



**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**  
San José, Costa Rica  
Apartado 1097-1200. Teléfono 2242-5000. [jpbonilla@aya.go.cr](mailto:jpbonilla@aya.go.cr)

**MEMORANDO**

**PARA:** Ver lista

**FECHA:** 3 de mayo del 2018

**DE:**   
José Pablo Bonilla Valverde  
UEN Programación y Control

**No. UEN-PC-2018-00754**

**ASUNTO: INFORME DE VIAJE AL EXTERIOR**

---

Adjunto informe de viaje al exterior representando al AyA en los talleres de continuidad en la cooperación y transferencia de conocimientos entre el AyA y la Universidad Técnica de Dresde (TUD).

Ver lista

Yamileth Astorga Espeleta, Presidencia Ejecutiva  
Oscar Izquierdo Sandí, Cooperación y Asuntos Internacionales

C: Saul Gerardo Trejos Bastos, UEN Programación y Control  
Alejandro Fernández Flores, UEN Programación y Control  
Archivo





**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y  
ALCANTARILLADOS**

**DEPENDENCIA: DESARROLLO FÍSICO**

**INFORME DE VIAJE AL EXTERIOR  
DEL 09 DE AL 20 DE ABRIL DE 2018**

*“Continuidad en la cooperación y transferencia de conocimientos entre el  
AyA y la Universidad Técnica de Dresde (TUD)”*

*fecha: 2 de mayo de 2018*

**TABLA DE CONTENIDOS**

<b>1.</b>	<b>Ficha informativa</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>3.</b>	<b>Objetivos</b>	<b>2</b>
<b>4.</b>	<b>Desarrollo del Informe</b>	<b>2</b>
<b>5.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>7</b>
<b>6.</b>	<b>Observaciones</b>	<b>8</b>
<b>7.</b>	<b>Anexos</b>	<b>9</b>

## 1. Ficha informativa:

País y ciudad visitado: Alemania, Dresde.

Fecha de la visita: 09 al 20 de abril de 2018

Funcionario de misión AyA: José Pablo Bonilla Valverde

Motivo del viaje: Continuidad en la cooperación y transferencia de conocimientos entre el AyA y la Universidad Técnica de Dresde (TUD).

Contacto en el lugar de misión: *Catalin Stefan (catalin.stefan@tu-dresden.de)*

## 2. Introducción

En septiembre del año 2017 el AyA recibió la visita de la *Technische Universität Dresden* (TUD, Universidad Técnica Dresde), representada por el Dr.-Ing. Catalin Stefan, jefe del Grupo de Investigadores Jóvenes INOWAS del Departamento de Ciencias Hídricas de la Facultad de Ciencias Ambientales. Durante esta visita, el Dr. Stefan recorrió varios sitios con potencial para desarrollar investigación aplicada en la recarga acuífera gestionada (MAR, siglas en inglés – *managed aquifer recharge*) así como presentaciones del trabajo que realiza su grupo en el AyA y en universidades. La visita concluyó con un taller de trabajo entre el AyA y la TUD, donde se discutieron posibles oportunidades de futura investigación entre ambos.

Uno de los resultados de esta visita fue la priorización por parte de la Subgerencia de Ambiente, Investigación y Desarrollo (SAID) del AyA de los temas discutidos en el taller (PRE-CAI-2017-00023). Estos temas representan la piedra angular para una futura cooperación entre el AyA y la TUD. Como parte del seguimiento de la visita y taller del 2017, la TUD invitó al Ing. José Bonilla a una serie de talleres con distintos institutos del Departamento de Ciencias Hídricas de la TUD, el Instituto de Ciencias Geológicas y Recursos Naturales de Alemania (BGR, siglas en alemán), la Universidad de Ciencias Aplicadas de Dresde (HTW, siglas en alemán) y el Instituto para la Gestión Integral de Flujos de Materiales y de Recursos de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU- FLORES) para discutir más a fondo los temas priorizados así como buscar nuevas oportunidades de investigación y posibles fuentes de financiamiento.

Destacan las oportunidades y fortalezas que la TUD ve en el AyA. Desde el punto de vista de la academia, el AyA representa un potencial socio donde la investigación trasciende el plano de la investigación pura o básica, con grandes posibilidades de investigación aplicada – siendo el AyA (y el país) quien se beneficie directamente de los resultados. Este punto es compartido con la UNU-FLORES, la HTW y la BGR. Los cuatro actores con los que se sostuvieron talleres están interesados en continuar con la búsqueda de oportunidades para trabajar en Costa Rica, particularmente con el AyA.

### 3. Objetivos

- General:
  - Dar continuidad a la cooperación establecida en el 2017 entre el AyA y la TUD, así como la transferencia de conocimientos en las oportunidades de recarga acuífera gestionada en Costa Rica (tesis doctoral de interés institucional desarrollado por el Ing. Bonilla).
  
- Específicos:
  - Realizar talleres con los distintos institutos del Departamento de Ciencias Hídricas de la TUD en seguimiento de los temas de cooperación planteados en el 2017 según la nota PRE-CAI-2017-00023.
  - Identificar nuevos temas que puedan ser de interés institucional para cooperar en investigación con la TUD y otros actores interesados en Alemania (UNU-FLORES, HTW y BGR).
  - Transferencia de conocimientos respecto al tema de investigación doctoral del Ing. Bonilla (oportunidades de recarga acuífera gestionada en Costa Rica) con la TUD, específicamente con los estudiantes de los cursos a nivel de maestría internacionales: "Ciencias hídricas e ingeniería" y "Agua subterránea y cambio global - impactos y adaptación".

### 4. Desarrollo del Informe

- Antecedentes

El Dr.-Ing. Catalin Stefan visitó el país en septiembre del 2017 con el objetivo de identificar posibles socios para realizar investigación por parte de la TUD en la gestión del recurso hídrico en Costa Rica, específicamente en MAR. Esta visita fue gestionada por parte por el AyA, donde se realizó una gira para reconocer la infraestructura de los sistemas Flamingo y Tamarindo en la Región Chorotega, además de Zagala, San Mateo y la Línea de Ojo de Agua en la Región Pacífico Central. En este último se evaluó la oportunidad de realizar un proyecto de MAR en la investigación doctoral del Ing. Bonilla.

Durante la visita, se realizaron talleres con la Universidad Nacional (UNA), Tecnológico de Costa Rica (TEC) y la Universidad de Costa Rica (UCR). La visita concluyó con la presentación del potencial identificado por el Dr. Stefan para realizar MAR en Costa Rica y con un taller con personal de la SAID del AyA, donde se exploraron a fondo los posibles temas de cooperación que fueran de interés del AyA. Estos temas fueron discutidos a lo interno de la Subgerencia y formalizados en el oficio PRE-CAI-2017-00023. Según este oficio, para el AyA son de interés los siguientes temas (expresado en orden de prioridad para el AyA):

1. Dinámica de la intrusión salina,

2. Almacenamiento estacional de agua,
3. Mejoramiento de la calidad del agua mediante filtración ribereña,
4. Capacitación,
5. Mejoramiento de la calidad del agua
6. Calidad de agua: potabilización y tratamiento de aguas residuales.

Además de estos temas, el Grupo de Investigadores Jóvenes INOWAS está interesado en la transferencia de conocimientos respecto al tema de investigación doctoral del Ing. Bonilla (oportunidades de recarga acuífera gestionada en Costa Rica). Esta investigación evalúa el potencial que tiene las técnicas de la MAR en las condiciones ambientales de Costa Rica. Se realizó el análisis en tres escalas: país, regional y experimental.

- Agenda de la actividad

En las dos semanas se realizaron un total de ocho talleres; dos con el Grupo de Investigadores Jóvenes INOWAS, tres con los institutos del Departamento de Ciencias Hídricas de la TUD y tres otros institutos. Los dos talleres con el Grupo de Investigadores Jóvenes INOWAS se realizaron al principio y final del viaje al exterior. En el primero se plantearon los avances y nuevos proyectos que desarrolla el grupo liderado por el Dr. Stefan. Entre ellos sobresalen la implementación en red de la herramienta de simulación numérica para el modelado de acuíferos y otras herramientas. Por parte del AyA se presentaron los resultados de la investigación doctoral del Ing. Bonilla. En ambos talleres participaron todos los integrantes del Grupo de Investigadores Jóvenes. En el último taller se discutieron los principales hallazgos y oportunidades identificados en esta misión.

Respecto a los institutos de la TUD, se realizaron talleres con los Institutos de Gestión del Agua Urbana e Industrial (ISI, siglas en alemán), de Agua Subterráneas (IGW, siglas en alemán) y de Gestión de Residuos y Economía Circular (IAK, siglas en alemán). Por un conflicto de agendas, solo se realizó el taller con el grupo de trabajo de redes complejas del ISI, sin embargo, los otros grupos de trabajo mostraron interés en la temática y quieren establecer un primer acercamiento en el futuro. Por otra parte, se desarrollaron tres talleres con los institutos ajenos a la TUD. Entre estos se cuenta con la Agencia Alemana de Cooperación Internacional en Guatemala (GIZ), el Instituto de Ciencias Geológicas y Recursos Naturales de Alemania (BGR, siglas en alemán), la Universidad de Ciencias Aplicadas de Dresde (HTW, siglas en alemán) y el Instituto para la Gestión Integral de Flujos de Materiales y de Recursos de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU– FLORES). En el desarrollo de la agenda se marcan estos talleres en azul y con la abreviatura utilizada en esta parte del informe.

Además de los talleres se realizaron cinco sesiones de transferencia de conocimientos del Ing. Bonilla hacia la TUD. Tres de estos se realizaron con el personal de INOWAS, específicamente con respecto a la identificación de sitios con alto potencial para proyectos MAR, la utilización de las guías australianas de MAR a nivel regional y el modelo físico y numérico para experimentos del efecto de la rejilla en pozos de inyección. Una sesión de transferencia de conocimiento se realizó con los estudiantes de las maestrías internacionales: "Ciencias hídricas e ingeniería" y

"Agua subterránea y cambio global - impactos y adaptación" y otra con el IGW. Las sesiones de transferencia de conocimiento se marcan con color verde en el desarrollo de la agenda.

Lamentablemente, cuatro de los talleres que se tenían previstos no se pudieron realizar por problemas de agenda. Por este motivo es que algunos días "se liberaron" y no se realizó alguna actividad específica (taller de trabajo o sesión de transferencia de conocimientos). Estos corresponden al taller con el Centro Internacional de Evaluación de Recursos de Aguas Subterráneas (IGRAC) de la UNESCO y con los institutos de Química del Agua (IFW) Hidrobiología (HB) e Hidrología y Meteorología (IHM) de la TUD. Estos días se marcan "libre" en el desarrollo de la agenda.

En la siguiente se presenta un resumen de los principales temas y resultados discutidos en los talleres. En todos los talleres se realizó una presentación del AyA por parte del Ing. Bonilla, seguida por una presentación del instituto de Alemania. La presentación del Ing. Bonilla se omite en la tabla.

#### Resumen de los talleres entre el AyA y diversas instituciones en Alemania

Instituto	Participantes	Puntos tratados
Grupo de Investigadores Jóvenes INOWAS	Dr.-Ing. Catalin Stefan M.Sc. Jana Glass Dipl. Thomas Fichtner Dipl. Jana Sallwey M.Sc. Aybulat Fatkhutdinov Dipl. Ralf Junghanns M.Sc. Felix Barquero	<ol style="list-style-type: none"> <li>Seguimiento a los temas priorizados por el AyA (PRE-CAI-2017-00023).</li> <li>Proyecto de investigación entre la TUD y la UNA en Costa Rica, a comenzar a mediados de este año. Este estudiará la dinámica de la intrusión salina en Guanacaste así como alternativas de abastecimiento a comunidades que habitan islas en la misma provincia.</li> <li>Estandarización de la metodología para identificación de sitios potenciales para MAR y determinación de criterios más utilizados frecuentemente.</li> <li>Propuesta para liderar el grupo de trabajo de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (IAH, siglas en inglés) por parte del Ing. Bonilla en la temática del punto anterior (3).</li> <li>Posibilidades de establecer un piloto de MAR en la quinta Enricon de Orotina, como se propone en la investigación doctoral.</li> <li>Redacción de un capítulo respecto a la determinación de la idoneidad de este proyecto piloto para una recopilación de oportunidades de MAR en el mundo.</li> </ol>
Instituto de Gestión del Agua Urbana e Industrial, TUD (ISI)	Dr.-Ing. Catalin Stefan M.Sc. Julian Reyes	<ol style="list-style-type: none"> <li>Presentación de la investigación doctoral del M.Sc. Reyes en redes complejas.</li> <li>Posibilidad de cooperación con el AyA en la implementación de la teoría de redes en las redes de alcantarillado del país.</li> </ol>

		<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Facilitar los planos de las redes de alcantarillados que opera el AyA en caso de ser aprobado por la administración superior.</li> <li>4. El Director del Instituto salió del país, pero está interesado en explorar las oportunidades de investigación que el puedan existir con el AyA y Costa Rica.</li> </ol>
Agencia Alemana de Cooperación Internacional en Guatemala (GIZ)	<p>M.Sc. Harald Himsel</p> <p>Dr.-Ing. Catalin Stefan</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se presentó el trabajo del Programa de Desarrollo Rural y Adaptación al Cambio Climático de la GIZ en Guatemala.</li> <li>2. Una de las alternativas que la GIZ está evaluando es la implementación de sistemas de MAR en el área conocida como “el corredor seco” en Guatemala.</li> <li>3. Se discutió el marco legal del agua en Guatemala, y la situación en Costa Rica.</li> <li>4. El director del programa extendió una invitación al Ing. Bonilla para discutir las oportunidades de MAR con los ministerios de Guatemala involucrados en la gestión del recurso hídrico.</li> </ol>
Instituto de Agua Subterránea, TUD (IGW)	<p>Prof. Dr. Rudolf Liedl</p> <p>JProf. Dr. rer. nat. Marc Walther</p> <p>Dr.-Ing. Falk Händel</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se presentaron las líneas de investigación del instituto. Estas son: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) isótopos estables (C, H, O y N). Con el C y el N se puede determinar el origen de contaminación en acuíferos.</li> <li>b) Remediación de aguas de minería.</li> <li>c) Proceso de depuración de aguas por medio de infiltración. Específicamente se está trabajando en un proyecto para estimar el efecto de la precipitación en las zanjas de infiltración de unidades de tratamiento descentralizados.</li> <li>d) Trazadores naturales (conductividad eléctrica e isótopos).</li> <li>e) Flujo en acuífero kársticos.</li> <li>f) Influencia de las fuentes en la formación de</li> <li>g) Procesos de intrusión salina.</li> </ol> </li> </ol>
Instituto de Ciencias Geológicas y Recursos Naturales de Alemania (BGR)	<p>Dr.-Ing. Catalin Stefan</p> <p>M.Sc. Jana Glass</p> <p>Dipl. Thomas Fichtner</p> <p>Dipl. Ralf Junghanns</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Interés por parte de la BGR en participar en investigación en la dinámica de la intrusión salina.</li> <li>6. La BGR ha desarrollado modelos físicos para estudiar el fenómeno de la intrusión salina y su remediación. Es posible reproducir estos en Costa Rica para estudiar la dinámica de este fenómeno en el país.</li> <li>7. Se recomendó el contacto con la red REDICA para cooperación científica con Costa Rica y Centroamérica.</li> </ol>
Instituto de Gestión de Residuos y Economía Circular, TUD (IAK)	<p>Prof. Dr.-Ing. habil. Christina Dornack</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Procesos de gestión de residuos en Alemania y Costa Rica.</li> <li>2. Proyecto de caracterización de la composición y cantidades de residuos en Guatemala (junto a UNU-FLORES), Nepal y Vietnam. Este es un proceso fundamental para determinar si hay valorizables (economía circular).</li> </ol>

		<p>3. Proyecto de mezcla de lodos de plantas de aguas residuales con otros residuos (agrícolas) para crear productos valorizables.</p> <p>4. En Alemania, a pesar de que estos lodos tienen altos contenidos de nutrientes, no se puede utilizar por el contenido de fármacos. Se incineran.</p> <p>5. Sistemas de digestión mixta de lodos: el caso de la cervecería Radeberg.</p>
<p>Universidad de Ciencias Aplicadas de Dresde (HTW)</p>	<p>Prof. Dr.-Ing. Thomas Grischek Dr.-Ing. Catalin Stefan</p>	<p>1. Discusión sobre las diferencias en la identificación de sitios potenciales para filtración ribereña respecto a otras técnicas de MAR.</p> <p>2. Se presentaron las líneas de investigación de la HTW:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Presentación de técnicas de remoción de Fe por medio de inyección de un oxidante.</li> <li>b) Eficiencia energética, reconstrucción y rehabilitación de pozos de extracción.</li> <li>c) Presencia de pesticidas en aguas de consumo (proyecto de investigación propuesto el año pasado con el IFW y un socio de Costa Rica).</li> </ul> <p>3. El Prof. Grischek visitará Costa Rica del 23-27 de julio de 2018. Él está interesado en dar una charla en el AyA alguno de estos días, y se podría organizar un taller de seguimiento.</p>
<p>Instituto para la Gestión Integral de Flujos de Materiales y de Recursos de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU-FLORES)</p>	<p>Prof. Dr. Hiroshan Hettiarachchi Dr. Lulu Zhang Dr. Serena Caucci Dr.-Ing. Catalin Stefan</p>	<p>4. Presentación de la Universidad de las Naciones Unidas, sus institutos y las principales líneas de investigación de la UNU-FLORES, estos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Nexos entre los recursos suelo, agua y residuos.</li> <li>b) Impacto del cambio climático y uso del suelo en el balance hídrico y en los suelos.</li> <li>c) Monitoreo de los cambios en el suelo (considerado como constante en muchos modelos).</li> <li>d) Políticas en la interacción agua-suelo. Normalmente regulado desde dos aristas distintas.</li> <li>e) Recurso residuos (valorizables), con énfasis en los residuos del tratamiento de las aguas residuales y residuos sólidos.</li> <li>f) Reutilización del agua residual. Enfoque en medidas de seguridad sanitaria y contaminación potencial.</li> <li>g) Lodos del tratamiento de aguas residuales (caso Guatemala con el IAK).</li> <li>h) Servicios ecosistémicos en el sector agua.</li> <li>i) Unificación de políticas mundiales en calidad de agua potable.</li> </ul>

- Desarrollo de la Agenda: Sesiones (Diarias)

Día	Lunes 9	Martes 10	Miércoles 11	Jueves 12	Viernes 13
Mañana	INOWAS	Libre	ISI	INOWAS	INOWAS
Tarde	INOWAS	Libre	GIZ	INOWAS	INOWAS
Día	Lunes 16	Martes 17	Miércoles 18	Jueves 19	Viernes 20
Mañana	IGW	Libre	HTW	FLORES	IGW
Tarde	BGR	IAK	Libre	Master	INOWAS
Leyenda	Taller		Transferencia		Libre

BGR Instituto de Ciencias Geológicas y Recursos Naturales de Alemania  
 GIZ Agencia Alemana de Cooperación Internacional en Guatemala  
 HTW Universidad de Ciencias Aplicadas de Dresde  
 IAK Instituto de Gestión de Residuos y Economía Circular  
 IGW Instituto de Agua Subterránea,  
 INOWAS Grupo de Investigadores Jóvenes INOWAS,  
 ISI: Instituto de Gestión del Agua Urbana e Industrial,  
 FLORES Instituto para la Gestión Integral de Flujos de Materiales y de Recursos de la Universidad de las Naciones Unidas

- Visitas realizadas

No se gestionó visita alguna, más allá de la visita a las instituciones para realizar los talleres y sesiones.

## 5. Conclusiones

- Todos los institutos con los que se sostuvo un taller mostraron un gran interés en las oportunidades de cooperación con el AyA y Costa Rica.
- En base al proyecto de investigación entre la TUD y la UNA se tiene prevista la visita de una delegación de Alemania para los primeros meses del 2019. La TUD quiere reforzar las relaciones establecidas con el AyA durante la visita de esta delegación, así como definir una hoja de ruta, líneas de investigación y posibilidades de cooperación.
- El Prof. Grischek y el Prof. Hettiarachchi están interesados en visitar el país y tener talleres con el AyA y otros entes antes de esta visita (el primero en junio de 2018 y el segundo aún por definir). La Prof. Dornack también está interesada en visitar el país, aún no ha definido la fecha.

- El Ing. Bonilla será propuesto para liderar el grupo de trabajo en la estandarización de la metodología para la identificación de sitios potencial de MAR ante la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (IAH, siglas en inglés).
- La GIZ extendió una invitación al Ing. Bonilla para presentar las oportunidades de MAR en Guatemala.
- Si el AyA lo considera oportuno, existe la posibilidad de cooperación con el ISI en la implementación de la teoría de redes en las redes de alcantarillado del país.

## 6. Observaciones

Existen muchas oportunidades de investigación aplicada entre los institutos visitados y el AyA. Se señala entre ellos:

1. Valorización de residuos (lodos de plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales) y tratamiento mixto de lodos;
2. Caracterización del recurso hídrico (isotopos, calidad del agua-agroquímicos y trazadores);
3. Dinámica de intrusión salina y remediación;
4. Modelado de redes de alcantarillado (redes complejas) y aplicaciones web para simulación numéricas de sistemas acuíferos;
5. Oportunidades de filtración ribereña;
6. Interacción agua-suelo y el efecto de la infiltración de plantas descentralizadas.

Estos son solo uno de los temas potenciales, entre muchos otros. Se considera oportuno discutir el abanico de oportunidades de líneas de investigación para priorizar y definir responsables de la continuidad de esta visita. Así mismo, se hace indispensable que la investigación se reconozca como una tarea más del quehacer institucional y se reconozca la ventaja que tiene dedicar tiempo a esta.

Se rescata el reconocimiento de la investigación doctoral realizada por el Ing. Bonilla y de la importancia que este tema tiene para el Instituto y el país. La GIZ en Guatemala quiere replicar este ejercicio en la zona que estudia, y la UNU-FLORES señaló la validez de contar con investigación aplicada de alto nivel en el país socio. Como se definió en el oficio SGG-2014-1314, la investigación doctoral del Ing. Bonilla es de interés institucional. Esta investigación (sobre las oportunidades actuales de recarga acuífera gestionada en el país) posiciona al AyA internacionalmente como referente en temas de gestión del recurso hídrico.

7. Anexos

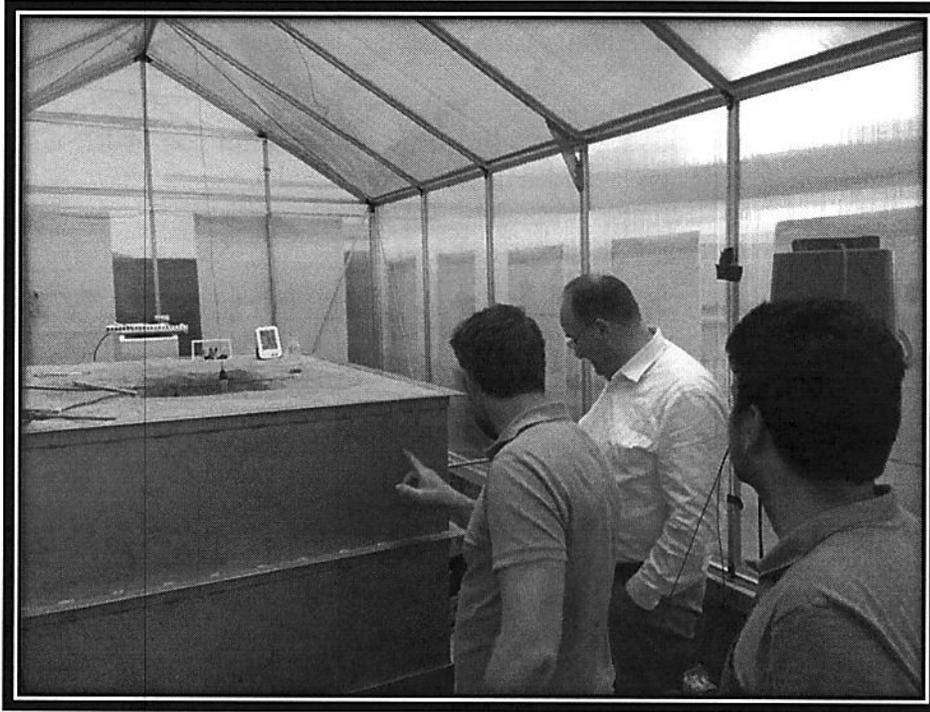


Fig. 1. Experimento de infiltración.



Fig. 2. Taller de trabajo con la UNU-FLORES.



Fig. 3. Transferencia de conocimientos a los estudiantes de maestría.

*José Pablo Bonilla*

José Pablo Bonilla Valverde

Dirección Desarrollo Físico

UEN PC – SAID - AyA

**Nota:**

*Todo informe de viaje debe estar firmado por los funcionarios que participaron en la misión correspondiente.*

