempo de desarrollo se incrementa y se reduce la emergencia de adultos (Christophers, 1960).

En cuanto a los efectos extremos de la temperatura en el desarrollo de las larvas, Christophers (1960), encontró que el rango letal para altas temperaturas es de 39°C-41°C a una breve exposición y para bajas temperaturas se tiene que 1°C, en un tiempo de exposición de 24 horas, resulta ser letal para la mayoría de los estadíos.

Pupa. Durante esta etapa se presentan cambios significativos anatómico-fisiológicos hasta la aparición del adulto. Éstas pueden reaccionar rápidamente a estímulos externos, y así mismo nadan activamente sobre el recipiente, debido a su flotabilidad se mantiene en la superficie; esta característica le facilita la emergencia del insecto adulto (Nelson, 1986). Las pupas tienen unas trompetas o tubos que atraviesan la superficie del agua y permiten la respiración de las pupas. Ver Figura 9.

Esta etapa oscila entre 1 a 3 días, bajo condiciones favorables, temperaturas de 28°C a 32°C. A condiciones de temperaturas extremas esta se puede ver alterada (Montero, 2009). Las pupas de *Aedes aegypti* se vuelven inactivas en la superficie del agua a una temperatura de 4.4°C y reanudan su actividad a los 15.6 °C (Bacot, 1916 (Citado por Christophers, 1960)). Considerando el tiempo de exposición a temperaturas mayores, Christophers (1960), afirma que para una breve exposición, la temperatura letal para la pupa, tomando esto como una mortalidad del 100%, es de 44 a 48 °C.



Figura 9. Pupa del Mosquito *Aedes aegypti*

Fuente: Secretaría de Salud Pública de Santiago de Cali (2010)

Adulto: El adulto emergente es de tamaño pequeño en comparación con las otras especies de mosquitos, su longitud varía entre 3 a 4 milímetros sin contar la longitud de sus patas. Es totalmente negro distinguiéndose puntos blancos en su cuerpo y cabeza, además de anillos blancos alrededor de sus patas (Ver Figura 10). Sus alas son translúcidas y bordeadas con escamas (Salvatella, 1986).



Figura10. Adulto del Mosquito *Aedes aegypti*

Fuente: Montero (2009)

Según Nelson (1986), una vez emerge, el adulto debe reposar unas pocas horas en la superficie, para lograr que el exoesqueleto y las alas se endurezcan. Las hembras hematófagas tienen hábitos alimenticios diurnos, con gran afinidad por la sangre humana (Salvatella, 1996).

Cabe resaltar que dentro de sus tendencias reproductivas según Nelson (1986), la hembra grávida (o en estado de embarazo) es atraída hacia recipientes oscuros o sombreados con paredes rígidas, para realizar la oviposición. De igual manera buscan un recipiente relativamente limpio y claro, de agua con alto contenido orgánico y además afirma que prefieren el agua incolora a la turbia.

Para esta especie se tiene que la producción de pupas puede ser tomada como indicador de los adultos producidos y en ausencia de factores externos como depredadores o parásitos su mortalidad es baja, es decir que aquellos que lleguen al estado pupal tienen una alta probabilidad de ser adultos (González, 2007).

Para Christophers (1960), la propagación continua de esta especie depende principalmente de 3 factores: El primero es la obtención de sangre como alimento para la hembra, sin la cual los huevos no se forman, segundo se tiene la presencia de agua apta para la vida larval y el último de ellos es una temperatura que favorezca el desarrollo de este y así mismo su propagación.

Es conocido de igual forma que los criaderos intradomiciliarios que contienen larvas de estos mosquitos, no llegan a producir adultos, debido a la manipulación de los recipientes por parte de los habitantes del domicilio. Sin embargo, por el contrario, los criaderos de mayor tamaño externos al domicilio, contribuyen de manera notable con pupas (Focks y Chadee, 1997 y Focks *et. al.*, 1981 (Citado por González, 2007)).

Según González (2007), aunque *A. aegypti* se reproduce en reconocidos criaderos, intra y peridomiciliarios como lo son floreros, botellas, llantas, etc., se tiene que también ha colonizado sumideros como sitios de cría y además afirma que este desplaza a *C. quinquefasciatus*, la especie tradicionalmente dominante en estos ambientes. Esto tiene implicaciones prácticas en cuanto a la producción diaria de mosquitos en estas estructuras y la toma de decisiones por parte de los organismos sanitarios de control del estado y la comunidad.

Es necesario tener en cuenta, que en la literatura consultada sobre la biología de *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus*, no se establecen rangos exactos, ni condiciones en cuanto a la turbiedad y el oxígeno disuelto que deba presentar el medio en el que estos suelen desarrollarse.

Finalmente, considerando la importancia del *Aedes aegypti* como principal transmisor del Dengue y de otras enfermedades como la Fiebre Amarilla, es importante resaltar que los trabajos de erradicación de este vector datan desde hace más de 50 años. En el año 1947 el Consejo Directivo de la Organización Panamericana de Salud (OPS) realizó un acuerdo para llevar a cabo la erradicación del *Aedes aegypti* y las enfermedades transmitidas por el mismo. Este acuerdo obligó a los países infectados a no sólo proteger sus habitantes, sino también aquellos de otros países, mediante la eliminación de los focos de infección, agentes y vectores, y la desaparición de algunas de las condiciones que permitían la existencia de la enfermedad (OPS, 2002).

2.3.2 Dengue. Enfermedad viral transmitida por las hembras del mosquito *Aedes aegypti*, que actúan como vector. El Dengue en sí mismo no es una enfermedad grave, pero las personas que la contraen por segunda o tercera vez, pueden

padecer Dengue hemorrágico, una complicación que puede ser mortal (IDRC, 2006). Según la Secretaría de Salud Pública de Santiago de Cali (2010) existe una primera sintomatología que se caracteriza principalmente por fiebre alta, dolor muscular, en articulaciones y huesos, náuseas o vómito, brotes en la piel, dolor al mover los ojos; sin embargo existen otros agravantes como el dolor abdominal, hemorragias (por nariz, encías o piel), vómito con sangre, hemorragias del aparato digestivo y hemorragias vaginales.

Los mosquitos vectores se reproducen en lugares con aguas estancadas que pueden estar en las zonas urbanas, sobre todo en las áreas marginales, como los patios o jardines traseros de las viviendas o en lugares públicos. Los contenedores y recipientes no cubiertos en los que depositan el agua los grupos de población pobres y desfavorecidos que carecen de sistemas adecuados de distribución del agua, pueden convertirse también en focos de reproducción para los mosquitos que transmiten el Dengue (IDRC, 2006).

En Colombia, desde 1960, se registró un aumento progresivo en la incidencia de las enfermedades de FD (Fiebre por Dengue) y DG (Dengue Grave) en extensas regiones del país, destacándose que los brotes de mayor magnitud fueron reportados en los años 1991, 1994, 1998 y 2001, razón por la cual fue considerado nuevamente como endémico (GESP, 2006).

Particularmente, para la ciudad de Cali según el Grupo Epidemiológico y Salud Poblacional, GESP, (2006), se tiene que es un sitio de transmisión hiperendémica para Dengue con una alta incidencia de casos y ocurrencia de enfermedad en la población infantil. Entre las características adicionales que influyen la situación de transmisión en la ciudad se encuentran: la circulación de múltiples serotipos virales, una gran variación espacial para el riesgo de adquirir la infección, la resistencia a insecticidas del *Aedes aegypti*, documentada en estudios preliminares usando bioensayos y métodos bioquímicos e investigaciones sobre la dinámica de población del vector y además la proliferación del mosquito debido a los múltiples criaderos que existen en la ciudad, como se mencionó al inicio de la Sección 2.3.

Teniendo en cuenta el impacto epidemiológico que esta enfermedad ha tenido en la ciudad y la importancia que cobran los sumideros al ser uno de los medios más propicios para el desarrollo del mosquito trasmisor del Dengue, se hace necesario proponer mejoramientos tecnológicos que contribuyan a controlar esta problemática. Este proyecto propone la aplicación de los principios básicos de la Filtración Gruesa Dinámica (FGDi) unido a la perforación de la pantalla de rebose de la estructura, con el fin de eliminar la acumulación de agua al interior del sumidero y de esta manera disminuir la proliferación del mosquito *Aedes aegypti*. A continuación se presenta información de interés sobre la FGDi.

2.4 FILTRACION GRUESA DINAMICA

El mejoramiento realizado en la estructura se basó en la utilización de un lecho de grava como medio filtrante que unido a la perforación de la pantalla de rebose, permitiera la evacuación del volumen de agua acumulado en el sumidero y la retención de los sólidos que llegan a la estructura, logrando de esta manera no alterar las características del funcionamiento del sumidero.

2.4.1 Definición Un sistema de Filtración Gruesa Dinámica (FGDi), consiste de dos o más módulos operados en paralelo con flujo descendente, donde cada unidad es empacada con lechos de grava de tamaños variados, distribuida así: gruesa en el fondo a fina en la superficie. La grava de menor tamaño origina grandes áreas superficiales dentro del lecho filtrante y por consiguiente, valores bajos de carga superficial, favoreciendo el proceso de sedimentación como mecanismo predominante en la remoción de material sólido (Latorre, *et. al.*, 1996 (Citado por Galvis y Latorre, 1999). En la Figura 11 se presenta el proceso de Filtración Gruesa Dinámica:

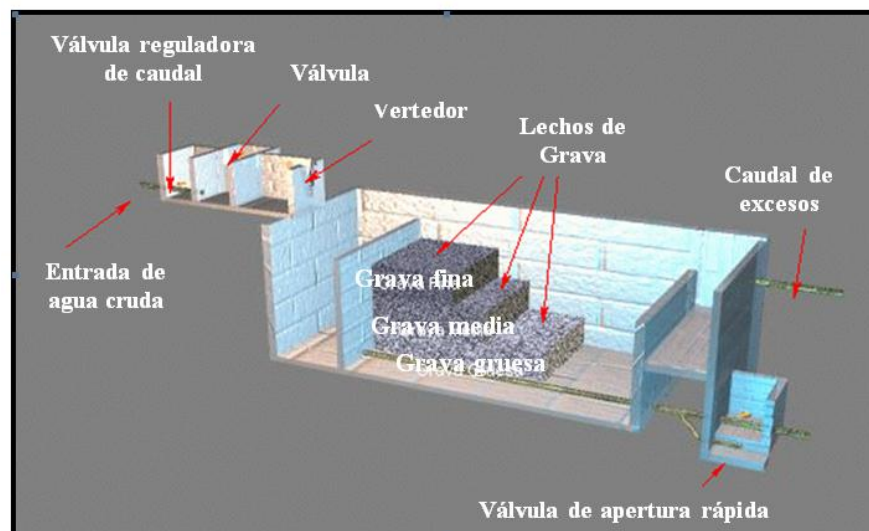


Figura 11. Filtración Gruesa Dinámica
Fuente: Galvis y Latorre (1999).

Este mecanismo es usado como uno de los componentes en la Tecnología FIME (Filtración en Múltiples Etapas), la cual es utilizada en el Tratamiento de Agua potable. Dentro de las ventajas de este mecanismo figura el no uso de químicos, funciona de manera descendente y su importancia radica en acondicionar la calidad del agua cruda y su papel como primera etapa de pre-tratamiento, incluyendo eficiencias de remoción.

En un FGDi, el caudal de diseño, Q_i , afluyente de la unidad, percola verticalmente a través de lechos de grava, para ser colectado en el fondo y posteriormente

distribuido. Según Galvis y Latorre (1999) la capacidad que tiene el filtro de declinar, es decir de distribuir el caudal de diseño (Q_i), entre el caudal filtrado (Q_f) y el caudal de rebose, origina el nombre de dinámico.

2.4.2 Lecho Filtrante y de soporte Este aspecto corresponde a uno de los componentes de los FGD_i. El medio filtrante está conformado por tres capas de grava que varían entre 3.0-25.0 mm. La capa más fina se coloca en la superficie y la más gruesa sobre el fondo de la unidad, cubriendo el sistema de drenaje o múltiple recolector.

Tanto la grava de fondo como la intermedia funcionan como lechos de soporte, aunque existen evidencias de su contribución en la remoción de material suspendido (Latorre, 1994 (Citado por Galvis y Latorre, 1999)).

El mantenimiento inadecuado de estas zonas, facilita la acumulación progresiva de lodo y en consecuencia, la colmatación total de la unidad, obligando a su vaciado completo.

2.4.3 Criterios de diseño Considerando la implementación de la FGD_i en el alcance de esta investigación, en esta sección son enunciados algunos de los aspectos relevantes en el diseño de los FGD_i (CINARA-IRC, 1996. (Citado por Galvis y Latorre, 1999)).

Dispersión del medio filtrante: es un factor que influye de manera significativa en el proceso, ya que debe configurarse de tal manera que no se produzcan mezclas de medios filtrantes durante el mantenimiento, debido a que los lechos no estratificados conllevan a una menor eficiencia remocional, mayor infiltración de lodo hacia las profundidades del lecho, aumentando las rutinas de mantenimiento, por lo que se recomienda instalar entre las capas de grava mallas plásticas, actuando como separadores de lechos filtrantes (Galvis y Latorre, 1999). En La Tabla 1 se presenta una estratificación del medio filtrante de FGD_i.

Tabla 1. Especificaciones de lecho filtrante recomendado para Filtros Gruesos Dinámicos, FGD_i.

Posición en el Lecho	Especificaciones del Lecho en mm	
	Espesor de la capa (m)	Tamaño de la grava (mm)
Superior	0.20	3.0 - 6.0
Intermedio	0.20	6.0 - 13.0
Inferior, Fondo	0.20	13.0 - 25.0

Fuente: Galvis y Latorre (1999).

Las anteriores especificaciones sirvieron de base al momento de instalar el lecho filtrante en la estructura, considerando las dimensiones del sumidero a modificar.

2.5 PARÁMETROS MUESTREADOS

Según el enfoque de este estudio y considerando la importancia de la modificación realizada en el sumidero, se hace necesario conocer en primer lugar las características que lo hacen propicio para el desarrollo del mosquito, para lo cual se definen las variables fisicoquímicas y en segundo lugar, la herramienta estadística utilizada en la determinación del impacto ambiental generado por la modificación.

2.5.1 Parámetros Fisicoquímicos.

2.5.1.1 Turbiedad La turbidez del agua es producida por partículas en suspensión y disueltas de líquidos y sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos (APHA-AWWA-WPCF,1989).

La turbiedad es una expresión de la propiedad óptica que tiene una muestra, de dispersar o absorberla luz en lugar de transmitirla en línea recta a través de ella (López, 2001). La correlación de la turbidez con la concentración en peso de la materia en suspensión es difícil de establecer, ya que en la dispersión luminosa también intervienen el tamaño, la forma y el índice de refracción de las partículas (APHA-AWWA-WPCF,1989).

2.5.1.2 Oxígeno Disuelto (OD) El oxígeno es ligeramente soluble en el agua; la cantidad real de oxígeno que puede estar presente en la solución está determinada por: la solubilidad del gas, la presión parcial del gas en la atmósfera, la temperatura y la pureza del agua (salinidad, sólidos suspendidos) (López, 2001).

El OD es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios así como para otras formas de vida aerobia. Las concentraciones de OD dependen de las características fisicoquímicas y la actividad bioquímica de los organismos en los cuerpos de agua.

Método Winkler. Método usado para la medición de este parámetro. Según Gutiérrez (2010) la toma de muestra generalmente se debe hacer con botellas muestreadoras que permitan el menor contacto con el aire, evitando el burbujeo a través de la muestra y logrando que varios volúmenes de la muestra pasen a través de la botella.

La muestra obtenida se trata con sulfato manganoso (MnSO_4), hidróxido de potasio (KOH) y yoduro de potasio (KI), estos dos últimos reactivos combinados en una solución única, forman un precipitado blanco de hidróxido manganoso, $\text{Mn}(\text{OH})_2$, si el precipitado permanece blanco no hay oxígeno disuelto, más si el precipitado es de color pardo indica que el oxígeno disuelto reacciona con el

Hidróxido Manganoso formando dióxido de manganeso hidratado (fijación del oxígeno disuelto en campo, que también ayuda a inhibir la acción microbiológica), la formación de este último es lenta y se debe por lo menos realizar la mezcla completa de los reactivos dos veces y finalmente el precipitado se acidifica con ácido sulfúrico (H_2SO_4), con la acidificación, el hidróxido mangánico forma el sulfato mangánico que actúa como agente oxidante para liberar yodo del yoduro de potasio. El yodo libre es el equivalente estequiométrico del OD en la muestra y se valora con una solución estándar de tiosulfato de sodio, operación que se realiza en el laboratorio.

Para minimizar el efecto de los Nitritos se aplica la modificación de la azida para eliminar la interferencia por consumo debido a los nitritos; existen otras modificaciones para muestras con alto contenido de sólidos suspendidos, Hierro o de lodos activados. En los casos de inaplicabilidad de la modificación de la azida, se debe usar el método electrométrico para la evaluación de OD.

2.5.1.3 pH El término pH es usado para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución e indica la actividad del ión hidrogeno más que su concentración (López, 2001).

En la gran mayoría de las aguas superficiales naturales el pH varía en un rango de 4-9 con cierta tendencia a ser básicas por la presencia de bicarbonatos y carbonatos. Cualquier cambio de estos valores es debido a descargas ácidas o básicas de desechos industriales (López, 2001).

El pH se mide por dos métodos: El método de los indicadores o el electrométrico. El método de indicadores es poco preciso y tiene interferencia por color, turbiedad, Sólidos Suspendidos, etc. El método electrométrico se realiza usando un electrodo con membrana de vidrio el cual permite medir la diferencia de potencial entre dos soluciones con diferente concentración de iones Hidronio (Gutiérrez, 2010).

2.5.2 Medición organoléptica Se estableció que uno de los impactos ambientales que se podría generar, es la emanación de malos olores. Según el método utilizado para realizar el muestreo y las recomendaciones dadas por Mosquera (2010) se tuvo en cuenta el siguiente método, para llevar a cabo el análisis de este tipo de muestreo:

Análisis de olores. El *Test de McNemar* es una prueba no paramétrica utilizada para comparar dos proporciones de una población que están relacionadas o correlacionadas entre sí (URL-3,2010). La Tabla 2 presenta la forma en que se tabulan los datos en la aplicación del test.

Tabla 2. Tabulación de los datos para la aplicación del Test de McNemar

	Situación 2		
		+	-
	+	a	b
	-	c	d

Fuente: URL-3 (2010)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La fase experimental de esta investigación se llevó a cabo en el período comprendido entre Julio-Agosto 2010 y se desarrolló acorde con la estrategia metodológica que se describe a continuación.

3.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto fue desarrollado en la Universidad del Valle (sede Meléndez) localizada en el Municipio de Santiago de Cali (Figura 12), situado a 3°27'00" latitud Norte 76°32'00" latitud Oeste y a 995 msnm, la precipitación media anual es de 1045,3 mm/año (URL-4, 2011), una temperatura máxima promedio de 28°C y humedad relativa del 85% (Morales, 2008). El estudio fue llevado a cabo en dos sumideros ubicados entre los edificios 340 y 341 de la Facultad de Ingeniería (Figura 13 y 14). En primer lugar, estas estructuras fueron seleccionadas para realizar el estudio exploratorio, dada la cercanía de éstas a los laboratorios y equipos requeridos para realizar los análisis de las variables medidas y en segundo lugar, debido a que pertenecen al grupo de los sumideros estudiados anteriormente por el Departamento de Biología, en los cuales se determinó la presencia del mosquito *Aedes aegypti* (González, 2010).



Figura 12. Ubicación de la Universidad del Valle
Fuente: Autores (2010)

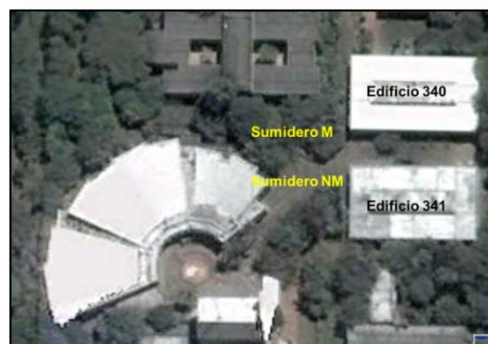


Figura 13. Localización de los Sumideros
Fuente: Autores (2010)



Figura 14. Sumideros del proyecto
Fuente: Autores (2010)

3.2 UNIDAD EXPERIMENTAL

Las unidades experimentales utilizadas fueron dos sumideros tipo B (EMCALI, 2007):

1. Sumidero Modificado (Sumidero M): En éste se realizó una modificación basada en la perforación de la pantalla de rebose (Ver Sección 3.3.1.3) y la implementación de los principios del mecanismo de Filtración Gruesa Dinámica, los cuales son la utilización de lechos de grava de menor a mayor diámetro de manera descendente para la retención de sólidos.
2. Sumidero No Modificado (Sumidero NM): En esta estructura no se realizó ninguna alteración.

Lo anterior permitió la comparación de los parámetros medidos en ambos sumideros para poder determinar si la modificación realizada cumplió con los objetivos planteados: evacuar completamente la lámina de agua y de esta manera controlar la proliferación del mosquito *Aedes aegypti*.

3.2.1 Características de las unidades experimentales Los sumideros del estudio fueron diseñados por las Empresas Municipales de Cali, EMCALI EICE ESP, empresa prestadora de servicios públicos de la ciudad y construidos aproximadamente, en el año 1970:

Las principales dimensiones de cada una de las estructuras son presentadas en la Tabla 3 y se aprecian en las Figuras 15 y 16:

Tabla 3. Características constructivas sumideros en estudio (m).

Dimensiones	Sumidero M	Sumidero NM
Largo	1.50	1.50
Ancho	0.52	0.52
Altura de la pantalla de rebose	0.26	0.45
Espesor de la pantalla de rebose	0.06	0.06
Diámetro tubería de desagüe	0.26	0.16
Pantalla para sello hidráulico	NO PRESENTAN	

Según la observación realizada, es necesario resaltar que en el sumidero NM la cota de batea de la tubería de desagüe es mayor a la cota de fondo de la cámara de recolección de sedimentos (Ver Figura 15) mientras que en el sumidero M éstas son iguales, es decir que se encuentran al mismo nivel (Ver Figura 16), lo que permite seleccionar esta estructura para realizar la modificación. En la sección de anexos se presentan las estructuras más detalladas (Ver Figura A1 hasta la Figura A4).

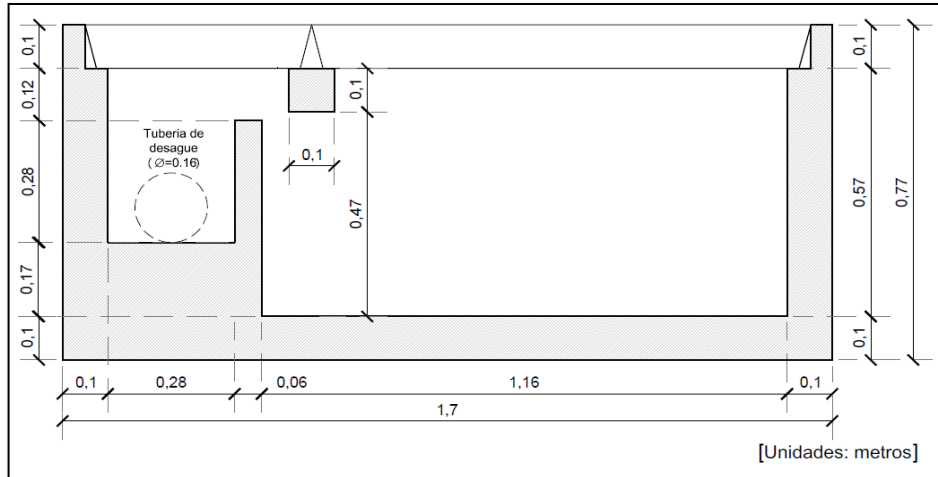


Figura 15. Detalle Sumidero NM (Corte)

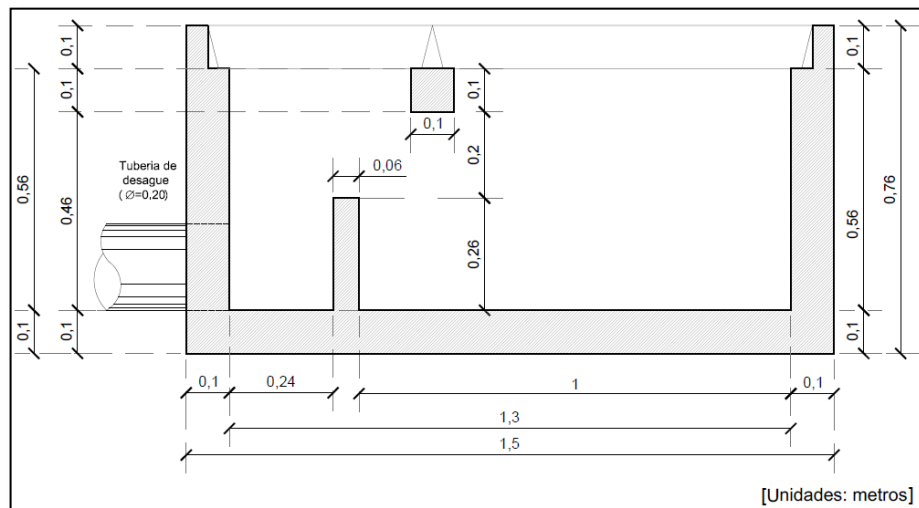


Figura 16. Detalle Sumidero M (Corte).

Considerando la ubicación de los sumideros y las características de la zona, el área aferente aproximada de cada una de las estructuras es de 55.4 m².

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

3.3.1 Montaje experimental El montaje de las unidades experimentales fue llevado a cabo en varias etapas, las cuales son descritas a continuación y su registro fotográfico es presentado en la sección de Anexos:

3.3.1.1 Señalización Este proceso se llevó a cabo dado que los sumideros no podían ser intervenidos antes de dar inicio a los muestreos, pues la acción residual de los químicos utilizados podría llegar a alterar los resultados esperados en cuanto a la presencia del mosquito *Aedes aegypti*. Por ello, se contactó al Sr. Carlos A. Osorio, Coordinador de Fumiexpress de Colombia, empresa

encargada de realizar las fumigaciones en la Universidad del valle y al Biólogo Entomólogo Carlos Andrés Morales de la Secretaría de Salud Pública, a los cuales se les solicitó que estos sumideros no fuesen intervenidos antes y durante el desarrollo de la etapa experimental.

Por recomendaciones de ambas entidades, se debió realizar una señalización en los sumideros del estudio, para lo cual se implementó un letrero (realizado con pintura de aceite) y se mantuvieron cubiertos con plástico durante 3 meses aproximadamente (antes de iniciar la fase experimental), con el fin de que las fumigaciones realizadas en zonas aledañas no afectaran las características del agua retenida en las estructuras, por posibles efectos de acción residual de los químicos usados (Figura 17). Cabe aclarar que una vez se inició la experimentación, el plástico fue retirado.



Figura 17. Señalización en Sumidero NM y Sumidero M.
Fuente: Autores (2010).

3.3.1.2 Limpieza En las dos estructuras se retiraron los sólidos flotantes (hojas secas, palos, etc.), el agua y el lodo retenido; para ello se usaron cubetas de plástico y una pala. El material sólido fue dispuesto en una zona apta para ello y el agua fue desechada por la tubería de desagüe de cada uno de los sumideros.

Seguidamente se lavaron con abundante agua, detergente en polvo y se utilizó un cepillo para retirar el exceso de suciedad que quedaba en las paredes de la estructura. Con el fin de eliminar los posibles huevos de *Aedes aegypti* adheridos en las paredes del sumidero, éstas se refregaron con una solución al 5.25% de Hipoclorito de Sodio (Cloro), que se dejó actuar durante 10 minutos y finalmente se enjuagó con abundante agua.

Lo anterior se garantizó para ambos sumideros con el fin de iniciar en las mismas condiciones, y así lograr que los resultados de las mediciones no tuviesen efectos acumulados anteriores. Cabe resaltar que para realizar la limpieza de los sumideros se contó con la autorización de la Sección de Servicios Varios de la Universidad del Valle.

3.3.1.3 Modificación del sumidero A continuación se presentan los pasos seguidos para llevar a cabo este proceso:

- a. **Instalación de reglas** En cada una de las estructuras se fijaron dos reglas de plástico para determinar el nivel del agua, las cuales fueron fijadas con pegante Sikaflex.
- b. **Perforación de la pantalla de rebose** Se utilizó un taladro de percusión DeWALT, el cual fue suministrado por el Área de mantenimiento de la Universidad del Valle. Para establecer el número y la ubicación de las perforaciones se tuvo en cuenta las dimensiones de la pantalla y el diámetro de la grava. Se perforaron 2 hileras en la pantalla de rebose, con una separación de 10mm entre cada una, con 15 hoyos en total, de diámetro equivalente a 15.87 mm (menor al diámetro de la grava inferior) a una distancia de 30 mm entre cada uno de ellos, para garantizar que la evacuación del agua fuese suficientemente rápida.
- c. **Compartimiento de la grava** Se colocó geotextil y ladrillo limpio en el fondo de la cámara de recolección de sedimentos para crearle un compartimiento al medio filtrante y lograr que al finalizar la fase experimental se facilitara el retiro de la grava.
- d. **Adecuación del Medio filtrante** En la Tabla 4 se presentan las características de la disposición del medio filtrante en la estructura.

Tabla 4. Características de la disposición del medio filtrante en el Sumidero M.

Ubicación en compartimiento	Espesor de Capa(m)	Diámetro Grava (mm)	Diámetro Grava (Pulg.)
Superior	0.10	9,52	3/8"
Inferior	0.12	19,05	3/4"

La Figura 18 muestra el esquema de la adecuación del medio filtrante y de las perforaciones realizadas. Cabe resaltar que antes de colocar la grava en el sumidero, ésta fue extendida sobre un plástico para retirar el material orgánico presente (pasto seco, arenas, otros) y se lavó con abundante agua y un poco de cloro.

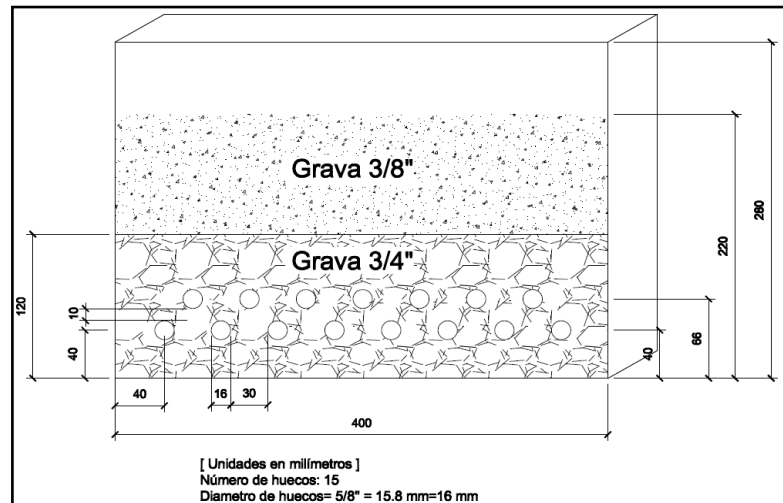


Figura 18. Adecuación del medio filtrante sumidero M.
 Fuente: Autores (2010).

Siguiendo las recomendaciones de la literatura, las capas del medio filtrante debieron ser separadas (Sección 2.4.3), para lo cual se utilizó una malla de plástico tipo diamante con un diámetro menor de 3/8", correspondiente al tamaño de la grava superior. Finalmente la Figuras 19 presenta el esquema de funcionamiento en la estructura.

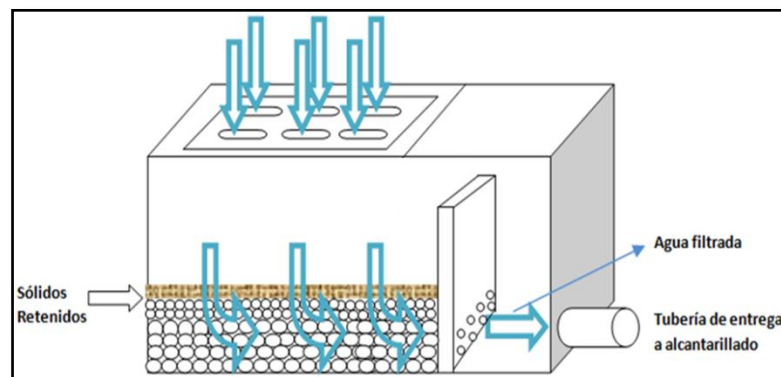


Figura 19. Esquema del funcionamiento
 Fuente: Autores (2010).

3.3.1.4 Restauración del Sumidero M Dado que el sumidero se debió dejar tal y como estaba antes de ser modificado, al finalizar la etapa experimental se llevó a cabo el retiro tanto del medio filtrante como del material con que se conformó el compartimiento de la grava y además se rellenaron las perforaciones realizadas a la pantalla de rebose.

Una vez retirada, la grava fue llevada al Laboratorio de Ingeniería de Materiales, en donde fue pesada en dos oportunidades: inicialmente en las mismas condiciones en que fue retirada y seguidamente se pesó después de ser lavada, tamizada (retirar exceso de sólidos) y secada al sol (Figura 20); lo anterior con el

fin de determinar la retención de sólidos que se presentó durante los dos meses de experimentación. Para pesar la grava se utilizó una balanza marca Smith Scale referencia 885-4288 (Figura 21):



Figura 20. Secado de la grava una vez tamizada
Fuente: Autores (2010).



Figura 21. Balanza Smith Scale
Fuente: Autores (2010).

Para el Sumidero NM, se realizó cuidadosamente el retiro del agua acumulada con cubetas de plástico, para reducir la resuspensión de los sólidos sedimentados al fondo de la cámara de recolección de sedimentos y posteriormente se midió la altura del lodo en el fondo de la estructura.

3.4 METODOLOGÍA PARA LOS MUESTREOS DE LAS VARIABLES

Los muestreos realizados durante la fase experimental iniciaron una vez el nivel de agua en la estructura fué mayor a 0.2 m, condición necesaria para la utilización de los equipos de medición.

3.4.1 Muestreo Se realizaron mediciones diariamente (lunes a viernes) durante un período de 8 semanas (Tabla 5), de 12.30 pm a 2:30 pm. El horario de medición fue seleccionado considerando el comportamiento de la emanación de olores respecto al aumento de la temperatura ambiente, siendo esta una de las variables medidas (ver Sección 3.4.2).

Tabla 5. Duración de la fase experimental

SEMANA	PERÍODO
1	06 Julio- 09 Julio
2	12 Julio-16 Julio
3	19 Julio- 23 Julio
4	26 Julio- 30 Julio
5	02 Agosto- 06 Agosto
6	09 Agosto-13 Agosto
7	17 Agosto- 20 Agosto
8	23 Agosto- 30 Agosto

Puntos de muestreo.

Los 6 puntos de muestreo se fijaron conservando igual distancia entre ellos, tal como lo indica la Figura 22, y teniendo en cuenta cubrir toda el área superficial del sumidero.

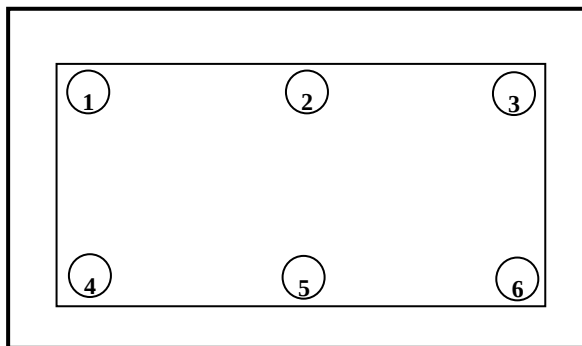


Figura 22.Divisiones para puntos de muestreo (Vista en planta)

Cabe resaltar que los puntos 1, 3, 4 y 6 se seleccionaron considerando las recomendaciones realizadas sobre que las esquinas, pues son las zonas preferidas por las hembras del mosquito para realizar la oviposición en recipientes oscuros o sombreados con paredes rígidas (Nelson, 1986).

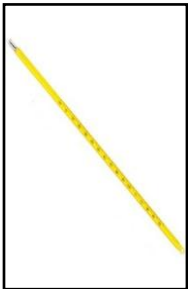
3.4.2 Variables muestreadas Las variables medidas fueron seleccionadas teniendo en cuenta el alcance del proyecto. Se midieron variables de tipo organoléptico (Olor), fisicoquímico (Oxígeno disuelto, Temperatura del agua, pH y Turbiedad) y entomológico (Conteo e identificación de especies), además se realizó la determinación del nivel de agua en cada sumidero. Estas mediciones se realizaron de manera sistemática y siguiendo un orden establecido, el cual se presenta a continuación:

1. Medición de olores: se requirió que los sumideros no hubiesen sido perturbados anteriormente para no alterar la emanación de olores provenientes de la estructura.
2. Nivel del agua.
3. Mediciones fisicoquímicas: iniciando con la determinación del Oxígeno Disuelto (OD) y la Temperatura del agua. La lectura de OD requiere que el agua no sea agitada para no aumentar el intercambio de gases que se da en la interfase gas-líquido y alterar los resultados de esta medición. Posteriormente, se determinaron los parámetros de Turbiedad y pH.
4. Mediciones entomológicas: Ver Sección 3.4.4.

La Tabla 6 presenta la cantidad total de muestras obtenidas y la metodología utilizada en la medición de cada una de las variables mencionadas anteriormente, para algunas de ellas se tuvieron en cuenta las especificaciones realizadas en los Métodos estandarizados para el análisis de agua potable y agua residual (URL-5, 2006):

Tabla 6. Metodología para la medición de parámetros

TIPO DE MEDICIÓN	VARIABLES DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	NÚMERO DE MUESTREOS		METODOLOGÍA	OBSERVACIONES
			n	n Total		
Organolépticas	Olor	Sensitivo	684	684	-Sección 3.4.3.	Este muestreo se realizó en un rango horario comprendido entre las 12:00 pm y 2:00 pm.
Fisicoquímicas	Oxígeno Disuelto	Oxímetro Marca: Oxi 330 wtw 82362 Weilheim 	132	142	-Ver código 4500 O G (URL-5, 2006).	-Esta medición fue realizada in situ. -El oxímetro fue utilizado durante las semanas 1 a la 5, pues dado que comenzó a fallar por la falta de mantenimiento, razón por la cual no fue posible seguir midiendo en las siguientes semanas, con este mismo método.

		Método Winkler 	10		-Sección 2.5.2. - Ver código 4500 O C (URL-5, 2006).	-Este método fue utilizado de las semanas 7 y 8. La semana 6 no fue posible medir debido a la falta de reactivos. -El procedimiento seguido en este método indica que las muestras no pueden ser devueltas al sumidero, pues ha habido una adición de químicos, razón por la cual sólo se realiza un muestreo en el punto medio del sumidero (Gutiérrez, 2010), y con ello no retirar un volumen de agua significativo de la estructura.
	Temperatura	Oxímetro	132	204	-La lectura entregada por este aparato permite conocer la temperatura del agua, en cada uno de los 6 puntos de muestreo.	Se utilizó el oxímetro empleado para la determinación del Oxígeno disuelto.
		Termómetro de Mercurio 	72		-Ver código 2550 (URL-5, 2006).	Debido al mal estado del oxímetro, este parámetro debió ser determinado mediante este tipo de termómetro, durante las semanas 7 y 8.
	pH	pH-Metro Marca: Thermo	228	228	-Ver código 4500-H+ (URL-	-Entre cada toma de las 6

		Orion Model 210 A+ 			5, 2006).	muestras se debió lavar el electrodo con agua destilada. -Las muestras fueron recolectadas en vasos plásticos de 205 ml.
	Turbiedad	Turbidímetro Marca: Direct-reading turbidimeter Orbeco-Hellige 	228	228	-Ver código 2130 (URL-5, 2006).	-Entre cada lectura que arrojaba el equipo se debió lavar la celda donde se tomaba la muestra, con agua destilada. -Las muestras fueron recolectadas en vasos plásticos de 205 ml.
Entomológicas	Conteo e identificación de especies de mosquito	Estereoscopio Marca: Nikon referencia SMZ 645 	9	9	-Sección 3.4.4	
Otros	Nivel de agua	Reglas instaladas 	38	38	- Se registró la altura de la lámina de agua señalada en las reglas en cada una de las estructuras.	Medición realizada para llevar un control diario sobre el llenado, evacuación y/o rebose en los sumideros.

*Éstos parámetros se midieron en la parte semi-superficial de la lámina de agua del sumidero (De 0.10 m a 0.15 m, desde el nivel del agua).

Por último cabe resaltar que los equipos utilizados fueron prestados por el Laboratorio de CINARA ubicado en la Estación de Puerto Mallarino, el Laboratorio de Microbiología Ambiental y el Laboratorio de Aguas, de la Universidad del Valle.

3.4.3 Medición de Olores Según la capacitación prestada por Peña (2010), catador de café de la Cooperativa de Caficultores en Tuluá y Mosquera (2010), se estableció la metodología a seguir presentada a continuación:

- Se seleccionaron tres transeúntes diariamente de manera aleatoria en el Campus universitario, pues según Mosquera (2010), es el tamaño de muestra apropiado para el tipo de medición desarrollado en este estudio. Para cada persona se registró si en el momento de la medición presentaba dificultades o perturbaciones considerables que afectaran su olfato.
- La medición se realizó tres veces por persona, en cada uno de los sumideros. La persona se ubicó sobre la estructura y manifestó su resultado (Perceptible o No Perceptible). Para la regeneración del olfato, recomendada por Peña (2010), entre cada medición la persona se retiró a 5 metros de distancia del sumidero (“punto neutro”) e inhaló profundamente el aroma de los granos de café enteros y tostados (Ver Figura 23); para optimizar el muestreo, se aseguró que este café estuviese siempre fresco y que al momento de regenerar el olfato, la persona no tocara el recipiente y así evitar su contaminación con otros olores que hubiesen en sus manos.



Figura 23. Metodología utilizada en la medición de olores.
Fuente: Autores (2010).

3.4.4 Muestreo Entomológico La capacitación para realizar los muestreos entomológicos fue realizada por la Entomóloga Diana Marcela Lucumí del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad del Valle. Éste muestreo se realizó al final, debido a que en las primeras mediciones se ocasionaban perturbaciones en el agua (movimientos, vibraciones, etc.), lo cual hace que las larvas tiendan a esconderse (Nelson, 1986).

Este muestreo inició una semana después del primer evento de lluvia, debido a que las estructuras se encontraban totalmente vacías y según Lucumí (2010) es el tiempo estimado para encontrar larvas en el sumidero después de la oviposición de la hembra del mosquito; cabe resaltar que durante el primer mes de medición se debió esperar una semana entre cada muestreo. Los muestreos restantes se realizaron siguiendo las indicaciones de la entomóloga.

A continuación se describe el proceso para realizar éste muestreo:

- ✓ Cada muestreo estaba compuesto de tres barridos, los cuales consistieron en pasar una jama entomológica de borde cuadrado por la superficie de la estructura, aproximadamente a unos 5 cm de profundidad, iniciando en la esquina con mayor sombra hasta recorrer todo el perímetro del sumidero (Ver Figura 24). Entre cada barrido se dejaron pasar 5 minutos, pues cada vez que se pasaba la jama se generaban movimientos en el agua, ocasionando que las larvas y pupas presentes nadaran hasta el fondo del sumidero dada su alta sensibilidad a las perturbaciones (Nelson, 1986).



Figura 24. Barrido con la jama entomológica
Fuente: Autores (2010).

- ✓ Seguidamente en una bandeja transparente se realizó el lavado de la jama y con una pipeta Pasteur de 3ml, se colectaron las larvas en un vaso plástico, se taparon con muselina y algodón (Ver Figura 25) éstos se llevaron al Laboratorio de Entomología de la Universidad del Valle donde fueron analizados con el estereoscopio, marca Nikon referencia SMZ 645, para determinar el tipo de especie, a través de un análisis de tipo morfológico basado en la clave taxonómica y posterior conteo (Ver Figura 26).



Figura 25. Recolección de las larvas y pupas del mosquito
Fuente: Autores (2010).



Figura 26. Determinación de especie y conteo en el Laboratorio de Entomología
Fuente: Autores (2010).

3.5 MANEJO DE DATOS

3.5.1 Estadística descriptiva Los parámetros fueron analizados mediante estadística descriptiva, utilizando algunas de las medidas de tendencia central (promedio aritmético, desviación estándar, rango, mínimo, máximo), además de boxplots o diagramas de cajas y alambres.

Según Mosquera (2010), para poder promediar las variables se tuvo en cuenta que el coeficiente de variación (Ecuación 1) fuese menor 15%, lo cual indicaba mayor confiabilidad en los datos.

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

Ecuación 1

Donde:

Cv: Coeficiente de variación

S: Desviación estándar

X: promedio aritmético

El coeficiente de variación fue aplicado para el análisis gráfico de las variables Oxígeno disuelto y Turbiedad.

3.5.2 Software estadístico Se utilizó Microsoft Excel 2010, para el manejo y la aplicación de la estadística descriptiva sobre los resultados obtenidos. Para la representación gráfica de los datos, además de Microsoft Excel 2010, se empleó Minitab (versión 14) debido a que permite implementar otras opciones para la representación gráfica.

3.5.3 Pruebas estadísticas Para el análisis de los resultados obtenidos de la medición de olores, se seleccionó el Test de Mc Nemar, herramienta de la estadística no paramétrica, seleccionada debido a las características en las que se realizó el muestreo, y se aplicó una prueba de hipótesis para determinar si existen o no diferencias entre las valoraciones de ambas poblaciones, es decir las personas utilizadas para juzgar los dos sumideros.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 REGISTROS METEOROLÓGICOS

Los registros de precipitación y temperatura ambiente, presentados a continuación, fueron suministrados por el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia), para el período Julio-Agosto de 2010, los cuales fueron obtenidos de la Estación Univalle. Según la información suministrada, los métodos utilizados en la medición de los datos de precipitación fueron el pluviómetro y el pluviógrafo, y para la temperatura, el termómetro de máxima y de mínima.

4.1.1 Precipitación Los datos de precipitación son presentados en la Tabla A1. Es importante resaltar que para la ejecución de la fase experimental de esta investigación fueron necesarios eventos de lluvia frecuentes, condición que se evidencia en la Figura 27, en la cual se observan 7 principales eventos de lluvia durante las 8 semanas de la fase experimental, los cuales permitieron la obtención de nivel de agua suficiente en la estructura. De acuerdo al comportamiento de esta variable, es importante resaltar los registros de precipitación significativos, que fueron los presentados en los días 5 de Julio y 3 de Agosto, correspondientes a 50,5 y 44,6 mm.d⁻¹, respectivamente, siendo el primero el que permitió el inicio de la fase experimental (Ver Sección 3.4).

También cabe resaltar que durante la 3ª y 7ª semanas, no se presentaron lluvias (0 mm.d⁻¹). Las semanas correspondientes al desarrollo de la fase experimental son presentadas en la Tabla 5.

4.1.2 Temperatura Ambiente Los datos de temperatura ambiente son presentados en la Tabla A1. Se identificó que la temperatura mínima varió entre los 17,6° C y 21,2°C y la temperatura máxima entre los 24°C y 31,6 °C.

4.2 MEDICIONES DE NIVEL DE AGUA Y FISICOQUÍMICAS

Los datos obtenidos en los muestreos realizados durante la fase experimental, se pueden apreciar en la Tabla A3. En las Figuras 28, 29, 30, 31 y 32 se representan cada una de estas variables.

4.2.1 Mediciones nivel de agua El nivel de agua fue medido en ambas estructuras, en las cuales se obtuvieron resultados de 0 m en el Sumidero M (Nunca se evidenció lámina de agua) y registros mayores a 0 m en el Sumidero NM. Los registros de nivel de agua en el Sumidero NM son presentados en la Tabla A2 y se representan en la Figura 28.

En la Figura 28, se observa que durante la fase experimental en el Sumidero NM se presentaron niveles de agua superiores a 0,20 m, condición necesaria para las mediciones de las demás variables. Los valores máximos y mínimos de nivel de

agua, correspondieron a 0,42 y 0.20 m, respectivamente. Además, se observa una línea roja, la cual corresponde a la altura máxima de la pantalla de rebose. Durante los muestreos realizados no fue posible presenciar el rebose en la cámara de recolección de sedimentos, sin embargo, se identificaron niveles cercanos a los 0,42 m en tres ocasiones, situación que indica un posible rebose, los días 15 de Julio, 3 y 27 de Agosto en el Sumidero NM, dados los eventos de lluvia que se presentaron.

Considerando que el comportamiento de esta variable se vió afectado directamente por la precipitación, es necesario analizar estas variables de manera conjunta (Figura 27 y 28):

Comparando ambas gráficas se observó que el aumento en el nivel del agua se relacionó directamente con la ocurrencia de eventos de lluvia considerables:

- Día 6 Julio: El nivel de agua registrado correspondió a 0.34 m, debido a la acumulación de agua en la estructura como consecuencia de las precipitaciones ocurridas entre los días 2 y 5 de Julio, siendo este último día en el que se registró la mayor precipitación ($50,5 \text{ mm.d}^{-1}$) y el cual ocasionó que el sumidero aumentara significativamente el nivel de agua, permitiendo así el inicio de la experimentación.
- Día 3 Agosto: el nivel de agua de 0.41 m, generado por la acumulación de agua en la estructura a la fecha y además se debe tener en cuenta que en este día se presentó el segundo registro de mayor precipitación (44.6 mm.d^{-1}).

Considerando las Curvas de Intensidad-Frecuencia-Duración, aplicables a la ciudad de Cali, excluyendo la Zona Oriental y la Sur Occidental estipuladas por EMCALI (2007), el método Racional para cálculo de caudales de escurrimiento (Materón, 1992) y el Volumen que capta el Sumidero NM, se tiene que el tiempo de vaciado de esta estructura es de 11.8 minutos (Ver cálculos Tablas A10-A12). Entonces, estimando un tiempo de duración de lluvia de mínimo 15 minutos en al menos uno de los tres eventos de lluvia más significativos que se presentaron durante la fase experimental, se puede establecer que en la estructura si se presentó un rebose por lo menos una vez durante toda la fase experimental.

Para el caso de la disminución en los niveles de agua, evidenciada en las semanas 5^a a 7^a en las cuales se presentó un descenso de aproximadamente 0.2 m, probablemente se relacionó con la disminución en los registros de precipitación (comprendidos entre 0 y 1.9 mm.d^{-1}) y además con el aumento de la temperatura ambiente que se dio al final de la fase experimental, pues se presentaron frecuentemente registros superiores a 30°C , los cuales posiblemente ocasionaron una pérdida mínima de agua, por evaporación. Dado esto y considerando que la estructura está construida desde hace 40 años aproximadamente, se puede establecer que existan filtraciones, dado el deterioro de la misma.

4.2.2 Mediciones fisicoquímicas.

Como se mencionó anteriormente, durante toda la fase experimental no se presentó acumulación de agua en el Sumidero M, razón por la cual este tipo de mediciones sólo se llevaron a cabo en el Sumidero NM.

A continuación se presenta una descripción de los resultados obtenidos en los muestreos fisicoquímicos y el análisis del comportamiento de los datos, enfocado a la caracterización del tipo de agua que se acumula en los sumideros, los cuales son un medio propicio para el desarrollo del mosquito *Aedes aegypti*.

4.2.2.1 Oxígeno Disuelto (OD) El análisis del comportamiento de este parámetro, se realizó a partir de la Figura 29, cuya información está contenida en la Tabla A2.

Teniendo en cuenta que el análisis debe ser enfocado al comportamiento de esta variable en el tiempo, se optó por presentar los 6 datos obtenidos para cada día: Con la Figura 29 es posible observar que los datos de OD oscilaron entre los 0 y los 6.1 mg.L⁻¹. Al inicio de la fase experimental se pudo apreciar que los datos se comportaron de manera similar, es decir para las semanas 1 a 5 se tienen registros bajos de OD (0.5 a 2 mg.L⁻¹) y además no presentaban mayor dispersión entre ellos, caso que no se presentó para las dos últimas semanas (7^a a 8^a).

Teniendo en cuenta que la solubilidad del oxígeno en el agua, depende de factores como la presión parcial del gas en la atmósfera, la temperatura y la pureza del agua (Metcalf & Eddy, 1981) y teniendo en cuenta que no se presentó una variación significativa para los registros en la temperatura del agua (Ver sección 4.2.2.4), se establece posiblemente la variación de los registros de OD en el agua, estuvo asociada a la utilización de OD, por parte de los microorganismos, para la descomposición de la materia orgánica presente en el sumidero, pues no se realizaron pruebas de DBO para poder afirmar en su totalidad, lo planteado.

Durante las semanas 1^a a 4^a se observó que los registros del primer día (6 de Julio) resultaron ser más altos, el OD registrado estaba comprendido en un rango de 1.5 mg.L⁻¹ a 3.2 mg.L⁻¹. Estos valores altos, en comparación con los demás días de experimentación, están relacionados probablemente con que este día se presentó una acumulación significativa de aguas de escorrentía, en las cuales se esperan niveles de OD alrededor de los 5 mg.L⁻¹ (EPA, 1999), correspondientes a la precipitación de los 3 días anteriores a la medición, por tanto esto se puede relacionar con el valor elevado de este parámetro en el sumidero; a esto se une que la estructura fue desinfectada, por lo cual el contenido de microorganismos en la estructura era posiblemente mínimo y por ello el consumo de OD fue menor.

La perturbación causada en la estructura debido a la caída de las aguas de escorrentía que drenan hacia el sumidero, es otro de los aspectos que alteró este parámetro pues la agitación del agua afecta directamente la transferencia efectiva del OD debido a que la turbulencia generada reduce el espesor de la capa líquida y disminuye la resistencia a la transferencia y a la dispersión del gas disuelto una vez que haya tenido lugar este proceso (Metcalf & Eddy, 1981).

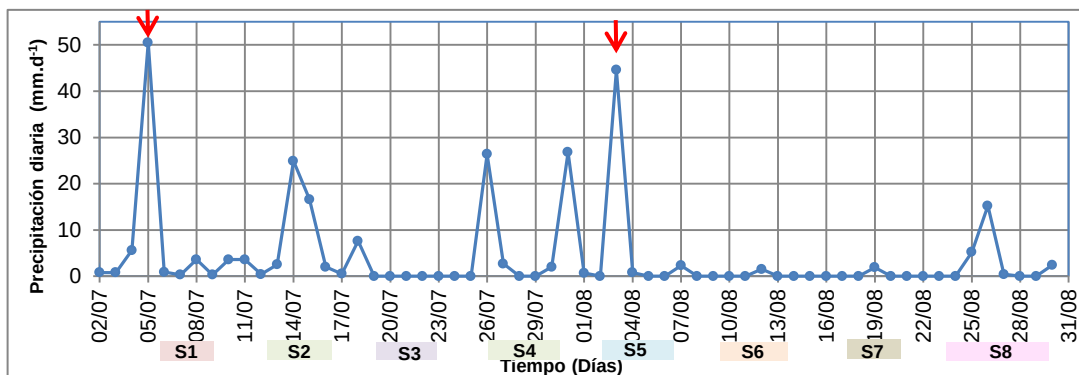


Figura 27. Precipitación diaria Vs. Tiempo

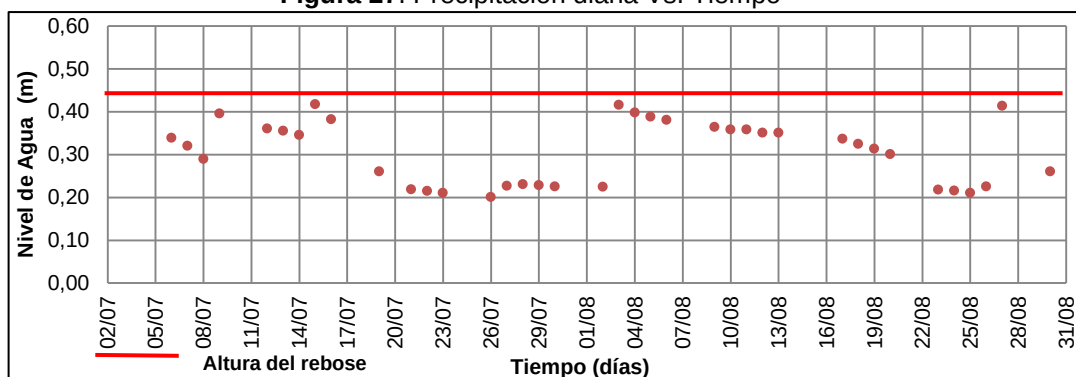


Figura 28. Nivel de Agua en Sumidero NM Vs. Tiempo

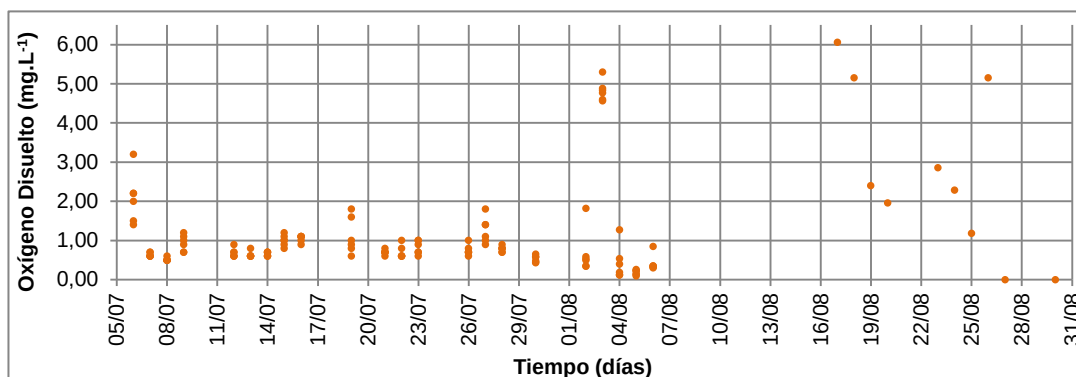


Figura 29. Oxígeno disuelto en Sumidero NM Vs. Tiempo.

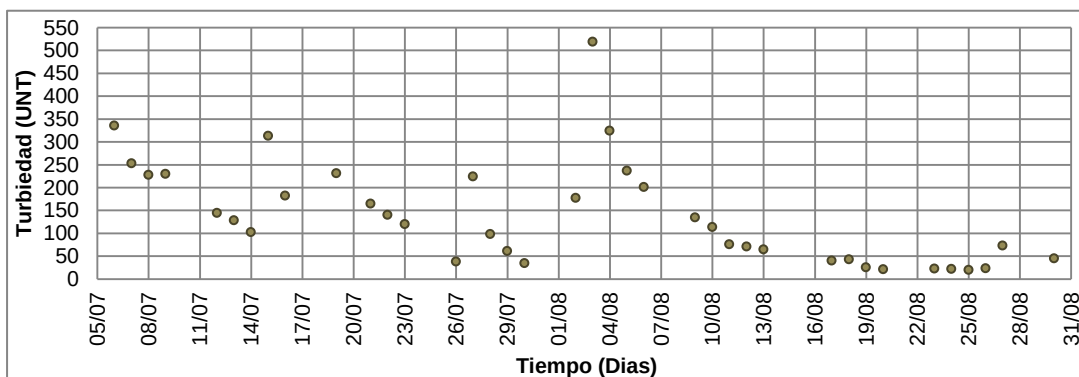


Figura 30. Turbiedad en el Sumidero NM Vs. Tiempo

Los niveles más altos de OD se registraron para el día 3 de Agosto, los cuales estuvieron comprendidos entre los 4,56 y 5,30mg.L⁻¹. Estos niveles probablemente se relacionaron con el evento de lluvia de este mismo día (44,6 mm.d⁻¹), pues fue el segundo más significativo, por lo tanto se puede establecer que el aporte de agua sobresaturada de OD, proveniente del agua lluvia y de las aguas de escorrentía, aumentase el nivel de este parámetro.

Los datos registrados durante la 7^a y 8^a semana, no se consideraron representativos, pues como se puede observar, éstos presentaron una gran dispersión entre si y se comportaron muy diferente a los registros de las anteriores semanas. Considerando que estos últimos datos fueron muestreados mediante el método Winkler, que en la toma de las muestras habitualmente se genera un leve burbujeo (Gutiérrez, 2010) y teniendo en cuenta que según Metcalf & Eddy (1981) las burbujas introducidas en el agua aportan oxígeno, durante las mediciones si se pudieron haber alterado los niveles de OD en las muestras, situación que se evidencia pues existe una mayor dispersión entre estos datos. Es por esto que no fueron tenidos en cuenta para el análisis.

4.2.2.2 Turbiedad Los registros obtenidos de esta variable son registrados en la Tabla A2, y presentados en la Figura 30.

Para realizar el análisis del comportamiento de la turbiedad, es importante resaltar que el Sumidero NM está ubicado en una zona donde hay árboles, sin embargo el aporte de hojas es mínimo pues éstos se encuentran alejados de la estructura (aproximadamente a 4 m). Además es importante considerar que en esta zona el tránsito vehicular y el paso de personas no es muy frecuente.

En la Figura 30 se observa que el rango de la turbiedad durante la fase de experimentación osciló entre 19,86 y 518,5 UNT. Cabe resaltar que este último dato se registró después del segundo evento de lluvia más alto (44,6 mm.d⁻¹), lo que probablemente se relacionó con el arrastre considerable de sólidos hacia la estructura.

Además, al analizar el comportamiento de la variable, se identificó que entre cada evento de lluvia¹ se presentó un pico o valor elevado de turbiedad, lo cual se relacionó posiblemente con el Fenómeno del Primer Lavado, el cual suele presentarse por la acumulación de sólidos o material de arrastre (hojas, polvo y tierra) en el área que drena hacia la estructura, durante el periodo seco antecedente al evento de lluvia (Lee *et. al.*, 2002). Lo anterior se puede evidenciar en el comportamiento de los datos del día 6 y 15 de Julio, los cuales fueron registrados después de eventos de lluvia significativos, 335.5 y 313.3 UNT, respectivamente. Además, es posible atribuir el aumento de este parámetro a la

¹ Dado que según el comportamiento que se presentó en los datos, las precipitaciones menores a 5 mm.d⁻¹ no afectan considerablemente la turbiedad, solo se tendrán en cuenta los registros mayores a este valor.

resuspensión de los sedimentos acumulados en la estructura, ocasionada después de estos eventos de precipitación.

De igual manera, se observó que durante el tiempo seco transcurrido entre cada evento de lluvia se presentó una disminución gradual de la turbiedad, debido al proceso de sedimentación que se presenta en la estructura, situación que se hace más notoria durante la 5ª y 7ª semana, período en el cual se observó principalmente registros de precipitación de 0 mm.d⁻¹.

Con respecto a los dos eventos de lluvia más importantes presentados durante la fase experimental, cabe resaltar que: A pesar que para el día 6 de julio se registró una precipitación mayor (50.5 mm.d⁻¹) a la del día 3 de Agosto (44.6 mm.d⁻¹), los registros de turbiedad fueron mayores para este último día pues se tenía una mayor presencia de sedimentos en el agua acumulada en la estructura, probablemente debido al arrastre de sólidos ocasionado por los 5 eventos de lluvia previos a éste, suceso que no se evidenció para el día 6 de julio dado a que era el inicio de la fase experimental y el agua del sumidero no contenía la misma cantidad de sedimentos acumulados.

4.2.2.3 pH Los resultados de pH obtenidos son registrados en la Tabla A2 y presentados en la Figura 31.

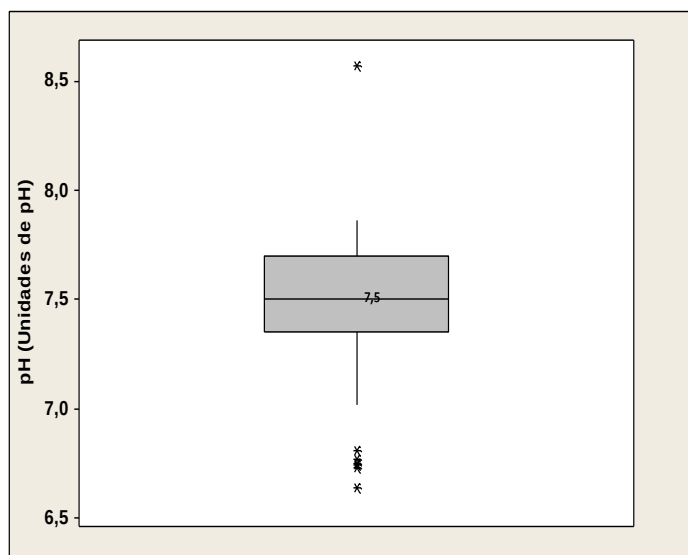


Figura 31. Registros de pH.

Los registros de este parámetro oscilaron entre 7,02 y 7,86 unidades de pH, rango cercano al pH neutro. Teniendo en cuenta las características del área tributaria del sumidero, se debe resaltar que alrededor de estos existen zonas verdes las cuales poseen un canal para evacuar el exceso de agua y sedimentos ocasionado después de un evento de lluvia, por lo cual no drena hacia el sumidero. Esto indicó que el agua que llegaba al sumidero provino principalmente de la escorrentía

generada por el agua lluvia. Cabe resaltar que en el área tributaria (55.4 m²) del sumidero no fueron identificadas fuentes representativas de acidez o basicidad que pudieran ser arrastradas hacia la estructura y afectaran considerablemente el pH del agua acumulada.

En la Figura 31 se evidencia que los registros de pH no presentaron grandes variaciones, pues como se puede observar no hay una dispersión significativa entre los datos.

También se observó que se obtuvieron datos atípicos equivalentes a 6.73, 6.64, 6.74, 6.75, 6.77 y 6.81 UND de pH, los cuales corresponden al primer día de medición.

4.2.2.4 Temperatura del agua Los datos registrados para este parámetro, durante la experimentación del proyecto, son presentados en la Tabla A2. En la Figura 32 se presenta el comportamiento de los registros.

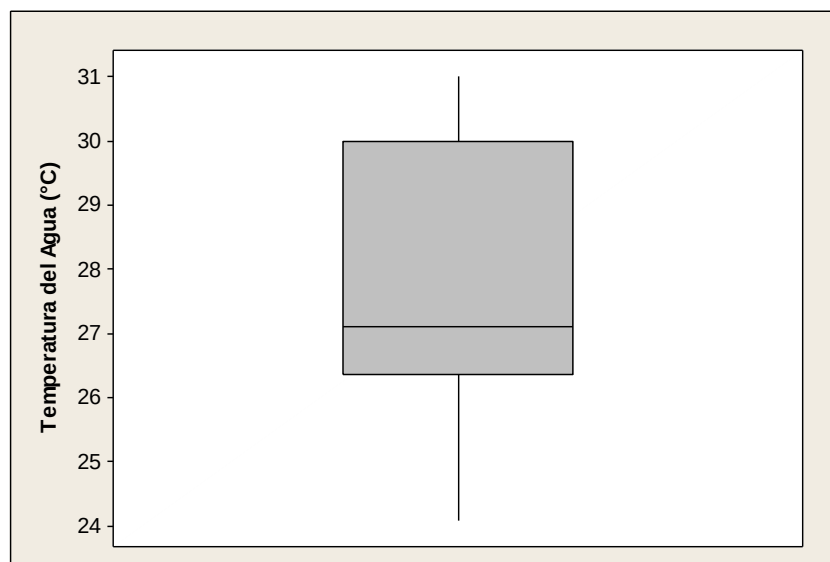


Figura 32. Registros de Temperatura del Agua.

Según la EPA (1999), las aguas de escorrentía urbana se pueden calentar a medida que fluyen por tejados, estacionamientos y carreteras. De acuerdo a esto es posible establecer que los cambios de temperatura ocurridos, estuvieron relacionados a las transferencias de temperaturas que se presentaron en el agua, al fluir por el área pavimentada aledaña a la estructura, y al interior del sumidero debido a la temperatura ambiente.

El rango de datos obtenidos para este parámetro osciló entre los 24.1°C- 31°C, sin embargo los valores más altos se registraron para las últimas dos semanas, lo que probablemente se puede relacionar con el cambio de método de medición, Oxímetro a termómetro de mercurio, esto se puede explicar por la probabilidad de

error en la lectura del resultado que arroja el Termómetro de mercurio, pues está sometido a la visión humana, mientras que el Oxímetro arroja el resultado digital y aumenta la exactitud del dato. Sin embargo, teniendo en cuenta que la Temperatura ambiente influye el comportamiento de este parámetro, según los datos registrados en la Tabla A1, reportes del IDEAM, es posible observar que para estas semanas (7° y 8°), si hubo un leve aumento en los registros de la Temperatura ambiente.

4.3 MEDICIONES ENTOMOLÓGICAS

En el desarrollo de la fase experimental, fueron realizados 9 muestreos entomológicos en el Sumidero NM, pues como se mencionó anteriormente, nunca se obtuvo lámina de agua en el Sumidero M, por lo cual no fue posible realizar estas mediciones en la estructura. En el sumidero NM se encontró coexistencia 2 géneros de mosquito, *Culex* y *Aedes*. Aunque el mosquito de interés de esta investigación pertenece al género *Aedes*, la presencia de *Culex* en el mismo hábitat, ocasionó que se analizaran las diferentes condiciones que le permitieron a cada especie su desarrollo en este medio.

4.3.1 Comportamiento del género *Culex* Se identificaron las especies *Culex quinquefasciatus* y *Culex coronator*. Los resultados del conteo e identificación de estas especies son presentados en la Tabla A3.

La especie *Culex coronator*, fue identificada en 3 de los muestreos y teniendo en cuenta que según la publicación “Detection of West Nile Virus activity in male and female mosquitoes, and evaluation of host-utilization patterns of mosquitoes, in east baton rouge parish, Louisiana” realizado por el Dr. Andrew Mackay en el año 2007: la capacidad vectorial del *Culex coronator* no ha sido evaluada y su importancia en salud pública no está clara, se decidió no realizar énfasis en el comportamiento obtenido para este especie.

Los resultados obtenidos para *Culex quinquefasciatus* son presentados en la Figura 33. Los valores registrados para las larvas (2232) y pupas (457) de *Culex* en el muestreo No.9 (Agosto 30 2010), no se tuvieron en cuenta para realizar la gráfica, pues son datos muy grandes en comparación con los obtenidos en los demás muestreos y no permiten observar el comportamiento de los mismos.

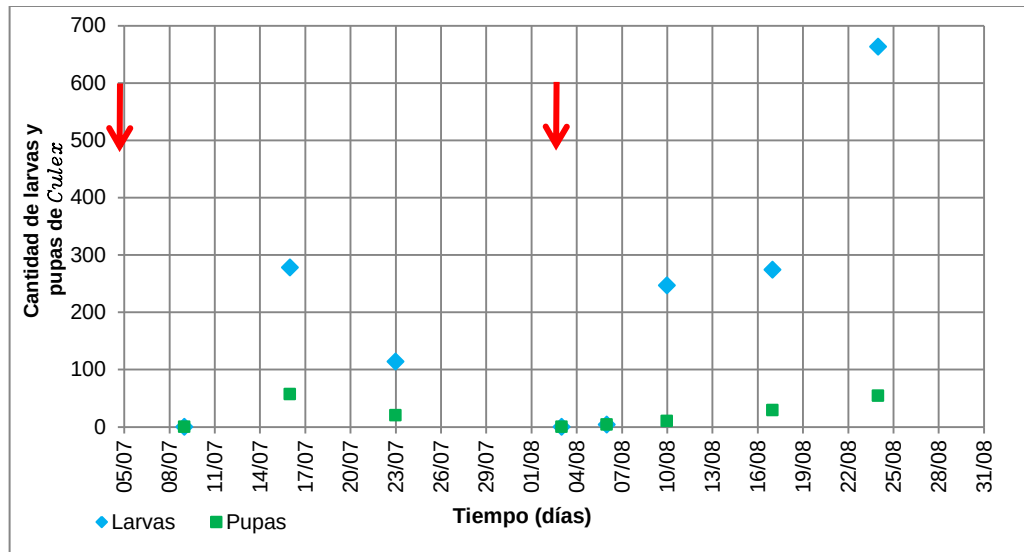


Figura 33. Cantidad de larvas y pupas de *Culex* Vs. Tiempo

Dentro de los resultados obtenidos en cada muestreo se encontraron larvas en cada uno de los 4 estadíos, esta clasificación es presentada en la Tabla A3. Teniendo en cuenta los objetivos del proyecto, se trabajó con la cantidad total de larvas obtenidas en cada uno de los muestreos.

Según la Figura 33, se observa que en el inicio de la fase experimental *Cx. quinquefasciatus* presentó una producción baja tanto de larvas como pupas en las primeras 5 semanas y un aumento significativo en las últimas tres. Lo anterior posiblemente se relaciona con las condiciones presentadas por el criadero (Sumidero NM) a través del tiempo, relacionadas a la temperatura del agua, turbiedad, disponibilidad de alimento, etc. De igual manera es posible observar que aproximadamente de 7 a 10 días transcurrido un evento de lluvia significativo (flechas rojas en la Figura 33), aparecen más larvas y pupas de este mosquito. Este tiempo se relaciona, muy probablemente, a la duración de la fase huevo-larva para el *Cx. quinquefasciatus*.

Según lo establecido por Salazar y Moncada (2004) y Alahmed (2010), *Cx. quinquefasciatus* puede desarrollarse en medios acuáticos altamente contaminados, ricos en materia orgánica y con presencia de turbidez; afirmación que también establece Jacob *et. al.* (2008), al plantear que la producción de larvas de esta especie se ve favorecida en el agua muy turbia. En la Figura 34, se presentan los valores obtenidos para la turbiedad relacionados con esta especie:

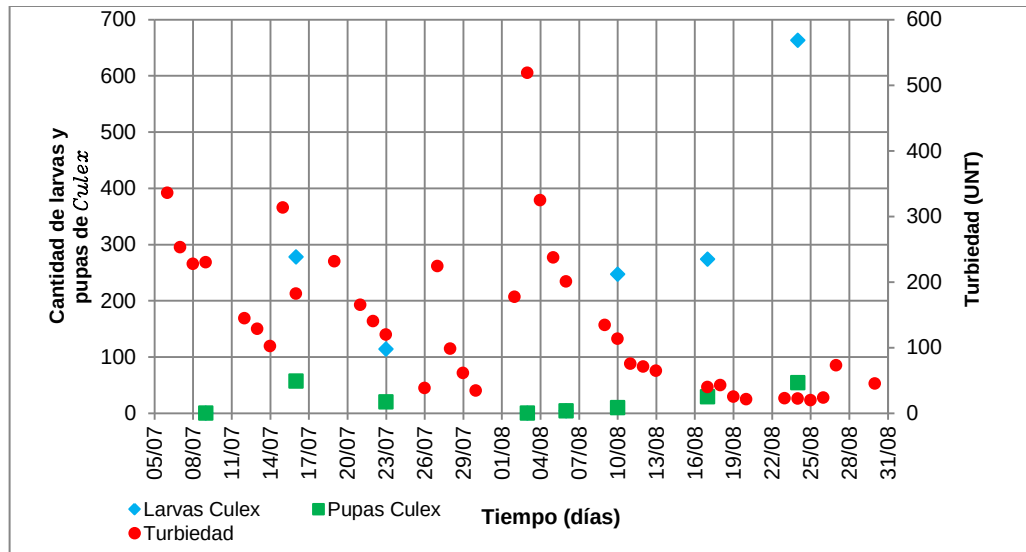


Figura 34. Cantidad de larvas y pupas de *Culex* relacionadas a los registros de Turbiedad obtenidos en el tiempo

En la Figura 34, se observa que no existe una tendencia definida entre la producción de larvas y pupas de *Cx. quinquefasciatus*, y los registros de turbiedad en el tiempo. Sin embargo, se conoce que la presencia de este parámetro es un factor determinante en los tipos de hábitat para este especie (Alahmed, 2010).

Dentro de los resultados obtenidos, se puede observar que durante todo el desarrollo de la experimentación se registraron niveles de turbiedad, lo cual es acorde a lo planteado por los diferentes autores en cuanto a la preferencia de *Cx. quinquefasciatus* por aguas turbias. Además, para las últimas 3 semanas de las mediciones (10 a 30 de Agosto) se registró un aumento en la cantidad larval, el cual posiblemente se relaciona con que en la estructura se acumularon muchos sedimentos en el fondo de la estructura a raíz del evento de lluvia que se presentó el día 3 de Agosto (44.6 mm.d^{-1}), lo que probablemente significa mayor disponibilidad de alimento (debido al arrastre del material sólido específicamente el material orgánico que pueda llegar en la escorrentía) y lo convierte en un medio más atractivo para que las hembras del mosquito realicen nuevas oviposiciones. Lo anterior confirma lo establecido por González (2007), quien establece que esta especie de mosquito presenta preferencia por las aguas servidas o poluidas debido a que contienen una alta carga orgánica.

Retomando lo planteado por los autores, acerca del desarrollo de esta especie en medios altamente contaminados, es posible afirmar que según los registros de oxígeno disuelto obtenidos (ver Figura 29), los cuales en las primeras 4 semanas generalmente oscilaron en un rango de $0.2\text{-}2 \text{ mg.L}^{-1}$, se tuvo que posiblemente existió un grado alto de contaminación en el medio debido a la presencia de microorganismos que presentan un alto consumo de OD, lo cual unido a la característica del contenido de alta carga orgánica del agua, representaron

condiciones favorables para la especie *Cx quinquefasciatus*, confirmando así lo planteado por González *et. al.*, (2007).

Debido a que la temperatura del agua es una de las variables que influyen directamente el desarrollo de los estados inmaduros del mosquito (Gerberg *et. al.*, 1994 (Citado por Larrick y Connolly, 2009)), es necesario revisar el comportamiento de esta especie según los registros de este parámetro (Figura 35).

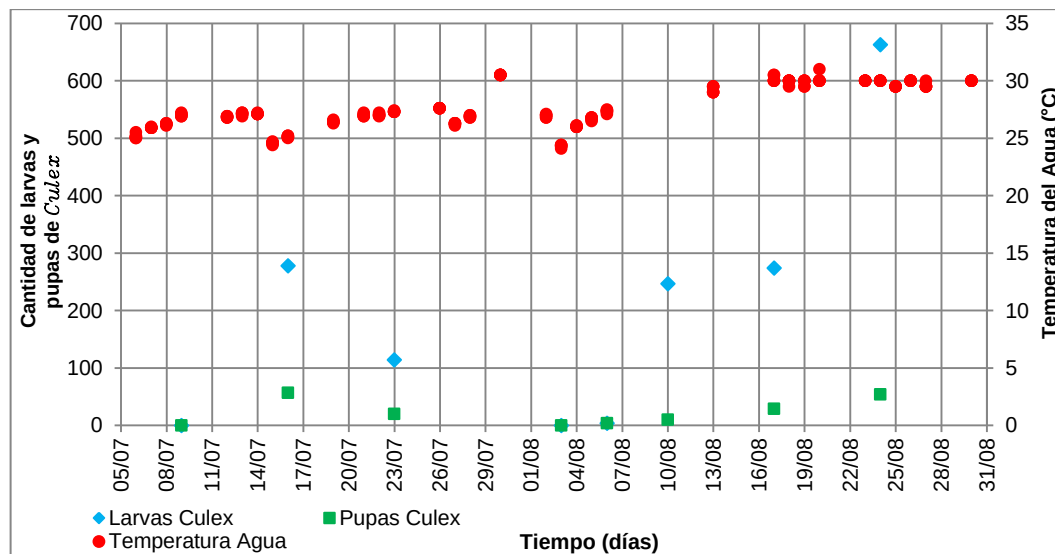


Figura 35. Cantidad de larvas y pupas de *Culex* relacionadas a los registros de Temperatura en el agua obtenidos en el tiempo

Para Gerberg *et. al.*,(1994), la temperatura promedio para el crecimiento larval es de 30°C. Como había sido mencionado en la sección 4.2.2.4 el rango de este parámetro osciló alrededor de los 24.1 °C y 31°C, intervalo en el cual se encuentra esta temperatura, la cual favorece el crecimiento larval. Acorde con la Figura 35, es posible observar que la temperatura no presentó mayor variación, esto probablemente ayuda al desarrollo de las larvas de *Cx. Quinquefasciatus*.

Para las últimas 3 semanas, se observó que existen registros más altos de temperatura, lo cual probablemente puede haber influenciado en el incremento de la producción de larvas y pupas de *Cx. quinquefasciatus*.

Finalmente, los resultados obtenidos para esta especie, permiten confirmar su proliferación en el sumidero tal y como lo establecen los autores Geery y Holub, 1989 (Citado por González *et. al.*, 2007) quienes afirman que los sumideros, son considerados muy prolíficos en la producción de especies de *Culex*, en especial *C. quinquefasciatus*.

4.3.2 Comportamiento de los registros del género *Aedes* Se identificó la especie *Aedes aegypti*. Los resultados del conteo e identificación de esta especie son presentados en la Tabla A4. La Figura 36 presenta los resultados obtenidos para *Aedes aegypti*.

Al igual que para *Culex*, los registros para las larvas (5639) y pupas (834) de *Aedes* en el muestreo No.9 (Agosto 30 2010), no se tuvieron en cuenta para la gráfica, pues son datos muy grandes en comparación con los otros resultados y no permitieron observar el comportamiento de éstos. Dentro de los resultados obtenidos en cada muestreo se encontraron larvas en cada uno de los 4 estadíos, esta clasificación es presentada en la Tabla A4. Teniendo en cuenta los objetivos del proyecto, se trabajó con la cantidad total de larvas obtenidas en cada uno de los muestreos.

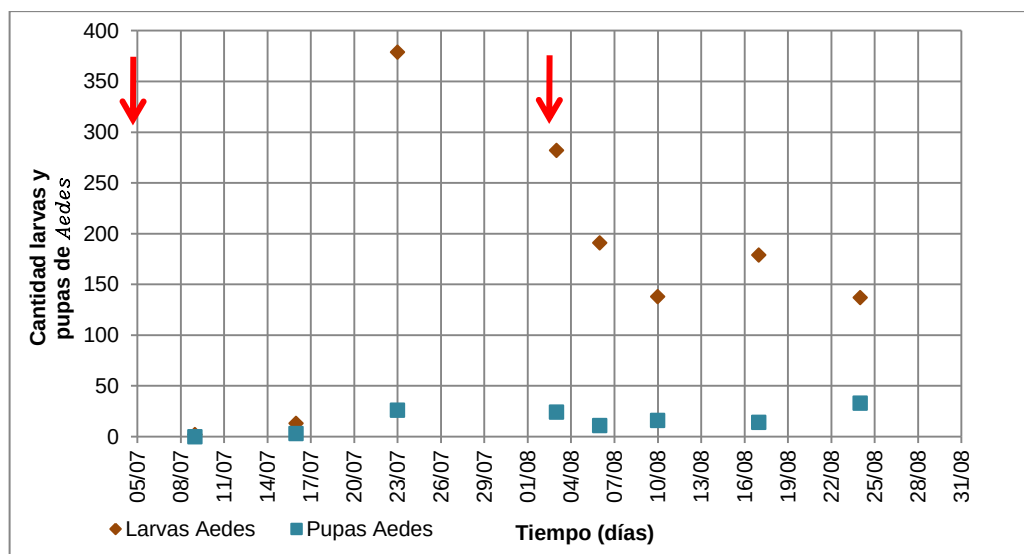


Figura 36. Cantidad de larvas y pupas de *Aedes aegypti* Vs. Tiempo

Se observó que en el primer muestreo, se encontraron apenas 2 larvas de *Aedes aegypti*, lo cual puede estar relacionado con que hubo huevos que sobrevivieron a la limpieza realizada en el sumidero NM y que una vez ésta estructura se empezó a llenar, se dio la eclosión de los huevos. Además, teniendo en cuenta lo establecido por Nelson (1986), existe un tiempo de desarrollo durante los estados de huevo y larva que dura aproximadamente de 7 a 10 días, razón por la cual se considera que el tiempo transcurrido entre la llenada del sumidero y el primer muestreo (4 días) es muy corto para suponer que es una oviposición posterior a la limpieza del sumidero. De manera general, se observó que desde la 5ª semana, los registros para larvas y pupas de esta especie, comenzaron a disminuir notablemente, lo cual será punto a discutir en la sección 4.3.3.

De igual manera, es posible apreciar la aparición de un número mayor de larvas y pupas del mosquito, transcurrida una semana aproximadamente después de los eventos de lluvia significativos, tal y como se señalan en la Figura 36.

En cuanto a las características presentadas en el sumidero y la influencia de ellas en la producción de larvas y pupas de esta especie, a continuación se presentan las principales asociaciones con las variables determinadas en el sumidero.

Para el nivel de agua se encontró que la aparición de las primeras larvas y pupas de *Aedes aegypti* se dio a la segunda semana de acumulación de agua en el sumidero, debido a los eventos de precipitación presentados en este período. Se observó que durante toda la fase experimental hubo nivel de agua (Ver Figura 37), condición que es requerida para la oviposición de las hembras de este mosquito y para el desarrollo de los estados inmaduros del mismo, lo anterior se pudo evidenciar en el sumidero, pues siempre hubo presencia del mosquito en la estructura.

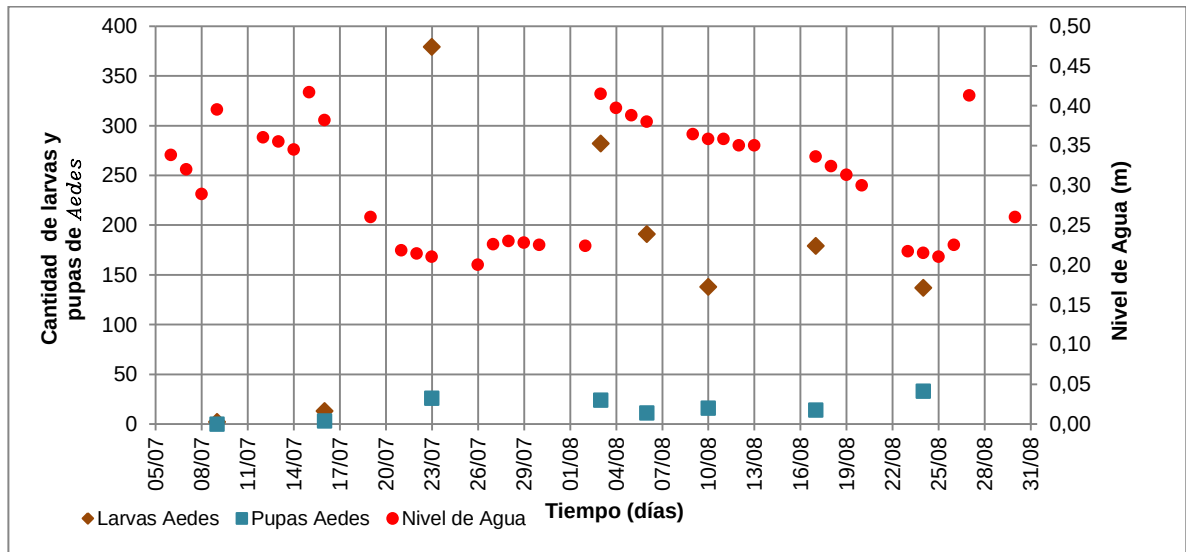


Figura 37. Cantidad de larvas y pupas de *Aedes* relacionadas a los registros de Nivel de agua obtenidos en el sumidero NM.

Según los registros para el nivel de agua se observó que en las 2 primeras semanas la producción larval fue menor posiblemente porque el medio no se acondicionaba a las necesidades del mosquito, entre las cuales figura la disponibilidad de alimento, que según Christophers (1960) se basa en algas, diatomeas, rotíferos, material en descomposición, y bacterias. Para la semana 3 se tuvo que la cantidad de larvas registradas el día 23 de julio (379), presentaron un aumento considerable respecto al dato del día 15 de Julio (13), esto pudo estar relacionado con que en las semanas anteriores se habían presentado lluvias y por tanto arrastre de material sólido, es decir un posible aumento en la disponibilidad de alimento, lo cual lo convierte en un medio más atractivo para larvas, pupas y para que las hembras realicen mayores oviposiciones.

Para las semanas siguientes, 5ª y 8ª, se observó un descenso en nivel del agua y como consecuencia la disminución en la producción larval. Esto probablemente se explica teniendo en cuenta que para aumentos significativos de profundidad, el tiempo de desarrollo de la larva de cuarto estadio es significativamente mayor, y el peso de cada uno de los adultos emergentes disminuye considerablemente (Audet, 1995 (Citado por Cyr, 2004)).

Lo anterior, puede señalar que al tener menores niveles de agua, se favorece el crecimiento del mosquito, dada la reducción del tiempo de desarrollo larval, pues menores profundidades de agua facilitan actividades como la alimentación, dado a que esta generalmente se realiza en el fondo de la estructura y como las larvas deben llegar a la superficie para poder respirar, se acorta la distancia y así mismo se maximiza el consumo neto de energía mediante la eliminación del gasto de esta entre cada viaje (Clements, 1999 (Citado por Cyr, 2004)), lo que muy probablemente indica que podrían invertir ésta energía en su crecimiento, ocasionando una mayor producción de pupas. Según González (2007), esta producción puede ser tomada como un indicador de los adultos, y por ello la disminución de las larvas que se aprecia en las semanas donde los registros de niveles de agua resultan ser más bajos.

Esta disminución en el número de larvas también pudo ser ocasionada debido al posible rebose que se presentó en la estructura dado el evento de lluvia del día 3 de Agosto (44.6 m.d^{-1}).

Los parámetros como la temperatura del agua y el pH afectan el desarrollo de los estados inmaduros (huevos, larvas y pupas) de *Ae. aegypti* (Cyr, 2004). Teniendo en cuenta lo anterior, para la temperatura del agua, se encontró que el rango de datos obtenido para este parámetro (24.1°C y 31°C) no presentó una variabilidad que perjudicara el desarrollo de las larvas y pupas del mosquito.

Según Christophers (1960), el rango de temperatura del agua necesario para el crecimiento de las larvas se encuentra entre los 16°C y 34°C . Además la temperatura óptima es de 28°C (Shannon y Putnam, 1934 (Citado por Cyr (2003))). Para las pupas Montero (2009) afirma que el desarrollo de la etapa dura de 1 a 3 días bajo temperaturas favorables de 28°C a 32°C . Dado que los datos de medidos de temperatura se encuentran dentro de los rangos que favorecen el crecimiento y desarrollo de las larvas y pupas, es posible establecer que las condiciones, en cuanto a temperatura, presentadas al interior del sumidero fueron adecuadas para permitir el desarrollo de las etapas inmaduras del mosquito.

En cuanto al pH, Christophers (1960) plantea que el rango adecuado para el crecimiento de las larvas varía desde 5.8 hasta 8.6 y que fuera de este rango, el tiempo de desarrollo se incrementa y se reduce la emergencia de adultos. El pH obtenido en las mediciones realizadas, osciló en un rango de 7.02 a 8.57, razón

por la cual se puede establecer que estas condiciones favorecieron el desarrollo de las larvas.

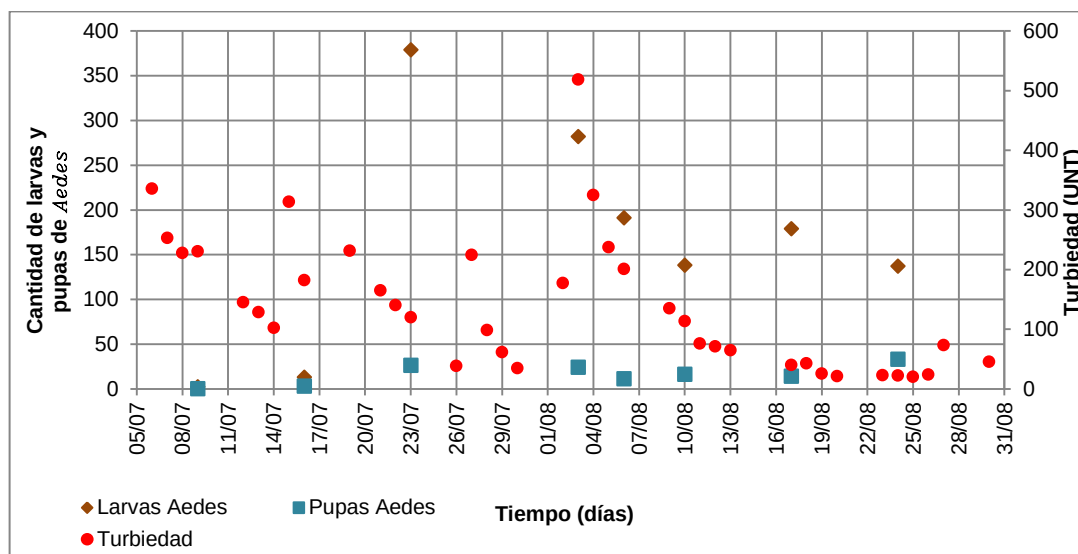


Figura 38. Cantidad de larvas y pupas de *Aedes* relacionadas a los registros de Turbiedad obtenidos en el sumidero NM.

Considerando las afirmaciones realizadas por Nelson (1986) acerca de la atracción por parte de las hembras grávidas del mosquito *Aedes*, hacia recipientes oscuros o sombreados con paredes rígidas, relativamente limpios, claros y con agua de alto contenido orgánico, para realizar la oviposición y su preferencia por el agua incolora a la turbia, se tiene que durante el desarrollo del estudio esto no se evidenció pues como se observa en la Figura 38, se obtuvieron valores de turbiedad contenidos en un rango de 19.86 a 518.5 UNT, y aun así se presentó la producción de larvas y pupas durante todo el período experimental, lo que probablemente indica que *Aedes* se desarrolló en condiciones diferentes a las planteadas anteriormente. Por el contrario, esta situación guarda relación con lo establecido por González (2007), sobre la presencia de *Aedes aegypti* en sumideros de la ciudad. Giraldo *et. al.*(2008) establece que los sumideros de aguas lluvias son unos de los principales sitios de cría de estos mosquitos en Cali, pues han sido identificados como los mayores productores de pupas de ambas especies en comparación con los criaderos intradomiciliars.

Según lo planteado, posiblemente la presencia de *Aedes* en el inicio de la etapa de experimentación se relaciona con la preferencia hacia aguas limpias con algo de contenido de materia orgánica, dado que en este período existe menos acumulación de sólidos por arrastre y posiblemente menor contaminación, situación que es atractiva para esta especie. En cambio al finalizar esta etapa, se apreció que la cantidad de larvas presentó una disminución, lo que probablemente se asocia a que el medio se encontraba más contaminado que al inicio, debido a la acumulación de sólidos en el fondo de la estructura.

Según Nelson (1986), la presencia de *Ae. aegypti*, está relacionada con aguas limpias y con buena concentración de oxígeno. Para este proyecto se observó, que los registros de oxígeno disuelto se encontraron en un rango de 0 y 6.1 mg.L⁻¹, condiciones que posiblemente permitieron el desarrollo de los diferentes estados inmaduros de *Aedes*.

Según el comportamiento presentado por esta especie, es posible establecer que en el sumidero del estudio se presentaron las condiciones necesarias para favorecer el desarrollo de los estados inmaduros del mosquito.

4.3.3 Asociación entre géneros *Aedes* y *Culex* *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* son las especies de mosquitos de importancia en salud pública en Santiago de Cali. *Ae. aegypti* es el responsable de la transmisión del virus del Dengue en la ciudad y *Cx. quinquefasciatus* es una peste debido a su comportamiento antropofílico nocturno (Giraldo *et. al.*, 2008). Dada la importancia de cada una de las especies, se asoció la presencia de éstas en el sumidero.

Se debe considerar que para realizar esta comparación, en la Figura 39 no fueron tenidos en cuenta los resultados del muestreo No. 9 de *Culex* y *Aedes*, debido a las razones expuestas anteriormente.

Teniendo en cuenta las condiciones dadas en el sumidero, las cuales favorecieron la presencia para ambas especies y según el comportamiento que se observó para la cantidad de larvas de *Aedes* y *Culex* (Figura 39), se puede establecer lo siguiente:

✓ Al inicio de los muestreos se presentaron larvas tanto de *Aedes* como de *Culex*, sin embargo es mayor la presencia de *Aedes* (primeros 3 muestreos); ello posiblemente está relacionado con que para este período el agua acumulada en la estructura resultaba menos contaminada, siendo una condición que favoreció su presencia en mayor cantidad. Lo anterior guarda relación, con lo establecido por Lucumí (2010) quien afirma que era más común encontrar *Ae. aegypti* en sumideros de agua más limpia.

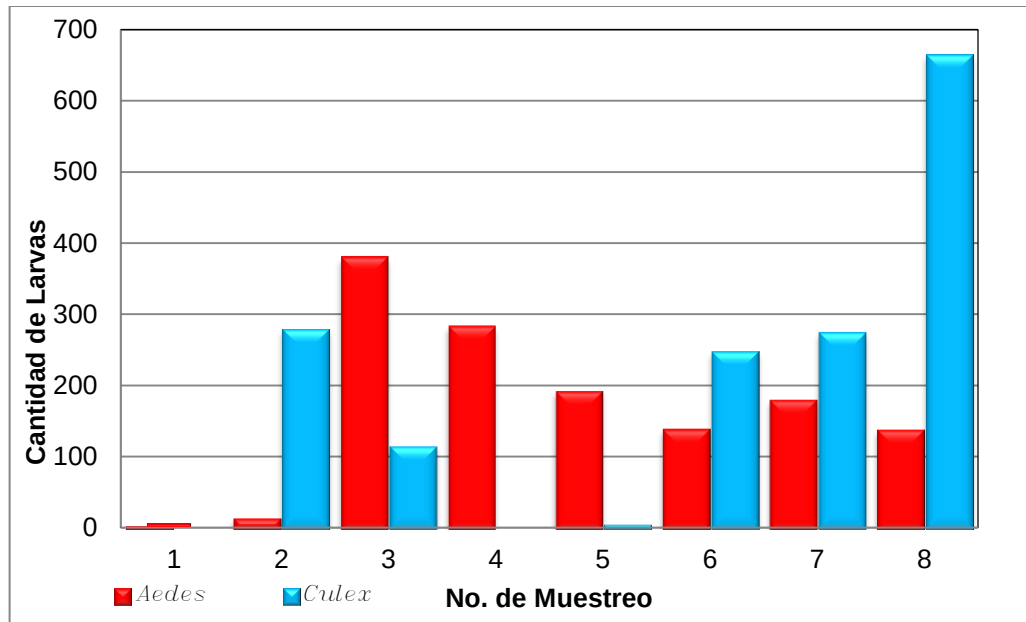


Figura 39. Cantidad de larvas para *Aedes* y *Culex* obtenidas en el sumidero NM.

✓ Por otra parte, en los muestreos finales se observó que las larvas de *Culex*, comenzaron a incrementarse considerablemente mientras que las de *Aedes* decrecieron. Probablemente, *Cx. quinquefasciatus* se presenta en mayor cantidad dado que las condiciones en la estructura, como fue mencionado en la sección 4.3.1, son más apropiadas para su especie que para *Aedes aegypti*. Lucumí (2010) afirma que en sumideros de aguas poluidas se cuenta con mayor presencia de *Cx. quinquefasciatus* que de la especie *Ae. aegypti*.

Usualmente un lote de huevos se desarrolla después de cada comida de sangre (Nelson, 1986). Las hembras de estos mosquitos deben alimentarse de la sangre humana, para llevar a cabo la oviposición de sus huevos.

Respecto a los resultados obtenidos en el 9 muestreo para las larvas y pupas de *Aedes* y *Culex*: 5639 - 834 y 2232 - 457, respectivamente, se relaciona con que durante las primeras 6 semanas de la etapa experimental había menor cantidad de personas en los alrededores de los sumideros, debido al período de vacaciones, mientras que después de la 7 semana de medición la cantidad de personas se había aumentado considerablemente; es por esto que se establece que al tener mayor disponibilidad de sangre, requerida para el desarrollo de sus huevos, se aumente el número de oviposiciones en este período y que con ellos se hubieran obtenido estos valores tan elevados, de larvas y pupas, para el día 30 de Agosto de 2010.

Es necesario considerar que para determinar la producción de larvas y pupas para *Aedes* y *Culex*, se tuvieron en cuenta todos los resultados de los muestreos. En la

Tabla 7 se presentan las cantidades totales obtenidas para cada especie y en la Figura 40, son representadas estas producciones:

Tabla 7. Producción total de larvas y pupas para *Aedes* y *Culex*.

	<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>	Total
Larvas	6960	3812	10772
Pupas	961	631	1592

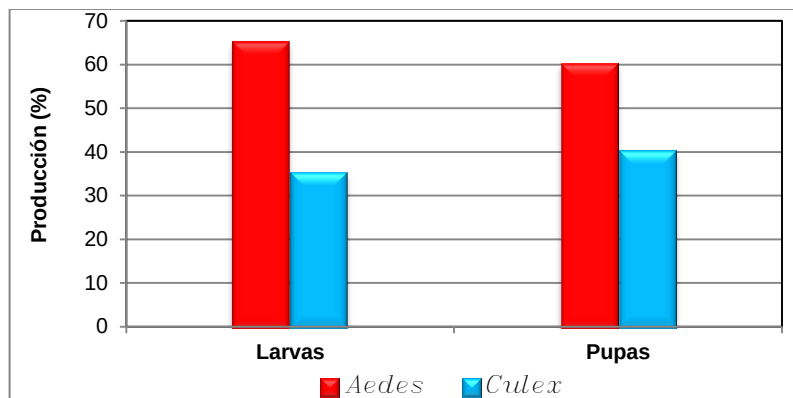


Figura 40. Cantidad de Larvas y pupas para *Aedes* y *Culex* obtenidas en el sumidero NM.

Según lo planteado en la Figura 40, se observó que la mayor producción larval y pupal fue de la especie *Aedes aegypti*, cuyos valores respectivamente son 65% y 60%, mientras que para *Culex* se obtuvo una producción de larvas y pupas de 35% y 40%, respectivamente. Lo anterior se debe principalmente a los registros obtenidos para el 9° muestreo, pues según el comportamiento de las larvas de *Culex* presentado en la Figura 40, éstas eran mayores a las de *Aedes*, a excepción del resultado obtenido en el último muestreo (5639 larvas).

Teniendo en cuenta la afirmación hecha por González (2007), sobre que, para la especie *Aedes aegypti* se tiene que la producción de pupas puede ser tomada como indicador de los adultos producidos y en ausencia de factores externos como depredadores o parásitos su mortalidad es baja, es decir que aquellos que lleguen al estado pupal tienen una alta probabilidad de ser adultos, se puede deducir que en el sumidero NM se dio una proliferación total de 961 mosquitos de *Aedes aegypti*.

4.4 MEDICIÓN DE OLORES

Teniendo en cuenta que uno de los objetivos específicos plantea determinar si la modificación realizada en el sumidero generó un impacto ambiental negativo por la emanación de malos olores del alcantarillado, y que el muestreo de esta variable se realizó sobre ambas estructuras, se planteó la siguiente hipótesis: la percepción

de malos olores es mayor en el Sumidero Modificado que en el Sumidero No Modificado. A continuación se presenta el procedimiento realizado para comprobar o rechazar la hipótesis:

4.4.1 Validación de la estrategia de medición Teniendo en cuenta la metodología utilizada para el muestreo de este parámetro, acerca de la recolección de datos (3 opiniones por individuo en cada sumidero), se debe determinar la variabilidad de los datos obtenidos y así conocer la confiabilidad de los mismos.

Para ello se determina el porcentaje de personas que dieron *igual respuesta* en cada sumidero (perceptible en los 3 resultados o no perceptible) o *diferente respuesta* (los 3 resultados variaron) ya que una respuesta sostenida evidencia consistencia en la opinión del individuo. La Tabla 8 presenta la validación realizada:

Tabla 8. Validación de la estrategia de medición

	Sumidero Modificado	Sumidero NO Modificado
Diferente respuesta	14	26
Igual respuesta	100	88
Porcentaje de personas con igual respuesta (%)	88	77

Según lo evidencia la Tabla 8, el porcentaje de personas cuya respuesta fue igual en las 3 mediciones para cada sumidero es del 88% para el caso del Sumidero M y 77% para el caso del Sumidero NM; estos porcentajes son significativos, por lo cual se establece que los resultados obtenidos son confiables y es posible realizar un análisis válido con ellos, pues son mayores al 60% (Mosquera, 2010).

4.4.2 Selección de la herramienta estadística Para la determinación de la herramienta estadística con la cual se manejaron los datos obtenidos, se tuvo en cuenta que el conjunto de datos de esta medición se caracterizó por:

- ✓ Variables de tipo cualitativo, dicotómico (perceptible o no perceptible).
- ✓ Dependencia entre las valoraciones del individuo en ambas situaciones.

Habitualmente una hipótesis como la planteada, se prueba a través de la aplicación del estadístico Z (distribución normal) para la comparación de las proporciones de dos poblaciones independientes, más en esta ocasión este supuesto de independencia no es adecuado debido a la relación de apareamiento entre las valoraciones.

Como herramienta complementaria se aplica el test de McNemar, el cual pertenece al conjunto de pruebas no paramétricas, se ajusta a condiciones como las observadas (el mismo individuo es utilizado para juzgar los dos sumideros) y es utilizado para comparar dos proporciones de una población que están relacionadas (URL-3, 2010); para este caso, las dos proporciones poblacionales corresponden al grupo de personas utilizado en el muestreo de los dos sumideros.

Este test se realizó para facilitar el manejo de los resultados obtenidos en la medición y encontrar si existe diferencia entre las valoraciones. Para ello se transformaron los valores numéricos en signos positivos (+) y negativos (-). Lo anterior se realizó teniendo en cuenta lo siguiente:

- +: Si el resultado es perceptible 2 ó 3 veces.
- : Si el resultado es no perceptible 2 ó 3 veces.

Los resultados obtenidos se presentan de manera individual en la Tabla A6.

4.4.2.1 Aplicación Se hace uso de la información planteada en la sección 2.5.2 (Tabla 2), una vez se tabulan los datos se obtiene la Tabla 9:

Tabla 9. Cuadro de datos para la aplicación del Test de McNemar.

Situación 1	Situación 2		
		+	-
	+	3	14
	-	10	87

Teniendo en cuenta la Tabla 2 y los datos estipulados en la Tabla 9, las denominaciones a, b, c y d, correspondientes a los valores 3, 14, 10 y 87, respectivamente, se determinaron teniendo en cuenta lo siguiente:

- ✓ a: Personas para las cuales el olor fue Perceptible en ambos Sumideros (+, +).
- ✓ b: Personas para las cuales el olor fue Perceptible en el Sumidero Modificado e Imperceptible en el Sumidero No modificado (+, -).
- ✓ c: Personas para las cuales el olor fue No Perceptible en el Sumidero Modificado y Perceptible en el Sumidero No Modificado (-, +).
- ✓ d: Personas para las cuales el olor fue No Perceptible en ambos Sumideros (-, -).

La Figura 41 presenta el porcentaje de personas para quienes los malos olores fueron *perceptibles* en cada uno de los sumideros. A continuación se muestra el procedimiento para determinar estos porcentajes.

P_{SM(+)}: Porcentaje de percepción en el Sumidero Modificado (Situación 1).

$$P_{SM(+)} = \frac{17}{114} * 100 = 14,9 = 15\% \quad \text{Ecuación 2.}$$

P_{SNM}(+): Porcentaje de percepción en el Sumidero No Modificado (Situación 2).

$$P_{SNM}(+) = \frac{13}{114} * 100 = 11,4 = 11\% \quad \text{Ecuación 3.}$$

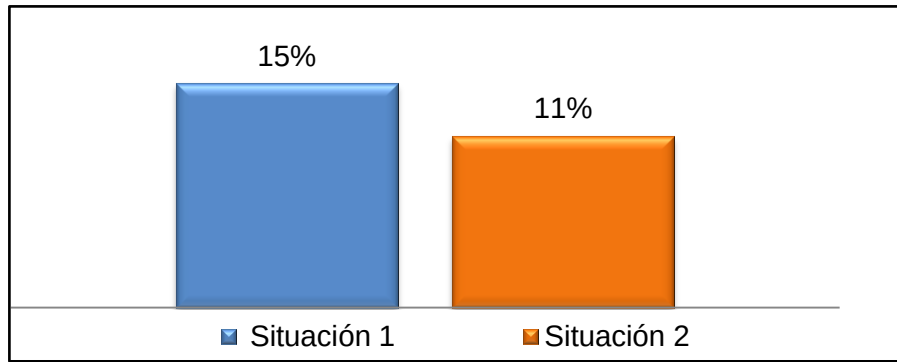


Figura 41. Percepción de Olores en el estudio

Retomando la información suministrada en la Tabla 9, se observa que el 79% de las personas presentaron concordancia en sus respuestas para ambas situaciones (casillas a y d), mientras que el 21% (casillas b y c) dieron opiniones diferentes en ambas situaciones, por lo tanto es esta última población con la cual se trabaja, teniendo en cuenta que la hipótesis planteada establece diferencia en la percepción de olor para ambas situaciones: “En el Sumidero Modificado los malos olores son más perceptibles ($P_{SM}(+)$) que en el Sumidero No Modificado ($P_{SNM}(+)$), es decir que $P_{SM}(+) > P_{SNM}(+)$ ”

4.4.2.2 Prueba de Hipótesis Esta prueba se realizó con el fin de comprobar la hipótesis del estudio, para ello se establece que ésta es equivalente a decir que $P(b) > P(c)$, donde b representa el número de personas para las cuales la percepción de olores fue positiva en la el Sumidero M y negativa en el sumidero NM y viceversa para c. De esta manera si $P(b) > P(c)$, implica probar que $P(b) > 0.5$. Donde 0.5 equivale al 50% de la muestra lo cual indica que si $P(b) > 0.5$, se interpreta que Es mayor la proporción de personas que si percibieron malos olores en el Sumidero M.

Para realizar la prueba de hipótesis se formuló una hipótesis nula (H_0) y una hipótesis alterna (H_a):

H_0 : $P(b) = 0.5$ Es decir que la mitad del tamaño de la muestra si percibió malos olores en el Sumidero M.

H_a : $P(b) > 0.5$ Es decir que entre las personas que presentaron diferentes respuestas, es mayor la proporción de personas que percibieron olores en el Sumidero M.

Bajo esta restricción el número de individuos de análisis (n) equivale a 24 personas (b+c). Entonces, ya que $n < 30$ es una condición insuficiente para aplicar el test bajo su aproximación normal, en su lugar debe hacerse uso de la distribución binomial para el cálculo del valor_p de este test, tal y como se señala a continuación:

$$\text{Valor}_p = P(B \geq b) = 1 - P(b \leq b - 1) * \sum_{i=1}^{b-1} \binom{n}{i} 0.5^i * 0.5^{n-i} \quad \text{Ecuación 4.}$$

Donde,

b: Número de personas para las cuales la percepción de olores fue positiva en el Sumidero M y negativa en el Sumidero NM (b=14)

n: Tamaño de la población (n=24)

Al reemplazar en la ecuación se obtiene entonces que el valor_p equivale a 0,271. Para comprobar la hipótesis se dispone del siguiente criterio de decisión:

✓ Sí, $\text{valor}_p > \alpha$: No se rechaza H_0 .

✓ Sí, $\text{valor}_p < \alpha$: Se rechaza H_0 .

Donde α corresponde al nivel de significancia equivalente a 0.05%

Finalmente se obtiene $0.271 > 0.05$ ($\text{valor}_p > \alpha$), por lo tanto no se rechaza la H_0 ($P(b)=0.5$), lo cual permite concluir que no existe suficiente evidencia para afirmar que la modificación del sumidero aumentó la percepción de malos olores en la estructura.

4.5 MODIFICACIÓN DEL SUMIDERO Y SU INFLUENCIA EN EL CONTROL DE LA PROLIFERACION DEL MOSQUITO *Aedes aegypti*.

4.5.1 Modificación del Sumidero Como se mencionó anteriormente, durante el desarrollo de la etapa experimental nunca se obtuvo nivel de agua en esta estructura, es decir, que la modificación realizada fue exitosa pues permitió evacuar toda el agua que drenaba hacia este sumidero y considerando que bajo condiciones normales estas estructuras acumulan agua (Caso del Sumidero NM), se puede afirmar que esta modificación garantizó la función de captar las aguas de escorrentía y entregarlas a la red de alcantarillado, sin generar la acumulación del agua en el sumidero por largos períodos de tiempo.

Durante los dos meses que se implementó esta modificación se observó presencia de material sólido en la parte superior de la capa de grava (Ver Figura 42) es decir que si se presentó la retención de sólidos, otra de las funciones que se debía seguir garantizando en el sumidero. Se encontró que la cantidad de sólidos retenidos en la parte superior y a través del medio filtrante, durante la fase experimental, correspondió a 4,8 Kg (Ver cálculos Tabla A8). Cabe resaltar que, durante este tiempo, el medio filtrante no se colmató. Se debe considerar que la

zona que drena hacia al sumidero M, es un área poco transitada y los árboles presentes en la zona, no están tan cercanos a la estructura.



Figura 42. Retención de sólidos Sumidero Modificado.

Teniendo en cuenta las características y la densidad del lodo (Romero, 1999) presentadas en la Tabla A9, se obtuvo que la cantidad de sólidos retenidos en el Sumidero NM, correspondió a 2,3 Kg. Este valor resulta ser menor que el encontrado para el Sumidero M, pues se hace necesario considerar que, los sólidos más gruesos y flotantes que llegan a la estructura son arrastrados en la superficie y vierten con el agua que rebosa hacia la cámara de desagüe, la resuspensión causada en la estructura también genera pérdidas en la cantidad de sólidos sedimentables y las pérdidas generadas al momento de vaciar el sumidero para encontrar la altura del lodo sedimentado.

4.5.2 Influencia de la modificación en la proliferación del mosquito *Aedes aegypti*. En primer lugar, se establece que la modificación realizada en el sumidero si evitó el desarrollo del mosquito *Aedes aegypti*, debido a la ausencia de agua retenida en esta estructura, condición necesaria para que se presente en este medio. Esto puede ser evidenciado, considerando que en el Sumidero NM siempre se registraron niveles de agua y por tanto producción de larvas y pupas del mosquito *Aedes aegypti*, posiblemente vectores del Dengue.

5. CONCLUSIONES

- ✓ Teniendo en cuenta las condiciones del lugar en donde se encuentran ubicados los dos sumideros del estudio y las características del Sumidero M, las cuales corresponden la implementación de los principios básicos de la Filtración Gruesa Dinámica, como fueron la adecuación del medio filtrante y la perforación de la pantalla de rebose, en el Sumidero M, facilitó la retención de sólidos y el drenaje del agua, por tanto no se presentó lámina de agua en la estructura y durante todo el período de la fase experimental nunca se colmató el medio filtrante.
- ✓ En el Sumidero M, no hubo presencia de mosquitos, lo cual indica que la modificación realizada si cumplió con el objetivo general planteado para este proyecto.
- ✓ En el Sumidero NM, se encontraron dos especies de mosquitos, *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus*, siendo el primero de gran interés en el área de la salud pública, al ser el principal transmisor del Dengue. Lo anterior guarda relación con los resultados obtenidos en las investigaciones que se han llevado a cabo en la ciudad.
- ✓ La producción de larvas y pupas, durante los dos meses de duración de la fase experimental, para *Aedes aegypti* fue de 6960 y 961, respectivamente, y para *Culex quinquefasciatus* de 3812 y 631, lo cual evidencia que las características que se presentaron en la estructura favorecieron el desarrollo de ambas especies.
- ✓ En cuanto a las variables fisicoquímicas como la Turbiedad y Oxígeno disuelto, se puede establecer que con los resultados obtenidos no se evidenció que su comportamiento afectara o no la producción de larvas y pupas de los mosquitos, pues a pesar de las variación en los rangos obtenidos para estos parámetros, siempre hubo presencia del mosquito *Aedes aegypti*.
- ✓ Según los resultados obtenidos para el muestreo de olores realizado en las estructuras, se concluye que no existe evidencia suficiente para afirmar que la modificación realizada en el sumidero generó algún impacto ambiental negativo, debido a la emanación de malos olores del alcantarillado.
- ✓ En el Sumidero NM, se obtuvo una producción de 961 pupas de *Aedes aegypti*, por tanto es posible afirmar que con la modificación realizada en la estructura, se evitó la producción de aproximadamente 8 hembras diarias, de este mosquito, las cuales son transmisoras del Dengue. Por ello, la modificación controló la proliferación de este vector, disminuyendo el riesgo de transmisión a la población cercana a la estructura.

6. RECOMENDACIONES

- ✓ Fomentar un estudio sobre la implementación de esta modificación a más sumideros de la ciudad, empezando por un ensayo a escala piloto en la Universidad del Valle, y teniendo en cuenta que preferiblemente estén expuestos a diferentes condiciones ambientales, características de áreas tributarias y cultura de las personas, y así poder observar el comportamiento que se presente en la estructura modificada y el tiempo que tome en colmatarse para definir la frecuencia de su mantenimiento. Además se debe tener en cuenta las características constructivas del sumidero a intervenir, pues la modificación realizada con este estudio se realizó sobre un sumidero tipo B.
- ✓ Para estudios futuros se recomienda realizar mediciones fisicoquímicas y entomológicas por un periodo de tiempo más prolongado, e incrementar el número de variables a medir con el fin de determinar si éstas influyen en la presencia y en el desarrollo de las diferentes etapas del mosquito.

BIBLIOGRAFIA

- Alahmed, A. M. (2010). Mosquito fauna (Diptera: Culicidae) of the Eastern Region of Saudi Arabia and their seasonal abundance. *Journal of King Saud University-Science*.
- APHA - AWWA – WPCF (1989). Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Edición 17.
- Calderón, O.; Troyo, A.; Solano, M.; Avendaño, A. (2009). Culicido fauna asociada con Contenedores Artificiales en la Comunidad “La Carpio”, Costa Rica. *Revista Costarricense Salud Pública* 2009; 18:30-36.
- Christophers, S. R. (1960). *Aedes aegypti*-The Yellow Fever Mosquito: Its life history, bionomics and structure. Cambridge University Press. United States.
- Cyr, H. (2004). The impact of restricted access to atmospheric oxygen on the survival and development of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Pre-imagos .Canadá: McGill University.
- Duarte M., Camacho L., Rodríguez E. (2008). Medición Y Análisis Del Fenómeno De Primer Lavado En Cuencas Urbanas. Caso: Campus De La Universidad Nacional De Colombia Sede Bogotá. Colombia.
- DuPonte, M.; Larish, L. (2003). Horse Bot fly, Horse throat Bot Fly. College of Tropical Agriculture and Human Resources. Department of Human Nutrition, Food and Animal Sciences .Hawaii Department of Health. Hawaii.
- EMCALI (2007). Normas de Diseño de Acueducto y Alcantarillado. Cali, Colombia.
- Enviromental Protection Agency. (1999). Preliminary Data Summary of Urban Storm Water Best Management Practices. Estados Unidos.
- Farah, M.; Ateeq, B; Ali, M; Sabir, R.; Ahmad, W. (2004). Studies on lethal concentrations and toxicity stress of some xenobiotics on aquatic organisms. *Chemosphere* 55 (2): 257-265.
- Focks, D. A.; Brenner, R. A.; Daniels, E.; Hayes, J. (2000). Transmission thresholds for Dengue in terms of *Aedes aegypti* pupae per person with discussion of their utility in source reduction efforts. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 62: 11-18.
- Galvis, G. y Latorre, J. (1999). Filtración en Múltiples etapas: Tecnología innovativa para el tratamiento de agua: Universidad del valle, CINARA, Instituto

de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico, IRC. Colombia.

García, O. (2009). Siglo XXI: Era de los Vectores. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. ISSN: 1695-75004 2009 Vol. 10, No. 96

Geery, P. R.; Holub, R. E. (1989). Seasonal abundance and control of *Culex* spp. in catch basins in Illinois. Journal of the American Mosquito Control Association 5(4): 537-540.

Gerberg. E. (1970). Manual for Mosquito Rearing and Experimental Techniques. Bolletín No. 5 of the American Mosquito Control Association. Inc. Estados Unidos.

Giraldo, G., Pérez, M., Morales, C., Ocampo, C. (2008). Evaluación del triflumurón y la mezcla de *Bacillus thuringiensis* más *Bacillus sphaericus* para el control de las formas inmaduras de *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* en sumideros en Cali, Colombia. Biomédica 2008: 28: 224-33

Göbel P., Dierkes C., Coldewey W. (2007). Storm Water Runoff Concentration Matrix For Urban Areas. Journal of Contaminant Hydrology 91. Division of Applied Geology. Universidad de Münster, Corrensstr, 26–42.

González, R. (2007). Experiencia de un análisis entomológico de criaderos de *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* en Cali, Colombia. Revista Colombiana de Entomología 33 (2). Cali. Colombia.

González, R. (2010). Comunicación personal. Facultad de Ciencias, Universidad del Valle. Cali. Colombia.

Grupo Epidemiológico y Salud Poblacional (2006). Diseño, implementación y evaluación de una estrategia de intervención en Dengue con fundamentos eco-bio-sociales en un área demostrativa de la zona urbana de Cali.

Gutiérrez H.M. (2010). Manual de Laboratorio, Oxígeno Disuelto. Publicaciones Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle. Cali, Colombia.

Gutiérrez H.M. (2010). Capacitación personal. Método Winkler. Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle. Cali, Colombia.

Hammerschmidt, C.; Fitzgerald, W. (2005). Methylmercury in mosquitoes related to atmospheric mercury deposition and contamination. Environmental Science and Technology 39 (9): 3034-3039.

Heuveldop J., Pardo J., Quiros S., Espinoza L. (1986). Agroclimatología Tropical. Universidad Estatal. San José, Costa Rica.

IDRC, (2006). Dengue y Chagas—El enfoque de ecosalud en la prevención de enfermedades. Salud - medio ambiente: Conexiones Globales.

Instituto Nacional de Salud (2011). Boletín de Vigilancia de Dengue en Colombia. Semana Epidemiológica 24 (12 de Junio-18 de Junio 2011). Boletín 24. Colombia.

Invasive Species Specialist Group-ISSG, (2009). The Global Invasive Species Database. Auckland. Nueva Zelanda. Disponible en la web: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?fr=1&si=482>

Jacob, B.; Shililu, J.; Muturi, E.; Mwangangi, J.; Muriu, S.; Funes, J.; Githure, J.; Regens, J.; Novak, R. (2006). Spatially targeting *Culex quinquefasciatus* aquatic habitats on modified land cover for implementing an Integrated Vector Management (IVM) program in three villages within the Mwea Rice Scheme, Kenya. International Journal of Health Geographics. 5, 18., doi:10.1186/1476-072X-5-18.

Jacob, B., Muturi, E., Caamano, E. et al. (2008). Hydrological modeling of geophysical parameters of arboviral and protozoan disease vectors in Internally Displaced People camps in Gulu, Uganda.

Laird, M. (1988). The Natural History of Larval Mosquito Habitats. Academic Press, Harcourt Brace Jovanovich. Publisher. N.Y. 555 p.

Laporta, G., Urbinatti, P., Natal, D. (2006). Aspectos ecológicos da população de *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera, Culicidae) em abrigos situados no Parque Ecológico do Tietê, São Paulo, SP. Revista Brasileira Entomológica 50 (1). Facultad de Salud Pública. Universidad de São Paulo. Brasil.

Larrick, S., Connelly, R. (2009). Featured Creatures. Departamento de Entomología y Nematología. Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas Universidad de Florida. Estados Unidos. Disponible en la web: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/aquatic/southern_house_mosquito.htm

Lee J.H., Bang K.W., Ketchum J.S., Choe M.J. (2002). First Flush Analysis of Urban Storm Runoff. The Science of the Total Environment 293 163–175.

López P.M. (2001). Manual de laboratorio, Química Sanitaria II. Publicaciones Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle. Cali, Colombia.

Lucumí, D. (2010). Índices entomológicos, evaluación y productividad de criaderos de *Aedes aegypti* (diptera: culicidae), y su asociación con *Culex* Sp. en un área urbana de la ciudad de Santiago de Cali con transmisión de Dengue. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Universidad del Valle. Colombia.

Lucumí, D. (2010). Comunicación personal. Facultad de Ciencias, Universidad del Valle. Cali. Colombia.

Mackay, A.J. (2007). Detection of West Nile Virus activity in male and females mosquitoes, and evaluation of host-utilization patterns of mosquitoes in east baton rouge parish, Louisiana. Canadá.

Malar, M. (2006). The ecology and biology of *aedes aegypti*(l.) and *Aedes albopictus*(skuse) (diptera: culicidae) and the resistance status of *Aedes albopictus*(field strain) against organophosphates in Penang, Malaysia.

Mandal, S.K., Ghosh, A., Bhattacharjee, I., Chandra, G. (2007). Biocontrol efficiency of odonate nymphs against larvae of the mosquito, *Culex quinquefasciatus* Say, 1823. Unidad de Investigación de Mosquito, Departamento de Zoología. Universidad de Burdwan. India.

Martin, J., Brathwaite, O. (2007). La Estrategia de Gestión Integrada para la Prevención y el Control del Dengue en la Región de las Américas. Revista panamericana de Salud Pública. Panamá.

Materón, H. (1992). Hidrología Básica II. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente. Santiago de Cali, Colombia.

METCALF- EDDY. (1981). Tratamiento y depuración de las aguas residuales. McGraw-Hill, Inc. Segunda edición.

Montero, G. (2009). Biología de *Aedes aegypti*(Recopilación). Sitio Argentino de Producción Animal. Argentina.

Morales, C.A. (2008). Diez años del programa de prevención y control del Dengue en Cali resultados del control larvario en sumideros y concentraciones humanas. Cooperativa de trabajo asociado Control Ambiental Integral.

Mosquera, J. (2010). Comunicación personal Análisis estadístico de variables. Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle. Cali. Colombia.

Nelson, M. (1986) *Aedes aegypti*: biología y ecología. Washington: OPS. (PNSP/86.63).

Oda, T.; Uchida, K.; Mori, A. Mine, M.; Eshita, Y.; Kurokawa, K.; Kato, K.; Tahara, H. (1999). Effects of high temperature on the emergence and survival of adult *Culex pipiens molestus* and *Culex quinquefasciatus* in Japan. Journal of the American Mosquito Control Association, 15 (2):153-156. Japan.

Organización Panamericana de la Salud (2002). La OPS y el Estado colombiano: Cien años de historia. Disponible en: http://www.col.ops-oms.org/centenario/libro/OPSestado_04.asp#_19

Peña, M. F. (2010). Capacitación personal: Uso del café como regenerador del olfato. Cooperativa de Caficultores en Tuluá. Colombia.

Prieto J. (2004). El agua, sus formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservación. Bogotá, Colombia.

Romero, J.A. (1999). Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y principios de diseño. Bogotá, Colombia.

Salazar, J., Moncada, L. (2004). Ciclo de Vida de *Culex quinquefasciatus* Say, 1826 (Diptera: Culicidae) bajo condiciones no controladas en Bogotá. Biomédica 24. Bogotá, Colombia.

Salvatella, R. (1996). *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) y su papel como vectores en las Américas. Revista médica del Uruguay. Instituto de Higiene-Departamento de Parasitología. Uruguay.

Sardelis, M.; Turell, M.; Dohm, D.; O'Guinn, M. (2001). Vector Competence of Selected North American *Culex* and *Coquilleltidia* Mosquitoes for West Nile Virus .Medical Research Institute of Infectious Diseases 7(6): 1018-1022.

Shannon, R. C., and Putnam, P. 1934. The biology of *Stegomyia* under laboratory conditions. Proceedings of the Entomological Society of Washington. 36: 185-215 48.

Secretaría de Salud Pública Municipal de Santiago de Cali (2010). Informe de acciones para enfrentar la urgencia manifiesta por Dengue. Santiago de Cali. Colombia. Disponible en la WEB:<http://www.cali.gov.co/salud/publicaciones.php?id=32215>

Shannon, R. C., and Putnam, P. 1934. The biology of *Stegomyia* under laboratory conditions. Proceedings of the Entomological Society of Washington. 36: 185-215. Sirivanakarn, S.; Wgite, G.B. (1978). Neotype designation of *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). Estados unidos.

Universidad Nacional, PAVCO (2009).Sumideros en Alcantarillados de Aguas Lluvias. Diseños Típicos en Colombia y Mecanismos de Retención de Sólidos. Bogotá, Colombia.

URL-1 (2009). Dengue y Dengue hemorrágico. Nota descriptiva N° 117. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/es/>.

URL-2 (2011). Secretaría General. Disponible en: <http://www.cali.gov.co/publicaciones.php?id=37727>

URL-3 (2010). Prueba de McNemar. Disponible en: <http://www.statisticssolutions.com/methods-chapter/statistical-tests/mcnemar-test/>.

URL-4 (2011). Clima Santiago de Cali. Disponible en: <http://www.cali.gov.co/sil/sil.php?id=1435>.

URL-5 (2006). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Disponible en: <http://www.standardmethods.org/>

Wei Q., Zhu G., Wu P., Cui L., Zhang K., Zhou J., Zhang W. (2010). Distributions of typical contaminant species in urban short-term storm runoff and their fates during rain events: A case of Xiamen City. Journal of Environmental Sciences, 22(4) 533–539.

Zafra C., Temprano J., Tejero I. (2009). Evaluating urban runoff pollution: sediments deposited on a road surface. REVISTA INGENIERÍA 108 E INVESTIGACIÓN VOL. 29 NO. 1, (101-108).

ANEXOS

1. CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES

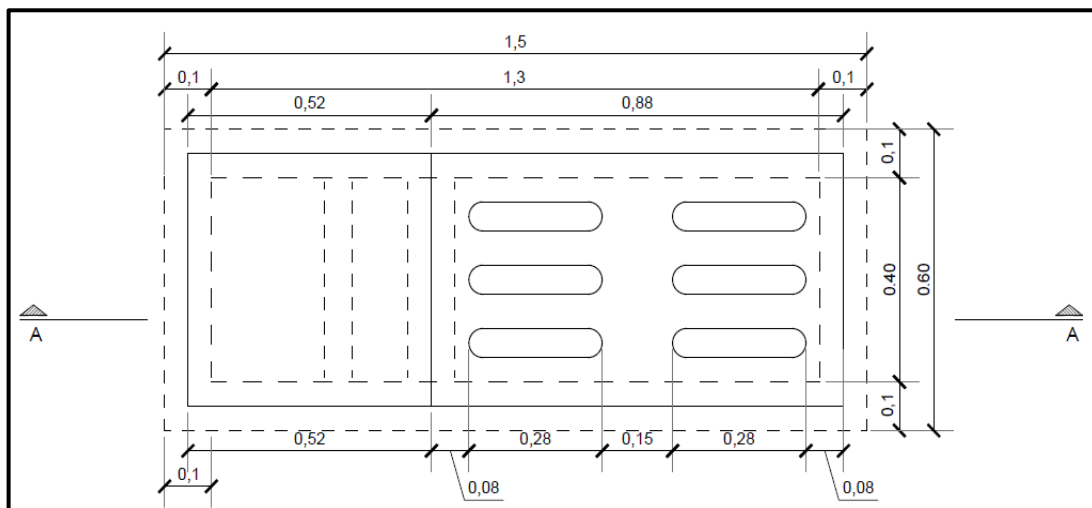


Figura A1. Planta Sumidero Modificado (Con tapa).

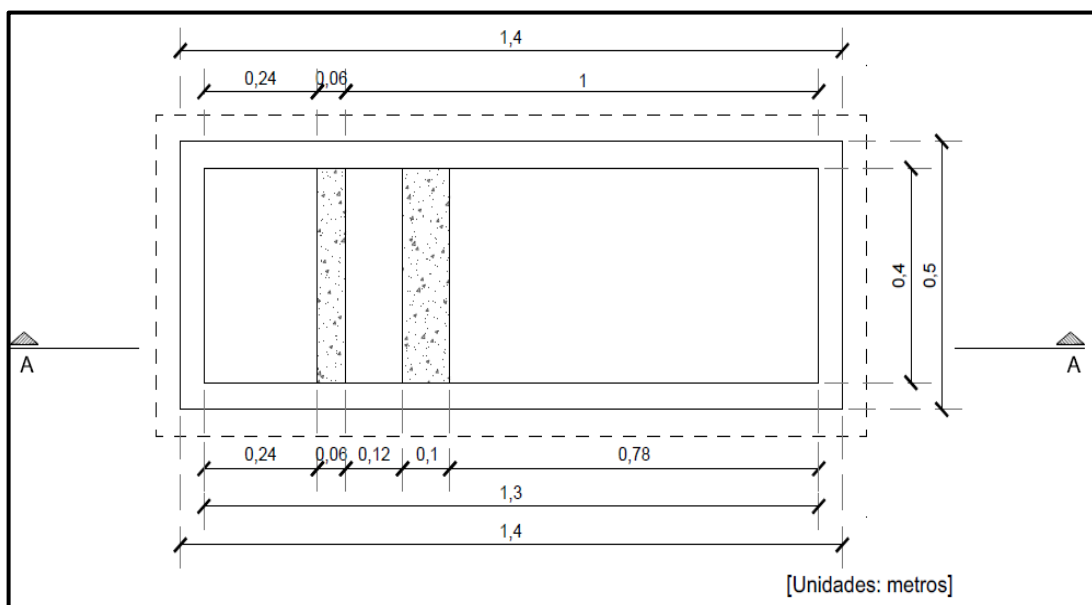


Figura A2. Planta Sumidero Modificado (Sin tapa).

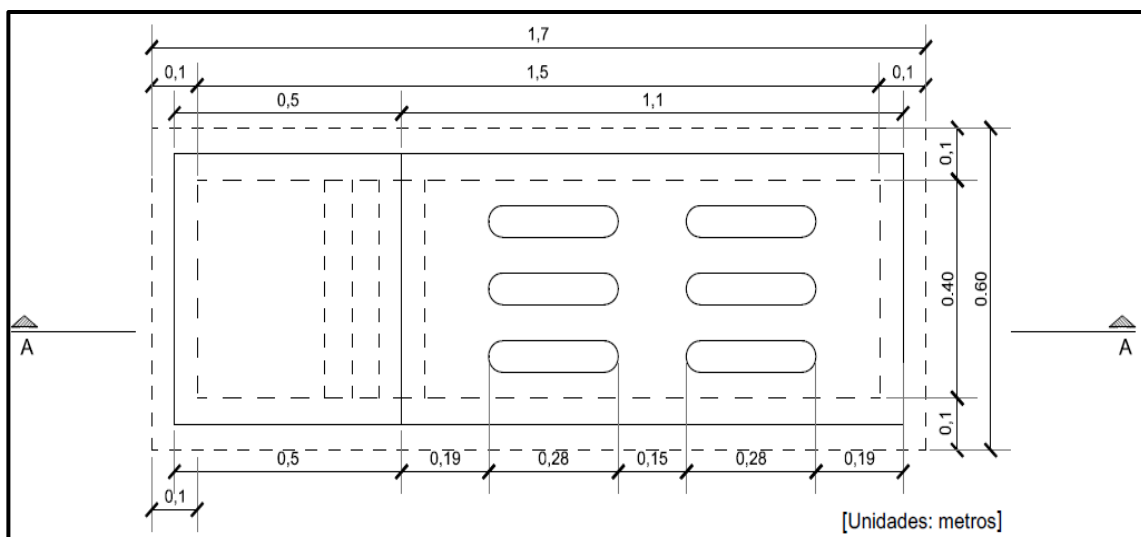


Figura A3. Planta Sumidero No Modificado (Con tapa).

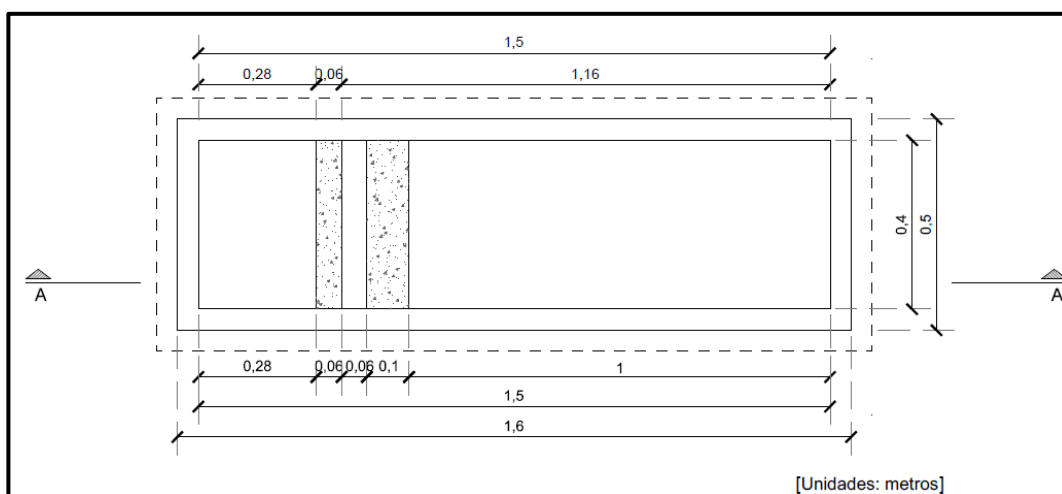


Figura A4. Planta Sumidero No Modificado (Sin tapa).

2. MONTAJE EXPERIMENTAL



Figura A5. Señalización en las unidades experimentales.



Figura A6. Limpieza



Figura A7. Instalación de reglas en los sumideros



Figura A8. Perforación en el Sumidero M.



Figura A9. Colocación del geotextil y adecuación del compartimiento de la grava en el Sumidero M.



Figura A10. Adecuación del medio filtrante: separación de las capas de grava mediante malla de plástico.



Figura A11. Modificación realizada en el Sumidero.

Tabla A1. Datos IDEAM.

FECHA	TEMP. MIN (° C)	TEMP. MÁX (° C)	PRECIPITACIÓN DIARIA (mm/d)	PRECIPITACIÓN DIARIA (cm/h)	PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)
30/06/10	19,2	29	0	0,00	0,00
01/07/10	20,6	28,8	17,6	0,07	17,60
02/07/10	20	27,6	0,8	0,00	18,40
03/07/10	19,80	28,60	0,8	0,00	14,72
04/07/10	20,20	26,00	5,6	0,02	20,32
05/07/10	19,20	26,60	50,5	0,21	70,82
06/07/10	19,20	27,20	0,9	0,00	71,72
07/07/10	19,40	28,20	0,3	0,00	72,02
08/07/10	19,00	28,60	3,6	0,02	75,62
09/07/10	20,40	29,80	0,3	0,00	75,92
10/07/10	20,80	29,20	3,6	0,02	79,52
11/07/10	18,80	NO DATO	3,6	0,02	83,12
12/07/10	19,20	28,00	0,4	0,00	83,52
13/07/10	19,40	28,20	2,5	0,01	86,02
14/07/10	19,60	28,60	24,9	0,10	110,92
15/07/10	19,40	26,10	16,6	0,07	127,52
16/07/10	19,00	24,00	2	0,01	129,52
17/07/10	18,80	27,40	0,5	0,00	130,02
18/07/10	NO DATO	28,40	7,6	0,03	137,62
19/07/10	19,60	29,40	0	0,00	137,62
20/07/10	20,00	28,10	0	0,00	137,62
21/07/10	18,40	29,60	0	0,00	137,62
22/07/10	18,40	30,00	0	0,00	137,62
23/07/10	19,80	30,00	0	0,00	137,62
24/07/10	21,00	29,40	0	0,00	137,62
25/07/10	19,00	30,00	0	0,00	137,62
26/07/10	21,20	29,40	26,4	0,11	164,02
27/07/10	18,20	28,00	2,7	0,01	166,72
28/07/10	20,60	29,20	0	0,00	166,72
29/07/10	NO DATO	NO DATO	0	0,00	166,72
30/07/10	20,00	NO DATO	2	0,01	168,72

31/07/10	19,60	27,20	26,8	0,11	195,52
01/08/10	19,60	30,00	0,7	0,00	196,22
02/08/10	20,60	29,60	0	0,00	196,22
03/08/10	21,00	27,20	44,6	0,19	240,82
04/08/10	18,40	29,00	0,8	0,00	241,62
05/08/10	19,40	30,00	0	0,00	241,62
06/08/10	20,00	30,00	0	0,00	241,62
07/08/10	19,60	28,80	2,3	0,01	243,92
08/08/10	20,00	29,60	0	0,00	243,92
09/08/10	19,60	31,60	0	0,00	243,92
10/08/10	18,80	30,60	0	0,00	243,92
11/08/10	18,20	29,20	0	0,00	243,92
12/08/10	19,20	26,80	1,5	0,01	245,42
13/08/10	20,00	27,80	0	0,00	245,42
14/08/10	19,80	27,00	0	0,00	245,42
15/08/10	17,60	30,60	0	0,00	245,42
16/08/10	19,00	29,20	0	0,00	245,42
17/08/10	19,80	30,40	0	0,00	245,42
18/08/10	20,60	30,00	0	0,00	245,42
19/08/10	19,00	29,80	1,9	0,01	247,32
20/08/10	19,60	NO DATO	0	0,00	247,32
21/08/10	17,80	31,40	0	0,00	247,32
22/08/10	17,80	31,00	0	0,00	247,32
23/08/10	18,40	28,80	0	0,00	247,32
24/08/10	20,40	29,80	0	0,00	247,32
25/08/10	21,00	29,00	5,2	0,02	252,52
26/08/10	21,00	29,00	15,2	0,06	267,72
27/08/10	20,20	29,80	0,4	0,00	268,12
28/08/10	20,80	29,20	0	0,00	268,12
29/08/10	20,60	30,00	0	0,00	268,12
30/08/10	18,60	30,80	2,4	0,01	270,52

Tabla A2. Mediciones de nivel de agua y fisicoquímicas

Tabla A2. Mediciones de nivel de agua y fisicoquímicas						
Fecha	OD (Mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Turbiedad (UNT)	Turbiedad Promedio (UNT)	Nivel de Agua(m)
06/07/10	2	6,64	25,5	380	335,50	0,338
06/07/10	2,2	6,77	25,1	302		
06/07/10	1,4	6,81	25	303		
06/07/10	1,5	6,74	25,2	372		
06/07/10	2,2	6,75	25,1	335		
06/07/10	3,2	6,73	25	321		
07/07/10	0,6	7,35	25,9	261	252,83	0,32
07/07/10	0,7	7,35	25,9	248		
07/07/10	0,7	7,5	25,9	253		
07/07/10	0,6	7,4	26	268		
07/07/10	0,6	7,42	25,9	241		
07/07/10	0,6	7,41	25,9	246		
08/07/10	0,6	7,61	26,2	242	227,50	0,289
08/07/10	0,5	7,56	26,3	224		
08/07/10	0,5	7,7	26,1	218		
08/07/10	0,5	7,66	26,2	232		
08/07/10	0,5	7,74	26,3	226		
08/07/10	0,5	7,72	26,2	223		
09/07/10	0,9	7,02	26,9	246	230,00	0,395
09/07/10	0,7	7,12	27,1	233		
09/07/10	1,2	7,41	26,9	228		
09/07/10	0,7	7,42	27	248		
09/07/10	1	7,42	27,2	207		
09/07/10	1,1	7,4	27,1	218		
10/07/10		FIN DE SEMANA				
11/07/10						
12/07/10	0,9	7,45	26,8	145	144,67	0,36
12/07/10	0,6	7,46	26,8	145		
12/07/10	0,6	7,53	26,8	142		
12/07/10	0,7	7,53	26,9	152		
12/07/10	0,7	7,59	26,9	144		
12/07/10	0,6	7,5	26,9	140		
13/07/10	0,8	7,4	26,9	135	128,50	0,355

13/07/10	0,6	7,57	27,1	128				
13/07/10	0,6	7,6	27,1	127				
13/07/10	0,6	7,82	27,2	126				
13/07/10	0,6	7,85	27,2	127				
13/07/10	0,6	7,7	27,1	128				
14/07/10	0,6	7,67	27,2	104	102,20	0,345		
14/07/10	0,7	8,57	27,1	103				
14/07/10	0,6	7,81	27,1	101				
14/07/10	0,7	7,78	27,1	103				
14/07/10	0,6	7,86	27,1	104				
14/07/10	0,7	7,82	27,1	98,2	313,33	0,417		
15/07/10	1	7,22	24,6	334				
15/07/10	1,2	7,67	24,6	312				
15/07/10	1,1	7,77	24,4	293				
15/07/10	0,8	7,82	24,7	338				
15/07/10	0,9	7,85	24,6	315				
15/07/10	1	7,9	24,5	288	182,17	0,382		
16/07/10	1,1	7,83	25	185				
16/07/10	0,9	7,81	25,1	186				
16/07/10	1,1	7,83	25,1	180				
16/07/10	1,1	7,83	25,1	179				
16/07/10	1	8,06	25,2	187				
16/07/10	1,1	7,99	25,2	176				
17/07/10		FIN DE SEMANA						
18/07/10						231,33	0,26	
19/07/10	1	7,58	26,6	252				
19/07/10	0,8	7,64	26,3	217				
19/07/10	1,8	7,56	26,5	212				
19/07/10	0,6	7,76	26,4	228				
19/07/10	0,9	7,82	26,4	221				
19/07/10	1,6	7,88	26,4	258				
20/07/10		FESTIVO						
21/07/10	0,8	8,37	27,2	169			164,83	0,218
21/07/10	0,7	7,7	27,1	171				
21/07/10	0,7	7,7	27	162				

21/07/10	0,7	7,8	26,9	160		
21/07/10	0,7	7,86	27	165		
21/07/10	0,6	7,87	26,9	162		
22/07/10	1	7,71	27	144	140,0	0,214
22/07/10	0,6	7,73	26,9	140		
22/07/10	0,6	7,78	27	139		
22/07/10	0,6	7,68	27,2	142		
22/07/10	0,6	7,66	27,1	135		
22/07/10	0,8	7,8	27	140		
23/07/10	0,7	7,65	27,4	123	119,83	0,21
23/07/10	0,7	7,64	27,3	121		
23/07/10	0,9	7,67	27,3	119		
23/07/10	0,6	7,63	27,3	119		
23/07/10	1	7,65	27,3	113		
23/07/10	1	7,62	27,3	124		
24/07/10		FIN DE SEMANA				
25/07/10						
26/07/10	0,7	7,99	27,6	42,7	38,27	0,2
26/07/10	0,7	7,94	27,6	38,6		
26/07/10	0,6	7,93	27,6	37,6		
26/07/10	0,8	7,88	27,6	40,6		
26/07/10	0,7	7,81	27,6	36,8		
26/07/10	1	7,82	27,6	33,3		
27/07/10	1,4	7,36	26,3	244	224,17	0,226
27/07/10	1,4	7,37	26,1	222		
27/07/10	1,1	7,35	26,2	212		
27/07/10	1	7,17	26,3	241		
27/07/10	0,9	7,26	26,3	216		
27/07/10	1,8	7,06	26,3	210		
28/07/10	0,7	7,49	26,8	107	98,33	0,23
28/07/10	0,8	7,08	26,8	98		
28/07/10	0,8	7,15	26,9	94		
28/07/10	0,7	7,04	27	97		
28/07/10	0,8	7,07	27	95		
28/07/10	0,9	6,84	26,9	99		
29/07/10	NO DATO	7,03	NO DATO	66	61,3	0,228
29/07/10		7		61,4		

29/07/10		7,01		61,5		
29/07/10		6,95		60,8		
29/07/10		6,92		60,7		
29/07/10		6,88		57,4		
30/07/10	0,58	7,32	30,5	40,5	34,35	0,225
30/07/10	0,43	7,3	30,5	40,9		
30/07/10	0,48	7,3	30,5	31,4		
30/07/10	0,45	7,25	30,5	32,7		
30/07/10	0,59	7,26	30,5	30		
30/07/10	0,65	7,2	30,5	30,6		
31/07/10		FIN DE SEMANA				
01/08/10						
02/08/10	0,34	7,2	27	179	177	0,224
02/08/10	0,5	7,27	26,8	183		
02/08/10	1,82	7,28	27	176		
02/08/10	0,59	7,23	27,1	180		
02/08/10	0,53	7,18	27	175		
02/08/10	0,35	7,1	26,8	169		
03/08/10	4,83	7,23	24,4	577	518,5	0,415
03/08/10	4,56	7,23	24,3	520		
03/08/10	5,3	7,15	24,1	459		
03/08/10	4,88	7,23	24,4	551		
03/08/10	4,6	7,13	24,3	514		
03/08/10	4,77	6,97	24,4	490		
04/08/10	0,19	8,1	26,1	335	324,5	0,397
04/08/10	0,4	7,66	26,1	329		
04/08/10	1,27	8,1	26	327		
04/08/10	0,12	7,62	26	330		
04/08/10	0,12	7,6	26	312		
04/08/10	0,54	7,51	26	314		
05/08/10	0,26	7,43	26,8	244	237	0,388
05/08/10	0,13	7,54	26,6	238		
05/08/10	0,23	7,54	26,7	233		
05/08/10	0,1	7,57	26,8	237		
05/08/10	0,23	7,62	26,8	238		
05/08/10	0,15	7,6	26,5	232		
06/08/10	0,3	7,49	27,1	203	200,83	0,38

06/08/10	0,35	7,81	27,3	205		
06/08/10	0,85	7,66	27,4	197		
06/08/10	0,34	7,67	27,5	201		
06/08/10	0,32	7,74	27,4	199		
06/08/10	0,35	7,67	27,3	200		
07/08/10		FIN DE SEMANA				
08/08/10						
09/08/10	NO DATO	8,18	NO DATO	135	134,5	0,364
09/08/10		8,22		139		
09/08/10		8,1		128		
09/08/10		8,22		137		
09/08/10		8,12		136		
09/08/10		8,1		132		
10/08/10	NO DATO	8,38	NO DATO	112	113,50	0,358
10/08/10		8,46		119		
10/08/10		8,18		109		
10/08/10		8,41		127		
10/08/10		8,23		109		
10/08/10		8,1		105		
11/08/10	NO DATO	7,77	NO DATO	77	75,50	0,358
11/08/10		7,92		79		
11/08/10		7,28		73		
11/08/10		7,67		74		
11/08/10		8,09		77		
11/08/10		7,26		73		
12/08/10	NO DATO	7,11	NO DATO	77	70,67	0,35
12/08/10		7,17		76		
12/08/10		7,1		67		
12/08/10		7,06		66		
12/08/10		7,16		71		
12/08/10		7,1		67		
13/08/10	NO DATO	7,1	29	64	64,67	0,35
13/08/10		7,24	29	69		
13/08/10		7,17	29,5	62		
13/08/10		7,1	29,5	67		
13/08/10		7,05	29	63		
13/08/10		7,54	29,5	63		

14/08/10		FIN DE SEMANA				
15/08/10						
16/08/10						
17/08/10	6,059	7,85	30	47	39,83	0,336
17/08/10		8,06	30	37		
17/08/10		7,78	30,5	38		
17/08/10		7,77	30	40		
17/08/10		7,94	30,5	41		
17/08/10		7,64	30	36		
18/08/10	5,154	7,73	30	51	42,67	0,324
18/08/10		7,77	30	43		
18/08/10		7,65	29,5	40		
18/08/10		7,64	30	39		
18/08/10		7,74	30	43		
18/08/10		7,62	30	40		
19/08/10	2,398	7,3	30	24	25,17	0,313
19/08/10		7,32	29,5	28		
19/08/10		7,39	30	27		
19/08/10		7,37	29,5	25		
19/08/10		7,38	30	23		
19/08/10		7,39	30	24		
20/08/10	1,96	7,37	31	21,5	21,02	0,3
20/08/10		7,46	30	22,4		
20/08/10		7,43	30	20,4		
20/08/10		7,38	30	21,7		
20/08/10		7,49	30	19,7		
20/08/10		7,5	30	20,4		
21/08/10		FIN DE SEMANA				
22/08/10						
23/08/10	2,855	7,39	30	21,5	22,63	0,217
23/08/10		7,37	30	22,3		
23/08/10		7,4	30	25,2		
23/08/10		7,4	30	22,5		
23/08/10		7,41	30	22,6		
23/08/10		7,43	30	21,7		
24/08/10	2,288	7,41	30	21,3	22,12	0,215

24/08/10		7,4	30	23,5		
24/08/10		7,4	30	20,3		
24/08/10		7,41	30	21,3		
24/08/10		7,34	30	22,6		
24/08/10		7,36	30	23,7		
25/08/10	1,184	7,84	29,5	20,4	19,87	0,21
25/08/10		7,83	29,5	19,4		
25/08/10		7,81	29,5	19,3		
25/08/10		7,81	29,5	20,2		
25/08/10		7,83	29,5	20,3		
25/08/10		7,86	29,5	19,6		
26/08/10	5,15	7,73	30	23,5	23,48	0,225
26/08/10		7,71	30	23,6		
26/08/10		7,75	30	23,6		
26/08/10		7,75	30	22,6		
26/08/10		7,72	30	23,3		
26/08/10		7,71	30	24,3		
27/08/10	0	7,03	30	68,7	72,78	0,413
27/08/10		7,02	29,5	76,5		
27/08/10		7,02	29,5	73,5		
27/08/10		7,08	29,5	71,4		
27/08/10		7,02	29,5	75,3		
27/08/10		7,04	29,5	71,3		
28/08/10		FIN DE SEMANA				
29/08/10						
30/08/10	0	7,62	30	43,3	45,23	0,26
30/08/10		7,58	30	47,7		
30/08/10		7,59	30	46,8		
30/08/10		7,57	30	45,5		
30/08/10		7,52	30	43,8		
30/08/10		7,55	30	44,3		

Tabla A3. Muestreo Entomológico Sumidero No Modificado *Culex*

Fecha	LARVAS <i>Culex</i>				TOTAL	PUPAS <i>Culex</i>
	Estadío 1	Estadío 2	Estadío 3	Estadío 4		
09/07/2010	0	0	0	0	0	0
16/07/2010	53	128	52	45	278	57
23/07/2010	0	0	80	34	114	20
03/08/2010	0	0	0	0	0	0
06/08/2010	0	0	0	4	4	4
10/08/2010	162	56	0	29	247	10
17/08/2010	16	40	28	190	274	29
24/08/2010	0	265	108	290	663	54
30/08/2010	867		1365		2232	457

Tabla A4. Muestreo Entomológico Sumidero No Modificado *Aedes*

Fecha	LARVAS <i>Aedes aegypti</i>				TOTAL	PUPAS <i>Aedes aegypti</i>
	Estadío 1	Estadío 2	Estadío 3	Estadío 4		
09/07/2010	0	1	1	0	2	0
16/07/2010	5	5	1	2	13	3
23/07/2010	34	83	53	209	379	26
03/08/2010	0	0	165	117	282	24
06/08/2010	0	95	19	77	191	11
10/08/2010	0	0	37	101	138	16
17/08/2010	5	21	93	60	179	14
24/08/2010	0	11	27	99	137	33
30/08/2010	1589	4050			5639	834

Tabla A5. Muestreo Entomológico Sumideros

Fecha	Sumidero Modificado	Sumidero No Modificado	Positivo <i>Aedes</i>	Positivo <i>Culex</i>	Negativo <i>Aedes</i>	Negativo <i>Culex</i>	Especie <i>Aedes</i>	Especie <i>Culex</i> C
09/07/2010	seco	Control	1	0	0	1	<i>Ae. Aegypti</i>	No hubo presencia
16/07/2010	seco	control	1	1	0	0	<i>Ae. Aegypti</i>	<i>Culex Coronator</i> Y <i>Culex</i> <i>Quinquefasciatus</i>
23/07/2010	seco	control	1	1	0	0	<i>Ae. Aegypti</i>	<i>Culex</i> <i>Quinquefasciatus</i> y <i>Culex</i> <i>Coronator</i>
03/08/2010	seco	Control	1	0	0	0	<i>Ae. Aegypti</i>	No hubo presencia
06/08/2010	seco	control	1	0	0	0	<i>Ae. Aegypti</i>	<i>Culex.</i> <i>Quinquefasciatus</i>
10/08/2010	seco	control	1	1	0	0	<i>Ae. Aegypti</i>	<i>Culex</i> <i>Quinquefasciatus</i>
17/08/2010	seco	control	1	1	0	0	<i>Ae. Aegypti</i>	<i>Culex</i> <i>Quinquefasciatus</i>
24/08/2010	seco	control	1	1	0	0	<i>Ae. Aegypti</i>	<i>Culex</i> <i>Quinquefasciatus</i>
30/08/2010	Seco	control	1	1	0	0	<i>Ae. Aegypti</i>	<i>Culex</i> <i>Quinquefasciatus</i> y <i>Coronator</i>

*

Tabla A6. Preparación de los datos para la aplicación del Test de Mc Nemar

Persona	Sumidero Modificado	Sumidero No Modificado	Persona	Sumidero Modificado	Sumidero No Modificado	Persona	Sumidero Modificado	Sumidero No Modificado	Persona	Sumidero Modificado	Sumidero No Modificado
1	-	-	30	+	-	59	-	-	88	-	-
2	-	-	31	-	-	60	-	-	89	+	-
3	-	+	32	-	-	61	-	-	90	-	-
4	-	-	33	-	-	62	-	-	91	+	+
5	-	-	34	-	+	63	-	-	92	-	-
6	-	-	35	-	-	64	-	-	93	-	-
7	+	+	36	-	-	65	-	-	94	+	-
8	-	-	37	-	-	66	-	-	95	-	-
9	+	+	38	+	-	67	-	-	96	-	-
10	-	-	39	+	-	68	-	-	97	-	-
11	-	+	40	-	+	69	-	-	98	+	-
12	+	-	41	-	-	70	-	-	99	+	-
13	-	-	42	-	-	71	-	-	100	-	-
14	-	-	43	-	-	72	-	-	101	-	+
15	-	-	44	-	+	73	-	-	102	-	-
16	-	-	45	-	-	74	-	-	103	-	-
17	-	+	46	-	-	75	-	-	104	-	-
18	+	-	47	-	-	76	-	-	105	-	-
19	-	+	48	-	-	77	-	-	106	+	-
20	-	-	49	-	-	78	-	-	107	-	-
21	-	-	50	-	-	79	-	-	108	+	-
22	-	+	51	-	-	80	-	-	109	-	-
23	-	-	52	-	-	81	-	-	110	-	-
24	-	-	53	-	-	82	-	-	111	-	-
25	-	+	54	-	-	83	+	-	112	-	+
26	-	-	55	-	-	84	-	-	113	+	-
27	+	-	56	-	-	85	-	-	114	-	-
28	-	-	57	-	-	86	-	-			
29	-	-	58	-	-	87	-	-			

Tabla A7. Medición de Olores.

Fecha: 06/07/10 Hora: 1:42 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Catalina Bernal	22	Estudiante Ing. Alimentos	3150124/ Quintas de Don simón	no		x	x			x
Estephanie Guevara	19	Estudiante Ing. Alimentos	3353909/ Santa Elena	no		x	x			x
Jerson Vásquez	18	Estudiante Colegio	8927293/ Bellavista	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Catalina Bernal	22	Estudiante Ing. Alimentos	3150124/ Quintas de Don simón	no	x			x		x
Estephanie Guevara	19	Estudiante Ing. Alimentos	3353909/ Santa Elena	no		x		x		x
Jerson Vásquez	18	Estudiante Colegio	8927293/ Bellavista	no		x		x	x	

Fecha: 07/07/10										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Enmanuel Acosta	20	Estudiante Ing. Química	3206113284/ Barrio Potrerito	no		x		x		x
Diego Silva	20	Estudiante Ing. Eléctrica	3701358/ Ciudad Córdoba	no		x		x		x
Alejandro Patiño	19	Estudiante Ing. Eléctrica	2302306/ Tuluá	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Enmanuel Acosta	20	Estudiante Ing. Química	3206113284/ Barrio Potrerito	no		x		x		x
Diego Silva	20	Estudiante Ing. Eléctrica	3701358/ Ciudad Córdoba	no		x		x		x
Alejandro Patiño	19	Estudiante Ing. Eléctrica	2302306/ Tuluá	no		x		x		x

Fecha: 08/07/10										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Ricardo Martínez	22	Estudiante Ing. Química	3392345/Mel éndez	no	x		x		x	
Lady Johanna Grueso	23	Colegio	3137328853/ Alfonso Bonilla	no		x		x		x
Ana María Delgado	17	Estudiante Lic. En Filosofía	3196090/ Caney	no	x		x		x	
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Ricardo Martínez	22	Estudiante Ing. Química	3392345/Mel éndez	no	x		x		x	
Lady Johanna Grueso	23	Colegio	3137328853/ Alfonso Bonilla	no		x		x		x
Ana María Delgado	17	Estudiante Lic. En Filosofía	3196090/ Caney	no	x		x		x	

Fecha: 09/07/10										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Edward Villa	25	Estudiante Estadística	3713510/Gua bal	no		x		x		x
Lady Johana Chauzá	28	Estudiante Estadística	3713510/Gua bal	no	x		x		x	
Vanessa Arboleda	19	Estudiante Economía	3728739/ Cristóbal Colón	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Edward Villa	25	Estudiante Estadística	3713510/Gua bal	no		x		x		x
Lady Johana Chauzá	28	Estudiante Estadística	3713510/Gua bal	no		x		x		x
Vanessa Arboleda	19	Estudiante Economía	3728739/ Cristóbal Colón	no	x		x			x

Fecha: 12/07/10 Hora:2:05 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Alexander Vidal	15	Colegio	8935698/Bell avista	no		x		x		x
Oscar Montoya	24	Estudiante Arquitectura	3702686/May apán	no		x		x		x
Luis Solis	23	Estudiante Psicología	3104208596/ Meléndez	si		x		x	x	
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Alexander Vidal	15	Colegio	8935698/Bell avista	no		x		x		x
Oscar Montoya	24	Estudiante Arquitectura	3702686/May apán	no		x		x		x
Luis Solis	23	Estudiante Psicología	3104208596/ Meléndez	si		x		x		x

Fecha: 13/07/10 Hora: 2:00pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Darwin Caviedes	28	EstudianteIng. Civil	4045917/Ciud ad Córdoba	no		x		x		x
Gina Marcela Mosquera	17	Estudiante Química	5901933/Jam undí	no	x			x	x	
Jhon Freddy Ocoró	20	Estudiante Ing. Sanitaria	3186941980/ Nápoles	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Darwin Caviedes	28	EstudianteIng. Civil	4045917/Ciud ad Córdoba	no		x		x		x
Gina Marcela Mosquera	17	Estudiante Química	5901933/Jam undí	no		x	x			x
Jhon Freddy Ocoró	20	Estudiante Ing. Sanitaria	3186941980/ Nápoles	no	x		x		x	

Fecha: 14/07/10Hora: 1:53 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Kelvin Felipe	17	Estudiante Ing. Industrial	3340248/El Dorado	no		x	x		x	
Gina Liseth Cuero	19	Estudiante Ing. Sanitaria	4035371/Marr oquín II	no		x		x		x
Sebastián Flor	17	Bachiller	8936682/ Bellavista	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Kelvin Felipe	17	Estudiante Ing. Industrial	3340248/El Dorado	no		x		x		x
Gina Liseth Cuero	19	Estudiante Ing. Sanitaria	4035371/Marr oquín II	no		x		x		x
Sebastián Flor	17	Bachiller	8936682/ Bellavista	no		x		x		x

Fecha: 15/07/10										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Cristian Álvarez	23	Estudiante Ing. Química	5518656/Cañ averalejo	no	x			x	x	
Fabián Bautista	25	Tec. Manejo de Suelos	5526533/Teq uendama	si (Amigdalitis)		x		x		x
Salomé Murcia	21	Tec. Manejo de Suelos	3273617/Edu ardo Santos	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Cristian Álvarez	23	Estudiante Ing. Química	5518656/Cañ averalejo	no		x		x		x
Fabián Bautista	25	Tec. Manejo de Suelos	5526533/Teq uendama	si (Amigdalitis)		x		x		x
Salomé Murcia	21	Tec. Manejo de Suelos	3273617/Edu ardo Santos	no		x		x		x

Fecha: 16/07/10										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Andrea Cabrera	18	Estudiante Química	3381875/ Vallado	Gripa (En esta semana)	x		x		x	
Francisco Bustamante	18	Estudiante Química	4379524/ Calipso	Gripa (En esta semana)		x		x	x	
Fabián Moreno	23	Estudiante Ing. Sistemas	301596038/St a. Bárbara	no		x		x	x	
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Andrea Cabrera	18	Estudiante Química	3381875/ Vallado	Gripa (En esta semana)		x		x		x
Francisco Bustamante	18	Estudiante Química	4379524/ Calipso	Gripa (En esta semana)		x		x		x
Fabián Moreno	23	Estudiante Ing. Sistemas	301596038/St a. Bárbara	no		x	x		x	

Fecha: 19/07/10 Hora: 2:05 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Jonathan Gutiérrez	23	Estudiante	4345140/ Alcázar	no		x		x		x
Jorge González	20	Estudiante Ing. Química	317341470/M unicipal	si		x		x		x
Raúl Barón	45	Motorista UV	3396096/ Meléndez	no		x		x	x	
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Jonathan Gutiérrez	23	Estudiante	4345140/ Alcázar	no		x		x	x	
Jorge González	20	Estudiante Ing. Química	317341470/M unicipal	si		x		x		x
Raúl Barón	45	Motorista UV	3396096/ Meléndez	no	x		x		x	

Fecha: 21/07/10 Hora: 2:15 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Carlos David Ojeda	17	Estudiante	893 5772	no	x			x		x
Juan c. Narváez	26	Estudiante	3103776607	no		x		x		x
Daniel Rodríguez	23	Estudiante	3013522916	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Carlos David Ojeda	17	Estudiante	893 5772	no		x		x		x
Juan c. Narváez	26	Estudiante	3103776607	no		x		x		x
Daniel Rodríguez	23	Estudiante	3013522916	no		x		x		x

Fecha: 22/07/10 Hora: 1:55 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
José Mosquera	28	Estudiante Tecn. Electrónica	6637532/ Alfonso López	no		x	x		x	
Sandra Torres	24	Ing. Sanitaria	371 4145	no		x		x		x
Camilo Mena	28	Ing Topografico	3315917	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
José Mosquera	28	Estudiante Tecn. Electrónica	6637532/ Alfonso López	no		x		x		x
Sandra Torres	24	Ing. Sanitaria	371 4145	no		x		x		x
Camilo Mena	28	Ing Topografico	3315917	no		x		x		x

Fecha: 23/07/10 Hora: 1:15 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Juan c. Narváez	26	Estudiante	3103776607	no		x		x		x
Nora Suaterna	26	Estudiante	3319336/ Meléndez	no		x		x		x
Diana Perlaza	24	Estudiante	3737362/ Buenos Aires	si(rinitis)		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Juan c. Narváez	26	Estudiante	3103776607	no		x		x		x
Nora Suaterna	26	Estudiante	3319336/ Meléndez	no	x		x		x	
Diana Perlaza	24	Estudiante	3737362/ Buenos Aires	si(rinitis)	x		x		x	

Fecha: 26/07/10 Hora: 1:10 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Jesús Angel Donneys	45	Celador UV	3148932999/ SanCristóbal	no	x		x		x	
JanethSanabria	43	Docente UV	3312175/Refu gio	no		x		x		x
Efrain Jiménez	28	Estudiante Ing.Sanitaria	3116255012/ Alfonzo López	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Jesús Angel Donneys	45	Celador UV	3148932999/ San Cristóbal	no	x			x		x
Janeth Sanabria	43	Docente UV	3312175/Refu gio	no		x		x		x
Efrain Jiménez	28	Estudiante Ing.Sanitaria	3116255012/ Alfonzo López	no		x		x		x

Fecha: 27/07/10 Hora: 1:20pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Alejandro Vélez	21	Estudiante Tec. Alimentos	4415773/ chapinero	no		x		x		x
Stella Méndez	30	Asistent..admi nistrativo	3312935/ Univalle	no		x	x		x	
Cristian Cárdenas	23	EstudianteIng. Sanitaria	3207367696/ Prados de Oriente	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Alejandro Vélez	21	Estudiante Tec. Alimentos	4415773/ chapinero	no		x		x		x
Stella Méndez	30	Asistent..admi nistrativo	3312935/ Univalle	no		x		x		x
Cristian Cárdenas	23	EstudianteIng. Sanitaria	3207367696/ Prados de Oriente	no		x		x		x

Fecha: 28/07/10 Hora: 1:40pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Jorge Requejo	22	Estudiante Ing.Sanitaria	4101254/Nue va Base	rinitis		x		x		x
Nora Suaterna (ya datos)	26	Estudiante Ing.Química		no		x		x		x
JohnRodríguez	28	Estudiante Ing.Química	3128145712/ Caney	rinitis (no en el momento)		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Jorge Requejo	22	Estudiante Ing. Sanitaria	4101254/Nue va Base	rinitis		x		x		x
Nora Suaterna (ya datos)	26	Estudiante Ing. Química		no		x		x		x
John Rodríguez	28	Estudiante Ing. Química	3128145712/ Caney	rinitis (no en el momento)		x		x		x

Fecha: 29/07/10										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Sebastián Sánchez	18	Estadística	3173617922/ Pacará	no		x		x		x
Marcela Quintero	20	Estudiante Física	4054485/ Manuela Beltrán	no		x		x		x
Ramón Maquilon	50	Celador-uv	5530017/ Portal de Jamundí	no		x	x			x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Sebastián Sánchez	18	Estudiante Estadística	3173617922/ Pacará	no		x	x			x
Marcela Quintero	20	Estudiante Física	4054485/ Manuela Beltrán	no		x		x		x
Ramón Maquilon	50	Celador-uv	5530017/ Portal de Jamundí	no		x		x		x

Fecha: 30/07/10 Hora: 1:45pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Wilson Morales	44	Celador-uv	4202204/ Lideres	no		x		x		x
Laura García	20	Estudiante Ing.Sanitaria	3279773/ Republica de Israel	no		x		x		x
Oscar Montoya	24	Estudiante	3702686	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Wilson Morales	44	Celador-uv	4202204/ Lideres	no		x		x		x
Laura García	20	Estudiante Ing.Sanitaria	3279773/ Republica de Israel	no		x		x		x
Oscar Montoya	24	Estudiante	3702686	no		x		x		x

Fecha: 02/08/10 Hora:1:40pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Sergio Troncoso	18	Estudiante matemáticas	4443465/ Nueva floresta	no		x		x		x
Rocio Vásquez	17	Estudiante Bachillerato	5574797/ Libertadores	no		x		x		x
Mariana Arevalo	15	Estudiante Bachillerato	5574797/ Libertadores	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Sergio Troncoso	18	Estudiante matemáticas	4443465/ Nueva floresta	no		x		x		x
Rocio Vásquez	17	Estudiante Bachillerato	5574797/ Libertadores	no		x		x		x
Mariana Arevalo	15	Estudiante Bachillerato	5574797/ Libertadores	no		x		x		x

Fecha:03 /08/10 Hora:1:57 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Orlando Guerrero	23	Estudiante Química	3344833/ Departament al	no		x		x		x
Yesid Muñoz	17	Estudiante Tec. Industrial	3127031352/ Dapa	no		x		x		x
Mateo Olarte	20	Estudiante Ing. Sanitaria	3127851352/ La Playa	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Orlando Guerrero	23	Estudiante Química	3344833/ Departament al	no		x		x		x
Yesid Muñoz	17	Estudiante Tec. Industrial	3127031352/ Dapa	no		x		x		x
Mateo Olarte	20	Estudiante Ing. Sanitaria	3127851352/ La Playa	no		x		x		x

Fecha: 04/08/10 Hora: 1:40 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Santiago Ordux	21	EstudianteIng. Mecánica	3187957647/ Primero de Mayo	no		x		x		x
Alejandro Uribe	21	EstudianteIng. Mecánica	3185600078/ Andalucía	no		x		x		x
Andrés Bedoya	21	EstudianteIng. Química	3185951532/ Salómia	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Santiago Ordux	21	Estudiante Ing. Mecánica	3187957647/ Primero de Mayo	no		x		x		x
Alejandro Uribe	21	EstudianteIng. Mecánica	3185600078/ Andalucía	no		x		x		x
Andrés Bedoya	21	Estudiante Ing. Química	3185951532/ Salómia	no		x		x		x

Fecha: 05/08/10 Hora: 2:00 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Carlos Tobar	21	EstudianteIng. Sanitaria	4017763/ Álamos	no		x		x		x
Andrés Buenavay	24	Tecn. Química	3172510686/ Atanasio	no		x		x		x
Laura Echeverry	17	Estudiante Bachillerato	3216264949/ Guabal	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Carlos Tobar	21	Estudiante Ing. Sanitaria	4017763/ Álamos	no		x		x		x
Andrés Buenavay	24	Tecn. Química	3172510686/ Atanasio	no		x		x		x
Laura Echeverry	17	Estudiante Bachillerato	3216264949/ Guabal	no		x		x		x

Fecha: 06/08/10 Hora: 2:00 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Johan Mera	22	Estudiante Ing.Electrónica	8895814/ SanBosco	no		x		x		x
Diego Lara	22	EstudianteIng. Electrónica	3717043/ Brisas de los Alamos	no		x		x		x
Edwin Huertado	27	EstudianteMa estría		no	x			x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Johan Mera	22	Estudiante Ing.Electrónica	8895814/ SanBosco	no		x		x		x
Diego Lara	22	Estudiante Ing.Electrónica	3717043/ Brisas de los Alamos	no		x		x		x
Edwin Huertado	27	Estudiante Maestría		no		x		x		x

Fecha: 09/08/10 Hora: 2:10 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Lina Montes	25	Estudiante Ms. Ing. Química	3117018656 / Bolivar	no		x		x		x
Alejandro Rodríguez	21	Estudiante Ms. Ing. Química	3152752122 / Olaya Herrera	1 semana gripa		x		x		x
Sebastián guerrero	23	Estudiante Ms. Ing. Química	3155065084 / Santa Fe	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Lina Montes	25	Estudiante Ms. Ing. Química	3117018656 / Bolivar	no		x		x		x
Alejandro Rodríguez	21	Estudiante Ms. Ing. Química	3152752122 / Olaya Herrera	1 semana gripa		x		x		x
Sebastián guerrero	23	Estudiante Ms. Ing. Química	3155065084 / Santa Fe	no		x		x		x

Fecha: 10/08/10 Hora: 2:00 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Jesus Donneys	45	Celador-uv		no		x		x	x	
Laura Ordoñez	21	Estudiante Ing. Química	3013883075 / La Carolina	no		x		x		x
Katherine Posada	25	Estudiante Ing. Alimentos	3960562/El Caney	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Jesus Donneys	45	Celador-uv		no		x		x		x
Laura Ordoñez	21	Estudiante Ing. Química	3013883075 / La Carolina	no		x		x		x
Katherine Posada	25	Estudiante Ing. Alimentos	3960562/El Caney	no		x		x		x

Fecha:11 /08/10 Hora: 2:05 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Yuri Melo	23	Estudiante Trabajo social	4026161/Puer tas del sol	no		x		x	x	
Nataly Moreno	24	Estudiante Trabajo social	5512668/Beli sario	rinitis/hojas	x			x		x
Alexandra Marín	21	Estudiante Trabajo social	5556670/Libe rtadores	no		x		x	x	
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Yuri Melo	23	Estudiante Trabajo social	4026161/Puer tas del sol	no		x		x		x
Nataly Moreno	24	Estudiante Trabajo social	5512668/Beli sario	rinitis/hojas		x		x		x
Alexandra Marín	21	Estudiante Trabajo social	5556670/Libe rtadores	no		x		x		x

Fecha:12 /08/10 Hora: 2:20pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Ramón Maquilon				no		x		x		x
Jorge Luan García	55	servicios varios- UV	311785963 1/Nápoles	no		x		x		x
Janeth Patricia Lasso	36	servicios varios- UV	313725630 2/ Buenos aires	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Ramón Maquilon				no		x		x		x
Jorge Luan García	55	servicios varios- UV	311785963 1/Nápoles	no		x		x		x
Janeth Patricia Lasso	36	servicios varios- UV	313725630 2/ Buenos aires	no		x		x		x

Fecha: 13/08/10 Hora: 2:00 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Samira solano	29	Secretaria- UV	3212266/ Meléndez	no(sufre de rinitis)		x		x		x
Juan David Rojas	16	Estudiante Ing. Q uímica	314705933 4/Salómia	no		x		x		x
Yuri Melo	23	Estudiante Trabajo social	4026161/Pu ertas del sol	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Samira Solano	Secret aria- UV	Secretaria- UV	3212266/ Meléndez	no(sufre de rinitis)		x		x		x
Juan David Rojas	Estudi ante Ing. Quími ca	Estudiante Ing. Química	314705933 4/Salómia	no	x		x		x	
Yuri Melo	23	Estudiante Trabajo social	4026161/Pu ertas del sol	no		x		x		x

Fecha: 17/08/10 Hora: 2:30 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Miguel Angel Sánchez	27	EstudianteIng. Sanitaria	5561681 / Junín	no		x		x		x
Alejandra	23	EstudianteIng. Sanitaria	3356386/ la libertad	no		x		x		x
Jhonel Henao	19	EstudianteIng. Materiales	4334739/ Petecuy	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Miguel Angel Sánchez	27	Estudiante Ing. Sanitaria	5561681 / Junín	no		x		x		x
Alejandra	23	Estudiante Ing. Sanitaria	3356386/ la libertad	no		x		x		x
Jhonel Henao	19	Estudiante Ing. Materiales	4334739/ Petecuy	no		x		x		x

Fecha:18 /08/10 Hora: 1:50 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Juan David Giraldo	19	EstudiantePsico logía	3724410/Sa lómia	no		x		x		x
Laura D. de los Ríos	18	EstudiantePsico logía	5520076/ El Lido	última semana gripa		x		x		x
David Dosman	20	EstudianteIng. Alimentos	3703806/ Mayapán	no	x			x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Juan David Giraldo	19	Estudiante Psicología	3724410/Sa lómia	no		x		x		x
Laura D. de los Ríos	18	Estudiante Psicología	5520076/ El Lido	última semana gripa	x		x			x
David Dosman	20	Estudiante Ing. Alimentos	3703806/ Mayapán	no		x		x		x

Fecha:19 /08/10 Hora: 1:15 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Jonathan soto	20	Estudiante Ing. Sanitaria	3341194/pr ados de oriente	no	x			x	x	
juan López	19	Estudiante Ing. Sanitaria	315831929 7/San judas	no		x		x		x
Luis Carlos Rosero	18	Estudiante Ing. Sanitaria	4265200/ Antonio Nariño	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Jonathan soto	20	Estudiante Ing. Sanitaria	3341194/pr ados de oriente	no	x			x	x	
juan López	19	Estudiante Ing. Sanitaria	315831929 7/San judas	no		x		x		x
Luis Carlos Rosero	18	Estudiante Ing. Sanitaria	4265200/An tonio Nariño	no		x		x		x

Fecha:20/08/10 Hora: 2:20 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Lorena Torres	18	Estudiante Tecn. Química	4339264/ SanLuis 2	no		x		x		x
Robert Arango	19	Estudiante Tecn. Química	6560215/Alf onzoLópez	no		x		x	x	
Luis miguel Gordillo	19	Estudiante Tecn. Química	300244004 1/ Colseguros	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Lorena Torres	18	Estudiante Tecn. Química	4339264/ San Luis 2	no		x	x		x	
Robert Arango	19	Estudiante Tecn. Química	6560215/Alf onzo López	no		x		x		x
Luis miguel Gordillo	19	Estudiante Tecn. Química	300244004 1/ Colseguros	no		x		x		x

Fecha: 23/08/10 Hora: 2:15 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
David Ramírez	21	Estudiante Ing. Sanitaria	3263457/ Cristóbal Colón	no		x		x		x
Víctor Carabalí	20	Estudiante Ing. Química	314708133 6/El Cedro	no		x		x		x
Miguel Murillo	20	Estudiante Ing. Química	317676740 5/Puerto Tejada	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
David Ramírez	21	Estudiante Ing. Sanitaria	3263457/ Cristóbal Colón	no		x		x		x
Víctor Carabalí	20	Estudiante Ing. Química	314708133 6/El Cedro	no	x		x		x	
Miguel Murillo	20	Estudiante Ing. Química	317676740 5/Puerto Tejada	no	x		x		x	

Fecha: 24/08/10 Hora: 1:50 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Greisy Romero	24	Estudiante Ing. Civil	315432336 1/San Judas	no		x		x		x
Ronny Nuñez	18	Estudiante Ing. Sanitaria	317859728 8/Metropolit ano	no	x			x	x	
Diego Mejía	20	Estudiante Ing. Sanitaria	317676740 5/ Puerto Tejada	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Greisy Romero	24	Estudiante Ing. Civil	315432336 1/San judas	no		x		x		x
Ronny Nuñez	18	Estudiante Ing. Sanitaria	317859728 8/metropolit ano	no		x		x		x
Diego Mejía	20	Estudiante Ing. Sanitaria	317676740 5/ puerto tejada	no		x		x		x

Fecha: 25/08/10 Hora: 1:45 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Paola Andrea Zambrano	19	Estudiante Ing.Sanitaria	3162692600/ las vegas	no	x			x		x
Jeison Mejía	20	Estudiante Ing.Sanitaria	3165159131/ Santa Mónica	no		x		x		x
Juan Felipe Agudelo	21	Estudiante Ing.Sanitaria	3146583831/ refugio	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Paola Andrea Zambrano	19	Estudiante Ing.Sanitaria	3162692600/ las vegas	no	x			x		x
Jeison Mejía	20	Estudiante Ing.Sanitaria	3165159131/ Santa Mónica	no		x		x		x
Juan Felipe Agudelo	21	Estudiante Ing.Sanitaria	3146583831/ refugio	no		x		x		x

Fecha: 26/08/10 Hora: 2:20 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Jonathan Rivadeneira	20	Estudiante Ing.Sanitaria	3127761942/ Cerrito	no		x		x	x	
JohnJairoAlvear	19	Estudiante Ing.Sanitaria	3158641807/ San Nicolás	no		x		x		x
Felipe estrada	23	Estudiante Ing.Sanitaria	3305253/ Ingenio 2	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Jonathan Rivadeneira	20	Estudiante Ing.Sanitaria	3127761942/ Cerrito	no		x	x		x	
John Jairo Alvear	19	Estudiante Ing.Sanitaria	3158641807/ San Nicolás	no		x		x		x
Felipe estrada	23	Estudiante Ing.Sanitaria	3305253/ Ingenio 2	no	x		x		x	

Fecha: 27/08/10 Hora: 2:00 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Leonardo Cataño	19	Estudiante Comunicación	4473255/ Los Almendros	no		x		x		x
Carolina Estrada	21	Estudiante Medicina	3105971045/ Ingenio 2	no		x		x	x	
Jeison Mejía	20	Estudiante Ing. Sanitaria	3165159131/ Santa Mónica	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Leonardo Cataño	19	Estudiante Comunicación	4473255/ Los Almendros	no		x		x		x
Carolina Estrada	21	Estudiante Medicina	3105971045/ Ingenio 2	no		x		x		x
Jeison Mejía	20	Estudiante Ing.Sanitaria	3165159131/ Santa Mónica	no		x		x		x

Fecha:30/08/10 Hora: 1:40 pm										
SUMIDERO NO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Margarita Díaz	20	Estudiante Ing.Sanitaria	3185696995/ Colseguros	no	x		x		x	
Leidy Rojas	26	Estudiante Ing.Sanitaria	3158301610/t emplete	no		x		x	x	
Diego Martínez	25	Estudiante Ing.Sanitaria	4430430/ Atanasio Girardot	no		x		x		x
SUMIDERO MODIFICADO										
Nombre	Edad	Ocupación	Teléfono/ Barrio	Problemas (Gripa, Rinitis, etc)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
					Perc.	No Per.	Perc.	No Per.	Perc.	No Per.
Margarita Díaz	20	Estudiante Ing.Sanitaria	3185696995/ Colseguros	no		x		x		x
Leidy Rojas	26	Estudiante Ing.Sanitaria	3158301610/t emplete	no		x	x		x	
Diego Martínez	25	Estudiante Ing.Sanitaria	4430430/ Atanasio Girardot	no		x		x		x

Tabla A8. Determinación retención de sólidos en el Sumidero M

	MATERIAL	PESO (Kg)	TOTAL
Antes de lavarse	Grava	77,00	78,01
	Geotextil	1,01	
Después de secarse	Grava	73,13	73,22
	Geotextil	0,09	
Retención de Sólidos (Kg)			4,79

Tabla A9. Determinación retención de sólidos en el Sumidero NM

CARACTERÍSTICA	VALOR
Volumen retenido de lodo (m ³)	0.002
Altura del lodo (m)	0.005
Densidad del lodo (Kg/m ³)	1008
Retención de Sólidos (Kg)	2.34

Tabla A10. Determinación de la Intensidad de la Lluvia

$I = \left[\frac{401048.160 * Tr^{0,204518}}{(t + 70.25)^{1,95}} \right] * \frac{1}{0.36}$ Donde: I: Intensidad (L/s/Ha)= 59.12 L/s/Ha; Tr: Frecuencia de retorno (años)= 0.167 años= 2 meses y t: tiempo de concentración (minutos): 58.8 minutos.				
Tr (años)	Tr ^{0,204518} (años)	t (min)	(t+70,25) ^{1,95}	Intensidad (L/s/Ha)
0,167	0,69	58,8	13061,05	59,12

Tabla A11. Determinación del Caudal de Escurrimiento

$Q = C * I * A$ Donde: Q: Caudal escurrimiento superficial (L/s) C: Coeficiente de escurrimiento= 0,9 (Pavimento asfáltico en buen estado) I: Intensidad (L/s/Ha) A: Área aferente a la estructura (Ha)			
C	I (L/s/Ha)	Área (Ha)	Q Caudal (L/s)
0,9	59,12	0,00554	0,295

Tabla A12. Determinación Tiempo de vaciado de la estructura

Q (m ³ /s)	Q (L/s)	Volumen (m ³)	t (min)
0,000295	0,295	0,209	11,80

Tabla A13. Estado de los sumideros durante el período de la fase experimental

FECHA	SUMIDERO NM	SUMIDERO M	OBSERVACIONES
Día No. 0 Julio 2 2010 Hora: 6:00 p.m.			Día de la modificación. Ambos sumideros inician en las mismas condiciones
Día No. 7 Julio 9 2010 Hora: 1:30 p.m.			Precipitación acumulada: 75,92 mm/día. En el Sumidero M no se presenta lámina de agua, sin embargo retiene material sólido como hojas secas de los árboles, contrario al caso del Sumidero NM pues para este día se registró un nivel de agua equivalente a 39,5 cm.
Día No. 40 Agosto 11 2010 Hora: 1:00 p.m.			Precipitación acumulada: 243,92 mm/día. El Sumidero M se puede observar más limpio que el día 09 de Julio, esto se debió a que días antes se presentó una lluvia intensa la cual ocasionó que probablemente el sumidero se rebosara

			arrastrando con el agua y el material sólido presente.
Día No.42 Agosto 13 2010 Hora: 2:00 p.m.			Precipitación acumulada: 245,42 mm/día. En el sumidero NM se puede observar grasa en la parte superficial, mientras que en el sumidero M, no se presenta lámina de agua y el material retenido son hojas secas acumuladas de los días anteriores.
Día No. 56 Agosto 27 2010 Hora 1:00 p.m.			Precipitación acumulada: 268,12 mm/día. En el sumidero M no se presenta lámina de agua, sin embargo con el pasar de los días se observa que el material sólido retenido ha aumentado.