

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE
LICENCIATURA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

“Validación de una metodología adaptada para la identificación de conexiones pluviales ilícitas
al alcantarillado sanitario de la ESPH”

Daniela Rivera Dobles

Cartago, Junio, 2014

TEC | Tecnológico de Costa Rica
Ingeniería Ambiental

**“Validación de una metodología adaptada para la identificación de conexiones pluviales
ilícitas al alcantarillado sanitario de la ESPH”**

Informe presentado a la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica como
requisito parcial para optar al título de Ingeniero Ambiental con el grado en Licenciatura

Miembros del Tribunal

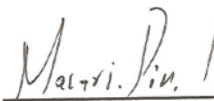


Ing. Lijiana Gaviria Montoya
Directora de Tesis



**Ing. Mary Luz Barrios
Hernández**

Lector 1



Ing. Macario Pino Gómez

Lector 2

DEDICATORIA

Dedico este trabajo y la conclusión de mis estudios
básicos universitarios a mis padres
Juan Rafael Rivera Alpizar y Carmen Dobles Camacho,
quienes han sido el soporte durante toda mi vida;
han sido el impulso y apoyo más puro que puede existir.
Todos mis esfuerzos se logran gracias a ellos y son para ellos.

“Vive como si fueras a morir mañana. Aprende como si fueras a vivir siempre.”

- Mahatma Gandhi

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a todas las persona que han estado a mi lado en el proceso para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Ambiental.

Agradecimientos a: Mis compañeros en la Universidad en especial a Sarita Moreno, Lorena Gómez, Rebeca Madrigal, Sergio Meza, Marcela Matarrita y Elaine Brenes con quienes compartí momentos de amistad y estudio durante este tiempo. A la Ing. Liliana Gaviria Montoya por guiarme y ser mi tutora en este Trabajo Final de Graduación. Al personal de la ESPH, ITCR y AyA que cooperaron con la entrevista para este estudio. A los vecinos de Los Lagos de Heredia y Heredia Centro que permitieron la evaluación del estudio en sus propiedades. A todos los profesores que han compartido su conocimiento de manera transparente para formarme como una profesional.

Especial agradecimiento a toda la UEN de Aguas Residuales de la ESPH por confiar en mí y poner este proyecto en mis manos; en especial a Hugo Sánchez quien sin duda alguna fue mi mano derecha en toda la ejecución de la investigación.

A toda mi familia desde abuelos(as), tíos(as), primos(as), mi hermana Giuliana Lizano, mi compañero Ken Carnegie y mis padres por siempre estar atentos al progreso del Trabajo y estar pendientes por cualquier ayuda de su parte. Se los agradezco profundamente.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	8
ABSTRACT	8
ACRÓNIMOS	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	13
CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA	14
2.1 SITUACIÓN Y PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LAS AGUAS RESIDUALES Y LAS CONEXIONES ILÍCITAS EN COSTA RICA	14
2.2 DISEÑO DE REDES Y CONEXIONES ILÍCITAS	15
2.3 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA ESPH	16
2.4 METODOLOGÍA UTILIZADA POR LA EPA	20
2.4.1 Inspección de Pozos.....	21
2.4.2 Investigaciones en el sitio.....	22
2.4.2.1 Pruebas de tinte o de colorante.....	22
2.4.2.2 Pruebas con cámaras	24
2.4.2.3 Pruebas de Humo	25
2.4.3 Los costos de Pruebas de Tinte, Cámaras y Pruebas de humo.....	25
2.5 ESTUDIOS DE IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES ILÍCITAS EN OTROS PAÍSES	26
2.6 ORDENANZAS RELACIONADAS DIRECTAMENTE A LAS CONEXIONES ILÍCITAS	28
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	30
3.1 ZONAS EN ESTUDIO DE LA PROVINCIA DE HEREDIA, COSTA RICA	30
3.1.1 Zona de estudio en Heredia Centro	32
3.1.2 Zona de estudio en Los Lago de Heredia	34
3.2 METODOLOGÍA ADAPTADA Y RECOMENDADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES PLUVIALES ILÍCITAS AL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESPH	34
3.2.1 ACCIONES PREVIAS A LA IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES PLUVIALES ILÍCITAS AL ALCANTARILLADO SANITARIO	34
3.2.2 EQUIPO Y HERRAMIENTAS	37
3.2.3 PROCEDIMIENTO EMPLEADO PARA LA DETECCIÓN DE LAS CONEXIONES ILÍCITAS... ..	37
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS	41
4.1 PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS	41
4.2 ESTADO ACTUAL DEL ALCANTARILLADO.....	47
4.3 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PRUEBA DE TINTE ADAPTADA	48
4.4 IMPEDIMENTOS DE LA METODOLOGÍA APLICADA.....	59
4.5 VALIDEZ DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA	64
4.6 COSTOS APROXIMADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	67
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
5.1 CONCLUSIONES	69

5.2 RECOMENDACIONES	70
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
CAPÍTULO VII: ANEXOS Y APÉNDICES	78
7.1 APÉNDICES	78
7.1.1 APÉNDICE 1. METODOLOGÍA ADAPTADA DE IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES PLUVIALES ILÍCITAS AL ALCANTARILLADO SANITARIO	78
7.1.2 APÉNDICE 2. FORMULACIÓN Y RESPUESTAS DE LAS ENTREVISTAS	80
7.1.3 APÉNDICE 3. ENCUESTA Y PLANTILLA DE REPORTE DE CONEXIONES ILÍCITAS	88
7.1.4 APÉNDICE 4. CARTA DE SOLICITUD DE EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ENTREGADAS A LOS CLIENTES EN LA ZONAS EVALUADAS.....	90
7.1.5 APÉNDICE 5. BITÁCORA DEL TRABAJO DE CAMPO	91
7.2 ANEXOS.....	97
7.2.1. ANEXO 1. INUNDACIONES REGISTRADAS POR LA ESPH	97
7.2.2. ANEXO 2. MAPAS DE COBERTURA DE LOS SERVICIOS DE LA ESPH	99
7.2.3. ANEXO 3. DATOS DE ABONADOS REGISTRADOS HASTA SETIEMBRE 2013 EN LA ESPH	102
7.2.4. ANEXO 4. DISPOSICIONES PARA UN PROGRAMA EFECTIVO SEGÚN LA EPA	107
7.2.5. ANEXO 5. COTIZACIONES DE EQUIPO Y MATERIAL.....	109

TABLA DE CONTENIDO DE CUADROS

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA ESPH.....	16
CUADRO 2. PROMEDIOS DE LOS CAUDALES DE ENTRADA DE LAS PTAR DE LA ESPH EN ESTACIONES SECA Y LLUVIOSA.	19
CUADRO 3. OPCIONES DE TINTE O COLORANTE.	23
CUADRO 4. PROMEDIO DE LA ANTIGÜEDAD Y CANTIDAD DE TRABAJADORES O HABITANTES EN LAS PROPIEDADES DENTRO DE LOS CUADRANTES ENCUESTADOS	45
CUADRO 5. CANTIDAD DE PROPIEDADES VIVIENDAS Y NEGOCIOS EN LOS CUADRANTES ENCUESTADOS.	45
CUADRO 6. PORCENTAJES OBTENIDOS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES PLUVIALES ILÍCITAS AL ALCANTARILLADO SANITARIO EN LOS CUADRANTES INDIVIDUALES EVALUADOS	49
CUADRO 7. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES PLUVIALES ILÍCITAS AL ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA MUESTRA	49
CUADRO 8. PORCENTAJE DE AUMENTO DEL CAUDAL DE ENTRADA EN LAS PTAR DURANTE LA ESTACIÓN LLUVIOSA EN COMPARACIÓN CON LA ESTACIÓN SECA.....	66
CUADRO 9. COSTOS DEL EQUIPO REQUERIDO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE CONEXIONES PLUVIALES ILÍCITAS AL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESPH.....	68
CUADRO 10. RESULTADOS COMPLETOS OBTENIDOS POR MEDIO DE LAS ENCUESTAS IMPLEMENTADAS EN EN LOS CUADRANTES ENTRE LAS CALLES 1 Y 5 Y AVENIDAS 5 Y 7 DE HEREDIA CENTRO, DENTRO DEL DISTRITO DE HEREDIA Y EN LOS LAGOS DE HEREDIA, DEL COLEGIO DE LOS LAGOS 400 METROS NORTE Y 300 ESTE DENTRO DEL DISTRITO DE ULLOA.....	89
CUADRO 11. DATOS DE LOS ABONADOS REGISTRADOS HASTA SETIEMBRE DEL 2013 DE LA ESPH EN LAS ZONAS EN ESTUDIO.....	102
CUADRO 12. COTIZACIÓN DE MATERIAL REALIZADA POR LA ESPH.....	109

TABLA DE CONTENIDO DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LAS PTAR DE LA ESPH EN SU ÁREA DE COBERTURA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA PROVINCIA DE HEREDIA, COSTA RICA.....	18
---	----

FIGURA 2.ZONA EN ESTUDIO AVENIDAS 5 Y 7, CALLES 1 Y 5 EN EL DISTRITO DE HEREDIA, CANTÓN DE HEREDIA Y PROVINCIA DE HEREDIA, COSTA RICA.....	31
FIGURA 3.ZONA EN ESTUDIO LOS LAGOS DE HEREDIA, DEL COLEGIO DE LOS LAGOS 400 METROS NORTE Y 300 ESTE EN EL DISTRITO DE ULLOA, PROVINCIA DE HEREDIA, COSTA RICA.....	33
FIGURA 4.IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE CONEXIONES PLUVIALES ILÍCITAS EN UNA CANOA EXTERNA....	38
FIGURA 5. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN CANOAS INTERNAS.....	39
FIGURA 6. VERTIDO DE AGUA CON FLUORESCÉINA EN CAJA DE REGISTRO.....	40
FIGURA 7. CONOCIMIENTO DE LOS ABONADOS DE SU SERVICIO DE ALCANTARILLADO.....	42
FIGURA 8. CONOCIMIENTO DE LOS ABONADOS SOBRE LA IMPORTANCIA DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO.	42
FIGURA 9.CONOCIMIENTO DEL ABONADO SOBRE LA DIFERENCIA ENTRE EL ALCANTARILLADO SANITARIO Y EL PLUVIAL.	43
FIGURA 10.ABONADOS QUE CUENTAN CON TANQUE SÉPTICO.	44
FIGURA 11.PRUEBA DE TINTE. CONEXIÓN PLUVIAL CORRECTAMENTE CONECTADA A LA RED PLUVIAL	51
FIGURA 12.PRUEBA DE TINTE. CONEXIÓN PLUVIAL ILÍCITA CONECTADA A LA RED SANITARIA	52
FIGURA 13.PROPIEDAD CON IMPOSIBILIDAD DE ACCESO PERO SE OBSERVA QUE ESTÁ CONECTADA CORRECTAMENTE A LA RED PLUVIAL.....	53
FUENTE 14. POSIBLE CONEXIÓN SANITARIA ILÍCITA AL ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	54
FIGURA 15.COMPROBACIÓN DE CONEXIÓN ILÍCITA POR AGUA DE LLUVIA	55
FIGURA 16.HIDRÓMETROS IDENTIFICADOS CON CONEXIONES PLUVIALES ILÍCITAS AL ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA ZONA EN ESTUDIO AVENIDAS 5 Y 7, CALLES 1 Y 5 EN EL DISTRITO DE HEREDIA, CANTÓN DE HEREDIA Y PROVINCIA DE HEREDIA, COSTA RICA.....	56
FIGURA 17.HIDRÓMETROS IDENTIFICADOS CON CONEXIONES PLUVIALES ILÍCITAS AL ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA ZONA EN ESTUDIO LOS LAGOS DE HEREDIA, DEL COLEGIO DE LOS LAGOS 400 METROS NORTE Y 300 ESTE EN EL DISTRITO DE ULLOA, PROVINCIA DE HEREDIA, COSTA RICA	58
FIGURA 18.CANOAS INTERNAS CON IMPOSIBILIDAD DE ACCESO.....	60
FIGURA 19. EJEMPLOS DE CANOAS INTERNAS CERRADAS ARRIBA Y ABAJO	60
FIGURA 20. CAJA DE REGISTRO TAPADA	61
FIGURA 21.SALIDA DE LA CAJA DE REGISTRO (ARRIBA DE LA FOTOGRAFÍA) CON UN NIVEL INFERIOR A LA SALIDA DEL ALCANTARILLADO (PARTE BAJA DE LA FOTOGRAFÍA).....	62
FIGURA 22. APARTAMENTOS “RODOMO”	63
FIGURA 23. ALCANTARILLADO PLUVIAL SUBTERRÁNEO SIN TAPAS DE ACCESO EN LAS CERCANÍAS DE LAS PROPIEDADES	63
FIGURA 24.PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL EN LAS MACROZONAS DEL PLAN GAM 2013	64
FIGURA 25.MAPA DE AMENAZAS DE INUNDACIÓN.....	65
FIGURA 26. ENTRADA DE PTAR DE LOS LAGOS, HEREDIA EL DÍA 4 DE ABRIL DEL 2013 DESPUÉS DE UNA FUERTE LLUVIA	97
FIGURA 27. POZO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ESPH REBALSADO DESPUÉS DE UNA FUERTE LLUVIA EN JUNIO DEL 2013.....	97
FIGURA 28. POZO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO REBALSADO EN LA ZONA DE HEREDIA CENTRO.	98
FIGURA 29. ÁREA DE COBERTURA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ESPH.....	99
FIGURA 30. ÁREA DE COBERTURA DE AGUA POTABLE DE LA ESPH.....	100
FIGURA 31. ÁREA DE COBERTURA DE ENERGÍA DE LA ESPH.....	101
FIGURA32. COTIZACIÓN DE EQUIPO Y MATERIAL POR FERRETERÍA BRENES, HEREDIA.....	110

RESUMEN

Las conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario causan la sobrecarga de la red de alcantarillado sanitario y de las plantas de tratamiento de agua residual (PTAR) de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), lo que ocasiona contaminación de la ciudad y el vertido de agua residual sin tratar en los ríos. En el estudio se presenta la metodología adaptada a partir de la creada por El Centro de Protección de Cuencas (The Center of Watershed Protection) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés) para la identificación y eliminación de estas conexiones y su implementación en dos comunidades de la Provincia de Heredia. Evaluando el estado de la red sanitaria, las características de las zonas y el material con el que se contaba se decidió aplicarla Prueba de Tinte en las canoas externas de las construcciones de las zonas, comprobando si el tinte salía por la red pluvial o sanitaria. El estudio piloto abarcó una área de 27 214.077 m² y 139 clientes de la población con servicio de alcantarillado sanitario de la ESPH. Se generó el documento con la metodología para la identificación de las conexiones pluviales ilícitas, se identificaron las conexiones ilícitas en el área evaluada y se analizó la efectividad y las posibles mejoras de la metodología validada. Se obtuvo, como resultado que el 64% de las viviendas con conexiones ilícitas fueron en Los Lagos, sector residencial y el 36% en Heredia Centro. En total, el 18% de la población evaluada fue identificada con conexiones ilícitas. Se requeriría un presupuesto sumamente económico inicial de ₡ 161 875 y mensual de ₡ 1 593 393 (tipo de cambio \$1 USD = 540.19 a la fecha 21 de marzo del 2014) para continuar con la implementación del plan piloto. Se recomienda hacer un plan piloto en una muestra más representativa para analizar el impacto ambiental real que tienen las conexiones ilícitas en estudio. La metodología aplicada fue satisfactoria y cumplió con su objetivo de identificar las conexiones, sin embargo se debe contar con al menos 3 personas para que el trabajo de campo sea 100% eficaz.

Palabras clave: Alcantarillado sanitario, conexiones pluviales ilícitas, Heredia, Costa Rica.

ABSTRACT

Illicit storm water connections to storm sewer cause overload of the sewage system and wastewater treatment plant (WWTP) of the Public Service Company of Heredia (ESPH), which

contaminates the city and causes dumping of untreated wastewater into rivers. Methodology adapted from The Center of Watershed Protection and the U.S. Environmental Protection Agency (EPA) program for identification and elimination of these connections and their implementation in two communities in the province of Heredia is presented in this study. Evaluating the state of the sewage system, the characteristics of the zones and the material in hand it was reached to the decision to apply the Dye Test in the downspouts of the constructions, checking if the dye came out through the storm or sanitary network. The pilot study covered an area of 214 077 m² and 27 139 customers of the population with sanitary sewer service of the ESPH. The document with the methodology for identification of illicit stormwater connections was generated, illegal connections in the area were identified and evaluated, and the effectiveness and possible improvements of the validated methodology were also analyzed. It was obtained that 64 % of households with illegal connections were in Los Lagos, residential sector and 36% in Heredia Centro. In total, 18% of the population evaluated was identified with illicit connections. It wasn't possible to assess a 12.5 % of the population. Initial affordable monthly budget of ¢ 161,875 and ¢ 1,593,393 (Exchange rate \$1 USD = 540.19 for March 21st, 2014) would be required to carry out the project in bigger extend. It is recommended to carry out a pilot project in a more representative sample to be able to analyze the real environmental impact of illicit connections.

Keywords: Sanitary sewer, illegal stormwater connections, Heredia, Costa Rica.

ACRÓNIMOS

AyA – Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

IFAM – Instituto de Fomento y Asesoría Municipal

BID – Banco Internacional de Desarrollo

CGR – Contraloría General de la República

ESPH – Empresa de Servicios Públicos de Heredia

MS – Ministerio de Salud

PTAR – Planta de Tratamiento de Agua Residual

WWTP – Wastewater Treatment Plant

EE.UU. – Estados Unidos de América

NPDES – National Pollutant Discharge Elimination System

EPA – Environmental Protection Agency

ITCR – Instituto Tecnológico de Costa Rica

UEN – Unidad Estratégica de Negocio

GAM – Gran Área Metropolitana

ARESEP – Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos

UNA – Universidad Nacional de Costa Rica

MINAE – Ministerios de Ambiente y Energía

IDDE – Illicit Discharge Detection and Elimination

CGR – Contraloría General de La República

CFIA – Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos

LNA – Laboratorio Nacional de Aguas

GPS – Global Positioning System

INVU – Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo

MS4 – Municipal Separate Storm Sewer System

MIVAH – Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos

PRUGAM – Planificación Regional y Urbana en la GAM

TFG – Trabajo Final de Graduación

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Los sistemas de alcantarillado separados son aquellos donde el agua pluvial y el agua sanitaria se recolectan y conducen por redes o tuberías separadas (CFR, 2013). Cuando esta división no se respeta se generan conexiones ilícitas de las aguas incorrectas hacia las redes. Las conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario se pueden definir como los medios por los que las aguas pluviales o de subsuelo no controladas ingresan al sistema de alcantarillado sanitario por medio de fuentes como bajantes o canoas de edificaciones (Hernández, 2002).

Según lo indican Mora (2013) y Joglar (2009), las conexiones de redes pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario son una problemática compleja. Los desbordamientos de alcantarillados sanitarios ocurren en su mayoría por el flujo de aguas llovidas que ingresan a éstos a través de dichas conexiones ilícitas. Estas aguas pluviales pueden venir tanto de conexiones ilícitas desde viviendas y otras construcciones como también de infiltraciones del terreno. En época de lluvia, dicha situación, sobrecarga las tuberías sanitarias, ocasionando inundaciones en las zonas superficiales o bajas de las ciudades y pueblos. Otro problema de estas conexiones es que los excesos de flujo se desvían junto con las aguas negras y grises a las plantas de tratamiento causando que las aguas residuales no sean tratadas de manera eficiente y vertidas luego a los cuerpos receptores o el sobredimensionamiento de los sistemas de tratamiento. Un ejemplo de este tipo de problemas lo sufre la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A. (ESPH) como puede observarse en el Anexo 1 donde se observa las imágenes de las inundaciones y rebales ocasionados por las lluvias en las redes de alcantarillado y en las Plantas de Tratamiento de Agua Residual.

La ESPH, brinda además de servicio de alcantarillado sanitario al Cantón Central de Heredia, servicios de alumbrado público, telecomunicaciones, agua potable y energía eléctrica a 66 580 clientes distribuidos en los siguientes cantones de la provincia de Heredia: Central de Heredia, San Rafael, San Isidro, Santa Lucía de Barva, Flores y San Pablo (ESPH, 2013). Esta empresa, específicamente la Unidad Estratégica de Negocios (UEN) de Aguas Residuales, se ve directamente afectada debido a que en época de lluvia debe tratar en promedio un aumento de caudal de $642.97 \text{ m}^3/\text{día}$ en las Plantas de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) que administran

y se les imposibilita poder cobrar el servicio de alcantarillado y tratamiento sanitario a los usuarios que cuentan con conexiones ilícitas (Brenes, Comunicación oral, 7 de Mayo, 2014). Por ello se quiere encontrar la forma de detectar y eliminar esta problemática. Se espera que la ESPH dé continuidad al TFG por medio de su Proyecto de Saneamiento Ambiental en la Provincia de Heredia.

A nivel internacional la legislación más completa en cuanto al tema de conexiones ilícitas se indica en el Programa del Permiso Nacional de Sistemas de Eliminación de descarga de Aguas de Escorrentía (NPDES por sus siglas en inglés) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés), por medio de La Ley de Agua Limpia de Los Estados Unidos. El programa de NPDES controla lo relacionado con la contaminación del agua por medio de las regulaciones de fuentes puntuales que descargan contaminantes a las masas de agua de los Estados Unidos (EPA, 2006).

Con el propósito de dar apoyo y servir de orientación para las comunidades que deben implementar el programa de Detección y Eliminación de Conexiones Ilícitas (IDDE por sus siglas en inglés) del sistema NPDES se realizó la metodología "Detección y Eliminación de las Descargas Ilícitas: Un Manual Guía para el Desarrollo de Programas y Evaluaciones Técnicas". Es a partir de este documento que se pretende adaptar la metodología para el reconocimiento de conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario de la ESPH, con el fin de evitar inundaciones con aguas residuales protegiendo la salud y el ambiente.

Para lograr el objetivo de la investigación, se recopiló información sustentable por medio de encuestas a la comunidad, entrevistas a personal del ITCR, ESPH y AyA, relacionado con el tema de aguas residuales del país y revisión bibliográfica pertinente. Seguidamente, se adaptaron las metodologías investigadas previamente sobre el tema, ya que su mayoría se enfoca en la identificación de conexiones ilícitas hacia el alcantarillado pluvial y no al sanitario. Usando como base la metodología guía del programa IDDE y los requerimientos de la ESPH, se diseñó la metodología de identificación de conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario. Se organizó y efectuó la posterior implementación de la metodología por medio de la Prueba de

Colorante o Tinte en las canoas de las propiedades y verificando por cual alcantarillado salía el tinte.

1.1 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

El estudio planteado tiene como objetivo general:

- Adaptare implementar una metodología para el reconocimiento de conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario en la ESPH

Y como objetivos específicos:

- Evaluar el estado actual del alcantarillado sanitario en los cuadrantes en estudio de la Provincia de Heredia, Costa Rica
- Adecuar la metodología de El Centro de Protección de Cuencas para la identificación de conexiones ilícitas para que sea utilizada posteriormente como guía para la ESPH.
- Identificar las conexiones ilícitas en las áreas en estudio, a través de la metodología diseñada.
- Calcular los costos de la implementación de la identificación de conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario de la ESPH.

CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA

2.1 SITUACIÓN Y PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LAS AGUAS RESIDUALES Y LAS CONEXIONES ILÍCITAS EN COSTA RICA

Según el Décimonoveno Reporte del Estado de la Nación, Costa Rica (Angulo, 2013) no cuenta con una política clara, definida para poder visualizar en forma integral la situación nacional de las aguas residuales en general. El total de saneamiento básico del país es de un 99% de población cubierta; de este 99%, 2% utiliza letrinas, 72% tanques sépticos, 25% descarga al alcantarillado o cloaca y 1% usa la fosa biológica. Solamente el 3,6% de la población cuenta con algún tratamiento centralizado de sus aguas residuales, sin tomar en cuenta si el vertido posterior al tratamiento cumple con la normativa en salud y límites de descarga establecidos en el Reglamento de Vertidos Decreto 33601-MINAE-S (CGR, 2013).

Los pocos sistemas de alcantarillado sanitario del país son recientes, nacieron con el crecimiento urbano de mediados del siglo XX; y en cuanto a los sistemas de tratamiento de aguas residuales, el Gran Área Metropolitana tiene más de la mitad de su territorio sin alcantarillado sanitario lo cual afecta de manera directa la salud de las cuencas hidrográficas (MIVAH, 2013; CGR, 2013).

De la misma forma, las conexiones ilícitas van de la mano con la situación de las aguas residuales en Costa Rica. Sin una política clara para atacar el problema general es difícil proponer programas que eliminen las conexiones ilícitas y obliguen al usuario a repararlas. Sin embargo, al estar iniciando apenas el proceso de diseño y construcción de un sistema extenso de alcantarillado sanitario en el país, se permite con mayor facilidad implementar desde los pasos iniciales diseños y metodologías para atacar la problemática de conexiones ilícitas.

Hernández (2002) analizó el caudal del alcantarillado sanitario de dos urbanizaciones en San José, Costa Rica. Al comparar el caudal del alcantarillado sanitario en momento de lluvia al mismo cuando no llueve, determinó que el caudal medido durante una lluvia llega a superar en 2.7 veces al caudal de un día sin lluvia. El mismo autor concluye que inclusive en urbanizaciones construidas recientemente resulta casi imposible eliminar los caudales de agua pluvial que

terminan en el alcantarillado sanitario. Recomienda que los diseños para estos alcantarillados deben tomar en cuenta un caudal de 2.7 veces el caudal promedio de aguas residuales (Hernández, 2002).

Los efectos directos de las conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario son inundaciones con aguas negras en zonas urbanas, tratamiento ineficiente de aguas residuales, contaminación de ríos y zonas aledañas al cantón de Heredia, vertido de aguas contaminadas a cuerpos receptores e imposibilidad de control por la municipalidad/ESPH (Mora, 2013).

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA, 2009) tiene como proyecto prioritario construir una Planta de Tratamiento de Agua Residual para la Gran Área Metropolitana del país. En su diseño van incluidos los caudales de conexiones pluviales ilícitas estimadas, dato que ha no ha sido registrado en un documento oficial y por el momento, no han desarrollado una identificación ni corrección de las conexiones.

El caudal por conexiones erradas puede ser del 5% al 10% del caudal máximo horario de aguas residuales (OPS, 2005; Ministerio de Ambiente de Ecuador, 2013).

Por otro lado, la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) realizó un plan piloto en el año 2010 en la zona central de Heredia utilizando el método de inspección de campo y prueba de tinte (ESPH, 2010). Estas técnicas consisten en identificar las descargas mediante segmentación de tramos y con los planos de las redes de las tuberías de alcantarillado sanitario y del pluvial. La prueba funciona aplicando un tinte en los sistemas de desagües de aguas pluviales, como canoas y/o en las cajas de inspección. Luego se descarta o confirma la existencia de descarga ilícita si el tinte se observa en la tubería del alcantarillado sanitario o no. Este plan piloto tuvo como únicos resultados la confirmación de la existencia de las conexiones ilícitas en algunas casas, pero no se hizo un reporte detallado al respecto y falló básicamente por la falta de continuidad y reevaluación de los puntos donde se encontraron conexiones ilícitas (Mora, 2013).

2.2 DISEÑO DE REDES Y CONEXIONES ILÍCITAS

Se puede pensar que el AyA utilizó, para su Proyecto en el GAM, criterios de diseño de alcantarillados sanitarios establecidos previamente. Según la OPS (2005) , EPYPSA, AyA, IFAM, BID (2010) y Téllez Lima (2004) los criterios de diseño de las redes convencionales especifican que el diámetro mínimo de las alcantarillas será 200 mm con ciertas excepciones que podrá utilizarse alcantarillas de 150 mm de diámetro. Igualmente, el caudal de diseño para cada tramo del sistema sanitario se calcula de acuerdo a los datos obtenidos o investigados y aplicados en un período de diseño de la forma siguiente (EPYPSA, AyA, IFAM & BID, 2010):

$$Q_d = Q_{mh} + Q_i + Q_e + Q_c$$

Donde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario.

Q_i = Caudal de infiltración.

Q_e = Caudal por conexiones ilícitas.

Q_c = Caudal concentrado en un punto de las redes.

2.3 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA ESPH

Los operadores de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el país se pueden distribuir en: municipales, operados por el Estado en la figura de AyA, ASADAS y Operadores Privados.

Por su parte la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) opera cinco plantas de tratamiento: Los Lagos, La Aurora, Real Santamaría Este y Oeste, todas estas de la tecnología Lodos Activados con Aireación Extendida. También una laguna de oxidación para el residencial Las Flores en Lagunilla de Heredia (Cuadro 1).

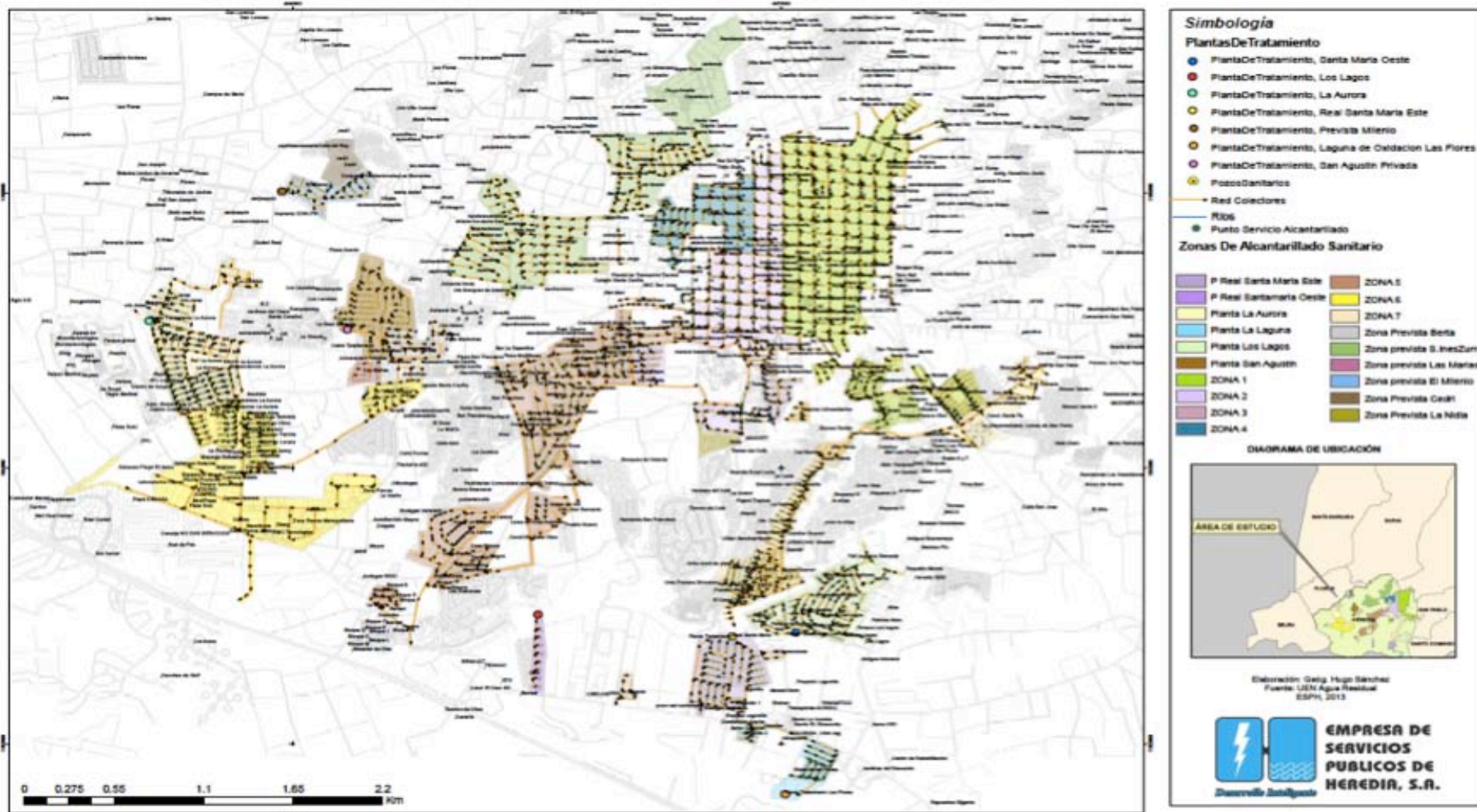
Cuadro 1. Características de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de la ESPH

Sistemas de tratamiento de la ESPH (Lugar)	Año de construcción/ remodelación	Características	Tipo
Los Lagos	1975	Carrusel	Lodos activados
La Aurora	1977	Remodelada	Lodos activados

Real Santamaría Este	2003	Remodelada	Lodos activados, aireación extendida
Real Santamaría Oeste	2003		Lodos activados, aireación extendida
Las Flores	1999	Utiliza lirios	Laguna de oxidación

Fuente: (Angulo, 2013)

Red de Alcantarillado Sanitario, ESPH 2014



Fuente: Hugo Sánchez¹, 2014

Figura 1. Ubicación de las PTAR de la ESPH en su área de cobertura de alcantarillado sanitario en la Provincia de Heredia, Costa Rica

¹ Realizado por Hugo Sánchez, Ingeniero Geógrafo de la ESPH.

La Figura 1 ubica las PTAR de la ESPH dentro de las zonas donde la empresa presta los servicios dentro de la Provincia de Heredia, Costa Rica. Las áreas coloreadas presentan las zonas de alcantarillado sanitario, mientras que los círculos de colores ubican las PTAR de la siguiente manera: azul para Real Santamaría Oeste, rojo para la planta de Los Lagos, celeste para la Aurora, amarillo para Real Santamaría este, anaranjado para la laguna de oxidación de Las Flores.

Para todos estos sistemas de tratamiento, el propietario debe operar y velar por el cumplimiento del Decreto N° 33601-MINAE-S, en los reportes operacionales que se entregan al Ministerio de Salud (Angulo, 2013). Al contar con sobrecarga del caudal de entrada en los sistemas de tratamiento, las plantas sobrepasan su caudal de diseño, ocasionando que el agua entrante no sea tratada de manera efectiva antes de ser vertida al río y por ello que no se cumpla con los parámetros establecidos en el mismo decreto.

El Cuadro 2 compara los caudales promedio de entrada a las PTAR de la ESPH en época de lluvia y en época seca. Según los registros existe una destacada diferencia entre estos valores lo que ocasiona un aumento de agua residual y pluvial a tratar en las plantas (Brenes, Comunicación oral, 7 de Mayo, 2014).

Cuadro2. Promedios de los caudales de entrada de las PTAR de la ESPH en estaciones seca y lluviosa.

Sistemas de tratamiento de la ESPH (Lugar)	Caudal promedio en estaciónseca (m ³ /día)	Caudal promedio en estación lluviosa (m ³ /día)
Los Lagos	646,21	1522,8
La Aurora	933,67	1833,39
Real Santamaría Este	541, 67	1655,94
Real Santamaría Oeste	75	124,4
Las Flores	3102,07	3376,94

Fuente:(Brenes, Comunicación oral, 7 de Mayo, 2014).

Calculando se ve que el porcentaje de aumento promedio en época de lluvia en las 5 PTAR es de un 102%. Estos datos evidencian que en época de lluvia el caudal de entrada a las PTAR siempre son más altos a los de la estación seca, permitiendo interpretar que existen conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario que ocasionan el aumento de agua a las plantas.

2.4 METODOLOGÍA UTILIZADA POR LA EPA

La metodología “Detección y Eliminación de las Descargas Ilícitas: Un Manual Guía para el Desarrollo de Programas y Evaluaciones Técnicas” o “Illicit Discharge Detection and Elimination: A Guidance Manual for Program Development and Technical Assessments” en ingles, es la guía para las comunidades que deben implementar el programa de Detección y Eliminación de Conexiones Ilícitas (IDDE: Illicit Discharge Detection and Elimination) del sistema de NPDES. Esta es patrocinada por la EPA y ha sido de gran beneficio para las comunidades que requieren obtener los permisos del sistema NPDES requeridos por la Ley estadounidense “CleanWaterAct” de 1987. Esta metodología se enfoca principalmente en la identificación de conexiones ilícitas del alcantarillado sanitario o fuentes de aguas contaminadas hacia el alcantarillado pluvial y masas de agua superficiales (Pitt & The Center of Watershed Protection, 2004).

La EPA solicita realizar un estudio y reportes sobre la detección de conexiones ilícitas para poder obtener los permisos NPDES. Esta define los vertidos ilícitos como “un colector de aguas pluviales que tiene flujo medible durante tiempo seco que contiene contaminantes y / o patógenos”. Es por este enfoque en la definición que su guía sobre conexiones ilícitas se enfoca en aquellas conectadas al pluvial (Pitt & The Center of Watershed Protection, 2004). Sin embargo, su estudio se puede usar de base para realizar aquel sobre conexiones ilícitas del alcantarillado pluvial al alcantarillado sanitario.

La Guía de la EPA para realizar el plan para detectar y eliminar las descargas ilícitas se enfoca en cuatro componentes claves: procedimientos para la localización de las zonas que puedan tener las descargas ilícitas prioritarios; procedimientos para rastrear el origen de una descarga ilícita; procedimientos para la eliminación de la fuente de la descarga, y procedimientos para la evaluación y valoración del programa.

El presupuesto y los recursos de personal necesarios para encontrar las descargas ilícitas son muy variados(Pitt & The Center of Watershed Protection, 2004). Algunas fuentes de descarga serán inmediatamente obvias, mientras que otros requieren extensas investigaciones hasta que la tubería se puede reducir lo suficiente y encontrar la fuente. Arreglar el problema una vez que se identifica es más predecible y, a menudo puede implicar contratistas calificados. Los costos asociados con la reparación también pueden ser totalmente incurridos por la parte infractora o compartidos, dependiendo de la naturaleza y el alcance de la descarga ilícita(EMCALI, 2012 ; Pitt & The Center of Watershed Protection, 2004).

Las cuadrillas deben de seleccionar los métodos de investigación más adecuados para rastrear la fuente de la conexión ilícita. Los métodos comunes incluyen(EMCALI, 2012 ; Pitt & The Center of Watershed Protection, 2004):

- Inspección visual en pozos de registro
- Prueba de tinte o colorante
- “Sandbagging” o realizar una presa en la red
- Las pruebas de tinte o colorante
- Las pruebas de humo
- Pruebas de Video

2.4.1 Inspección de Pozos

Las inspecciones de pozos requieren dos operarios y deben llevarse a cabo durante el tiempo seco. Se inspecciona el estado de los pozos, las aguas que pasan por el mismo y su proveniencia y dirección.

En particular, los equipos de campo deben tener cuidado acerca de cómo van a desviar el tráfico de forma segura. Otras consideraciones de seguridad incluyen el levantamiento adecuado de tapas de registro para reducir el potencial de lesiones en la espalda, y probar si existen gases tóxicos o inflamables dentro de la boca de inspección antes de retirar la cubierta (Pitt & The Center of Watershed Protection, 2004).

2.4.2 Investigaciones en el sitio

Se utilizan para detectar la fuente exacta o conexión que genera una descarga dentro de la red de drenaje de aguas pluviales o sanitarias en el caso de este estudio. Los tres enfoques básicos son de la prueba de tinte, prueba con cámaras y la prueba de humo. Aunque cada enfoque puede determinar el origen real de una descarga, cada uno necesita para ser aplicado en las condiciones adecuadas y las limitaciones de las pruebas (Pitt & The Center of Watershed Protection, 2004). A continuación se comentan esos tres métodos.

2.4.2.1 Pruebas de tinte o de colorante

Pruebas de tinte es un excelente indicador de conexiones ilícitas y se lleva a cabo mediante la introducción de tinte no tóxico en los inodoros, fregaderos, desagües de tienda y otros accesorios de plomería. El descubrimiento de colorante en el colector de aguas pluviales (o aguas sanitarias en el caso de este TFG), en lugar de la red de alcantarillado sanitario (pluvial para este estudio), determina de manera concluyente que la conexión ilícita existe. En otras palabras, para llevar a cabo la investigación, un punto de interés o "punto de llegada" se identifica. El tinte fluorescente se introduce en pozos de registro o en la zona sospechosa luego se inspecciona para lograr trazar el camino del flujo a través de la red para confirmar o no la conexión ilícita.

Antes de comenzar las pruebas de tinte, los equipos deben revisar los mapas de drenaje de aguas pluviales y alcantarillado para identificar conexiones de alcantarillado lateral y la forma en que se pueden acceder. Además, los propietarios deben ser notificados para obtener el permiso de entrada. Para las propiedades industriales o comerciales, los equipos deben llevar una carta para documentar su autoridad legal para obtener acceso a la propiedad. Para las propiedades residenciales, la comunicación puede ser más difícil. A diferencia de las propiedades comerciales, los equipos no tienen garantizado el acceso a los hogares y deben llamar con antelación para asegurar que el propietario estará en casa el día de la prueba (Pitt & The Center of Watershed Protection , 2004).

Se necesitan por lo menos dos o tres personas para llevar a cabo pruebas de tinte: uno para verter el tinte por las instalaciones de plomería y el otro o los otros dos busca(n) pruebas del tinte en la tubería, alcantarillado o pozo de inspección aguas abajo. En algunos casos, puede ser preferible

tres personas, dos miembros que entren a la residencia privada o la construcción tanto para fines de seguridad y responsabilidad(Tuomari, 2007).

A menudo, la elección clave es el tipo de colorante a utilizar para la prueba. En la mayoría de los casos, se utiliza un tinte líquido, aunque las tabletas de colorante sólidas también pueden ser colocados en una bolsa de malla y se bajan en la boca de inspección en una cuerda (Pitt & The Center of Watershed Protection , 2004).

Cuadro3. Opciones de tinte o colorante.

Producto	Características
Tabletas de tinte	<ul style="list-style-type: none"> • polvo comprimido, útiles para la liberación de colorante a través del tiempo • menos sucio que forma en polvo • fácil de manejar, sin ensuciar y disolver rápida • sirve para mapeo y seguimiento del flujo en los desagües pluviales y alcantarillado sanitario • rastreo de sistema de plomería • análisis del sistema séptico • detección de fugas
Concentrado líquido	<ul style="list-style-type: none"> • muy concentrado, se dispersa rápidamente • funciona bien en todos los volúmenes de flujo • recomendado cuando se requiere la medición de la entrada • sirve para mapeo y seguimiento del flujo en los desagües pluviales

	y alcantarillado sanitario
	<ul style="list-style-type: none"> • análisis del sistema de plomería • análisis del sistema séptico • detección de fugas
Tiras de tinte	<ul style="list-style-type: none"> • Similar a líquido pero menos sucio o desordenado
Polvo	<ul style="list-style-type: none"> • puede ser muy complicado y debe disolver en líquido para que desarrolles tu potencial • recomendado para aplicaciones muy pequeñas o muy grandes aplicaciones donde el líquido no es deseable
Pasteles de cera	<ul style="list-style-type: none"> • detección de fugas • recomendado para cuerpos de tamaño moderado de agua • sirve para mapeo y seguimiento del flujo en los desagües pluviales y alcantarillado sanitario
Donas de cera	<ul style="list-style-type: none"> • recomendada para grandes cuerpos de tamaño de agua (lagos, ríos, estanques) • sirve para mapeo y seguimiento del flujo en los desagües pluviales y alcantarillado sanitario • detección de fugas

Fuente:(Pitt & The Center of Watershed Protection, 2004)

2.4.2.2 Pruebas con cámaras

Pruebas con cámaras funcionan guiando una cámara de vídeo móvil a través de la tubería de drenaje de aguas pluviales para localizar la conexión real que produce una descarga ilícita.

Muestran los flujos y las fugas en la tubería que puede indicar una descarga ilegal, y puede mostrar grietas u otros daños en la tubería que permitan que aguas residuales, pluviales o contaminada fluya hacia el tubo de drenaje incorrecto.

Estas pruebas son útiles cuando se restringe el acceso a las propiedades, pero pueden resultar costosas, a menos que la comunidad o entidad ya posea el equipo para inspecciones de alcantarillado. Esta técnica no detecta todos los tipos de descargas, en particular cuando la conexión ilícita no está fluyendo en el momento de aplicación de la prueba (Pitt & The Center of Watershed Protection, 2004).

2.4.2.3 Pruebas de Humo

La prueba consiste en introducir humo en el sistema de drenaje de aguas pluviales o sanitarias y observar donde sale el humo. El uso de las pruebas de humo para detectar descargas ilegales es una aplicación relativamente nueva, aunque muchas comunidades la han utilizado para detectar la infiltración y afluencia a su red de alcantarillado sanitario (Hurco Technologies, 2003):

Tres pasos básicos están involucrados en la prueba de humo. En primer lugar, la red en prueba se sella, luego el humo es liberado y forzado por el ventilador a través del sistema de drenaje pluvial y por último, el equipo busca cualquier escape de humo por encima del suelo para encontrar posibles fugas o la dirección en que se encuentre la conexión ilícita.

La cuadrilla observa para ver donde el humo se escapa de la tubería. Las dos situaciones más comunes que indican una descarga ilícita son cuando el humo se sale al exterior por accesorios de plomería interna normalmente reportados por los residentes, o de las rejillas de alcantarillado.

2.4.3 Los costos de Pruebas de Tinte, Cámaras y Pruebas de humo

El costo de humo, tinte, y la prueba de cámara pueden ser considerablemente caros y pueden requerir un alto número de personal, y a menudo dependen de factores específicos de investigación, tales como la complejidad de la red de drenaje, la densidad y la edad de los edificios y la complejidad de uso de la tierra. En Estados Unidos se ha estimado que el costo de la prueba de colorante es de alrededor de \$900 por instalación, mientras las pruebas de cámara

van desde \$1.50 a \$2.00 por pie, aunque esto aumenta en \$ 1.00 por pie si es necesario limpiar el tubo antes de la prueba (Pitt & The Center of Watershed Protection, 2004).

Una vez detectadas las descargas de aguas residuales u otras conexiones, pueden ser arregladas o eliminadas a través de diferentes mecanismos. Las comunidades deben establecer programas de educación dirigidos junto con la autoridad legal para promover la oportuna corrección. Una combinación de incentivos y multas debe estar disponible para hacer frente a la diversidad de descargadores potenciales (Pitt & The Center of Watershed Protection, 2004).

2.5 ESTUDIOS DE IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES ILÍCITAS EN OTROS PAÍSES

Estudios demuestran y confirman la necesidad de realizar una adecuada identificación de los focos de conexiones ilícitas así como asegurar la correcta separación de ambos alcantarillados y no optar por alcantarillados combinados. En el caso de Puerto Rico se ha visto que estas soluciones son la manera más eficaz y eficiente de erradicar las descargas de agua sanitaria directas a masas de agua naturales y las descargas a través de conexiones pluviales (Corporación para la conservación del Estuario de la Bahía de San Juan, 2011).

La municipalidad de Vancouver, British Columbia, Canadá tiene como meta para el 2050 eliminar todos los desbordamientos de aguas residuales de la ciudad y tener todos los sistemas de alcantarillado separados debido a la contaminación que esto ha generado. Para lograrlo tienen integrado un plan de conexiones ilícitas al alcantarillado sanitario muy similar al que presenta la EPA (City of Vancouver, 2013).

Wayne County inició con su programa IDDE desde 1987, el cual incluye 33 ciudades y 10 pueblos (Tuomari, 2007). Con su experiencia este condado ha visto que un programa eficaz para la eliminación de los vertidos ilegales a aguas superficiales, enfoca su atención en visitas de campo a áreas con conocidas problemáticas en la calidad del agua. Así a basado su programa en cuatro elementos principales, los cuales son: la selección del área investigada, la elaboración de un inventario de las instalaciones, realización de visitas de campo e inspecciones, continuación con las acciones de educación y cumplimiento. Para escoger que áreas estudiar y recopilar la

información obtenida Wayne County se basa en los aspectos destacados por la EPA comentados en la Sección 2.4 de esta investigación, como en el monitoreo del agua, prueba de tinte y la utilización de sistemas SIG; sin embargo si detallan la metodología de la EPA de acuerdo a sus necesidades como comunidad(Tuomari, 2007; Tuomari & Thompson, 2004; Johnson & Tuomari, 1998; EPA, 2006).

En los primeros 16 años de implementación del programa, Wayne County inspeccionó 5753 edificaciones y logró detectar 1483 conexiones ilícitas, comprobando la efectividad de la metodología de la EPA. Entre las observaciones más importantes, el condado asegura que las instalaciones que tienen conexión ilícitas tienden a tener entre 3 o 4 conexiones ilícitas en la misma propiedad; que anualmente el programa previene que 12.5 millones de galones de agua contaminada y 1 millón de libras de material contaminante entren en las aguas superficiales Wayne County(Tuomari, 2007; Tuomari & Thompson, 2004; Johnson & Tuomari, 1998; EPA, 2006).

Por otra parte, Cuyahoga County en Ohio a enfocado desde 1992, sus esfuerzos en la detección de las conexiones ilícitas desde los tanques sépticos ya sea sustituyéndolos por nuevos o eliminándolos y conectar las aguas sanitarias al alcantarillado específico(Stark, 2007; Rossi, Irvine, Vermette, Bakert, & Kleinfelder, 2011).La implementación del programa les ha permitido renovar las ordenanzas sobre la disposición de contaminantes, agregando requerimientos para el diseño, mantenimiento y abandono de los tanques sépticos, además de lograr alrededor de 2000 inspecciones anuales en 55 comunidades. Este grupo enfatiza sus esfuerzos en gran parte a los programas de educación a propietarios, escuelas, empresas y comunidad en general, considerando que concientizar a las personas es una de las mejores formas de ir eliminando las conexiones ilícitas (Stark, 2007; Rossi, Irvine, Vermette, Bakert, & Kleinfelder, 2011).

Comunidades como Polk County en Florida, Estados Unidos han creado observaciones del programa de la EPA una vez que lo han implementado. De forma general se ha concluido que:

- El factor de dinero y apoyo gerencial es importante para lograr los resultados del programa. Se debe tener orden en los aspectos de costos y presupuesto para el proyecto.
- Se debe de dar prioridad al programa inclusive cuando no hay aún inundaciones

- Realizar análisis costo-beneficio y costo-eficiencia
- Definir al personal responsabilidades claras para la ejecución de tareas.
- Generar interés comunitario
- Debilidad en las legislaciones de cada área para poder ordenar la corrección de las conexiones ilícitas
- La eliminación de conexiones ilícitas no es la única opción para preservar el recurso del agua

Áreas como Los Ángeles, San Bernardino, Orange, Riverside, Palo Alto y San Diego en California en Estados Unidos, Caguas, Aguadilla y San Juan en Puerto Rico, han utilizado la metodología de la EPA para la identificación y corrección de conexiones ilícitas. Sin embargo, cada uno de ellos tienen la similitud que han adaptado el programa de acuerdo a sus necesidades y urgencias particulares, lo cual es permitido por el programa, ya que la EPA lo enfoca de forma bastante generalizada (Joglar, 2009). También han visto la efectividad de los programas reflejadas en resultados en diferentes aspectos como en eliminación de conexiones ilícitas, reducción de violaciones presentadas por la EPA, digitalización de mapas de zonas, alcantarillados y áreas problemáticas, inventario de las descargas ilícitas y alcantarillados, reconocimiento de cuerpos receptores, mejora de la ordenanzas, multas y penalidades por descargas ilícitas, alcances educativos y mejora en el monitoreo de alcantarillado y escorrentía pluvial (Joglar, 2009).

2.6 ORDENANZAS RELACIONADAS DIRECTAMENTE A LAS CONEXIONES ILÍCITAS

La historia de las normas de descarga ilícitas es larga y complicada, lo que refleja un actual debate en cuanto a si deben clasificarse como un punto relevante o no de contaminación. Las enmiendas a la Ley de Agua Limpia (CleanWaterAct) de 1987 de Estados Unidos contenían las primeras disposiciones para regular específicamente las descargas de los sistemas de drenaje pluvial (Joglar, 2009). Esta ordenanza además de ser utilizada para Estados Unidos ha sido acogida por países como Puerto Rico, Colombia y Canadá (EMCALI, 2012; Gobierno Municipal Autónomo de Carolina Puerto Rico, 2013; City of Vancouver, 2013).

En cuanto a la legislación de Costa Rica directamente sobre conexiones ilícitas existen pocos artículos que enfoquen una solución u ordenanza ante esta problemática; los que se encuentran más ligados al tema son los Artículos 263, 285, 287, 288 de La Ley General de la Salud (Ministerio de Salud de Costa Rica, 1973) donde se establece que es deber de todo propietarios de edificaciones eliminar excretas, aguas residuales y pluviales de la forma adecuada y aprobada por el Ministerio de Salud; es de su obligación conectar el sistema de eliminación de aguas sanitarias correctamente. El Reglamento Sectorial para la Regulación de los Servicios de Acueducto y Alcantarillado Sanitario (Ministerio de Salud de Costa Rica, 1973) en su Artículo 6, se insta que se debe evitar cualquier tipo de rebalse del alcantarillado sanitario.

El Reglamento de Construcciones del INVU (INVU, 1993), Artículo IV.14, obliga a que todas las aguas pluviales caídas en las propiedades deben ser recolectadas en el sistema de alcantarillado pluvial o a masas de agua natural solamente. Mientras que de forma similar el Reglamento de Prestación de Servicios a los Clientes del AyA (AyA, 1997) en sus Artículos 24 y 47 establece que los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario son sistemas independientes en los cuales no se permite verter aguas pluviales en el alcantarillado sanitario ni viceversa y en caso de encontrarse estas conexiones cruzadas se procederá a la suspensión del servicio hasta que el cliente lo corrija.

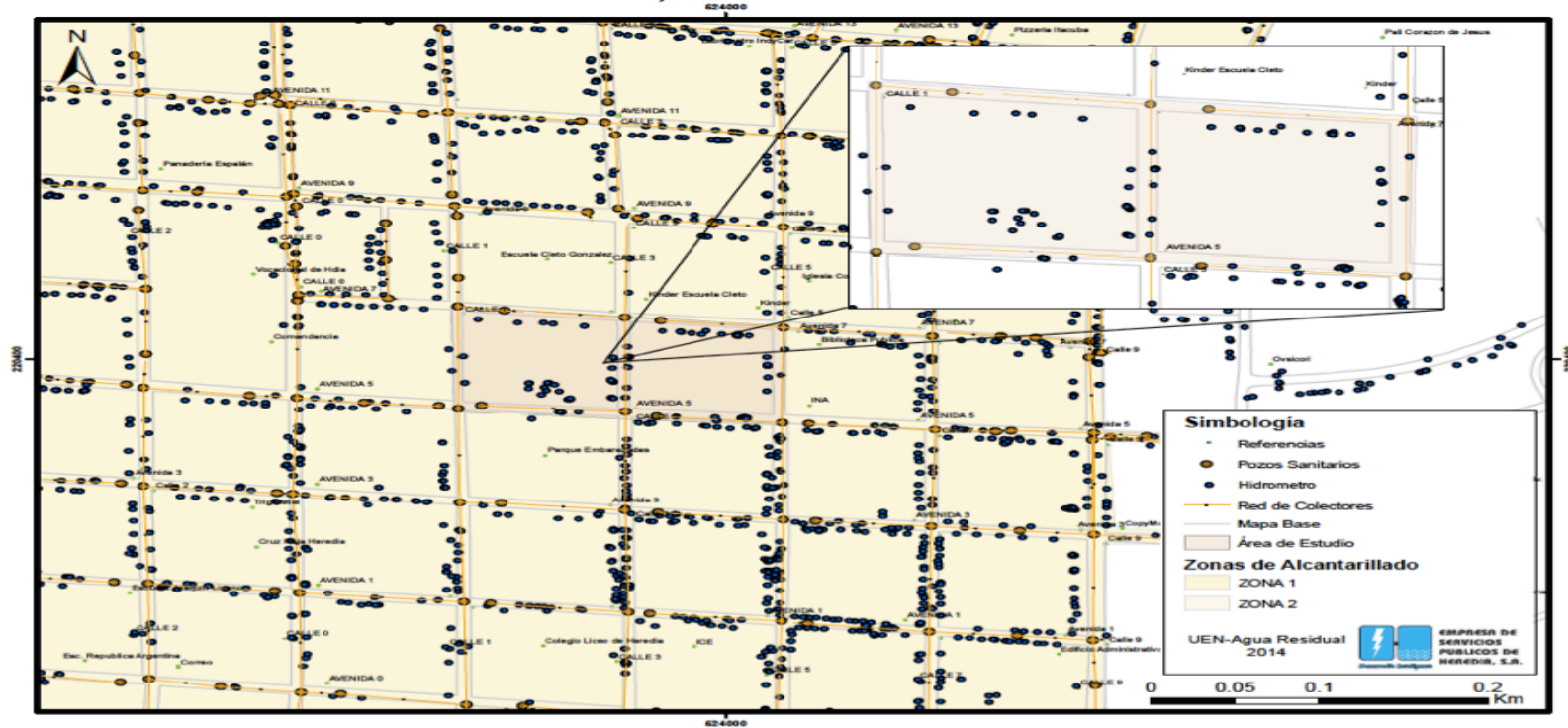
Por su parte, el Artículo 62 del Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales, también prohíbe el vertido de aguas pluviales al alcantarillado sanitario, así como de las aguas residuales, tratadas o no, al alcantarillado pluvial.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 ZONAS EN ESTUDIO DE LA PROVINCIA DE HEREDIA, COSTA RICA

El plan piloto se realizó en dos zonas de la provincia de Heredia, Costa Rica. Un área está ubicada entre las avenidas 5 y 7, calles 1 y 5 en el Distrito de Heredia, Cantón de Heredia , mientras que la otra se encuentra en Los Lagos de Heredia, del Colegio de Los Lagos 400 metros norte y 300 Este en el Distrito de Ulloa. A continuación se caracterizan ambas zonas.

Área de Estudio, Conexiones ilícitas 2014



Fuente:Hugo Sánchez, 2014

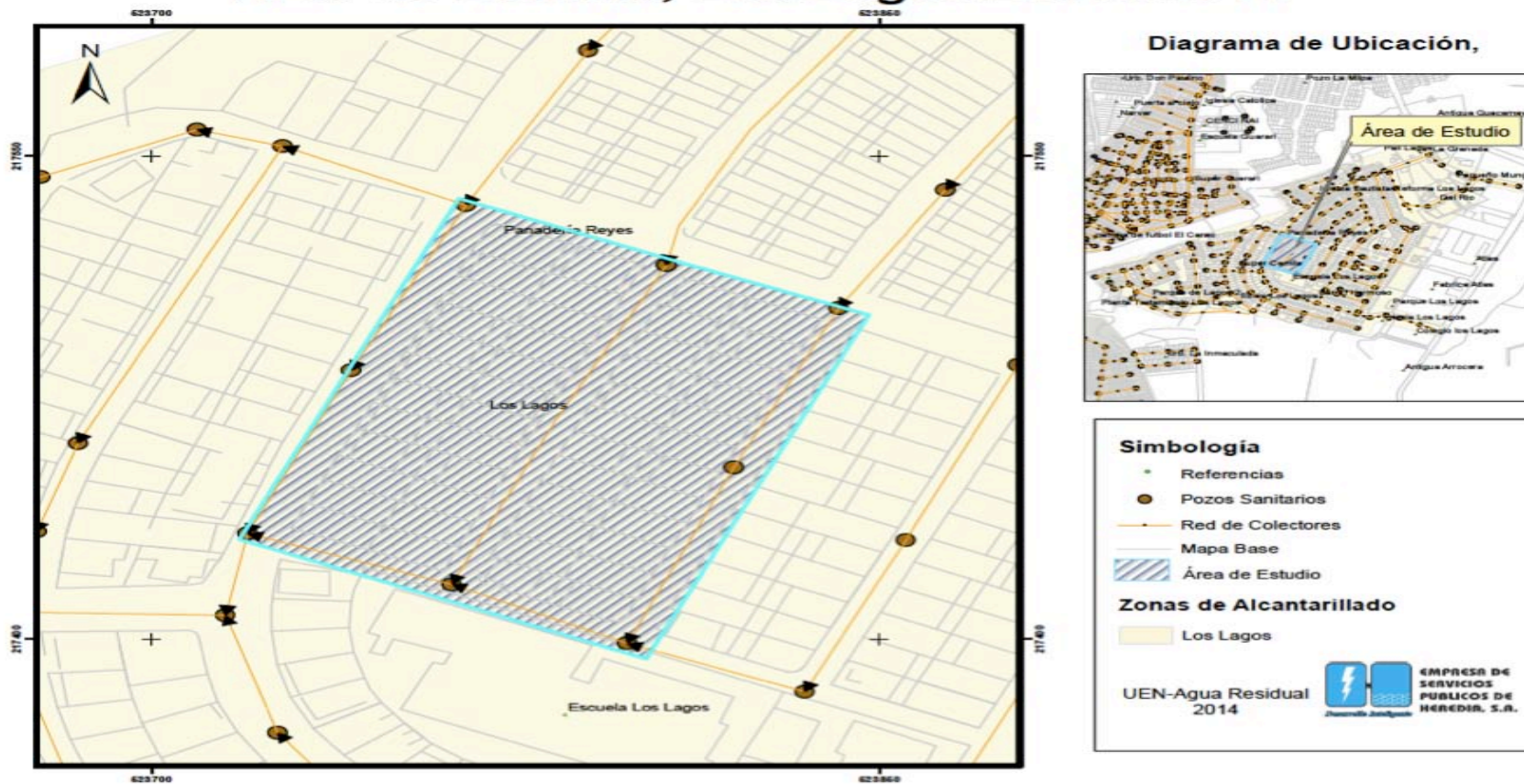
Figura 2.Zona en estudio avenidas 5 y 7, calles 1 y 5 en el Distrito de Heredia, Cantón de Heredia y Provincia de Heredia, Costa Rica

3.1.1 Zona de estudio en Heredia Centro

En la Figura 2 se muestra el mapa de la zona evaluada tanto por una encuesta como con la implementación de la metodología de la identificación de conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario. Se evaluaron los cuadrantes entre las avenidas 5 y 7 y calles 1 y 5 en la zona de Heredia Centro. En este mapa se identifica cada hidrómetro contabilizado por la ESPH con un círculo negro, mientras que casa, pozo sanitario se identifica con un círculo rojo. El área de estudio específica son los cuadrantes que se muestran en el “zoom” del mapa, los cuales son dos cuadras en las que contienen los siguientes datos (Sánchez, 2014):

- Clientes de la zona de alcantarillado en el Distrito Central de Heredia: 7693
- Clientes del área muestreada: 88
- Área de la zona de alcantarillado en el Distrito Central de Heredia: 1.72 km²
- Área de la zona muestreada: 17 945.347 m²

Área de Estudio, Los Lagos ESPH 2014



Fuente: Hugo Sánchez, Comunicación oral, 20 de Agosto del 2013

Figura 3. Zona en estudio Los Lagos de Heredia, del Colegio de Los Lagos 400 metros norte y 300 Este en el Distrito de Ulloa, Provincia de Heredia, Costa Rica

3.1.2 Zona de estudio en Los Lago de Heredia

En la figura 3 se modela la zona evaluada por las encuestas y la identificación de conexiones ilícitas en el área de Los Lagos de Heredia, del Colegio de los lagos 400 metros norte y 300 Este. En este se observan los pozos sanitarios con color naranja, el área específico de estudio con las líneas oscuras y la red de colectores sanitarios con la línea amarilla. Esta zona muestreada cuenta con la siguiente información (Sánchez, 2014):

- Clientes totales de la red sanitaria de la ESPH facturados en Enero 2014: 21253
- Clientes de la zona de alcantarillado en la zona total de Los Lagos: 1189
- Clientes en el área muestreada de la zona: 51
- Área de la zona de alcantarillado de Los Lagos: 319 264.05 m²
- Área de la zona muestreada: 9 268.73 m²

3.2 METODOLOGÍA ADAPTADA Y RECOMENDADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES PLUVIALES ILÍCITAS AL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESPH

A partir de la metodología propuesta por la EPA en su sistema NPDES y en su manual de *Illicit Discharge Detection and Elimination* (IDDE)(Pitt & The Center of Watershed, 2004) se adapta una metodología para detectar las conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario.

En el plan piloto se aplicó la metodología expuesta en el Apéndice 1y se evaluaron los cuadrantes en estudio. Se experimentó dicha metodología para comprobar si ésta demostraba ser efectiva y lograba identificar de una forma sencilla y económica las conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario por parte de los clientes de la ESPH.

3.2.1 ACCIONES PREVIAS A LA IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES PLUVIALES ILÍCITAS AL ALCANTARILLADO SANITARIO

Basado en el plano actual de la red de alcantarillado de la ESPH, se identificó y detalló el mapa de la red de alcantarillado sanitario de las zonas en estudio a través del sistema operativo ArcMap y procedimientos de Sistemas de Información Geográfica.

Una vez que se tuvieron los mapas de los cuadrantes, se estudiaron con cuidado para organizar las visitas de campo de la manera más productiva y efectiva. Luego, se tomaron seis días para las visitas de campo. En estas se pretendió detectar visualmente cualquier desperfecto que pueda significar la posible existencia de una conexión ilícita y se buscó la presencia de un flujo de agua clara e inodora a la tubería de aguas negras. Estas sospechas también podían ser generadas por quejas de vecinos o personas que conocen de esta problemática.

Esta propuesta se basó en identificar detalladamente los lugares que se sospechaba que existía una conexión ilícita. Se identificó el tipo de actividad de la propiedad, ya sea vivienda, comercio o edificación institucional o privada, así como, la zona en la que pertenece, en cual red de alcantarillado debería de estar legalmente conectada y si es un problema aislado o forma parte de un problema general del área.

Se georeferenció la ubicación y situación cartográfica de ambos alcantarillados donde se conoce donde se encuentran los canales y sectores adecuados para la descarga. Luego, por medio de revisión bibliográfica y el conocimiento de los profesionales en el tema, se tomó la decisión de utilizar el método del Prueba de tinte para identificar las conexiones ilícitas.

También se procedió a realizar una solicitud por parte de la ESPH a los clientes para explicarles el trabajo que se estaría realizando en los próximos días y solicitar el permiso de ingreso y aplicación de la prueba. Con este paso terminado se continuó realizando la planeación efectiva de la visita al lugar con el personal requerido y con la adecuada programación de trabajo.

En algunas de estas visitas de campo también se aplicaron las encuestas a los abonados presentes en el Apéndice 3. La encuesta se confeccionó con el fin de evaluar el conocimiento general sobre el alcantarillado pluvial y sanitario que tienen los clientes de la ESPH en las zonas escogidas

para el estudio. Se aplicaron entre 9:00 a.m. y 12:00 p.m. durante 4 días de los meses de setiembre y octubre 2013.

De forma paralela, se solicitó y revisó la información obtenida anteriormente por la UEN Comercial de la ESPH sobre el tema de conexiones ilícitas. Se profundizó en el tema sobre la adecuada gestión de los alcantarillados sanitarios y pluviales por medio de revisión bibliográfica de artículos, libros, páginas web, tesis y reglamentos y ordenanzas demostrados en la bibliografía de este documento.

Por último, se redactó el análisis obtenido, las correcciones y el estado de la red, con base en el estudio bibliográfico y las observaciones de campo.

También, por medio de la entrevista presentada en el Apéndice 2 se consultó a Macario Pino Gómez, Ingeniero Sanitario del ITCR, Alejandro Campos Ingeniero Ambiental del AyA y los Ingenieros Estaban Mora y William Miranda de la ESPH².

Similarmente, se realizaron consultas y reuniones sobre información del alcantarillado, diseños, base de datos, costos, presupuestos, organización del personal, actividades relacionadas con las conexiones ilícitas, con Hugo Sánchez, Esteban Mora, William Miranda, Paula Brenes, Marianela Díaz y Damaris Montero, personal de la UEN de Aguas Residuales de la ESPH. Junto con ellos se identificaron las herramientas y equipo a utilizar para la metodología de este documento. Una vez identificado se procedió a llenar la documentación necesaria dentro de la ESPH para la solicitud de las herramientas y equipos utilizados.

El proceso de organización se ejecutó junto con Don William Miranda, ingeniero de la ESPH encargado del proyecto. Se realizó primeramente un cronograma de las actividades propuestas en la metodología de identificación, escogiendo los días de trabajo en los que la cuadrilla o los colaboradores podían asistir en el trabajo de campo y en los que el equipo necesario estaba disponible.

²Respuestas de las entrevistas se pueden observar en el Apéndice 1 de este documento.

Se explicó a todo el personal involucrado como llenar la planilla de reporte de conexiones ilícitas (Apéndice 3). Esta planilla se llenó en cada casa o edificación visitada y evaluada para luego pasarla y digitalizarla en la base de datos elaborada previamente.

Se determinaron los costos del proyecto por medio de solicitudes de precios del material a La Ferretería Brenes de Heredia y el Almacén de la ESPH.

Para la escogencia de la muestra o el área muestreada y su representatividad en el área de abonados de la ESPH se utilizó la metodología no probabilística del muestreo intencional y cálculos de promedios y porcentajes simples. Este tipo de muestreo se escogió por conveniencia del investigador, debido a que se contó con un acceso más sencillo a la población seleccionada, siendo un tanto subjetivo y siempre procurando que fuera representativa (Lagares & Puerto, 2001).

3.2.2 EQUIPO Y HERRAMIENTAS

Recurso humano, cascos, chaleco reflectivo, fluoresceína (tinte en polvo), escalera, varilla telescópica con balde en la parte posterior, metro, zapatos de seguridad, guantes, conos de seguridad, sogas, anteojos de seguridad, foco, cámara fotográfica, vehículo, GPS.

La fluoresceína fue utilizada como colorante o tinte. Esta es una sustancia colorante orgánica hidrosoluble, utilizada en procesos con humanos como en exámenes de los vasos sanguíneos de los ojos y otras pruebas odontológicas. Esta sustancia es de uso común en procesos de bajo impacto ambiental y no perjudica la salud de las personas (Cabildo, Cornago, Escolastico, Farran, Perez, & Sanz, 2006).

3.2.3 PROCEDIMIENTO EMPLEADO PARA LA DETECCIÓN DE LAS CONEXIONES ILÍCITAS

Las segundas visitas de campo fueron extensivas, con el fin de verificar la sospecha, ubicar la conexión y atenderla. Fueron realizadas en 4 días distintos, 1 por cada cuadra. La aplicación de la metodología se implementó cada día en la visita de campo, realizando, de forma conjunta los

informes técnicos y operacionales sobre las actividades. Se registraron los resultados diarios en la bitácora en donde se apuntaron las horas de visita de campo, acciones realizadas, lugares visitados, reacciones de los clientes, resultados obtenidos, personal que colaboró ese día, recomendaciones de mejora y demás detalles que en el momento se pensaron importantes.

Durante la identificación de conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario en Los Lagos se detectaron dos tipos de canoas identificadas como interna y externa. La externa se definió a aquella en la cual no se tenía que ingresar a la propiedad y no se requería que el habitante o trabajador de la casa o negocio nos permitiera el acceso para ingresar. La “canao exterior o externa” podía ser evaluada desde la acera frente a la propiedad donde era posible solamente verter el líquido con fluoresceína en la canoa, o conducto de agua pluvial, y verificar si este salía por el alcantarillado pluvial. Si este salía por el alcantarillado pluvial se reportaba una conexión correcta si salía por el alcantarillado sanitario se identificaba como conexión ilícita.

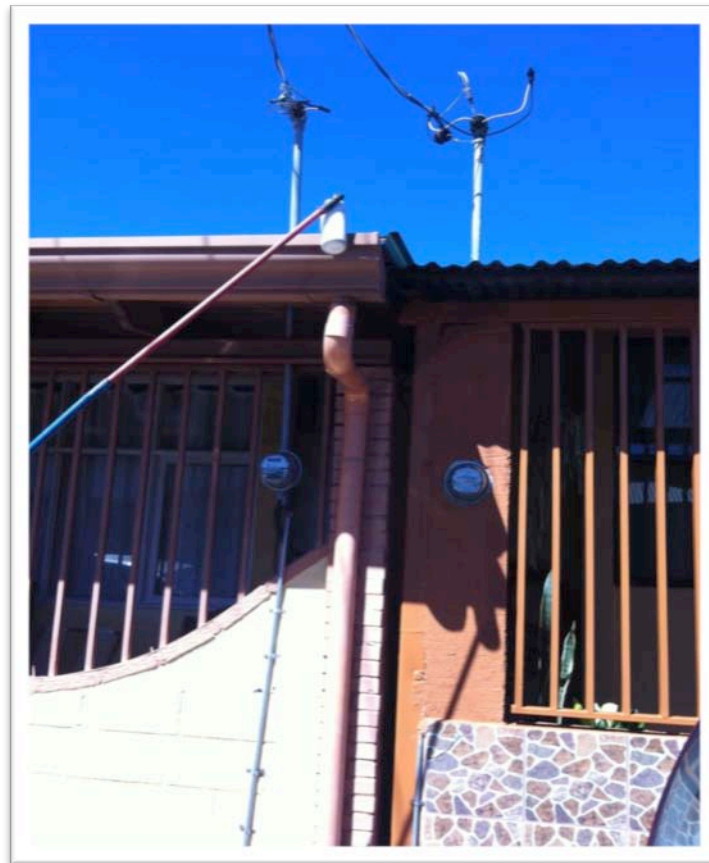


Figura 4.Implementación de la metodología de conexiones pluviales ilícitas en una canoa externa

La “canoa interior” se definió como aquella canoa en la que se debía ingresar a la propiedad con la ayuda del habitante o el trabajador del lugar para poder aplicar la prueba de colorante o tinte. Las canoas internas, como se demuestra en la Figura 5 se ubicaban detrás de algún muro o verja la cual no permitía el acceso directo desde la calle.

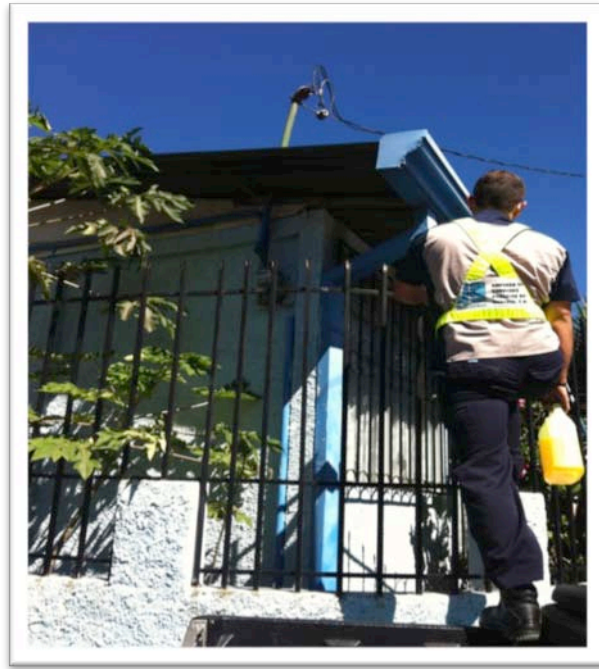


Figura 5. Implementación de la metodología en canoas internas

Similarmente, en la prueba de campo para la identificación de estas conexiones se vertió el agua con colorante donde se hacía más accesible y fácil, en unas propiedades esto era en las canoas mientras que en otras se decidió verterlo directamente en la caja de registro.



Figura 6.Vertido de agua con fluoresceína en caja de registro

En otros casos la propiedad contaba con canoas tanto internas como externas. En estas circunstancias se decidió analizar las dos y si solamente una de ellas se reportaba como ilícita, la propiedad se marcaba con conexión ilícita. Se reportaba como conexión correcta o sin conexión ilícita si ninguna de ellas se encontraba conectada al alcantarillado sanitario.

El análisis de los resultados se basó en la población registrada por la UEN de Aguas Residuales de la ESPH que cuenta con 7693 clientes o abonados en la zona de Heredia Centro, 1189 en Los Lagos y 21253 en la totalidad de los abonados registrados hasta enero del 2014 (Sánchez, 2014).

CAPÍTULO IV:ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al poner a prueba la metodología se logró obtener información sobre la perspectiva de los usuarios, una evaluación del estado actual del alcantarillado sanitario, los resultados de la prueba de tinte o colorante, un análisis de las debilidades y fortalezas de la metodología empleada y los costos posibles de continuar con el proyecto de conexiones ilícitas.

4.1PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS

Antes de implementar la metodología se encuestó a los clientes de los cuadrantes de Los Lagos y Heredia Centro y se obtuvieron las respuestas presentadas en las Figuras 7,8,9 y 10 de esta sección de resultados.

No fue posible encuestar al 100% de la muestra debido a que en muchos casos, a la hora de visita, no se encontraba ninguna persona en la casa. Otra razón que impidió encuestar a más clientes fue que para realizar la visita se requirió ayuda de personal de la ESPH que solamente tenía esas tres horas para atender este trabajo asignado como especial a sus labores normales.

De la población total muestreada se pudo encuestar 37 propiedades (22 de la zona de Los Lagos y 15 en la zona de Heredia Centro), por lo que los datos no se pueden generalizar a la totalidad de la muestra y tampoco a la totalidad de la población a la que ESPH les brinda el servicio de alcantarillado. Sin embargo si se puede obtener una idea que la encuesta logra brindar información a la empresa sobre la poca información que tienen los clientes sobre el funcionamiento del alcantarillado sanitario y pluvial.

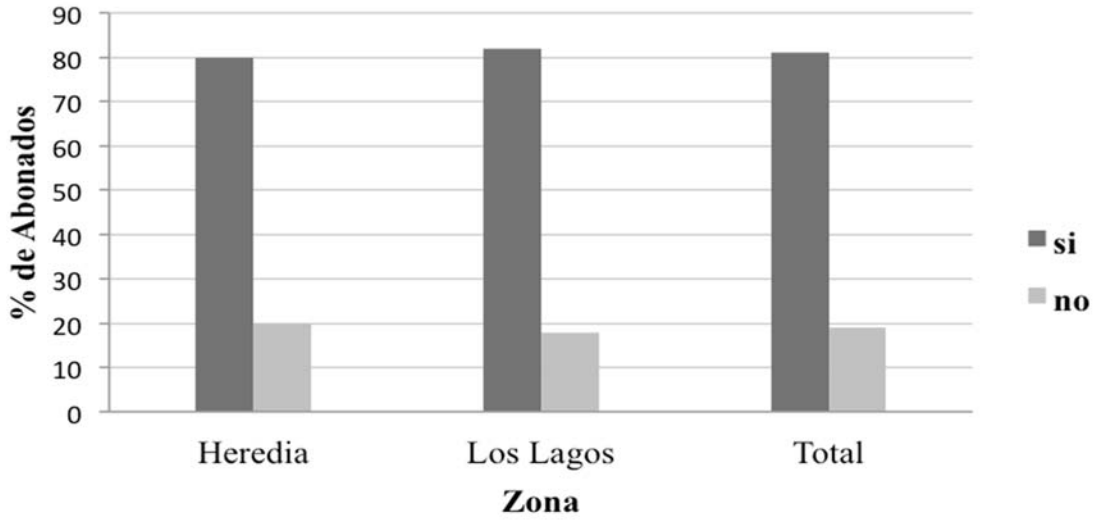


Figura 7. Conocimiento de los abonados de su servicio de alcantarillado.

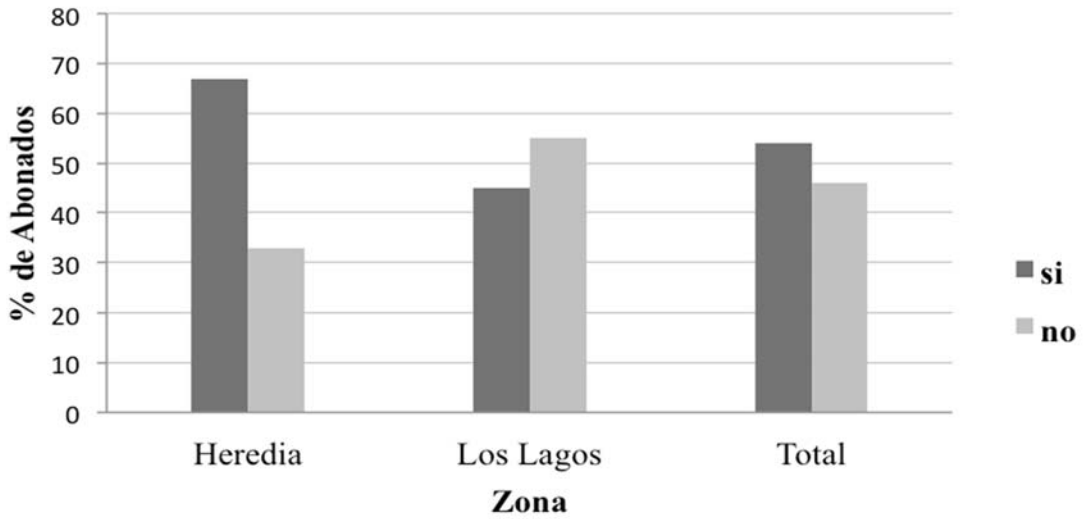


Figura 8. Conocimiento de los abonados sobre la importancia del servicio de alcantarillado.

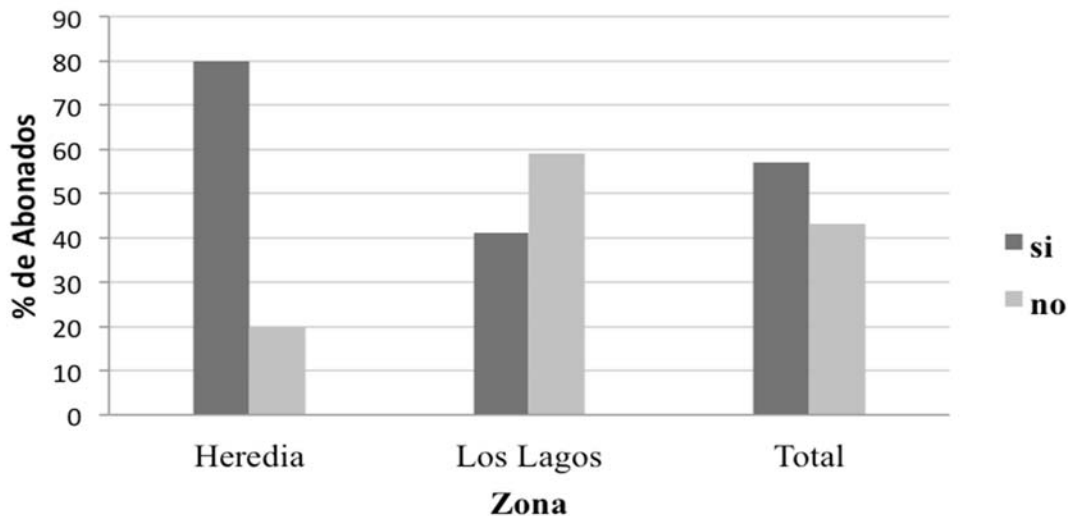


Figura 9. Conocimiento del abonado sobre la diferencia entre el alcantarillado sanitario y el pluvial.

En cuanto al conocimiento sobre el alcantarillado sanitario y el pluvial (Figuras 7, 8 y 9) y sus diferencias e importancias, alrededor del 80% de los clientes en ambas zonas si saben que cuentan con el servicio de alcantarillado sanitario; el 54% del total de los encuestados conocen la importancia del servicio de alcantarillado sanitario y el 57% del total de los encuestados conoce la diferencia entre el alcantarillado sanitario y el pluvial. Esto indica que más de la mitad de la población encuestada está informada sobre el servicio y tienen conocimiento de la importancia y diferencia de los alcantarillados. Es positivo ver que el 80% de ellos saben por lo menos que se les brinda el servicio por el que pagan, pero los otros dos porcentajes si sería preferible que sean más altos, ya que cuando la gente esté consciente de la relevancia que tiene este servicio se van a preocupar más por ellos mismos verificar si le están dando un uso adecuado.

Comparando las dos zonas encuestadas, Los Lagos y Heredia Centro, se ve que el porcentaje de personas que saben si están conectadas al servicio de alcantarillado sanitario en ambas zonas, esto se representa con un 80%; sin embargo para las dos otras preguntas si se marca una diferencia detectada en el conocimiento.

Se obtuvo como resultado que en las cuadras muestreadas en Los Lagos el 45% de las personas conocen la importancia del servicio de alcantarillado sanitario, mientras que en las de Heredia Centro (Heredia) el 67% dio esta misma respuesta. Así, el 41% de los encuestados en Los Lagos y el 80% de los encuestados en Heredia Centro dice conocer la diferencia entre el alcantarillado sanitario y el pluvial (Figura 9). De estos resultados obtenidos se puede concluir que en Heredia Centro se tiene un mayor conocimiento sobre el tema en comparación a Los Lagos, por lo que a la hora de implementar un programa de educación ambiental a la población se podría iniciar enfocando a los clientes de Los Lagos. Así, se puede asumir que existe una tendencia mayor de que en Los Lagos se encuentren más conexiones ilegales al alcantarillado sanitario debido a que se conoce menos sobre la importancia de estos sistemas. Esto último fue confirmado con los resultados expuestos en el Cuadro 6 presentado más adelante.

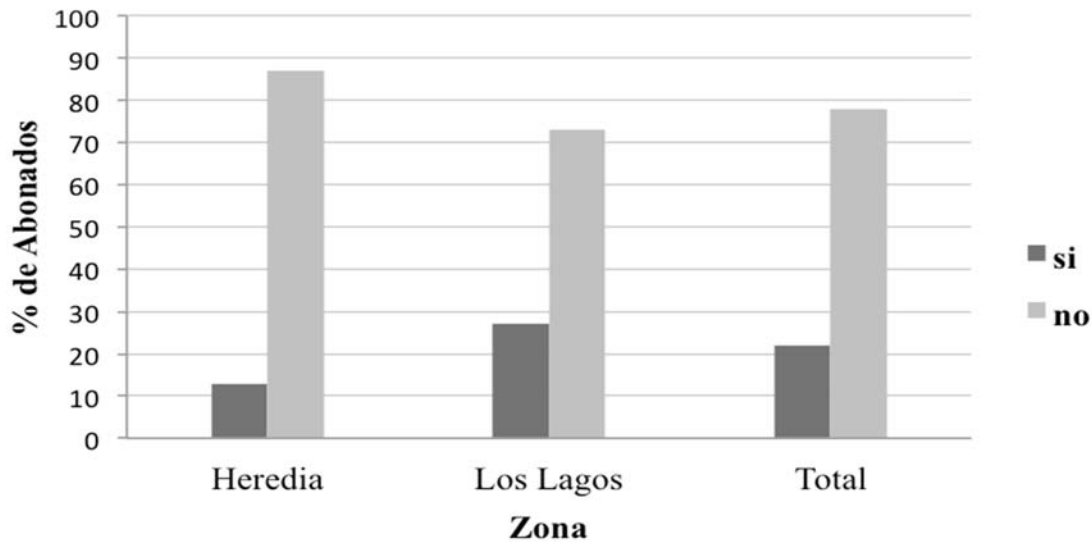


Figura 10. Abonados que cuentan con tanque séptico.

Como se observa en la Figura 10 los resultados de las encuestas de los clientes de las cuadras evaluadas en Los Lagos y en Heredia Centro demuestran que el 78% de clientes no tienen tanque séptico en su propiedad, por lo que deberían de estar conectados al alcantarillado sanitario. De lo observado a la hora de realizar las encuestas, parte del 22% de las personas que dijeron que sí contaban con tanque séptico no sabían que se les había removido hace poco tiempo y se les implementó la conexión al sistema de alcantarillado sanitario.

Una situación similar a lo descrito en el párrafo anterior ocurrió en Los Lagos, donde el 27% de las personas dijeron si contar con tanque séptico, sin embargo se sabe con seguridad que no lo tienen debido a que la ESPH los conectó hace poco al sistema de alcantarillado y les removió el tanque séptico.

Cuadro 4. Promedio de la antigüedad y cantidad de trabajadores o habitantes en las propiedades dentro de los cuadrantes encuestados

	Los Lagos	Heredia Centro	Total
Antigüedad del inmueble (años)	37	46.4	41.7
Número de personas que trabajan/habitan (redondeado)	4	5	5

Cuadro 5. Cantidad de propiedades viviendas y negocios en los cuadrantes encuestados.

	Los Lagos	Heredia Centro	Total
Propiedades totales	49	29	78
Propiedades encuestadas	22	15	37
Viviendas/Apartamentos	58	73	131
Viviendas/Apartamentos encuestados	26	41	67
Negocios	6	22	28
Negocios Encuestados	5	19	24

Un insumo importante en la determinación de conexiones ilícitas es la cantidad de personas que habitan la zona y la antigüedad de los inmuebles. Por esta razón en la encuesta se solicitó información pertinente a ello además de contabilizar el tipo de actividad que se genera en la

edificación. Los resultados de la encuesta se muestran en los Cuadros 4 y 5 en donde se ve que en Los Lagos la antigüedad promedio de las construcciones es de 37 años, en Heredia Centro de 46.4 años y en el total de la muestra, tomando en cuenta las dos zonas, es de 41.7 años. Esto nos permite analizar los datos finales sobre la identificación de las conexiones ilícitas buscadas y relacionarlos con los proyectos, anteriores y presentes a la red de alcantarillado. Además, en promedio las construcciones se estuvieron construyendo cerca del año 1972 cuando los reglamentos vigentes en cuanto alcantarillado y conexiones ilícitas apenas estaban en pañales.

Se observa que en comparación, las cuadras escogidas de Los Lagos con las de Heredia Centro tienen una mayor cantidad de propiedades, sin embargo en las de Heredia hay una mayor cantidad de viviendas/apartamentos y negocios (ver Cuadro 5). Por esto se puede visualizar que el área de Los Lagos es más un área habitacional, mientras que la de Heredia es más un área de comercio y apartamentos. Además en la muestra se encuestó una mayor proporción de viviendas y apartamentos que de negocios.

Después de analizar las encuestas se vio que de las preguntas realizadas las respuestas presentadas en las Figuras de la 7 a la 10 y los Cuadros 4 y 5 son las que brindan resultados más completos y significativos para el estudio. Al tener las respuestas de estas cuatro preguntas evaluadas le permite al estudio y a la ESPH tener un conocimiento de los clientes y lo que ellos saben del servicio de alcantarillado; dependiendo de estas respuestas se pueden tomar decisiones de cómo abordar el problema de conexiones ilícitas, de qué información se debe dar a las comunidades en las que se da el servicio de alcantarillado sanitario, pluvial y porque no, de agua potable, de qué tipo de áreas son las que cuentan con menos información sobre la red de alcantarillados y si éstas se deben atender con más urgencia que otras. Conocer esta información le servirá a la ESPH para poder abordar el proyecto de identificación de conexiones pluviales ilícitas una vez iniciado, y entonces poder para aplicar a la totalidad de la población abonada, realizar un cronograma y ubicar las comunidades en las que se cree que existe mayor posibilidad de conexiones ilícitas.

Con la información obtenida con las encuestas, la ESPH puede aplicar una muestra más significativa y analizar las zonas de implementación según áreas de comercio, instituciones,

apartamentos o de vivienda. Ayudándose en la organización de la implementación de la metodología por zonas con más facilidad de acceso o más dificultad, zonas de mayor importancia por área de recolección de lluvia, flujo en la red de alcantarillado sanitario, áreas donde se van a implementar otros proyectos de construcción o remodelación o por cantidad de población; así, escogiendo las áreas que se debe corregir con mayor brevedad debido a que tienen un mayor impacto en el ambiente o mayor posibilidades de contar con conexiones ilícitas pluviales al alcantarillado sanitario (Angulo, 2013).

4.2 ESTADO ACTUAL DEL ALCANTARILLADO

Los cuatro profesionales que se logró entrevistar, Ing. Ambiental Alejandro Campos del AyA, Ing. Ambiental y Sanitario Macario Pino del ITCR y Ing. Civil Esteban Mora e Ing. Civil William Madrigal de la ESPH, aportaron su conocimiento en el tema de aguas residuales y conexiones ilícitas. Las entrevistas presentes en el Apéndice 2 sirvieron para dirigir la metodología de identificación de las conexiones ilícitas.

En conjunto, los ingenieros especialistas entrevistados identificaron como las principales causas de las conexiones ilícitas tanto al alcantarillado sanitario como al alcantarillado pluvial, los siguientes aspectos:

- la falta de infraestructura debidamente diseñada, construida y operada del sistema de aguas residuales
- la necesidad de una normativa clara
- la antigüedad de la red de alcantarillado
- el poco conocimiento de la población sobre la importancia de toda la operación del sistema de aguas pluviales y sanitarias

Los ingenieros de la ESPH comentan que esta problemática los afecta en todas las épocas de lluvia por el desborde de los pozos sanitarios y las consecuentes inundaciones en los poblados. Tiene también certeza que gran cantidad de clientes tienen este tipo de conexiones instaladas y se debe realizar visitas de campo, casa por casa para identificar las mismas. Igualmente el Ing.

Campos comenta que en trabajos de campo por parte del AyA también es común toparse con estas conexiones ilícitas.

Entre los proyectos anteriores, con similitud a éste, se encuentra un plan piloto de la UEN de Aguas Residuales de la ESPH el cual no continuó debido a la falta de apoyo por parte del Ministerio de Salud y un proyecto del AyA en Limón, y fue más bien enfocado a las conexiones ilícitas al alcantarillado pluvial; para este último se intentó repetidas veces comunicarse por varias vías con el Ing. Alejandro Rodríguez, encargado de este proyecto, pero fue imposible contactarlo.

Como soluciones propuestas para la problemática de conexiones ilícitas ellos proponen desde crear normativas más claras para el diseño y construcción de los sistemas, mayor vigilancia y control de la red, investigación de la situación actual, visitas de campo para corroborar las conexiones, proyectos de educación a los clientes y trabajar en conjunto con municipalidades, Asadas, AyA, Colegio de Ingenieros y el Ministerio de Salud. De forma más detallada el Ing. Campos cree que se debe implementar una metodología esquematizada y paulatina, de identificación, corrección y evaluación de las conexiones; utilizando trazadores de agua y corrigiendo las conexiones identificadas por medio de denuncias al Ministerio de Salud, programas de concientización de la importancia de las redes separadas y el control posterior de los casos identificados y corregidos.

Una acción que se debiera establecer es que “las municipalidades o las empresas que tengan a cargo la operación de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial deben darle un visto bueno a las construcciones de los sistemas de alcantarillado realizados por las empresas que desarrollan proyectos de construcción de sus redes exteriores (en vías) e interiores de las construcciones para verificar lo referente a las conexiones ilícitas” (Pino, Comunicación personal, 18 de abril, 2013).

4.3 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PRUEBA DE TINTE ADAPTADA

Al implementar la metodología para la identificación de conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario en las zonas de muestra de los distritos de Heredia y Los Lagos se obtuvo los resultados mostrados en los Cuadros 6 y 7.

Cuadro 6. Porcentajes obtenidos de la aplicación de la metodología de identificación de conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario en los cuadrantes individuales evaluados

Propiedades	Los Lagos	Heredia
	(50 propiedades)	(30 propiedades)
	%	%
Con conexiones ilícitas	18	17
Sin conexiones ilícitas	72	67
Sin poder evaluar	10	17

El Cuadro 6 muestra los resultados obtenidos durante el plan piloto del estudio en las cuadras evaluadas. En la zona de Heredia Centro, 17% (5) de las propiedades poseen conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario, 67% (20) no cuentan con conexión ilícita y 17% (5) no se pudo verificar. Mientras que en el área de Los Lagos 18% (9) de las 50 propiedades contaron con conexiones ilícitas y 10% (5) no se pudieron verificar. Si se comparan los cuadrantes se obtiene que el 64% de las conexiones ilícitas detectadas fueron en Los Lagos.

Cuadro 7. Resultados obtenidos de la implementación de la metodología de identificación de conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario en la muestra

Propiedades	Total	%
Evaluadas	80	100
Con conexiones ilícitas	14	18

Sin conexiones ilícitas	56	70
Sin poder evaluar	10	12.5

Tomando en cuenta la muestra total, las dos zonas de Heredia muestreadas, se contó con 80 propiedades dentro de la muestra, 14 poseen conexión ilícita, 56 sin conexión ilícita y 10 no se pudieron evaluar.

Los datos demuestran que la metodología logró su objetivo, identificar las conexiones pluviales ilícitas existentes donde ésta sea aplicada. Solamente el 12.5% de los clientes no pudo ser evaluado y es por esos casos que se logra ver las debilidades de la metodología para mejorarla al momento de ejecutarla a un nivel macro. Además mostró ser sencilla para aplicar, económica y comprensible al personal de apoyo.

Es importante entender que al definir “propiedades” o “clientes evaluados” se refiere a las propiedades establecidas por observación en el campo, mientras que “clientes de la ESPH evaluados” describe a los clientes de la ESPH registrados por número de hidrómetros en la zona. Las propiedades establecidas por observación pueden contar con más de un hidrómetro en la misma. Por ejemplo, una propiedad con cinco apartamentos se consideró, por observación, como un cliente a la hora de aplicar las encuestas e identificar las conexiones ilícitas, sin embargo, para la ESPH esta puede contar hasta por cinco clientes si cada uno de los apartamentos cuenta con un hidrómetro independiente. Esta es la razón por la cual al mencionar las propiedades encuestadas o clientes encuestados en las Figuras 7 a la 10 y Cuadros del 6 y 7 se refiere a la numeración que se le dio a las propiedades o clientes muestreados por observación en el campo. Mientras que los datos de clientes de la zona muestreada, dados por la ESPH directamente, son contabilizados por medio del programa digital con el que ellos cuentan los hidrómetros cobrados en el área.

Analizando los resultados de los Cuadros 6 y 7 podemos ver que de la totalidad de las propiedades (no hidrómetros) evaluadas, tanto en Los Lagos como en Heredia Centro, la población cuenta con una mayor cantidad de casas o apartamentos habitacionales que de negocios comerciales; y en ninguna de las zonas se contó con instituciones ni empresas industriales.

El uso de Fluoresceína como tinte de prueba resultó ser eficaz para el estudio, ya que se utiliza una cantidad mínima del reactivo en el galón de agua y con eso es suficiente para poder observar su color tanto en el alcantarillado pluvial como en la red sanitaria subterránea. No resultó ser sucia ni desordenada, que era uno de los aspectos probablemente negativos de las pruebas con tinte en polvo (Figura 11 y 12).



Figura 11.Prueba de tinte. Conexión pluvial correctamente conectada a la red pluvial



Figura 12.Prueba de tinte. Conexión pluvial ilícita conectada a la red sanitaria

Algunas propiedades aunque no se contaba con el ingreso para hacer la inspección en canoas dentro de la propiedad se pudo analizar por observación que existía una salida de agua pluvial en buen funcionamiento desde la casa o negocio hasta la red pluvial por lo que se comprobó que se conectaban correctamente (Figura 13). En los casos en que se deba analizar por observación si la conexión es correcta o no, se debe entrenar a la cuadrilla que va a asistir, el adecuado funcionamiento de la recolección de lluvias hasta la red pluvial y lo mismo para agua negras y jabonosas que se recolectan en la red sanitario. También deben conocer como se ven todos los conductos de entrada y salidas de las agua y como deben de estar estos conectados, así como debe de estar su estado de mantenimiento. Esta indicación se hace ya que en muchas propiedades no es necesario implementar la metodología, los conductos de agua pluvial se ven a simple vista conectados a la red sanitaria exterior, o en los casos que durante el estudio de campo esté lloviendo, si se tiene el conocimiento del funcionamiento de los conductos y la red, se puede comprobar a simple vista si la conexión es correcta.



Figura 13. Propiedad con imposibilidad de acceso pero se observa que está conectada correctamente a la red pluvial

Se recomienda revisar en un futuro las conexiones ilícitas de aguas sanitarias, grises o negras al alcantarillado pluvial, ya que en la zona de Los Lagos se observó la salida constante de agua con olor y turbiedad desde los conductos pluviales de varias propiedades, y en el momento de la inspección no estaba lloviendo (Figura 14). Estos casos pueden que sean conexiones ilícitas o como menciona el Ingeniero Macario Pino del ITCR, “esta condición es común cuando se tiene tanque séptico dado que las aguas grises van al alcantarillado pluvial” (Comunicación oral, 18 de Abril, 2014); si fuera el caso de ser por contar con tanque séptico, la ESPH debe analizar los casos.



Fuente 14. Posible conexión sanitaria ilícita al alcantarillado pluvial

El día que se hizo la prueba de tinte en la cuadra Este de la muestra en la zona de Heredia, entre las calles 3 y 5 y avenidas 5 y 7 estaba lloviendo bastante fuerte, por lo que en varios casos no fue necesario adicionar el líquido de prueba ya que el agua de lluvia salía con fuerza por los conductos de red pluvial o en otros en la sanitaria por lo que se pudo definir al observar con facilidad que el agua pluvial que caía desde la propiedad contaba con conexión a la red sanitaria o no.



Figura 15. Comprobación de conexión ilícita por agua de lluvia

Las conexiones pluviales ilícitas identificadas por el plan piloto se pueden observar también en los siguientes mapas de las Figuras 16 y 17.

Hidrómetros y Conexiones Ilícitas en el Área de Estudio. Heredia 2014

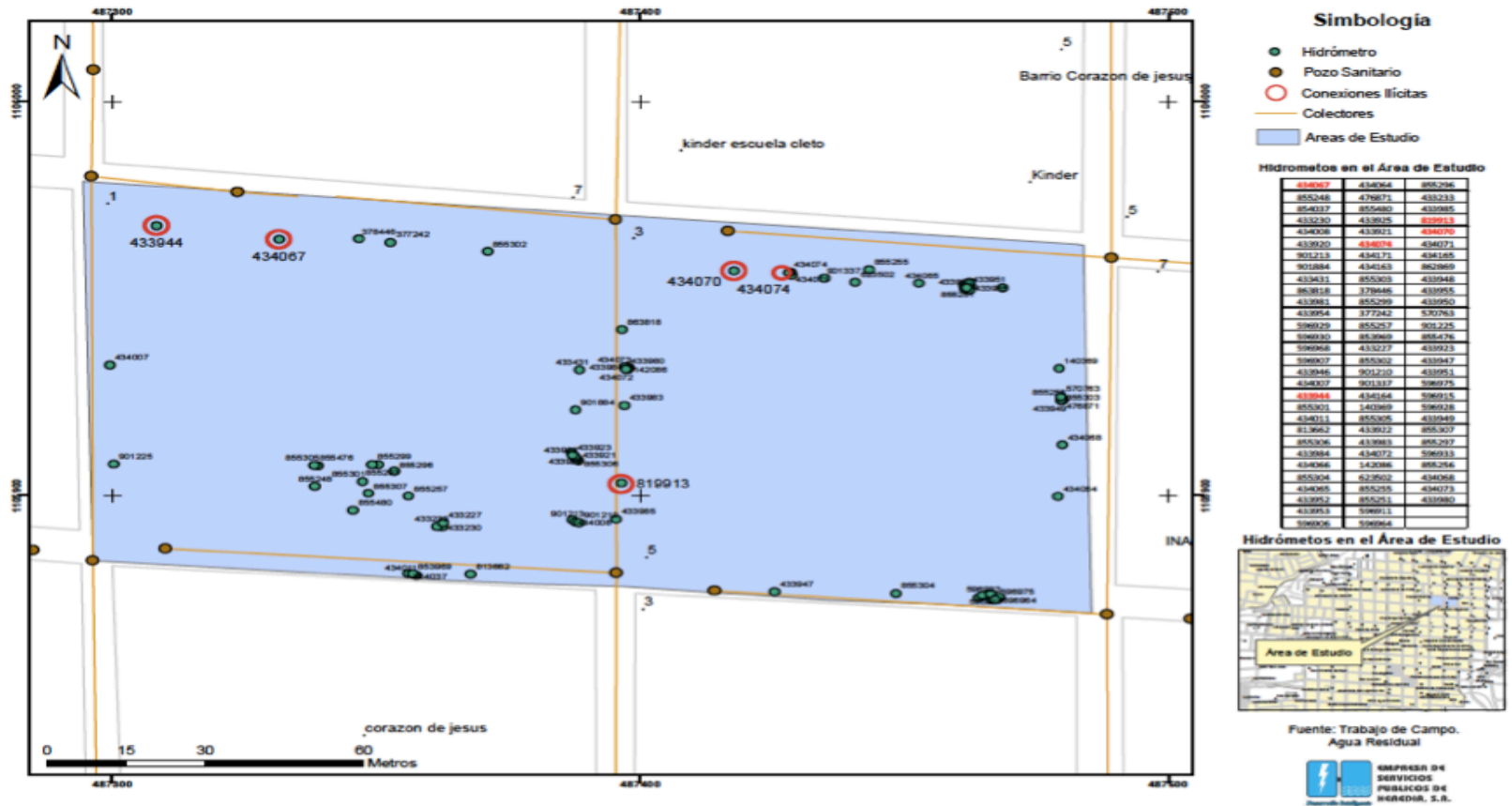


Figura 16. Hidrómetros identificados con conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario en la zona en estudio avenidas 5 y 7, calles 1 y 5 en el Distrito de Heredia, Cantón de Heredia y Provincia de Heredia, Costa Rica

La Figura 16 muestra los hidrómetros o “clientes” detectados con conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario en la zona evaluada de Heredia Centro. De la totalidad de hidrómetros se identificaron 5 o el 17% con conexiones ilícitas, los cuales se marcan con un círculo rojo en el mapa.

Hidrómetros y Conexiones Ilícitas en el Área de Estudio. Los Lagos 2014

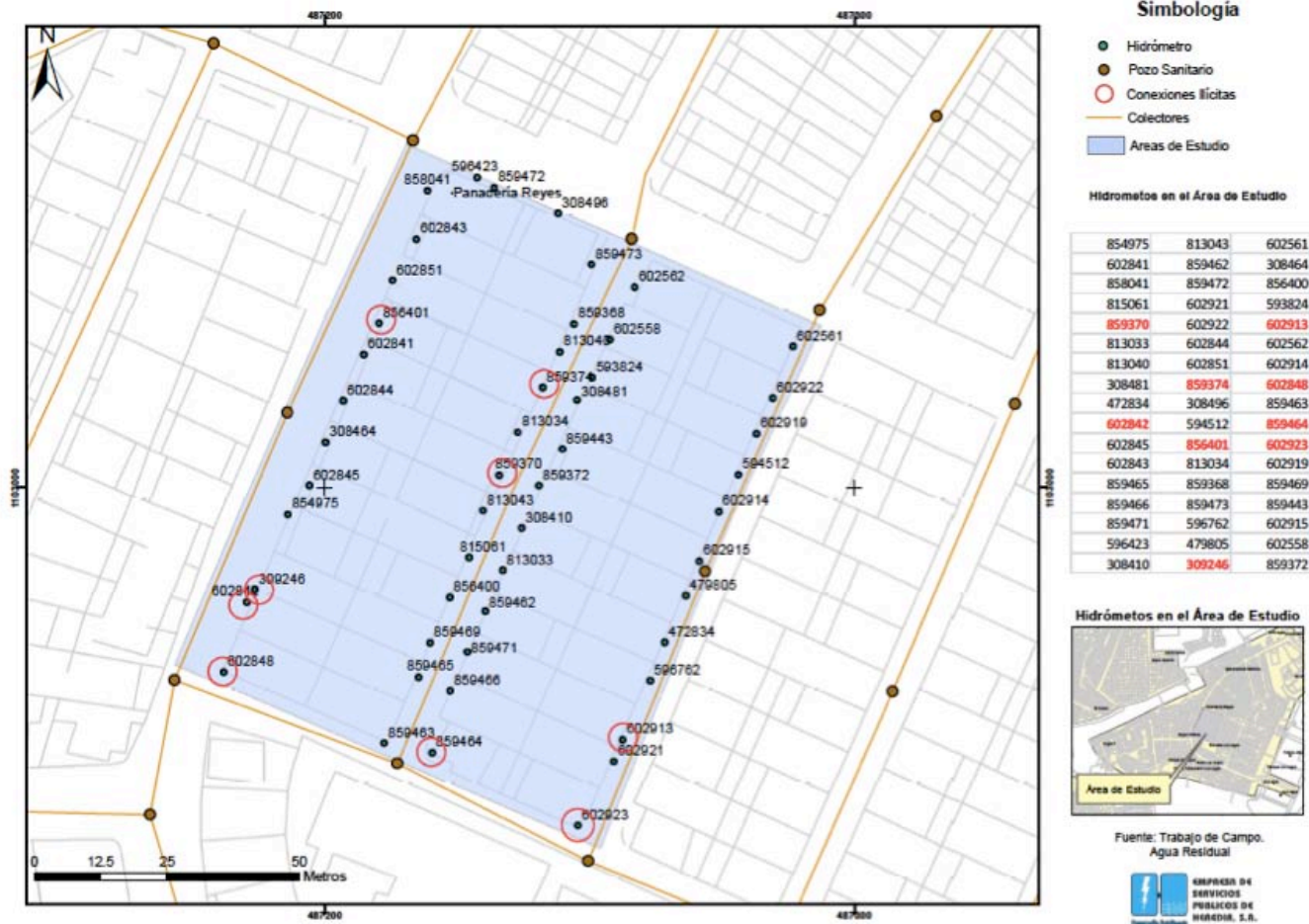


Figura 17. Hidrómetros identificados con conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario en la zona en estudio Los Lagos de Heredia, del Colegio de Los Lagos 400 metros norte y 300 Este en el Distrito de Ulloa, Provincia de Heredia, Costa Rica

La Figura 17 muestra los hidrómetros o “clientes” detectados con conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario en la zona evaluada de Los Lagos de Heredia. De la totalidad de hidrómetros se identificaron 9 o 18% con conexiones ilícitas, los cuales se marcan con un círculo rojo en el mapa.

4.4 IMPEDIMENTOS DE LA METODOLOGÍA APLICADA

En las dos cuadras evaluadas en Heredia Centro se tuvo varios obstáculos adicionales a la otra zona. Se encontraron casas de 2 pisos o techos de más de 2 metros de altura, donde las canoas se encontraban a una altura superior a la extensión de la varilla telescópica utilizada para verter el líquido con fluoresceína. En estos casos por cuestión de tiempo se analizó de forma visual la propiedad, en algunos casos logrando establecer su conexión correcta, en otros casos no se pudo llegar a una conclusión de la situación de la red y se recomienda que para la implementación de la metodología a nivel real y no piloto, se cuente con un trabajador más y una escalera suficientemente alta para poder verter el líquido de prueba en las canoas que se encuentran a una altura mayor.

Otras observaciones que se hicieron durante la implementación de la metodología fueron el impedimento de ingresar a la propiedad porque los habitantes no se encontraban, realizar la prueba de tinte, o imposibilidad de observar la salida del líquido con colorante en alguna de las dos redes (sanitario o pluvial) (Figura 18).

En la zona de Los Lagos como en Heredia, se detectaron y establecieron canoas internas y externas y en ambas hubo 5 casos que no se pudo ingresar a la propiedad para hacer la inspección.

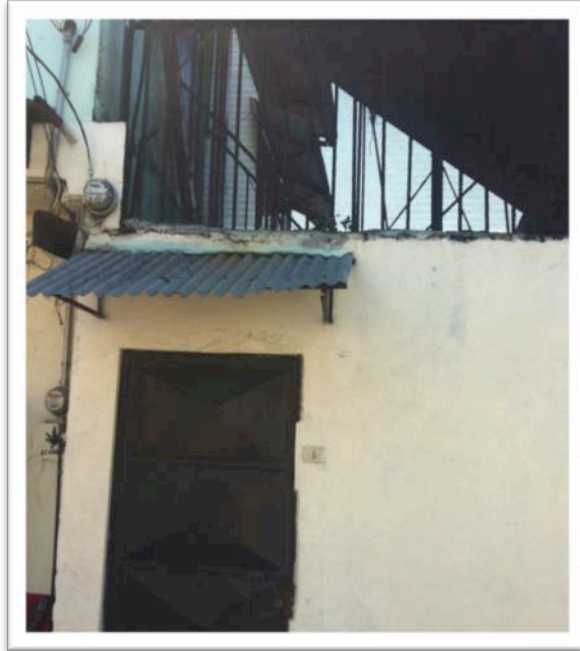


Figura 18. Canoas internas con imposibilidad de acceso

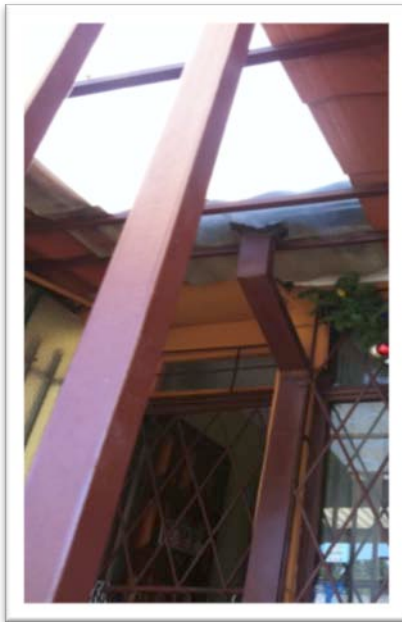


Figura 19. Ejemplos de canoas internas cerradas arriba y abajo

Donde no se pudo realizar la prueba con el tinte fue debido a que la canoa o caja de registro estaba cerrada por completo (Figura 19) y no se podía verter el líquido por ningún conducto o no se contaba con conductos recolectores de agua pluvial o canoas dentro de la propiedad. En estos casos la caja de registro contaba con una tapa de concreto que no se podía remover o la canoa estaba cerrada tanto arriba como abajo como se observa en la Figura 20.



Figura 20. Caja de registro tapada

En otras propiedades más bien hay duda de si existe o no conexión ilícita debido a que la salida de la caja de registro está mucho más abajo que la salida del alcantarillado, por lo que habría que verter mucha agua para que el agua con colorante llene el espacio de la caja de registro y empiece a salir por la red pluvial. En otros casos se tuvo que adicionar una gran cantidad de agua con colorante debido a que el canal desde la canoa, o caja de registro, hasta la salida a la red pluvial era muy extensa o contaba con obstáculos que le impedían al líquido tener un trayecto directo hasta la salida(Figura 21).

Para esto se recomienda estar preparado y tener bastante líquido de prueba. En los casos en que las construcciones contaban con canoas cerradas o cajas de registro tapadas se recomienda utilizar una escalera lo suficientemente alta y estable para poder verter el líquido de prueba

directamente en el techo de la casa, para que este fluya hasta el ingreso de la canoa, ya que no es posible verterlo directamente en la canoa.



Figura 21. Salida de la caja de registro (arriba de la fotografía) con un nivel inferior a la salida del alcantarillado (parte baja de la fotografía)

Así mismo, en esta zona, a diferencia de Los Lagos, se cuenta con más cantidad de propiedades con un área grande de apartamentos y parqueo. Esta circunstancia complicó la implementación de la metodología porque en varios de ellos no se pudo ingresar a la propiedad, contaban con muchas conexiones individuales y no solamente una por propiedad o tenían un sistema de drenaje de aguas pluviales más complicado en el cual no se podían localizar las canoas principales para verter el líquido de prueba. Por ejemplo, en los apartamentos “Rodomo” se recomienda el levantamiento de las tapas de las redes pluviales y sanitarias al hacer las pruebas para poder conocer las conexiones y redes sanitarias y pluviales que van dentro de la propiedad.



Figura 22. Apartamentos “Rodomo”

En otra propiedad habitacional el alcantarillado pluvial es subterráneo y no cuenta con tapas de acceso, por lo que es difícil observar las salidas desde la propiedad hasta la red pública. Se observó el alcantarillado pluvial aguas más abajo, pero no se ve que baje el agua con el colorante colocado en la prueba. Puede ser que se ocupa verter mucho más agua coloreada o está conectado ilícitamente, por lo que no se puede decidir con seguridad el tipo de conexión.

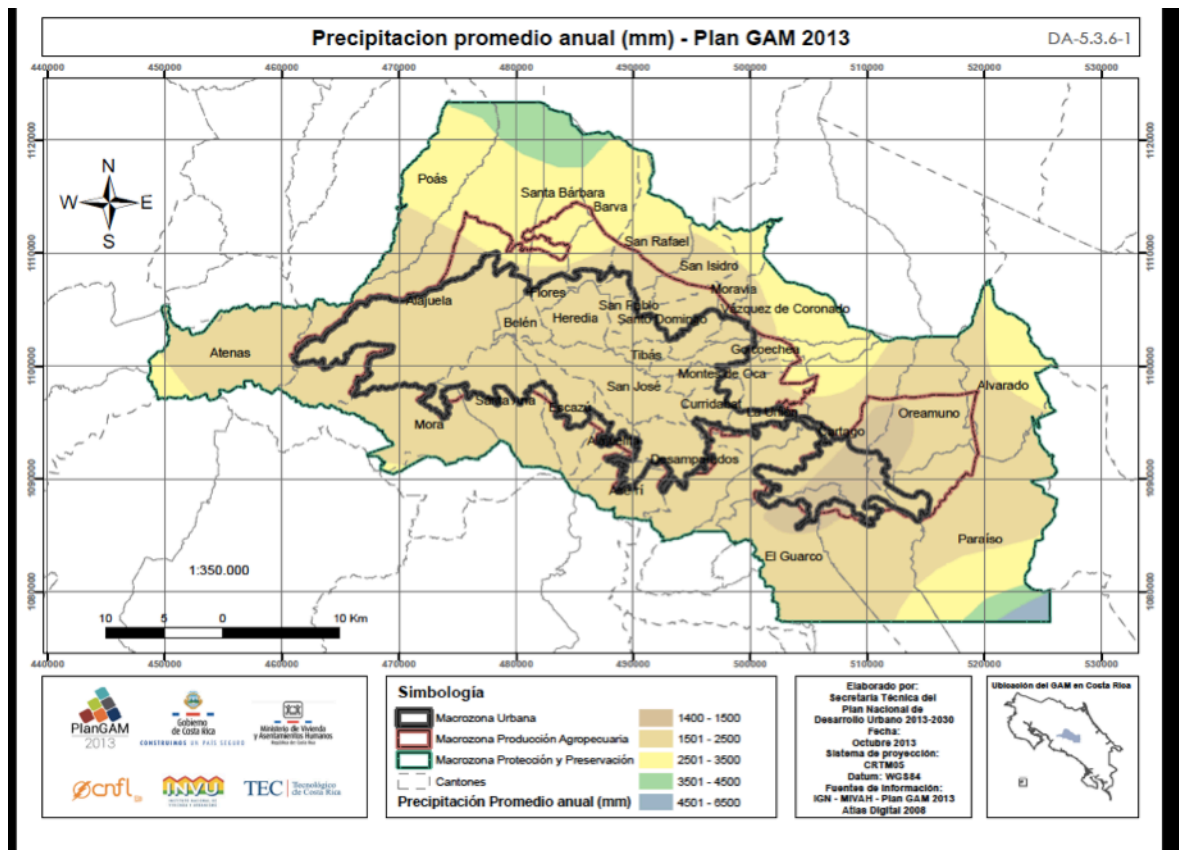


Figura 23. Alcantarillado pluvial subterráneo sin tapas de acceso en las cercanías de las propiedades

Como se observa en las Figuras 22 y 23 el agua pluvial de las casas llegaría debajo de la superficie de la calle, ingresando directamente debajo de estas tapas, por lo que dificulta comprobar si el agua con fluoresceína sale por ahí.

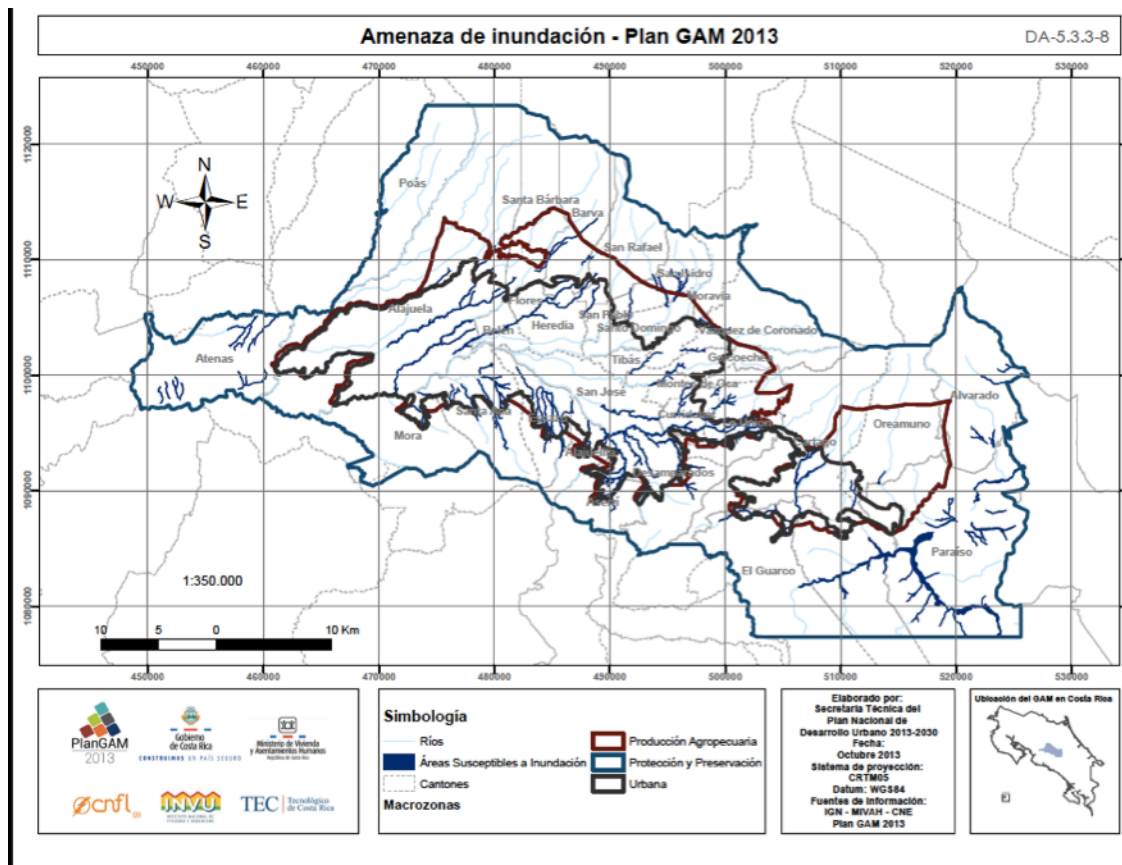
4.5 VALIDEZ DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA

De estas estadísticas presentadas anteriormente en los Cuadros 6 y 7 se analiza que la población con conexiones ilícitas evaluada es muy baja. Sin embargo, se demuestra que la entrada de agua de lluvia al alcantarillado sanitario aumenta de forma importante en época de lluvia. Se comprueba así que ciertamente el problema de sobrecarga de la red sanitaria y las PTAR es a causa del ingreso de agua pluvial. Lo que se tiene que comprobar aún es si existe otras fuentes de ingreso del agua pluvial además de las conexiones ilícitas de las propiedades. Entre estas otras fuentes puede existir una recolección de agua pluvial de las vías públicas que ingresan al alcantarillado sanitario por causas como el mal estado de estos últimos.



Fuente: Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MIVAH, 2013)

Figura 24. Precipitación promedio anual en las Macrozonas del Plan GAM 2013



Fuente: Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MIVAH, 2013)

Figura 25. Mapa de amenazas de inundación

Tomando en cuenta la información de las Figuras 24 y 25 del Plan GAM 2013 del Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, se puede analizar el impacto ambiental y sanitario verdadero que signifique que un 18% de la población de clientes de la ESPH cuente con conexiones pluviales ilícitas a la red sanitaria. Si se demuestra que este impacto es importante y se debe corregir con urgencia.

Sin embargo, si se toman en cuenta los datos suministrados en el Cuadro 2 del Capítulo II, y el Cuadro 8 siguiente, la ESPH ha observado aumentos en el caudal de entrada a las plantas de tratamientos de hasta un 206% en estación de lluvia. Estos aumentos se pueden notar más claramente en el Cuadro siguiente.

Cuadro8. Porcentaje de aumento del caudal de entrada en las PTAR durante la estación lluviosa en comparación con la estación seca

Sistemas de tratamiento de la ESPH (Lugar)	Porcentaje de aumento del caudal (%)
Los Lagos	136
La Aurora	96
Real Santamaría Este	206
Real Santamaría Oeste	66
Las Flores	9

Fuente: Basado en la información suministrada por Brenes, 2014.

El Cuadro 8 demuestra que en estación lluviosa la ESPH ha contabilizado que la entrada de agua a las PTAR aumenta en comparación al caudal de entrada en estación seca. Específicamente en el sistema de tratamiento de Los Lagos, el cual se encarga de limpiar las aguas residuales de parte del área muestreada, se recolecta un 136% más de agua en estación de lluvia, ocasionando que el agua no sea tratada efectivamente antes de ingresar al río. Similarmente, la PTAR de Real Santamaría Oeste y su zona de recolección, requiere inspección urgente ya que ésta es donde se ve un aumento de caudal más grande (206%).

Con base en los datos que se aportaron por la ESPH el estudio piloto tuvo una cobertura de 139 abonados del servicio de alcantarillado sanitario de la ESPH. Así, se analizó un 4.3% de la población de Los Lagos y un 1.14% de la población de Heredia Centro. En cuanto a la representatividad de la muestra según el área total en que la ESPH brinda el servicio de alcantarillado se evaluaron 27 214.077 m². Los resultados en esta etapa representan una pequeña parte de la población total de abonados, sin embargo permite ver que la metodología presentada es segura para la identificación de las conexiones ilícitas en estudio y que se puede utilizar para el resto de la población en caso de resultar necesario.

Las zonas muestreadas fueron escogidas por intereses de la ESPH, ya que éstas habían sido identificadas anteriormente como zonas problemáticas, donde existen denuncias por parte de los

vecino del mal funcionamiento de la red, malos olores e inundaciones frecuentes. Además, eran zonas de fácil acceso para el plan piloto que representan relativamente bien el resto de la población en cuanto a cantidad de viviendas y locales que existen.

El muestreo intencional o de conveniencia se utiliza cuando se hace un esfuerzo deliberado de obtener muestras “representativas” mediante la inclusión en la muestra de grupos supuestamente típicos. El investigador puede seleccionar directa e intencionalmente los individuos de la población; el caso más frecuente es seleccionar los individuos a los que se tienen fácil acceso. Se debe saber que el muestreo de tipo no probabilístico sirve para estudios exploratorios de menor costo, pero no sirve para realizar generalizaciones o estimaciones inferenciales sobre la población, pues no se tiene certeza de que la muestra extraída sea representativa debido a que no todos los sujetos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos. Sin embargo, siempre se va a procurar que la muestra sea representativa a la medida de lo posible (Avila, 2006).

En este caso el muestreo por conveniencia no demostró ser la mejor opción debido a que los resultados finales obtenidos no son representativos de la zona total en que la ESPH brinda servicio. No es posible con la muestra escogida concluir que la cantidad de conexiones ilícitas se asemeja en las otras localidades de Heredia.

4.6 COSTOS APROXIMADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Los costos que conlleva implementar esta metodología están conformados por el costo del personal que se contaría con tres personas involucradas directamente, 1 Técnico especializado que su salario mensual es de ¢461 000, 1 Operador nivel 1 con salario mensual de ¢368 069 y 1 Operador nivel 2 con salario mensual de ¢382 162, además, del equipo y material requerido que se compraría una sola vez y sería el siguiente (Tipo de cambio del 21 de Marzo del 2014, 1 USD = ¢540.19 según <http://es.exchangerates.org.uk/historia/USD-CRC.html>):

Cuadro 9.Costos del equipo requerido para la implementación de la metodología de conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario para la ESPH

Equipo	Precio de cantidad requerida ¢ (tomando cotización más económica)
3 Chalecos reflectivos	6458
3 Cascos	9676
1 Escalera	25500
1 Varilla telescópica	4685
1 Cinta métrica	2296
3 Pares Zapatos de seguridad	75000
3 Pares de Guantes	2975
3 Conos	19590
3 Anteojos de seguridad	2030
2 Focos	13660
Total: 161 875	

Fuente: Cotización realizada por Ferretería Brenes, Heredia. 21 de marzo del 2014 y Cotización realizada por ESPH, 21 de marzo del 2014 (Anexo 5).

En total se requeriría un presupuesto inicial de ¢161 875 en equipo para los operarios y mensual de ¢1 593 393 que representa la mano de obra considerando un técnico especializado y dos operadores.

El equipo y material restante como GPS, Fluoresceína, cámara fotográfica, soga, el vehículo y combustible, serán utilizados en conjunto con otros proyectos de la UEN de Aguas Residuales y por esto ya cuentan con estos dentro de su presupuesto actual e incluso ya los tienen en el departamento. El GPS de alta precisión que tiene un valor aproximado de ¢7 000 000 se utiliza actualmente para el levantamiento de redes y ya cuenta con mucha información esencial para este nuevo estudio; además, la fluoresceína se utiliza para evaluaciones de averías mientras que se cuenta con dos carros de esta UEN específica para hacer uso en sus trabajos.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Profesionales en el tema de aguas residuales en Costa Rica identifican que las mayores causas de las conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario son la falta de la infraestructura debidamente diseñada, construida y operada del sistema de aguas residuales, la necesidad de una normativa clara, la antigüedad de la red de alcantarillado y el poco conocimiento de la población sobre la importancia de toda la operación del sistema de aguas pluviales y sanitarias.
- Las ordenanzas más relevantes para atacar la problemática de las conexiones ilícitas en Costa Rica son: Reglamento Sectorial para la Regulación de los Servicios de Acueductos y Alcantarillado Sanitario, Reglamento de Construcción del INVU, Reglamento de Prestación de Servicios a los Clientes del AyA, Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales, Decreto 32133-S-MINAE, Artículos 12,13 y 14 de La Ley Orgánica del Ambiente, Ley General de la Salud de 1973 con sus Artículos 263, 285, 287, 288 y 292, Constitución Política en su numeral 50 y la Ley Constitutiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.
- Los datos obtenidos por medio de las encuestas no se pueden generalizar a la totalidad de la muestra y tampoco a la totalidad de la población de clientes de la UEN de Agua Residual de la ESPH. Sin embargo, si se puede obtener una idea que la encuesta logra brindar información a la empresa sobre la poca información que tienen los clientes sobre el funcionamiento del alcantarillado sanitario y pluvial.
- La metodología aplicada en áreas residenciales y comerciales de la Provincia de Heredia fue exitosa. Por lo tanto, se pudo implementar o adaptar a la realidad costarricense.
- El 64% de las conexiones ilícitas encontradas fue en Los Lagos y el 36% en Heredia Centro. Así, el 18% de la población total evaluada fue identificada con conexiones ilícitas. Mientras que no se pudo evaluar al 12.5 % de la totalidad de la población por razones fuera de alcance.
- La metodología logró evaluar si las propiedades en estudio contaban con conexión ilícita o no, mostró ser sencilla para aplicar, económica y el personal entendió bien como aplicarla.

- La escogencia del tinte en polvo, fluoresceína, fue muy acertada, no se tuvo complicaciones en su uso ni afecta al ambiente. Además del costo que es una variable muy importante para estos países donde el factor económico es muy importante.
- El 12,5% de los clientes no pudo ser evaluado por razones fuera del alcance del estudio, por lo que se recomienda a la ESPH de tomar medidas para poder tener la autoridad de ingreso a las propiedades, suficiente tiempo, contar con una persona más de campo (3 personas en total) y contar con una escalera para futuras aplicaciones.
- En total se requeriría un presupuesto sumamente bajo, siendo inicialmente de ¢ 161 875 y mensual de ¢1 593 393.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se propone identificar las conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario por medio de una evaluación de campo en la cual se aplica la Prueba de Tinte y la metodología adaptada en este proyecto a partir de la metodología de El Centro de Protección de Cuencas para la identificación de conexiones ilícitas.
- Seguir la legislación actual que regula las aguas residuales sirve para tener apoyo y lograr concretar y justificar el estudio de identificación de conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario. Por medio de estas ordenanzas la ESPH podrá justificar su estudio y solicitar permisos para ingresar y evaluar propiedades, además de ordenarles la corrección de las conexiones ilícitas en caso de ser encontradas.
- Se espera que cuando la metodología sea implementada directamente por el personal de la ESPH se tenga más autoridad para poder evaluar las canoas traseras de las casas y no solo las delanteras. Además de poder contar con más personal para lograr una implementación más expedita y que permita evaluar conductos de acceso complicado, como las casas de dos pisos mostradas.
- La municipalidad a cargo de las áreas evaluadas y la ESPH podrían aprovechar durante inspecciones rutinarias como de remodelaciones o construcciones en las propiedades o procesos de cambio de las redes, para aplicar la prueba de identificación de conexiones ilícitas en las partes traseras de las propiedades.
- Igualmente, sería muy beneficioso crear un mapa del alcantarillado pluvial el cual esta a cargo de la Municipalidad de Heredia para así conocer con certeza las direcciones del

flujo pluvial y las ubicaciones exactas de las redes y pozos de este alcantarillado y poder compararlo con el del alcantarillado sanitario. Esto permitiría también analizar si la recolección de aguas pluvias caídas en las vías y ceras puede ser también un factor importante del ingreso de esta agua al alcantarillado sanitario.

- Estimar el impacto ambiental que significa que el 18% de la población cuente con conexiones ilícitas del pluvial al alcantarillado sanitario.
- Se recomienda hacer un plan piloto en una muestra representativa que incluya evaluar zonas de diferentes tipos (industriales, comerciales, residenciales, institucionales) en las que la ESPH brinda el servicio de alcantarillado, para analizar el impacto ambiental real que tienen las conexiones ilícitas en estudio.
- Unir esfuerzos con las entidades que cuentan con proyectos de temas similares para lograr un mayor abarque y reducir costos.
- Desarrollar una campaña de educación sobre la importancia del cuidado del agua y las formas para evitar su contaminación que abarque la población de Heredia. Esto con el fin de aumentar de aumentar la conciencia en las personas y que por ellas mismas eviten conectar sus aguas de forma incorrecta.
- Contar con un control e inspección permanente, por parte de la ESPH, de las conexiones ilícitas y su correcta eliminación.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angulo Z., F. (2013). DecimoNoveno Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Informe final: Manejo, disposición y desecho de las aguas residuales en Costa Rica. *Estado de la Nacion*. Recuperado de http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/019/angulo_2013.pdf

Avila Baray, H. L. (2006). *Introduccion a la Metodología de la Investigación*. Cuauhtemoc, Mexico: eumed.net.

Cabildo, P., Cornago, P., Escolástico, C., Farrán, M., Pérez, M., & Sáenz, D. (2006). *Procesos orgánicos de bajo impacto ambiental*. Química Verde. Madrid, España: UNED.

Campos, A. (27 de Noviembre de 2013). Ingeniero de Urbanizaciones e Ingeniero Ambiental de AyA. (D. Rivera, Interviewer)

City of Vancouver. (15 de Marzo de 2013). Separating sewage from rainwater. *City of Vancouver*. Recuperado de <http://vancouver.ca/home-property-development/separating-sewage-from-rainwater.aspx>

Contraloría General de la Republica (CGR). (2013). Informe DFOE-AE-IF-01-2013. Dirección de Fiscalización Operativa y Evaluativa.

Contraloría General de la Republica (CGR). (Agosto de 2013). Resultados del Índice de Gestión Municipal del periodo 2012. *Contraloría General de la República*. Recuperado de http://www.cgr.go.cr/rev_dig/inf_opinion/2012/files/assets/downloads/publicacion.pdf

Corporación para la conservación del Estuario de la Bahía de San Juan. (2011). Plan de Manejo. *Programa del Estuario de la Bahía de San Juan*. Recuperado de <http://www.estuario.org/index.php/plan-de-manejo>

EMCALI. (5 de Julio de 2012). Norma Tecnica de Recolección de Agua Potable: Detección y Control de Conexiones Erradas de Alcantarillado. *EMCALI*. Recuperado de

<http://www.emcali.com.co/documents/11733/155311/NOP-SE-RA-018+Deteccion+y+control+conex+erradas.pdf>

Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH). (2010). Informe Anual de Labores. *Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH)*. Recuperado de: <https://www.esph-sa.com/pls/portal/docs/PAGE/ESPH/ESPH QUIENES SOMOS/ESPH ACTUALIDAD/2ESP HMEMORIA2010.PDF>

Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH). (2013). Cobertura. *Empresa de Servicios Públicos de Heredia*. Recuperado de <https://www.esph-sa.com/site/?q=cobertura>

EPYPSA, Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados (AyA), Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM), Banco Internacional de Desarrollo (BID). (Junio de 2010). Costa Rica. Programa de Agua Potable y Saneamiento de Sistemas Municipales. Anexo 2: Criterios de Diseño. *Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM)*. Recuperado de <http://www.ifam.go.cr/docs/planesmaestros/ANEXOS/GENERALES/Anexo%20%20Criterios%20de%20Diseño.pdf>

Gobierno Municipal Autónomo de Carolina Puerto Rico. (27 de Junio de 2013). Reglamento para prevenir y fiscalizar la contaminación de las aguas pluviales por descargas ilícitas. *lexJuris.com*. Recuperado de <http://www.lexjuris.com/ordenanzas/Carolina/2012-2013/101-2012-2013R.pdf>

Hernández Mora, R. (2002). Determinación de los Diferentes Componentes del Caudal de Aguas Residuales y Factor de Retorno para Dos Urbanizaciones del Área Metropolitana de San José. *Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental de la Organización Panamericana de la Salud*. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/aya/5277.pdf>

Hurco Technologies. (2003). Smoke testing our sewer systems. *Hurco Technologies, Inc.*. Recuperado de <http://www.hurcotech.com/>

Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU). (22 de Marzo de 1993). Reglamento de Cosntrucciones.*Trámites de Construcción, Portal Oficial del Gobierno de Costa Rica*. Recuperado de <http://www.tramitesconstruccion.go.cr/docs/reglamento%20construcciones.pdf>

Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados (AyA). (Marzo de 2009). Programa Nacional de Manejo Adecuado de las Aguas Residuales Costa Rica 2009-2015.*Biblioteca Virtual en Salud*. Recuperado de <http://www.bvs.sa.cr/AMBIENTE/textos/ambiente39.pdf>

Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados (AyA). (20 de Agosto de 1997). Reglamento de Prestación de servicios a los clientes.*Trámites de Construcción, Portal oficial del Gobierno de Costa Rica*. Recuperado de <http://www.tramitesconstruccion.go.cr/docs/AyA/Reglamento%20prestacion%20de%20Servicio%20al%20cliente.pdf>

Joglar Gaya, J. F. (10 de Noviembre de 2009). Plan detallado para la determinación y eliminación de descargas ilícitas (MCM3) para el Municipio autónomo de Bayamon.*Sistema Universitario Ana G. Mendez*. Recuperado de http://www.suagm.edu/umet/biblioteca/UMTESIS/Tesis_Ambientales/mp_planificacion/2009/JFJoglarGaya101109.pdf

Johnson, B., & Tuomari, D. (1998). From Theory to implementation- Finding illicit connections.*CiteSeerXBeta The Pennsylvania State University*. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.200.7493&rep=rep1&type=pdf>

Lagares Barreiro, P., & Puerto Albandoz, J. (2001). Población y muestra: Técnicas de muestreo.*Technische Universitat Kaiserslautern*. Recuperado de http://optimierung.mathematik.uni-kl.de/mamaeus/veroeffentlichungen/ver_texte/sampling_es.pdf

Ministerio de Ambiente de Ecuador. (2013). Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia de Bellavista, Cantón Santa Cruz, Provincia de

Galápagos. *Parque Nacional Galápagos Ecuador*. Recuperado de http://www.galapagospark.org/documentos/EIAs/EIA_alcantarillado_sanitario_para_bellavista_03_2013.pdf

Ministerio de Salud de Costa Rica. (30 de Octubre de 1973). Ley General de Salud. *Netsalud*. Recuperado de www.netsalud.sa.cr/leyes/libro1.htm

Ministerio de Vivienda y Asentamiento Humano (MIVAH). (2013). Plan Nacional de Desarrollo Urbana para La Gran Área Metropolitana, 2013. *Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos República de Costa Rica*. Recuperado de http://www.mivah.go.cr/Documentos/PlanGAM2013/01-DIMENSIONES/Dimension_Ambiental.pdf

Miranda, W. (9 de Diciembre de 2013). Ingeniero Civil. Líder de la UEN de Aguas Residuales de la ESPH. (D. Rivera, Entrevistador)

Mora, E. (19 de Diciembre de 2013). Ingeniero Civil. Líder 1 de la UEN de Aguas Residuales de la ESPH. (D. Rivera, Entrevistador)

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2005). Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado. *Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental*. Recuperado de <http://www.bvsde.ops-oms.org/tecapro/documentos/sanea/169esp-diseno-alcantar.pdf>

Pino Gomez, M. (25 de Noviembre de 2013). Ingeniero Sanitario y Ambiental. (D. Rivera, Entrevistador)

Pitt, R& The Center of Watershed Protection. (Octubre de 2004). Illicit Discharge Detection and Elimination: A Guidance Manual for Program Development and Technical Assessments. *United States Environmental Protection Agency (EPA)*. Recuperado de http://www.epa.gov/npdes/pubs/idde_manualwithappendices.pdf

Rossi, M. C., Irvine, K., Vermette, S., Bakert, J., & Kleinfelder, K. (2011). Illicit discharge detection and elimination: Low cost options for source identification and trackdown in stormwater systems (Vol. 8). New York, U.S.A: Taylor & Francis Group.

Sánchez, H. (11 de Enero de 2014). Ingeniero Geógrafo de la ESPH. (D. Rivera, Entrevistador)

Stark, H. (8 de Junio de 2007). Stormwater Case Studies Search Results. Ohio: Cuyahonga County. U.S. *Environmental Protection Agency*. Recuperado de http://cfpub.epa.gov/npdes/stormwater/casestudies_specific.cfm?case_id=10

Téllez Lima, L. E. (Octubre de 2004). Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la Colonia Chinchilla y Puente Vehicular para la Colonia Los Laureles, Municipio de Jalapa, Jalapa. *Biblioteca Central Universidad de San Carlos de Guatemala*. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0020_C.pdf

The Code of Federal Regulation of the United States of America (CFR). (2013). Guidance Manual for The Preparation of Part 2 Of the NPDES Permit Applications for Discharges from Municipal Separate Storm Sewer Sytems: Part 122- EPA Administered permit programs: The National Pollutant Discharge Elimination System. U.S. *Government Printing Office (GPO)*. Recuperado de <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2013-title40-vol23/pdf/CFR-2013-title40-vol23-part122.pdf>

Tuomari, D. (8 de Junio de 2007). Stormwater Case Studies Search Results. Case Study: Michigan, Wayne County. U.S. *Environmental Protection Agency (EPA)*. Recuperado de http://cfpub.epa.gov/npdes/stormwater/casestudies_specific.cfm?case_id=8

Tuomari, D., & Thompson, S. (1 de Enero de 2004). "Sherlocks of stormwater" Effective investigation techniques for illicit connection and discharge detection. *Ingentaconnect*. Recuperado de <http://www.ingentaconnect.com/content/wef/wefproc/2004/00002004/00000016/art00062>

United States Environmental Protection Agency (EPA). (1 de Junio de 2006). Illicit Discharge Detection and Elimination Program Development. *U.S. Environmental Protection Agency (EPA)*. Recuperado de <http://cfpub.epa.gov/npdes/stormwater/menuofbmps/index.cfm?action=browse&Rbutton=detail&bmp=111>

CAPÍTULO VII: ANEXOS Y APÉNDICES

7.1 APÉNDICES

7.1.1 APÉNDICE 1. METODOLOGÍA ADAPTADA DE IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES PLUVIALES ILÍCITAS AL ALCANTARILLADO SANITARIO

1. Organización previa para recolectar información:

1.1 Analizar la información cartográfica de la zona, refiriéndose a los planos de la red de alcantarillado sanitario para determinar todas sus entradas, salidas y demás características.

1.2 Definir la zona de trabajo por medio de cuadrantes.

1.3 Determinar la población del área, distribución, cobros, abonados

1.4 Analizar el área escogida, sus conexiones registradas, mapas de redes

1.5 Georeferenciar los puntos sospechosos de descargas ilícitas y demás puntos importantes en la red

1.6 Georeferenciar e incluir las casas, comercio o instituciones, donde se tiene registro de cajas de registro en una base de datos y registrar la información sobre el cliente

1.7 Solicitar los permisos para poder ingresar a propiedades privadas y realizar la inspección.

1.8 Notificar a los abonados o clientes de las acciones y fechas en las que se va a realizar el trabajo de campo.

1.9 Solicitar el personal, equipo y materiales necesarios para la visita de campo en las fechas escogidas o definidas previamente con el equipo de trabajo y administración de la empresa

2. Trabajo de campo:

2.1 Estudio visual de la zona: Contabilización de propiedades, abonados, casas, comercios, instituciones, pozos sanitarios y pluviales. Valorar el estado de la red de alcantarillado en la zona de forma visual.

3. Realizar identificación de las conexiones ilícitas:

3.1 Movilizarse al área con el personal humano, cascos, chaleco reflectivo, fluoresceína, escalera, varilla telescópica con balde en la parte posterior, metro, zapatos de seguridad, guantes, conos de seguridad, sogas, anteojos de seguridad, foco, cámara fotográfica, vehículo.

3.2 Verter 5 g de colorante fluoresceína en 1 galón de agua y mezclar hasta que el agua se torne de un color entre amarillo y verde.



Color deseado

3.3 Ubicar un funcionario en cada red y pozo sanitario y pluvial más cercano a la propiedad que está siendo evaluada.

3.4 Al mismo tiempo, un funcionario vierte el colorante con agua en la canoa de la propiedad seleccionada, lo más cerca posible del bajante.

3.5 Se repite el paso 4 para cada canoa y conducto de agua pluvial que se registre en la propiedad analizada.

3.6 Se verifica si el líquido coloreado salió por el alcantarillado pluvial, sanitario o si se observa en los pozos más cercanos.

3.7 Se anotan los resultados y las observaciones para cada propiedad.

3.8 Se toman fotografías de las propiedades, se registra y georeferencia la información necesaria y se demuestra su conexión ilícita, si lo existe.

3.9 Repite cada paso para cada propiedad.

4. Trabajo posterior:

4.1 En caso de detectarse una conexión ilícita se le notificará al dueño sobre la existencia de la misma a fin de que proceda a realizar la desconexión y corregir la situación.

4.2 Generar una bitácora sobre las acciones realizadas cada día.

4.3 Generar una plantilla de reporte de conexiones ilícitas que permita agregar toda la información requerida en la base de datos.

4.4 Solicitar la pronta corrección de la conexión errada.

7.1.2 APÉNDICE 2. FORMULACIÓN Y RESPUESTAS DE LAS ENTREVISTAS

Finalidad de la entrevista: Conocer opiniones de algunos profesionales involucrados en el tema de las aguas residuales de Costa Rica.

Machote de la Entrevista:

Fecha:

Nombre:

Profesión:

Cargo en la empresa:

Empresa:

Sobre el Proyecto Final:

Ante la problemática de la sobrecarga de la red de alcantarillado sanitario y de las plantas de tratamiento de agua residual (PTAR) de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) la empresa ha solicitado realizar una metodología de identificación de las conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario, considerando que por esta razón esta ocurriendo este problema.

Con el objetivo principal de proponer una metodología para el reconocimiento de conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario en la ESPH y así evitar inundaciones con aguas residuales, se evalúa primero el estado de la red de alcantarillado sanitario en los cuadrantes entre las avenidas 3 y 7 y calles 1 y 5 de Heredia Centro y en Los Lagos de Heredia, del Colegio de los lagos 400 metros norte y 300 Este; para esto se revisa el plano de la red y se hace una visita superficial al área de estudio. Se requiere igualmente un estudio bibliográfico para poder conocer ampliamente la adecuada gestión del alcantarillado, la parte reglamentaria y legislativa y métodos que se han realizado anteriormente sobre la identificación de conexiones ilícitas.

Posteriormente se procede a diseñar la metodología adecuada para la identificación de estas conexiones ilícitas y finalmente se identifica, a través de la metodología diseñada, las conexiones ilícitas en los cuadrantes en estudio.

El resultado esperado de este proceso es el conocimiento asertivo sobre la red de alcantarillado sanitario, la generación del documento con la metodología adecuada para la identificación de estas conexiones ilícitas y el registro y análisis de las conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario en los cuadrantes seleccionados dentro de la provincia de Heredia.

1. ¿Está usted familiarizado con la situación actual de las conexiones ilícitas?
2. ¿Conoce de investigaciones realizadas anteriormente sobre el tema? ¿Conoce sobre los resultados obtenidos en estas investigaciones?
3. ¿Qué metodología utilizaría usted para afrontar esta problemática?
4. ¿Qué empresas o instituciones pueden conocer o colaborar sobre el tema?
5. ¿Le parece que a esta situación se le debe dar prioridad dentro de su empresa?
6. ¿A qué se debe la existencia de conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario?
7. ¿Qué lugares de Heredia Centro considera que pueden ser los más afectados por esta problemática?

Entrevista Alejandro Campos AyA

Fecha: 27 de noviembre de 2013

Nombre: Alejandro Campos Castillo

Profesión: Ingeniero Ambiental

Cargo en la empresa: Ingeniero de urbanizaciones

Experiencia: Diseño, revisión de planos, inspección, asesoría y atención de denuncias de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Empresa: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

Preguntas:

1. ¿Está usted familiarizado con la situación actual de las conexiones ilícitas tanto al alcantarillado sanitario como el pluvial?

R/Sí. Algunas veces durante las inspecciones realizadas a condominios y urbanizaciones se observa este problema.

2. ¿Conoce de investigaciones realizadas anteriormente sobre el tema?

R/Sí. En la ciudad de Limón se realizó un trabajo en esta materia por el Ing. Alejandro Rodríguez, funcionario de la Región Huetar Atlántica de AyA.

3. ¿Conoce sobre los resultados obtenidos en estas investigaciones?

R/Sí. Se ha identificado dos problemas principales: la conexión de aguas negras y de aguas grises al alcantarillado pluvial.

4. ¿Qué metodología utilizaría usted para resolver la problemática de las conexiones ilícitas tanto al alcantarillado sanitario como al pluvial?

R/Se debe utilizar una estrategia con tres componentes: identificación, corrección y evaluación.

En la etapa de identificación debe realizarse inspecciones y utilizar trazadores en el agua.

Una vez que se haya llevado a cabo el levantamiento de conexiones ilícitas, se debe proceder a denunciarlas ante organismos con competencia para tomar acciones correctivas, por ejemplo el Ministerio de Salud. Paralelamente a esto, se debe llevar a cabo un programa de concienciación sobre la importancia de mantener ambos sistemas independientes.

Por último, se debe llevar el control de los casos identificados y los casos corregidos.

5. ¿Qué empresas o instituciones pueden conocer y colaborar en la solución del tema?

R/Debe trabajar en conjunto el Ministerio de Salud y los entes administradores de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial (Municipalidades, ESPH, AyA, Asadas)

6. ¿Le parece que a esta situación se le debe dar prioridad dentro de su empresa?

R/Sí. Es un problema que es difícil de solucionar de manera inmediata, pero se debe ir atendiendo de forma paulatina de acuerdo con un plan de trabajo hasta eliminar al máximo el número de conexiones ilícitas.

7.¿A qué se debe la existencia de conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario?

R/El alcantarillado sanitario puede recibir aguas pluviales generalmente por roturas en los colectores que permiten el ingreso de aguas de infiltración y por evacuación de aguas estancadas a través de pozos de registro de alcantarillado sanitario.

8.¿Qué lugares de Heredia Centro considera que pueden ser los más afectados por esta problemática?

R/Aquellos en donde el sistema de alcantarillado, tanto pluvial como sanitario, sea más antiguo.

Entrevista Esteban Mora ESPH:

Fecha: 19-12-2013

Nombre: Esteban Mora Acuña

Profesión: Ingeniero Civil

Cargo en la empresa: Líder 1. Servicios Nuevos y Averías AR

Experiencia: 7 años en la UEN Aguas Residuales

Empresa: Empresa de Servicios Públicos del Heredia S.A. (ESPH.SA.)

Preguntas:

1. ¿Está usted familiarizado con la situación actual de las conexiones ilícitas tanto al alcantarillado sanitario como el pluvial?

R/Si me encuentro familiarizado con las conexiones ilícitas tanto en el alcantarillado sanitario de pluviales como viceversa, es una problemática que afecta directamente al cliente en materia de alcantarillado sanitario, ya que por motivo de estas conexiones ilícitas es que se rebalsan los pozos de alcantarillado sanitario en cada aguacero.

2. ¿Conoce de investigaciones realizadas anteriormente sobre el tema?

R/La UEN AR inició un plan piloto para tratar de corregir las conexiones ilícitas pluviales directamente de los clientes en el área de cobertura de alcantarillado sanitario que administra la ESPH.SA., sin embargo ésta no se logró finalizar ya que no se tuvo mucho apoyo por parte del Ministerio de Salud, se encontró gran cantidad de casa conectadas ilícitamente.

3. ¿Conoce sobre los resultados obtenidos en estas investigaciones?

R/Si los conozco, y se sabe que gran cantidad de clientes están conectados ilícitamente las aguas pluviales a la red sanitaria.

4. ¿Qué metodología utilizaría usted para resolver la problemática de las conexiones ilícitas tanto al alcantarillado sanitario como al pluvial?

R/Revisando casa por casa la conexión y en general la red de tuberías principal para verificar si existe alguna conexión ilícita.

5. ¿Qué empresas o instituciones pueden conocer y colaborar en la solución del tema?

R/El Ministerio de Salud en conjunto con las Municipalidades involucradas y la ESPH.SA.

6. ¿Le parece que a esta situación se le debe dar prioridad dentro de su empresa?

R/Si claro, ya que es un problema que genera obstrucciones en el alcantarillado sanitario y genera a su vez problema de salud pública, ya que la obstrucción genera contaminación de agua residual.

7. ¿A qué se debe la existencia de conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario?

R/Se debe a que los clientes conectan ilícitamente la red de sus aguas pluviales al alcantarillado sanitario. Esto es imposible que cualquier empresa lo pueda controlar, ya que son conexiones no visibles ni controlables para cualquiera.

8. ¿Qué lugares de Heredia Centro considera que pueden ser los más afectados por esta problemática?

R/Los lugares más afectados son los de las partes bajas, como por ejemplo cercanos al Nuevo Hospital de Heredia, ya que ahí es la mayor cantidad de desbordes cuando llueve de aguas residuales

Entrevista Macario Pino ITCR:

Fecha: 25-11-13

Nombre: Macario Pino Gómez

Profesión: Ingeniero Sanitario y Ambiental

Cargo en la empresa: Profesor Investigador del TEC

Experiencia: 30 años

Empresa: TEC

Preguntas:

1. ¿Está usted familiarizado con la situación actual de las conexiones ilícitas tanto al alcantarillado sanitario como el pluvial?

R/Actualmente no, sin embargo considero que en este país no existe una verdadera claridad sobre lo que es un alcantarillado sanitario debido a que son pocos los cantones en sus zonas urbanas que cuentan con esta infraestructura debidamente diseñada, construida y operada adecuadamente.

2. ¿Conoce de investigaciones realizadas anteriormente sobre el tema?

R/No. Me parece que la Municipalidad de Cartago viene realizando un estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario + planta de tratamiento.

El AyA tiene dentro de sus planes la realización de planes maestro de alcantarillado sanitario y pluvial para las ciudades/cantones intermedios de Costa Rica.

3. ¿Conoce sobre los resultados obtenidos en estas investigaciones?

R/No.

4. ¿Qué metodología utilizaría usted para resolver la problemática de las conexiones ilícitas tanto al alcantarillado sanitario como al pluvial?

R/ Para el caso que Usted tiene TFG, es disponer de una normativa claridad tanto para los diseño como para la construcción. Es importante anotar que para ambos sistemas puede darse conexiones ilícitas tanto dentro de las edificaciones (viviendas, comercio, institucional, etc), como a nivel externo en las vías. Por lo cual una normatividad y control con especial énfasis en la fase de construcción.

5. ¿Qué empresas o instituciones pueden conocer y colaborar en la solución del tema?

R/En el diseño: Costa Rica posee normativa donde varias entidades públicas (Colegio Ingenieros, SETENA, MS, AyA, Municipalidad,.....) revisan y aprueban estos diseños. Estos diseños deben ser debidamente revisados y aprobados por profesionales competentes en tema.

En la construcción: Considero que las Municipalidades deben tener un papel muy vigilante que las obras se realicen cumpliendo lo establecido por los diseños y cumplir las normas de construcción y calidad de materiales utilizados.

6. ¿Le parece que a esta situación se le debe dar prioridad dentro de su empresa?

R/Como empresa del sector Académico, por supuesto en la capacitación en este campo de la Carrera de Ingeniera Ambiental.

7. ¿A qué se debe la existencia de conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario?

R/Esta práctica es muy normal al interior de las edificaciones, lo considero por facilidades de construcción y/o condiciones económicas. Además puede ser falta de normativa o de control por parte de la entidad que debe velar por la construcción de este tipo de obras de saneamiento.

8. ¿Qué lugares de Heredia Centro considera que pueden ser los más afectados por esta problemática?

R/No conozco.

Entrevista William Miranda, ESPH:

Fecha: 9/12/2013

Nombre: William Miranda Hrenández

Profesión: Ingeniero Civil

Cargo en la empresa: Líder de departamento

Experiencia: 15 años

Empresa: ESPH SA

Preguntas:

1. ¿Está usted familiarizado con la situación actual de las conexiones ilícitas tanto al alcantarillado sanitario como el pluvial?

R/Si es un problema que nos afecta todas las épocas de lluvia.

2. ¿Conoce de investigaciones realizadas anteriormente sobre el tema?

R/No en realidad se conoce el tema pero no conozco investigaciones a fondo sobre el tema.

3. ¿Conoce sobre los resultados obtenidos en estas investigaciones?

R/No

4. ¿Qué metodología utilizaría usted para resolver la problemática de las conexiones ilícitas tanto al alcantarillado sanitario como al pluvial?

R/Investigación de la situación actual, visitas de campo para corroborar en sitio las conexiones, trabajo con los clientes a fin de que estos se desconecten, también se debe trabajar con el ministerio de salud.

5. ¿Qué empresas o instituciones pueden conocer y colaborar en la solución del tema?

R/Ministerio de salud y Municipalidades.

6. ¿Le parece que a esta situación se le debe dar prioridad dentro de su empresa?

R/Si ya que afecta la operación de la red y a los clientes directamente.

7. ¿A qué se debe la existencia de conexiones pluviales ilícitas al alcantarillado sanitario?

R/Me parece a malas prácticas de evacuación de las aguas pluviales por parte de los abonados e instituciones, desconocimiento, condiciones topográficas adversas.

8. ¿Qué lugares de Heredia Centro considera que pueden ser los más afectados por esta problemática?

R/Todo el caso central ya que tiene muchos años de existir.

7.1.3 APÉNDICE 3. ENCUESTA Y PLANTILLA DE REPORTE DE CONEXIONES ILÍCITAS

REPORTE DE CONEXIONES ILICITAS			
Nombre y apellidos del cliente	<input type="text"/>		
Conoce el abonado si cuenta con el servicio de alcantarillado	<table border="1"><tr><td>SI</td><td>No</td></tr></table>	SI	No
SI	No		
Conoce el abonado la importancia del servicio de alcantarillado	<table border="1"><tr><td>SI</td><td>No</td></tr></table>	SI	No
SI	No		
Sabe el abonado diferenciar entre el servicio de alcantarillado	<table border="1"><tr><td>SI</td><td>No</td></tr></table>	SI	No
SI	No		
Cuenta con caja de Registro	<table border="1"><tr><td>SI</td><td>No</td></tr></table>	SI	No
SI	No		
Ubicacion del inmueble	<input type="text"/>		
# de Contrato	<input type="text"/>		
# de medidor de agua potable asociado	<input type="text"/>		
# de medidor de energia electrica	<input type="text"/>		
# de viviendas dentro de el inmueble	<input type="text"/>		
Otras Especificaciones	<input type="text"/>		

Cuadro 10.Resultados completos obtenidos por medio de las encuestas implementadas en en los cuadrantes entre las calles 1 y 5 y avenidas 5 y 7 de Heredia Centro, dentro del distrito de Heredia y en Los Lagos de Heredia, del Colegio de Los Lagos 400 metros norte y 300 Este dentro del distrito de Ulloa

Preguntas	Si			NO			Total			%Si			%No		
	Los Lagos	Heredia	Total	Los Lagos	Heredia	Total	Los Lagos	Heredia	Total	Los Lagos	Heredia	Total	Los Lagos	Heredia	Total
¿Conoce el abonado si cuenta con el servicio de alcantarillado?	18	12	30	4	3	7	22	15	37	82%	80%	81%	18%	20%	19%
¿Conoce el abonado la importancia del servicio de alcantarillado?	10	10	20	12	5	17	22	15	37	45%	67%	54%	55%	33%	46%
¿Sabe el abonado la diferencia entre alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial?	9	12	21	13	3	16	22	15	37	41%	80%	57%	59%	20%	43%
¿Cuenta con tanque séptico?	6	2	8	16	13	29	22	15	37	27%	13%	22%	73%	87%	78%

Fuente: Elaboración propia

7.1.4 APÉNDICE 4. CARTA DE SOLICITUD DE EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ENTREGADAS A LOS CLIENTES EN LA ZONAS EVALUADAS

Aviso importante

Estimado señor o señora:

Reciba un cordial saludo de parte de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A. con el fin de poder contar con su valiosa colaboración nos permitimos indicarle la siguiente información.

Probablemente usted ha observado que durante la época lluviosa se dan algunos rebases en las tapas del alcantarillado sanitario. Esta situación ocurre debido a la existencia de conexiones no autorizadas de aguas de lluvia (aguas pluviales) a la red de alcantarillado sanitario lo cual causa la saturación de la red y desbordes.

Con el objetivo de controlar estas inundaciones y su afectación a la salud pública la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A debe inspeccionar la descarga externa de aguas residuales y pluviales de su domicilio o negocio, para lo cual ha iniciado un plan piloto en el cual ha tomado en cuenta el sector en donde usted vive. Con esta inspección se espera poder detectar posibles conexiones del agua pluvial a la red sanitaria, con el fin de contar con información que nos permita orientar más claramente una solución a esta problemática.

Para esta actividad contamos con la colaboración de la Srta. Daniela Rivera estudiante de la Carrera de Ingeniería Ambiental del ITCR y del compañero Hugo Sánchez Solórzano funcionario de la ESPH quienes se encuentran debidamente identificados y para quienes solicitamos respetuosamente su colaboración.

Cordialmente,

William Miranda Hernández

Esteban Mora Acuña

UEN Aguas Residuales

7.1.5 APÉNDICE 5. BITÁCORA DEL TRABAJO DE CAMPO

Visita 1 a zonas en estudio

Fecha: Jueves 22 de agosto del 2013

Horas: 7:30 a.m. a 12:00 m.d.

Resumen de actividades:

Junto a Hugo Sánchez se visitaron las zonas de estudio entre las avenidas 3 y 7 y calles 1 y 5 de Heredia Centro y en Los Lagos de Heredia del Colegio de los lagos 400 metros norte y 300 Este.

Se imprimieron los mapas de las áreas de estudio realizadas previamente en donde se visualizan los pozos sanitarios, la red de colectores y los medidores de agua potable ubicados en las zonas. El fin de esto era comprobar si estos puntos referenciados están ubicados correctamente y analizar si los clientes se encuentran pagando el servicio a la ESPH.

En Los Lagos, se camino por las dos cuerdas en estudio. Se comprobó que los pozos sanitarios estuvieran en buen estado y recibiendo caudal en las direcciones correctas. Se relacionó cada medidor de agua potable con la edificación pertinente y se analizó si existían medidores que no estuvieran en cobro o de alguna forma conectados ilícitamente. Aquí se contabilizaron a simple

vista 50 casas de habitación y cuatro locales comerciales pequeños como pulperías, salón de belleza, panaderías o venta de artefactos de carros.

Luego de comparar con los datos consultados en la ESPH sobre los abonados al día en esta zona se vio que solo hay 51 reportados, lo cual indica que 3 edificaciones no están correctamente conectadas al sistema de agua potable y sanitario. Como hipótesis se cree que estos 3 casos pueden ser de los locales comerciales que son de los mismo abonados de las casas de habitación y se conectan al mismo medidor de la casa. Se va a hacer una segunda visita para analizar esto y pasar las encuestas a los habitantes de las casas.

En Heredia Centro, al visualizar los cuadrantes escogidos se decidió que se va a sacar de la zona de estudio el cuadrante localizado al sur oeste del área escogida ya que este es un parque público y el Gimnasio del Liceo de Heredia y no se cuenta con ninguna casa o local comercial; de la misma forma el cuadrante sur este se sacó del estudio debido a que ya con las otras dos cuadras se cuenta con muchos apartamentos, lo cual extenderá el tiempo de análisis del proyecto.

De la misma forma que se analizó el área de Los Lagos, en Heredia Centro se observaron los dos cuadrantes escogidos. Se contabilizó un total de 85 abonados, mientras que en el registro de la ESPH se tienen 87. Estos 2 extra pueden ser locales comerciales o apartamentos que por estar dentro de la cuadra no se visualizan desde la calle. En total se observaron 19 casas de habitación, 1 gimnasio, 1 librería, 1 oficina, 40 apartamentos y 14 comercios.

Visita 2 a zonas en estudio

Fecha: Lunes 7 de octubre del 2013

Horas: 7:30 a.m. a 12:00 m.d.

Resumen de actividades:

Con la ayuda de Hugo Sánchez de la ESPH se aplicaron las encuestas a los trabajadores y habitantes de la cuadra oeste en Heredia Centro.

En la oficina se analizó con prioridad la encuesta a llevar a cabo y se analizaron los mapas y los abonados del área. Luego, en campo, se fue preguntando propiedad por propiedad las preguntas seleccionadas para esta encuesta. Se pudo aplicar la encuesta en la mayoría de casas y comercios de la cuadra, sin embargo 2 casas no se pudieron encuestar debido a que no había personas para ello.

De la misma forma se observó que en esta cuadra hay varios apartamentos y locales que pertenecen al mismo dueño, por lo que se aplicó la encuesta a un solo local del grupo o al dueño directamente.

Visita 3 a zonas en estudio

Fecha: Lunes 21 de octubre del 2013

Horas: 7:30 a.m. a 12:00 m.d.

Resumen de actividades:

Se aplicaron las encuestas en la cuadra este de Heredia Centro. No se pudo encuestar a 13 abonado de esta cuadra debido a que no se encontraban o no quisieron abrirnos. Igualmente este día ayudó con el trabajo Hugo Sánchez.

Visita 4 a zonas en estudio

Fecha: Lunes 28 de octubre del 2013

Horas: 8:00 a 12:00 m.d

Resumen de actividades:

Con la cooperación de Hugo Sánchez se aplicaron las encuestas en la cuadra este de Los Lagos, Lagunilla de Heredia. Se pudo aplicar la encuesta a 11 abonados, mientras que 13 no se encontraban en las propiedades.

Visita 5 a zonas en estudio

Fecha: Lunes 4 de noviembre del 2013

Horas: 8:00 a 12:00 m.d

Resumen de actividades:

Con la cooperación de Hugo Sánchez se aplicaron las encuestas en la cuadra oeste de Los Lagos, Lagunilla de Heredia. 12 abonados respondieron a la encuesta mientras 14 no respondieron porque no se encontraban o no quisieron.

Visita 6 a las zonas en estudio

Fecha: Lunes 11 de noviembre del 2013

Hora: 8:00 a.m a 12:00 m.d

Resumen de actividades:

El objetivo de esta visita fue analizar la dificultad de acceso para implementar la metodología en cada casa y comercio. Se aprovechó también para entregar las notificaciones e informar a los abonados del trabajo que se estaría efectuando los siguientes días.

Se observó que la mayoría de las propiedades tenían facilidad de acceso a las canoas, tomando en cuenta que muchas se encontraban en la parte exterior de las construcciones y daban a la cera pública. Por otro lado varias tenían la canoa o caja de registro en el patio exterior de la vivienda, refiriéndose este al patio entre la pared de la construcción y sus verjas que topan con la cera pública; en este caso se tiene que contar con el permiso de los abonados para acceder la

propiedad, pero la canoa en la mayoría de casos estaba a una altura adecuada para adicionar el colorante sin mayor dificultad.

Con ayuda de esta visita se concluyó que para aplicar la metodología de identificación de conexiones ilícitas en este caso piloto, se ocupa la ayuda de 1 solo asistente y se debe comprar una varilla telescópica e implementarle un envase en el extremo para poder verter el agua con colorante en las canoas más altas.

A excepción de 1 casa, todas las canoas con fácil acceso se encuentran a una altura fácil de acceder sin uso de escalera o otra ayuda. Algunas casas cuentan con sus canoas completamente cerradas o tapadas en el techo y el piso, por lo que es imposible verter el líquido con colorante en ellas y realizar la prueba de colorante.

Por último, hubo una reunión con William Miranda para ver con que equipo, materiales y personal se cuenta para la implementación de la metodología de identificación de conexiones ilícitas al alcantarillado sanitario. Así, se realizó la cotización de la varilla telescópica extensible y se prosiguió con su compra.

Se decidió que Hugo Sánchez continuaría cooperando con la implementación de la metodología, la cual se seguiría trabajando dos días por semana, un día para cada cuadra. Los materiales y equipo a utilizar serían los siguientes:

- 4 galones o pichingas de plástico
- agua
- colorante en polvo
- varilla extensible con envase en el extremo
- foco
- vehículo para movilizar personal y material
- zapatos seguros
- chaleco de seguridad
- bitácora y material para registrar resultados

- cámara fotográfica

Implementación de la metodología de identificación de conexiones ilícitas al alcantarillado sanitario

Implementación en la cuadra oeste de Los Lagos, Lagunilla de Heredia.

Día 1: 20 de noviembre del 2013

Horas: 8:00 a.m a 12:00 m.d

Implementación en la cuadra este de Los Lagos, Lagunilla de Heredia.

Día 2: 26 de noviembre del 2013

Horas: 8:00 a.m a 12:00 m.d

Implementación en la cuadra este de Heredia Centro.

Día 3: 28 de noviembre del 2013

Horas: 8:00 a.m a 12:00 m.d

Implementación en la cuadra oeste de Heredia Centro.

Día 4: 3 de diciembre del 2013

Horas: 8:00 a.m a 12:00 m.d

7.2 ANEXOS

7.2.1. ANEXO 1. INUNDACIONES REGISTRADAS POR LA ESPH



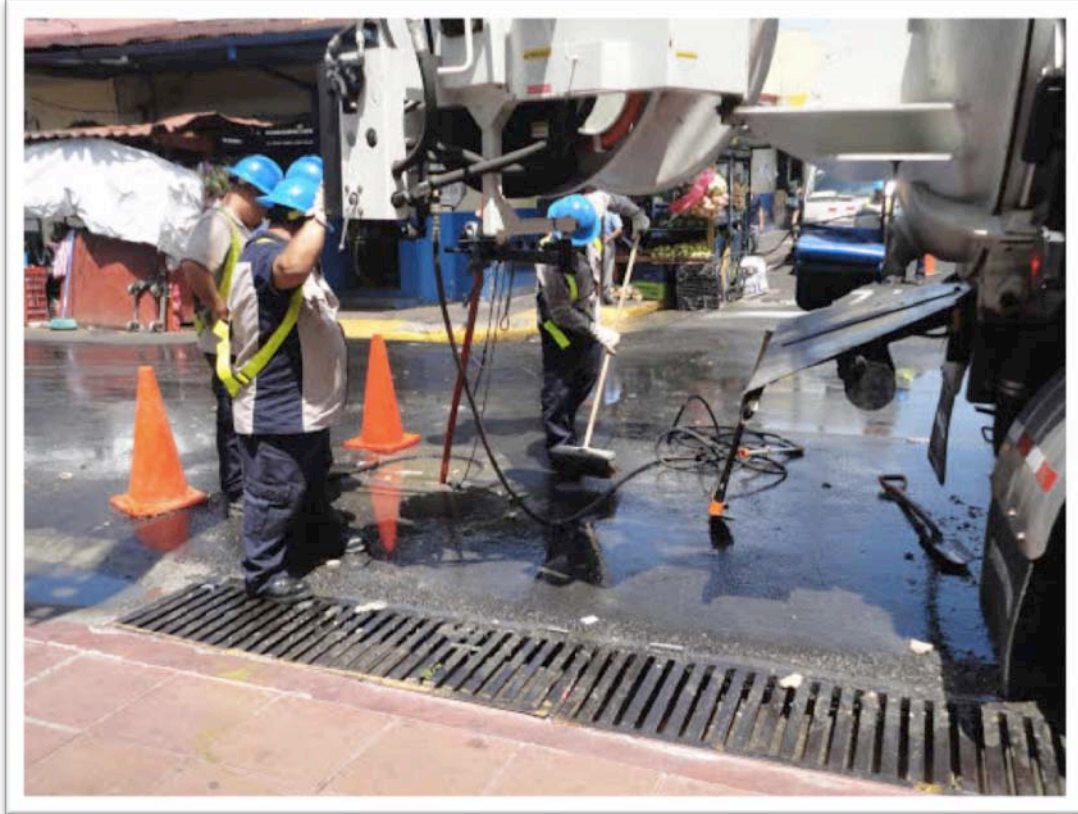
Fuente: Brenes, 2014

Figura 26. Entrada de PTAR de Los Lagos, Heredia el día 4 de abril del 2013 después de una fuerte lluvia



Fuente: Brenes, 2014

Figura 27. Pozo del alcantarillado sanitario de la ESPH rebalsado después de una fuerte lluvia en junio del 2013.



Fuente: Brenes, 2014

Figura 28. Pozo del alcantarillado sanitario rebalsado en la zona de Heredia Centro.

7.2.2. ANEXO 2. MAPAS DE COBERTURA DE LOS SERVICIOS DE LA ESPH

Fuente: ESPH, 2013.

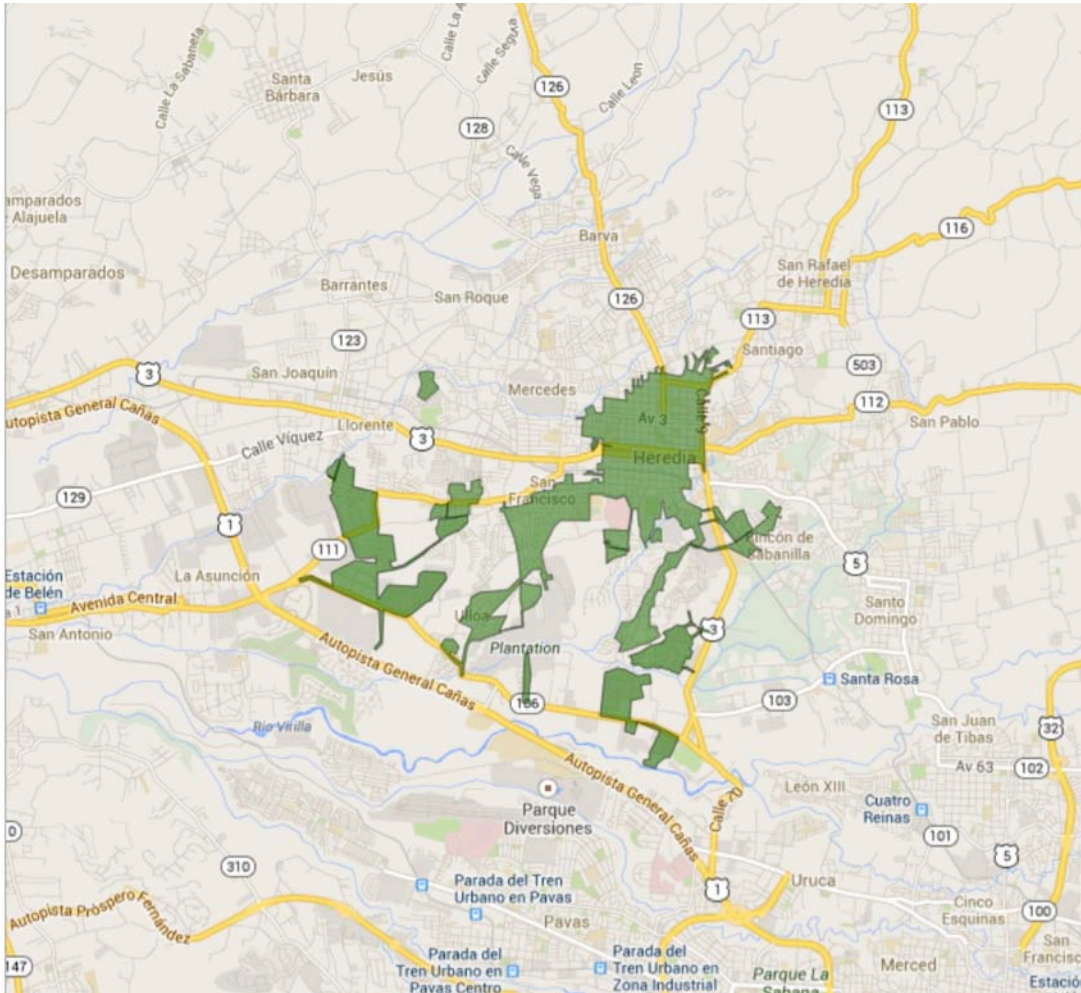


Figura 29. Área de cobertura de alcantarillado sanitario de la ESPH.



Figura 30. Área de cobertura de agua potable de la ESPH.

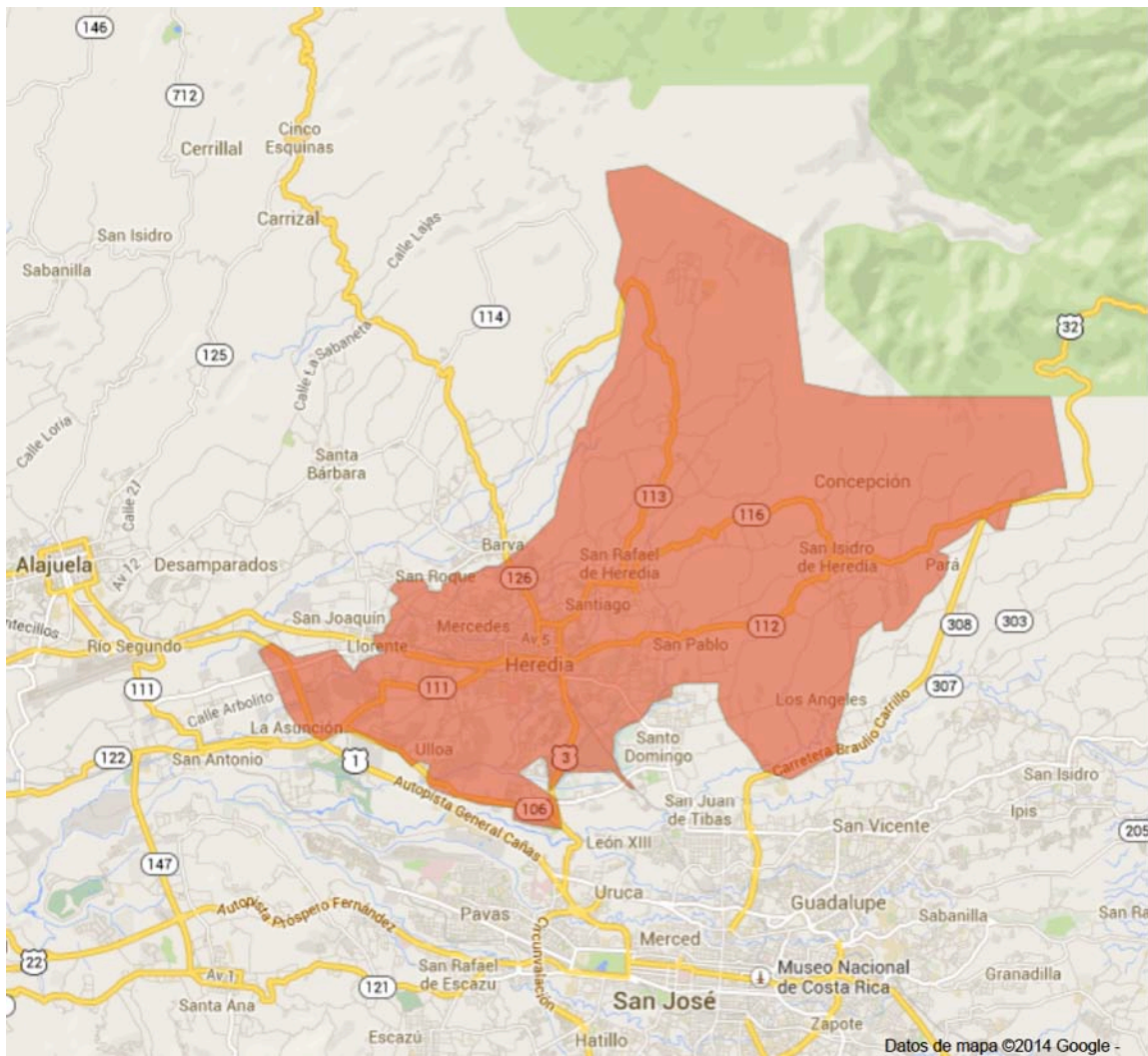


Figura 31. Área de cobertura de energía de la ESPH.

7.2.3. ANEXO 3. DATOS DE ABONADOS REGISTRADOS HASTA SETIEMBRE 2013 EN LA ESPH

Cuadro 11.Datos de los abonados registrados hasta setiembre del 2013 de la ESPH en las zonas en estudio

Heredia			
NU_MEDIDOR	NU_CONTRAT	COBRO	AÑO
434071	53075	X	5/31/05
863818	5590	X	11/11/08
434070	7349	X	6/30/78
434074	13665	X	2/28/90
434066	32506	X	11/6/08
901337	1990	X	6/30/78
855255	6594	X	6/30/78
434065	18334	X	5/31/91
433952	4871	X	11/6/08
434165	40606	X	3/17/11
433951	40600	X	12/31/99
434171	41583	X	12/31/99
433954	40604	X	12/31/99
433953	40598	X	12/31/99
433950	40605	X	12/31/99
855251	41582	X	12/31/99
433955	40603	X	12/31/99
434163	40602	X	12/31/99
434164	40601	X	12/31/99
433948	7422	X	6/30/78
140369	7423	X	6/30/78
570763	40599	X	2/2/08
855303	42629	X	11/11/08

INACTIVO

Los Lagos			
NU_MEDIDOR	NU_CONTRAT	COBRO	AÑO
602848	1666	X	6/30/78
602842	5306	X	6/30/78
309246	6164	X	5/31/09
854975	6356	X	2/29/80
602845	605	X	6/30/78
308464	2361	X	6/30/78
602844	3608	X	6/30/78
602841	2771	X	7/12/11
856401	8976	X	10/27/08
602851	4109	X	6/30/78
602843	591	X	6/30/78
596423	19257	X	12/5/07
859472	16993	X	5/14/12
308496	22788	X	9/8/09
858041	2955	X	6/30/78
859473	4573	X	6/30/78
859368	1077	X	6/30/78
813040	5841	X	6/30/78
859374	1854	X	6/30/78
813034	4228	X	6/30/78
859370	4467	X	6/30/78
813043	5881	X	6/30/78
815061	2252	X	6/30/78

855256	42628	X	6/30/00
476871	42627	X	6/30/00
433949	42626	X	6/30/00
433946	42625	X	6/30/00
434068	2845	X	6/30/78
434064	1138	X	6/30/78
853970	3100	X	11/30/79
433983	127053	X	10/25/06
433980	31517	X	9/30/95
434072	20039	X	8/31/92
142086	19109	X	2/29/92
433981	20040	X	8/31/92
433984	20041	X	8/31/92
434073	19894	X	9/30/92
433944	2441	X	6/30/78
434067	3539	X	6/30/78
378446	15666	X	5/31/89
377242	19284	X	12/4/08
855302	2397	X	11/11/08
433431	1354	X	6/30/78
901884	7546	X	8/15/78
433925	13672	X	12/5/08

856400	4735	X	6/30/78
859469	2942	X	6/30/78
859465	5018	X	6/30/78
859463	4164	X	6/30/78
859464	5041	X	6/30/78
859466	7606	X	8/31/78
859471	4229	X	6/30/78
859462	1950	X	6/30/78
813033	4439	X	6/30/78
308410	114	X	6/30/78
859372	44	X	6/30/78
859443	3751	X	6/30/78
308481	4441	X	6/30/78
593824	2629	X	6/30/78
602558	390	X	6/30/78
602562	3814	X	6/30/78
602561	972	X	6/30/78
602922	4114	X	6/30/78
602919	2552	X	6/30/78
594512	1957	X	6/30/78
602914	2029	X	6/30/78
602915	4594	X	6/30/78

433920	13668	X	6/30/87
433923	13670	X	6/30/87
433922	13669	X	6/30/87
433921	13671	X	6/30/87
855306	7686	X	8/31/78
434008	13139	X	5/31/86
901210	13160	X	5/31/86
901213	13161	X	5/31/86
596928	13846	X	12/31/87
596933	13845	X	12/31/87
596964	13844	X	12/31/87
596975	13850	X	12/31/87
596915	13843	X	5/26/08
596907	13851	X	7/27/07
596906	13853	X	12/31/87
596911	13852	X	12/31/87
596968	13847	X	12/31/87
596930	13848	X	12/31/87
596929	13849	X	12/31/87
855304	2733	X	6/30/78
433947	306	X	6/30/78
434007	12520	X	1/31/85

479805	4492	X	4/27/10
472834	2269	X	7/16/09
596762	4960	X	6/30/78
602913	736	X	5/20/08
602921	5816	X	6/30/78
602923	5607	X	6/30/78

901225	3863	X	6/30/78	INACTIVO
854037	8651	X	6/30/79	
853969	8650	X	6/30/79	
434011	2405	X	6/30/78	
813662	10939	X	1/7/09	
855307	12826	X	11/30/84	
855257	12825	X	11/30/84	
855296	12834	X	11/30/84	
855301	12831	X	11/30/84	
855297	12833	X	11/30/84	
855299	12830	X	11/30/84	
855305	12829	X	11/30/84	
855476	12832	X	11/30/84	
855248	12828	X	11/30/84	
855480	12827	X	11/30/84	
862869	186594	X	7/16/07	
623502	325930	X	8/6/10	
433233	438351	X	10/30/12	
433230	438352	X	10/29/12	
433227	438353	X	10/30/12	

Fuente: ESPH, 2013

7.2.4. ANEXO 4. DISPOSICIONES PARA UN PROGRAMA EFECTIVO SEGÚN LA EPA

Fuente: Pitt& The Center of Watershed Protection, 2004

Basado en aplicaciones de metodologías de identificaciones de conexiones ilícitas anteriores la EPA destaca aspectos importantes y obstáculos que las entidades evaluadoras deben de estar preparadas de ante mano. La primera de ellas es que aunque se han dado cuenta que la mayoría de dueños de propiedades cooperan con el permiso de ingreso y estudio de su propiedad, hay unos pocos que no ayudan. La solución a esto presentada es que exista una ordenanza que disponga el derecho de acceso a la propiedad privada de las inspecciones. La ordenanza debe disponer el derecho garantizado de entrada en caso de una emergencia o una supuesta descarga, o en cualquier momento durante las inspecciones de rutina, como en la prueba de tinte o de humo. Debe indicar también la responsabilidad del dueño de la propiedad para apagar cualquier sistema de seguridad y eliminar las obstrucciones para el acceso seguro y fácil. Se debe tomar acciones de aplicación para los propietarios que se nieguen el acceso.

El siguiente aspecto relevante es que las comunidades o entidades que desarrollan la investigación tienen que crear sistemas de seguimiento y presentación de informes para apoyar el programa, incluyendo la aplicación. Una base de datos relacional con características geoespaciales ofrece la mayor flexibilidad para cubrir múltiples objetivos del programa. Desde un punto de vista legal, los sistemas de seguimiento son importantes para la documentación histórica de los problemas y las acciones correctivas.

Seguidamente, las comunidades pueden definir los objetivos de los programas y estrategias de aplicación una vez que entienden la magnitud de su problema de descarga ilegal y cómo influye en la calidad del agua local. Los objetivos iniciales del programa deben ser realistas y proporcionar límites de finalización específicas para medir el cumplimiento del programa. Las metas mensurables permiten a la comunidad realizar un seguimiento y evaluar el cumplimiento del permiso en el tiempo y volver a evaluar y modificar el

programa en el tiempo. La medida más básica de la efectividad del programa es evaluar si se están cumpliendo las metas del programa. Así si un objetivo del programa es caminar toda la distancia de la red y hacer inventarios de todos los emisarios del MS4 dentro del primer ciclo de permiso, esto se convierte en un punto de referencia que determina la efectividad del programa.

El punto clave es que los objetivos de los programas siempre deben tener un marco de tiempo para servir como punto de referencia y probar si el objetivo se ha logrado. Un programa bien diseñado puede no garantizar que siempre se pueden lograr los objetivos de calidad del agua. De hecho, si los directores de programas pueden documentar que las descargas ilegales no contribuyen a la mala calidad del agua, es posible que quieran transferir recursos a otras fuentes de contaminación o prácticas que lo hacen.

La EPA fomenta la integración con otros programas para unir la detección de campo y el monitoreo de indicadores y así lograr ahorros en los costos. La primera estrategia vincula el estudio de campo del emisario a las evaluaciones de los emisarios más amplias que apoyen los esfuerzos de restauración de cuencas hidrográficas locales. A menudo, los organismos encargados de la cuenca y similares pueden ser reclutados y entrenados para llevar a cabo el estudio de campo del emisario. La segunda estrategia es encontrar un socio local de la entidad para llevar a cabo análisis de laboratorio (por ejemplo, un agua potable o plantas de tratamiento de aguas residuales) de campo y estrategias de laboratorio necesarias para detectar las descargas ilegales, a partir de una técnica de estudio en el campo diseñada para reunir información básica e identificar emisarios altamente sospechosos o descargas obvias.

7.2.5. ANEXO 5. COTIZACIONES DE EQUIPO Y MATERIAL

Cuadro12. Cotización de material realizada por la ESPH

Equipo	Precio de Unidad en ¢
Chaleco reflectivo	6.500
Casco	8.000
Zapato de seguridad	25000
Guante cuero	2255
Cono	10800
Anteojos de seguridad	4000
Total:	56555

Fuente: Miranda, Comunicación oral, 21 de Marzo, 2014

Ferretería Brenes S.A

100 MTRS OESTE DEL BANCO NACIONAL
 HEREDIA, COSTA RICA
 TEL: 2261-6055 FAX: 2262-7818
 CED JURIDICA 3-101-09000-06

**FACTURA PROFORMA
 13790**
FECHA 21/03/2014
Codigo: Contado Prof
Referencia::
Cliente: DANIELA RIVERA
TEL:
DIRECCION COSTA RICA

CANT	CODIGO	UNI	DETALLE	DESC	P/UNIT	IV	TOTAL
1	082800006	UNID	CHALECO DE SEGURIDAD FOSFORESC#00231	10.00	2,152.80	IV	2,152.80
1	081900013	UNID	CASCO SEGURIDAD PROTEK A MARILLO 6PTS #00214	10.00	3,225.60	IV	3,225.60
1	091000013	UNID	ESCALERA ALUMINIO 5 PELD	15.00	25,500.00	IV	25,500.00
1	032700005	UNID	CINTA METRIC LOOKING 1*5MTS #RRA5025	10.00	2,296.80	IV	2,296.80
1	081100007	UNID	TW GUANTE Y CUERO LONA RAYADO #SE-6210	10.00	991.80	IV	991.80
1	065000020	UNID	CONO DE SEGURIDAD PLASTICO SUAVE 70CM #7025	10.00	6,530.22	IV	6,530.22
1	080100011	UNID	BUFFALO ANTEOJO SEGURIDAD #ESG1 (S/N23376 TRA	10.00	676.99	IV	676.99
1	011400037	UNID	DORCY FOCO NEGRO DE HULE C/BATERIA #41-2960	10.00	6,830.44	IV	6,830.44

SUBTOTAL	COL 48,204.65
IMP. DE VENTAS	COL 6,266.60
TOTAL PROFORMA NETO	COL 54,471.25

OBSERVACION: GRACIAS POR PREFERIRNOS, CUALQUIER CONSULTA NO DUDE EN LLAMARNOS,
 ESTAMOS PARA SERVIRLES

*** EL TRANSPORTE ES GRATUITO ***

Les Atendio: David Oviedo

Validez de la oferta 8 dias

Figura32. Cotización de equipo y material por Ferretería Brenes, Heredia.