

Ingenieros sin fronteras: Un espacio académico para proyectos auto-sostenibles en torno a comunidades marginales

*Engineering without borders:
an academic space for self-sustainable projects in marginalized communities*

*María Catalina Ramírez, Juan Pablo Sanabria Céspedes
y Diana María Duarte Gomez*

Ingenieros Sin Fronteras Colombia - ISF-COL, es un grupo de investigación que busca vincular a estudiantes, profesores y profesionales de distintas ramas, que buscan trabajar proyectos de ingeniería con impacto social, siempre bajo la concepción de diseñar propuestas que sean sostenibles, económica y culturalmente viables para atender necesidades insatisfechas o potencializar las capacidades de comunidades marginales en Colombia. Este artículo presenta el desarrollo, estructura y evolución del grupo de trabajo y cómo éste está diseñado para que sus participantes conciban propuestas innovadoras y auto-sostenibles en temas como agua, medio ambiente, recursos naturales y emprendimiento. Al finalizar se realiza un análisis del impacto de este tipo de proyecto y la importancia en la académica de este tipo de espacios de formación.

Engineers Without Borders Colombia - EWB-COL, is a research group that join students, teachers and professionals from different fields, looking forward to work engineering projects with social impact, they are always based on proposals that are sustainable, economic and culturally viable to address unmet needs or potentiate the capabilities of marginalized communities in Colombia. This paper presents the development, structure and evolution of the research group and how it is designed for participants to develop innovative and self-sustainable proposals in areas such as water, environment, natural resources and entrepreneurship. At last, we present an analysis of the impact of this type of project and the importance of those projects in academic training spaces.

Descriptorios / Key words

Innovación, sostenibilidad, ingeniería aplicada, empoderamiento y comunidad.
/ Innovation, sustainability, applied engineering, empowerment and community.

Ingenieros sin fronteras: Un espacio académico para proyectos auto-sostenibles en torno a comunidades marginales

*Engineering without borders:
an academic space for self-sustainable projects in marginalized communities*

*María Catalina Ramírez
Profesor Asociado. Departamento de Ingeniería Industrial.
Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia (Contact author)
mariaram@uniandes.edu.co*

*Juan Pablo Sanabria Céspedes
Asistente Graduado. Departamento de Ingeniería Industrial.
Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia
jp.sanabria81@uniandes.edu.co*

*Diana María Duarte Gomez
Asistente Graduado. Departamento de Ingeniería Industrial.
Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia
dm.duarte29@uniandes.edu.co*

1. Introducción

Colombia es un país rico en recursos naturales, con una biodiversidad inigualable, de abundantes fuentes hídricas y ecosistemas endémicos (Correa, H. D, Ruiz, S. L. y Arévalo, L. M., 2005). En contraposición, el país padece de distintas problemáticas sociales y ambientales como el desplazamiento, el reclutamiento infantil en las fuerzas armadas, el secuestro, el desempleo, y condiciones de marginalidad e inequidad en la población (UNESCO, 2011). En lo que respecta al medio ambiente, en Colombia se presenta minería ilegal, tala indiscriminada, cultivos ilegales, ganadería extensiva, entre otros (Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial, 2010). Actualmente, las políticas y planes de Gobierno están enfocados en el desarrollo del país, buscando impulsar las ventajas que posee el país mediante el desarrollo de proyectos en áreas como: Innovación, infraestructura, minería e innovación (Santos, 2010).

A pesar de la existencia de un interés generalizado por la búsqueda de la adecuada utilización de los recursos naturales, se puede percibir un amplio margen de desconocimiento en cuanto a prácticas que se orienten en este sentido por parte de los estudiantes y futuros líderes del país. Dando respuesta a lo anterior, la Universidad de los Andes, líder en ciencias e ingeniería y con una infraestructura técnica privilegiada, y la Corporación Universitaria Minuto de Dios, con un sentido social y una amplia cobertura en el país, crearon hace

ya 5 años el grupo Ingenieros Sin Fronteras Colombia. Este escenario dispone de espacios de formación académicos para estudiantes de ingeniería y trabajo social, que estimulan en sus participantes la formulación de proyectos auto-sostenibles, con sentido social y medioambiental a partir de la aplicación de sus propios conocimientos.

En estos espacios colaborativos, estudiantes, profesores y profesionales trabajan de la mano de comunidades vulnerables en la búsqueda de soluciones que permitan la satisfacción de necesidades básicas por medio del empoderamiento y generación de ciclos de aprendizaje.

A continuación, se presenta la concepción, el sentido, la metodología, los espacios y la estructura de Ingenieros Sin Fronteras Colombia, al igual que dos casos de éxito con comunidades que incluyen la experiencia de los estudiantes y de la comunidad en el desarrollo de estos.

2. ¿Qué es Ingenieros Sin Fronteras?

Ingenieros sin Fronteras - Colombia ISF COL es una organización constituida por la Universidad de los Andes y la Corporación Universitaria del Minuto de Dios, cuyo propósito es el de mejorar la calidad de vida de comunidades marginales del país mediante proyectos de ingeniería que sean sostenibles, económica y culturalmente viables, y que permitan así mismo desarrollar en los estudiantes una conciencia social y medioambiental.

Para lo anterior, se vinculan comunidades vulnerables, profesores, estudiantes y profesionales de las dos universidades, que por medio de una visión holística, proponen soluciones integrales dónde se unen transferencias tecnológicas con estrategias de intervención comunitaria. Todo esto se realiza en un contexto de investigación científica que busca generar conocimiento promoviendo así la justicia social.

Las intervenciones de ISF COL buscan estar siempre alineados con los planes de la administración estatal y con los *Objetivos de Desarrollo del Milenio* (Ver Tabla 1) propuestos por la Organización de Naciones Unidas (ONU).

Erradicar la pobreza extrema y el hambre
Educación universal
Igualdad entre los géneros
Reducir la mortalidad de los niños
Mejorar la salud materna
Combatir el VIH/SIDA
Sostenibilidad del Medio Ambiente
Fomentar una asociación mundial

Tabla 1. Objetivos de Desarrollo del Milenio.
Fuente: ONU - Organización de Naciones Unidas.

2.1. Principios de Trabajo

- Los proyectos de ISF COL se realizan con la comunidad y se encuentran siempre alineados con los dictámenes de las Instituciones del Estado: es de vital importancia que el proceso de construcción de soluciones se haga progresivamente con los actores que están directamente inmiscuidos.
- ISF COL es un proyecto educativo: Se busca formar ingenieros profesionales que sean conscientes de la realidad social del país independientemente del lugar y momento en que desempeñen su profesión.
- ISF COL propone soluciones que sean técnicamente viables y culturalmente apropiadas: Las soluciones siempre son evaluadas desde el punto de vista tanto técnico como de adaptación a las características de la comunidad destino.
- ISF COL es un proyecto de investigación aplicada: la investigación, la implementación y el monitoreo sobre las actividades se realiza de manera metodológica y estructurada.
- ISF COL parte de pequeñas acciones con el fin de mostrar resultados, aprender de la experiencia y procede posteriormente a buscar acciones de mayor impacto.
- ISF COL investiga, fomenta y realiza acciones en pro de la consolidación de una red de cooperación interinstitucional, bien sea con el estado, las universidades, empresas privadas y demás actores que apoyen o complementen la labor del equipo.
- Sostenibilidad: ISF COL busca siempre estar en constante innovación frente a la sostenibilidad de cada una de sus intervenciones. Es fundamental en este sentido el trabajo CON y no PARA la comunidad de forma que se pueda generar un factor de autonomía de parte de esta.

2.2. Metodologías de Trabajo

Las metodologías de trabajo empleadas por ISF-COL basadas en sus principios de trabajo, están diseñadas para acompañar procesos de investigación aplicada en contextos sociales. Las principales metodologías que se han implementado en los proyectos que se desarrollan son:

- *Metodología OCDIO*: Esta es una metodología de intervención en ingeniería que pretende dar a los estudiantes las herramientas necesarias para enfrentar de manera innovadora y flexible los problemas complejos de la sociedad. Para las problemáticas trabajadas, el grupo ha desarrollado los proyectos en seis fases: Observar, Concebir, Diseñar, Evaluar, Implementar y Operar. En la

aplicación de esta metodología, los estudiantes generan prototipos que son el resultado de un análisis sistémico de la situación problemática, de la integración con los conocimientos y del trabajo en equipo con enfoque innovador (Ramírez et al., 2008).

- *Participatory Action Research (PAR)*: Es una metodología de desarrollo de proyectos en los que interviene la comunidad y la institución encargada de realizar la investigación. La comunidad participa en la evaluación de su problema y en la implementación de los proyectos generalmente enfocados a recursos naturales y su sostenibilidad. Este método es apropiado para trabajar con comunidades vulnerables porque ayuda a la emergencia de respuestas sostenibles, genera un cambio progresivo en la sociedad, aumenta el grado de participación de la comunidad permitiendo realizar realimentación y ajustes a las propuestas. Además, PAR le permite a las instituciones educativas abrirse a problemas reales y buscar soluciones integradas con procesos de enseñanza e investigación que involucran a todos los actores (Ramírez et al., 2010).

- *Gamification*: Es el proceso de utilizar un juego, dinámica o actividad en donde se realizan diferentes mecánicas para atraer a los participantes y así lograr comportamientos deseados en ellos, dando como resultado, soluciones a problemáticas determinadas. Se busca que el participante incorpore dichos comportamiento en su diario vivir a través de la experiencia de juego que diseñan los investigadores (Kapp K.M., 2012).

2.3. Propósitos

Ingenieros Sin Fronteras Colombia persigue objetivos específicos para cada uno de los actores que trabajan en los proyectos: comunidad, estudiantes y profesores. El desarrollo de las iniciativas fomenta los siguientes propósitos:

- *Para la Comunidad*
 - Participar activamente en la planeación y diseño de las soluciones.
 - Adquirir conocimientos técnicos y de gestión, de manera que se puedan aplicar en varios contextos.
 - Desarrollar autonomía sostenible en torno a soluciones de ingeniería.
 - Favorecer la unión interna y el trabajo conjunto.

- *Para los Estudiantes*
 - Desarrollar habilidades de trabajo interdisciplinario, trabajo en equipo, comunicación e investigación en contextos reales colombianos.
 - Innovar y proponer soluciones en conjunto con profesores y comunidades.
 - Realizar investigación con estudiantes y profesores de otras reconocidas organizaciones y escuelas de ingeniería en el mundo

- *Para Profesores*
- Desarrollar e innovar con soluciones técnicamente viables y culturalmente apropiables.
- Diseñar e implementar modelos pertinentes para el trabajo mancomunado entre la Universidad-Comunidad-Estado.
- Realizar investigación aplicada con colegas de otras reconocidas organizaciones y escuelas de ingeniería en el mundo.

3. Modelo de la Organización para la sostenibilidad

Con fines de dar una perspectiva más clara de los componentes esenciales del modelo ISF COL, se utilizará la herramienta TASCOI (Espejo et al., 1999):

- Transformación
El proceso de transformación comprende tres niveles, cada nivel requiere de un insumo que es convertido en el resultado esperado por el equipo de trabajo:
 - Transformar los conocimientos de estudiantes y profesores de ingeniería, la inversión de las personas y empresas que realizan donaciones a la organización y los materiales, en soluciones de ingeniería aplicadas que mejoren el nivel de vida de las comunidades menos favorecidas.
 - Transformar a los estudiantes que participan en los proyectos sostenibles, en personas con sensibilidad social y medioambiental.
 - Transformar recursos de la organización (ej. Inversiones, recursos humanos, entre otros), en una firma sostenible a largo plazo.
 - Transformar la perspectiva de desarrollo de comunidades vulnerables, de forma que comprendan su gran potencial cuándo se unen frente a un propósito y lo persiguen con esfuerzo.
- Actores
Los principales actores en los proyectos son los estudiantes y los profesores que conforman el equipo gerencial de los proyectos, en el Diagrama 1 se pueden apreciar la estructura formal que se emplea.

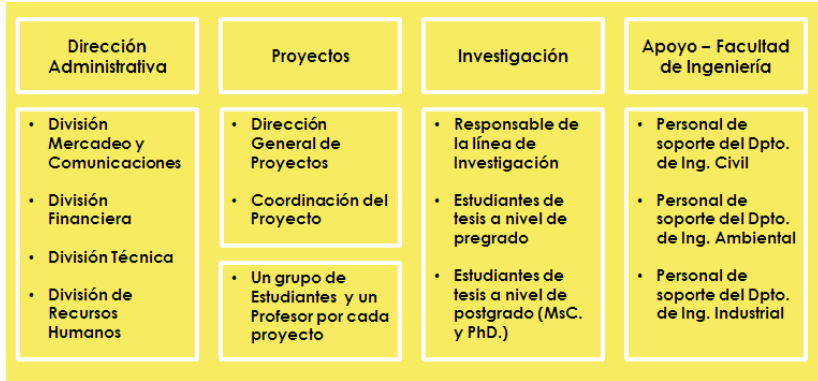


Diagrama 1. Estructura de los actores en un proyecto.

- Suministros
 - Organizaciones que proveen recursos financieros: Universidades y nuevas fuentes de financiación.
 - Recursos de planta física de las universidades (salones, equipos, laboratorios, etc.)
 - Empresas que proveen materias para la implementación de las soluciones.
 - Espacios que provee la comunidad.

- Clientes
 - Comunidades con las que se hace la implementación de los proyectos.
 - Estudiantes de ingeniería que deben concebir e implementar proyectos de ingeniería en conjunto con las comunidades.

- Organizadores

Este papel lo asumen las Universidades/Facultades de Ingeniería, quienes deben revisar que la organización esté dando los resultados esperados (avance de los proyectos y correcta consecución).

- Intervinientes

En cuanto al desarrollo de los proyectos, el ente encargado de supervisar y vigilar los procesos efectuados por el grupo de investigación es el Gobierno, estableciendo la normativa, las dependencias y los límites que puede abarcar ISF-COL. Adicionalmente, ONG's, grupos armados al margen de la ley y otros grupos de ingenieros sin fronteras a nivel internacional pueden también influir en el proceso investigativo.

4. Modelo de Formación para la Sostenibilidad

Ingenieros Sin Fronteras Colombia- ISF COL ha diseñado distintos espacios académicos, que giran en torno al objetivo de desarrollar proyectos sostenibles, trabajo directo con la comunidad, sostenibilidad, innovación e ingeniería aplicada. Como se describía anteriormente, el modelo de formación que ha garantizado sostenibilidad y desarrollo de las comunidades es una integración de *OCADIO* y de *PAR*. En algunos casos se vinculan criterios de *Gamification* para reforzar la participación de los vinculados al proyecto. ISF COL desarrolla el proyecto de innovación en el contexto de seis (6) fases de ingeniería: **Observar, Concebir, Diseñar, Evaluar, Implementar y Operar**:

- El grupo de ISF-COL observa la vulnerabilidad de las diferentes comunidades con problemas asociables a temáticas como agua por ejemplo. En esta etapa realiza una aproximación a la problemática determinada mediante la **participación activa** de los posibles afectados y el intercambio de ideas con expertos e investigadores.
- Una vez realizada la observación preliminar, los participantes **conciben** la formulación de una solución primal a la realidad observada; esta concepción requiere de un fuerte énfasis en el desarrollo de ejercicios de creatividad e innovación que permitan que la tecnología propuesta sea adecuada para la comunidad intervenida (es en esta la parte de inclusión de dinámicas de *gamification*).
- Después de mínimo una fase de evaluación de la solución primal planteada, se prosigue con la fase de **diseño participativo** del prototipo y una propuesta inicial de implementación de la tecnología.
- Posteriormente, por medio de la asesoría de profesores y expertos se profundiza en el desarrollo de la solución. En esa medida, se realiza el diseño con mayor precisión del prototipo a **implementar**. Consecuentemente se implementa y posteriormente se **opera**. Durante todo el proceso la eficiencia del prototipo es evaluada periódicamente.

Para lo anterior, se han diseñado espacios formales de educación en ingeniería donde todos los proyectos son desarrollados bajo los parámetros anteriormente explicados. A continuación se presentan los diferentes ámbitos por medio de los cuales se desarrollan los proyectos:

Ingenieros sin fronteras

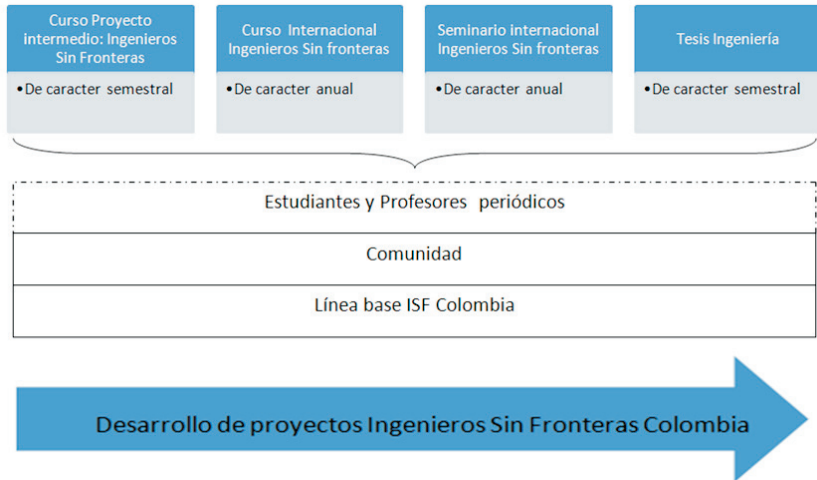


Diagrama 2. Espacios académicos de Ingenieros Sin Fronteras.

4.1. Curso Proyecto Intermedio: Ingenieros Sin Fronteras

Proyecto intermedio es un espacio impartido por la facultad de ingeniería de la Universidad de los Andes, mediante el cual estudiantes de mínimo mitad de carrera sus primeros semestres de estudio. Una de las opciones a elegir, es Proyecto intermedio Ingenieros Sin Fronteras, donde los estudiantes durante el semestre en que toman el curso, hacen parte activa del desarrollo de los proyectos de ISF COL.

4.2. Curso Internacional Ingenieros Sin Fronteras

Durante el periodo inter-semestral (vacaciones de mitad de año) en la Universidad de los Andes se imparten algunos cursos, a lo largo de todas las facultades, de carácter intensivo. El curso Internacional Ingenieros Sin Fronteras, se configura como un espacio donde conferencistas y talleristas nacionales e internacionales, presentan temáticas, proyectos, práctica y experiencias, relacionadas con el desarrollo de proyectos con comunidades vulnerables. Al final del curso, los estudiantes presentan propuestas de soluciones a diferentes problemáticas, que pueden posteriormente ser parte de los proyectos que se desarrollan en ISF COL. Una de las características principales de este curso, radica en el hecho de que es abierto a la participación de estudiantes de tres universidades colombianas: Universidad de los Andes, Corporación Universitaria minuto de Dios y Universidad Nacional de Colombia. Esta mezcla permite que se generen intercambios interesantes y multidisciplinarios que posteriormente derivan en la elaboración de buenas ideas y redes institucionales.

4.3. Seminario Internacional Ingenieros Sin Fronteras

El seminario es un espacio donde estudiantes y personas externas comparten y debaten durante tres días, temáticas que se relacionan con el papel de la ingeniería y el desarrollo de proyectos con comunidades vulnerables. El seminario permite la generación de redes interinstitucionales, transferencia de conocimiento y de iniciativas para desarrollo de futuros proyectos.

4.4. Tesis de Ingeniería

Se presenta como un espacio donde los estudiantes de pregrado, maestría o doctorado interesados en ISF-COL pueden realizar sus tesis bien sea en conjunto con los proyectos que se están desarrollando o con propuestas propias que estén alineadas a ISF COL. La idea de este espacio es que los estudiantes puedan apoyar los distintos proyectos a partir de su investigación y conocimiento, permitiendo así documentar los avances logrados, construir una base teórica y desarrollar ciclos de aprendizaje Estudiante-Comunidad-Estudiante.

Todos los anteriores espacios permiten que exista un flujo constante y diverso de personas (denominados aquí como estudiantes y profesores periódicos) que participan en el desarrollo de los proyectos de Ingenieros Sin Fronteras Colombia. Las nuevas ideas y perspectivas que se generan por medio de este tránsito fomentan la innovación y la nutrición de las metodologías de sostenibilidad de las prácticas.

Así como existe este flujo constante de personas, también existe en ISF COL, lo que se conoce como línea base. Este es un grupo de alrededor de 10 personas, quienes tienen un rol fijo dentro de la organización que consiste en coordinar y dirigir los proyectos.

Los anteriores espacios fueron diseñados en torno al papel de la ingeniería como promotor de desarrollo de las comunidades, en particular las más vulnerables. Por tanto, se espera que en cada espacio se logre:

- Identificar cuándo una comunidad es vulnerable y cómo la ingeniería puede contribuir a disminuir dicha vulnerabilidad.
- Reconocer el aporte de la ingeniería en el mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones vulnerables.
- Identificar herramientas metodológicas para la generación asertiva de redes de trabajo y cooperación.
- Identificar las problemáticas propias de comunidades marginales y diseñar sistemas innovadores para dichas problemáticas.

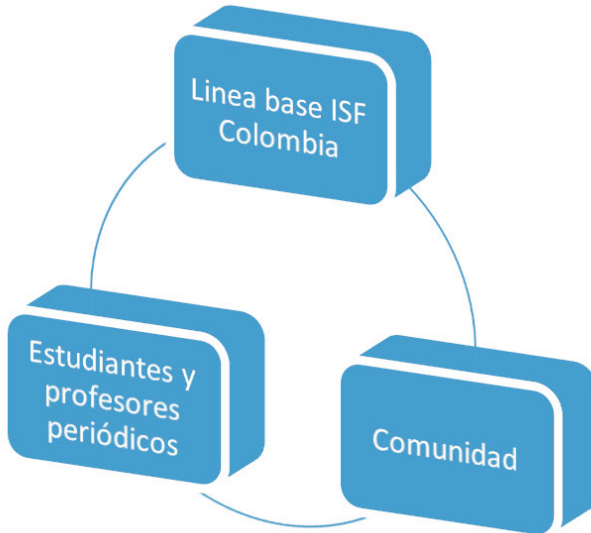


Diagrama 3. Principales actores del proceso.

Adicionalmente, en coherencia con el objetivo de acreditación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, este curso tiene las siguientes metas ABET (ABET, 2012):

- Habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos para la toma de decisiones con restricciones reales, para satisfacer las necesidades económicas sociales, ambientales, políticas, de salud y de seguridad. (*Outcome C*)
- Habilidad para operar en equipos multidisciplinarios. (*Outcome D*)
- Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería (*Outcome E*)
- Adquirir los conocimientos para comprender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, ambiental y social. (*Outcome H*).

5. Proyectos Exitosos

Ingenieros Sin Fronteras Colombia ha desarrollado a lo largo de su trayectoria proyectos cuyo foco principal radica en la búsqueda de una mejor gestión y aprovechamiento del agua. Se presentarán a continuación dos proyectos desarrollados por el equipo ISF COL en lugares diferentes del país y con objetivos que aunque difieren, fueron gestionados con la misma metodología participativa ya presentada.

5.1. Mejora calidad de Agua en Guayabal de Síquima

Según el Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, el 27% de la población colombiana no tiene acceso a agua potable. Sin embargo, según la ONU, Colombia es el séptimo país con mayor acceso a recursos hídricos del planeta. Estas son dos realidades no consecuentes, que deben ser consideradas como una prioridad en el desarrollo y consecución de proyectos en comunidades vulnerables.

Teniendo en cuenta esta realidad nacional, el proyecto “**Mejora de calidad de Agua en Guayabal de Síquima**” logró, por medio de la implementación de una tecnología de filtración económica y socialmente factible, mejorar la calidad del agua de consumo de una población y fomentar en la comunidad la autonomía de apropiación necesaria.

La comunidad que fue destinada para implementar este proyecto, se encuentra ubicada a dos horas de la capital de la república, en la vereda Torres del municipio de Guayabal de Síquima, del departamento del Tolima. El agua de consumo de esta vereda es suplida desde un tanque localizado en una propiedad privada y proviene directamente de aguas lluvias; no recibe tratamiento alguno aunque se tiene ya conocimiento que no es apta para el consumo humano.

Para el proyecto se seleccionaron 17 familias ubicadas en la parte alta de la vereda y se desarrolló progresivamente en dos fases que abarcaron todo el año 2008. Es preciso aclarar que el proceso de acercamiento e intercambio con la comunidad en las instancias iniciales de los proyectos que se desarrollan en Ingenieros Sin Fronteras Colombia es bastante largo y progresivo. La importancia de estas experiencias radica en que poco a poco la comunidad con la que se realiza el proyecto, conoce a la organización y comienza a ser consciente de que la elaboración del proyecto se configura como una construcción de soluciones conjunta y un escenario de aprendizaje compartido.

Posterior al acercamiento inicial a la comunidad, se realizó un mapeo, y una visualización, de cada una de las casas escogidas, siendo de vital importancia entender no solo la forma técnica en cómo cada vivienda obtenía el agua, sino comprender su contexto cultural, su forma de vida y de pensamiento.

Posteriormente, teniendo en cuenta las características propias del agua de consumo de la vereda, se decidió implementar filtros de arena lentos, cuya característica principal se centra en la capacidad de remover los patógenos que generan diarrea y otras enfermedades debido a aguas contaminadas.

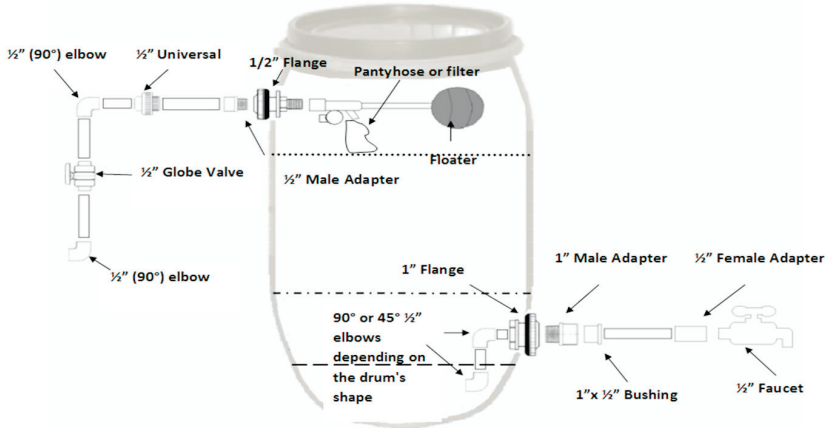


Imagen 1. Modelo del filtro de arena usado.

Premio Mundialo China- Colombia

El premio Mundialo de ingeniería 2009 organizado por la UNESCO y la multinacional Daimel buscaba prácticas que se realizaran en conjunta colaboración de dos culturas diferentes, y cuyo objetivo fuera la mejora de calidad de vida de comunidades vulnerables.

Gracias al contacto realizado por uno de los integrantes de ISC COL, se pudo facilitar lo que se conformaría como el proyecto “Agua para la vida” entre estudiantes y profesores del Engineering College de la Universidad de Nankai en China y profesores y estudiantes de Ingenieros Sin Fronteras Colombia.

El proyecto se constituyó como un espacio donde los dos grupos de personas, pertenecientes a territorios, culturas y pensamientos diferentes, se unieron con el fin de intercambiar conocimiento e implementar soluciones en ambos países que beneficiara a comunidades vulnerables. El objetivo principal del proyecto se orientó hacia la generación e implementación de propuestas de solución que permitiera a comunidades de ambos países obtener un agua de mejor calidad. En el caso de Colombia, fue en la vereda Torres, de Guayabal de Siquima y en el caso de China, tuvo lugar en la población de Wuqing, localizada en el distrito de Tianjin.

En el caso colombiano se continuó con la instauración de filtros lentos de arena que se focaliza en la prevención de aparición de microorganismos nocivos para la salud y en el caso chino se implementaron filtros de ósmosis inversa que permiten eliminar los compuestos químicos del agua. Es claro en consecuencia resaltar que fue imprescindible que cada uno de los filtros tuviera en cuenta las características propias del agua que estaban tratando.

Se evidenció a través de esta experiencia, como la cooperación internacional, y la transmisión de conocimiento, permitieron el desarrollo de mejores prácticas, dada la construcción conjunta de propuestas. Finalmente, con una participación de alrededor de 900 proyectos de todo el mundo, el proyecto “Agua para la vida” China- Colombia se alzó como uno de los 8 ganadores de la categoría Gold Award.

5.2. Tecnologías de Información y gestión del recurso hídrico en Guasca

A 45 minutos de la capital de Colombia, se encuentra el municipio Guasca del departamento de Cundinamarca. Este está localizado en una de las zonas más importantes de fauna y flora del país ya que los ecosistemas, debido a sus características particulares, son generadores de agua. Es tal su importancia, que tan solo esta región provee alrededor del 70% del agua de Bogotá.

El proyecto “Tecnologías de Información y gestión del recurso hídrico en Guasca” tuvo inicios a finales del año 2011, y se encuentra actualmente en vigencia. Su principal objetivo consiste en disminuir el uso indiscriminado de agua del municipio de Guasca por medio de la implementación de metodologías de participación en los colegios del municipio, (como lo es *Gamification*), y la utilización de tecnologías de información.

El mecanismo del proyecto, a grandes rasgos, se describe como el siguiente: Los estudiantes revisan semanalmente el registro de agua de su vivienda (índice de consumo de agua por hogar), e ingresan a una plataforma virtual llamada “*Ushahidi*” proporcionada por la empresa colombiana de Mensajería de texto, Inalambria. Allí geo-referencian, su vivienda en un mapa y transcriben el nivel de consumo de agua. Los estudiantes están organizados por grupos y compiten por el que logre ahorrar conjuntamente más agua en sus viviendas.

Los datos que son enviados por parte de los estudiantes, son depurados y analizados por el equipo ISF COL, teniendo así semana tras semana un reportaje de avances del estado de la competencia.

Es de vital importancia, encontrarse en constante intercambio y monitoreo con los estudiantes. Semana tras semana, el equipo ISF COL muestra los resultados parciales de la competencia, incentivando así, cambios en la estrategia de ahorro implementados por los estudiantes. Es importante resaltar también el papel que desarrollan los incentivos en la generación de competencias. Los ganadores al final del presente año escolar, recibirán premios y bonificaciones, académicas.

Los actores del proyecto se pueden dividir principalmente en tres: En primera instancia se encuentra el equipo ISF COL, definiéndose como el coordinador y el responsable del proyecto. Como segundo, se encuentran los colegios, cuyos roles se pueden dividir entre profesores, estudiantes y directivos: los

directivos de las instituciones educativas son los que permiten en primera instancia que el equipo ISF COL, pueda trabajar siendo en este sentido primordial crear una relación de cooperación y mutuo entendimiento donde sea claro que el proyecto se desarrolla con un objetivo educacional. Los profesores se presentan como los coordinadores in-situ del proyecto, resaltando la vital importancia de la existencia de líderes que monitoreen los proyectos, en la ausencia del equipo ISF COL. Los estudiantes, ficha fundamental del proyecto, son los que construyen en sí la práctica. Por último, se encuentra la empresa de mensajería de texto, Inalambria, siendo el proveedor de la plataforma que permite que exista una interacción organizada entre el equipo ISF y los estudiantes.

Los aspectos más relevantes del proyecto se pueden resumir en cuatro:

- Se buscar por medio de la competencia en estudiantes de colegio, fomentar el aprendizaje del cuidado del recurso hídrico, principalmente en una zona que se caracteriza por ser generadora de agua. Se planea como medidas de mediano y largo plazo, que esta práctica se amplió a colegios de diferentes zonas, crenado así un movimiento de aprendizaje nacional.
- El uso de tecnologías de información, como lo es la plataforma proporcionada por la empresa Inalambria, favorece no solo el uso efectivo del tiempo y la optimización de los recursos, también que los estudiantes de comunidades rurales comprendan que existen ventajas de herramientas como el internet que van más allá del uso que le dan en su cotidianidad.
- Incentivar en el equipo de profesores y estudiantes de ISF COL, aprendizaje en el ámbito de desarrollos de proyectos en comunidades vulnerables, y de trabajo de campo.

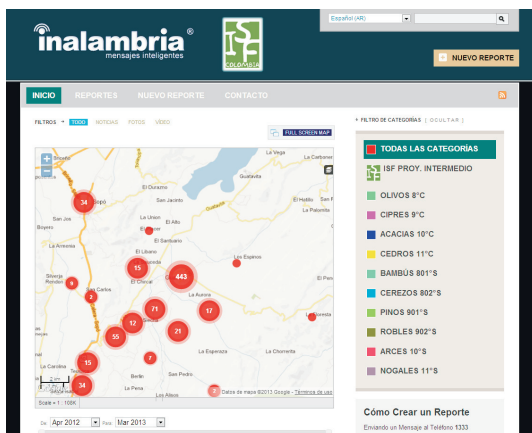


Imagen 2. Geo-referencia en general y por grado. Fuente: <https://inalambria.crowdmap.com>

6. Análisis

La sostenibilidad de los proyectos desarrollados por ISF-COL es el resultado de la integración del modelo de **organización ISF-COL** con el *modelo de formación ISF-COL*. Como se vio en la descripción teórica de los modelos y en algunos de los ejemplos citados, se han logrado de una forma efectiva:

- Integrar los diferentes saberes (comunidades, estudiantes, profesores)
- Generar procesos de desarrollo social de las comunidades
- Desarrollar tecnología sencilla que, apropiada por la comunidad, ha generado procesos sociales de autonomía
- Desarrollar actitud de innovación en ingeniería con impacto social en los estudiantes. Esto es importantísimo ya que varios de los egresados de este proceso ya están vinculados con proyectos macro de desarrollo sostenible en el país.

Así mismo se ha logrado continuidad, no solo en los proyectos, sino en el aprendizaje de trabajo técnico con impacto social en comunidades vulnerables y/o con potencial de desarrollarse.

7. Conclusiones

Los espacios colaborativos propuestos por Ingenieros Sin Fronteras Colombia han brindado la posibilidad de potenciar las capacidades y fortalezas de comunidades vulnerables, los proyectos adelantados en 5 años de formación de este grupo han teniendo un gran impacto en las comunidades intervenidas. Muchos de los productos, herramientas y modelos de los proyectos desarrollados en Ingenieros Sin Fronteras aún siguen su curso a pesar de la no presencia de ISF-COL, esto radica en el componente necesario que está detrás de todos los proyectos, que es la auto-sostenibilidad de la propuesta misma en base al empoderamiento de la comunidad.

Es indispensable en los proyectos con comunidades, entender las diferentes posiciones de los actores, sus relaciones y dinámicas, al igual que la cultura de la población; para garantizar la autosuficiencia de la población al ejecutar un proyecto, es necesario que está se sienta identificada con las soluciones de ingeniería propuestas por el equipo de trabajo, es por esto que la opinión de la comunidad es tenida en cuenta en todas las fases de desarrollo de la propuesta a implementar.

Para los estudiantes participantes del grupo de investigación la experiencia de trabajo directo con comunidades es muy enriquecedora, ya que ha marcado su proceso de formación profesional, resaltando en ellos la conciencia social y medioambiental, y dejando ver que si es posible transformar el conocimiento

teórico en grandes avances para el desarrollo del país a partir del trabajo práctico en este tipo de proyectos.

Bibliografía

Ramírez, C., Plazas, J., Torres, C., Pacheco, J.F. (2008). *Proyecto de innovación comunitaria-PIC: Una experiencia de trabajo de ingeniería multidisciplinaria e interuniversitaria para la comunidad*. Memorias de la Reunión Anual ACOFI.

Ramírez, C., Mereu, R. Bengo, I. Bejarano, A. & Silva, J. (2011). *Participative Methodology for local development: The contribution of Engineers without Borders Italy and Colombia towards the improvement of water quality in vulnerable communities*. Systemic Practice and Action Research, 24, (1), p. 45-66.

Kapp K.M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Gamed-based methods and strategies for training and education*. California, USA. ASTD.

ABET. (2012). *Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2011 - 2012*. <<http://www.abet.org/eac-current-criteria/>> [22/09/2012]

UNESCO Chair in Technologies for Development, 2012 International Conference (2012). *Technologies for Sustainable Development: A way to reduce poverty ?*. Suiza, EPFL Lausanne.

Correa, H. D, Ruiz, S. L. y Arévalo, L. M. (eds) 2005. *Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco - Colombia / 2005 - 2015 - Propuesta Técnica*. Bogotá D.C.: Corporinoquia, Cormacarena, I.A.v.H, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF - Colombia, GTZ - Colombia, p. 273.

Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Editores). 2010. *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia. p.609.

UNESCO. (2011). *Informe de Seguimiento de la EPT en el Mundo - Un crisis encubierta: conflictos armados y educación*. Ediciones UNESCO.

Santos, J.M. (2010). *Plan de Gobierno: Buen Gobierno para la Prosperidad Democrática 110 Iniciativas para lograrla*. Partido de la U.

Espejo R., Bowling, D., & Hoverstadt, P. (1999). *The viable system model and the viplan software*. *Kybernetes*, 28(6/7), p. 661-678.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (2004, Abril). *Proyecto Centro de Control*. <<http://miagua.com/Noticias/PlantaWiesner.html>> [2/03/2012]

INGETEC S.A. (2012, Mayo). *Proyectos Representativos: Guavio*. Consultado el 2 de marzo de 2012 en <<http://www.ingetec.com.co/experiencia/textos-proyectos/proyecto-hidroelectricos/guavio.htm>> [2/03/2012]

Bernal Lina. (2001, Agosto). *Diagnóstico De La Prestación Actual del Servicio de Acueducto y Estudio de Factibilidad de la Creación de un Acueducto Regional en el Municipio de Guasca*. Tesis de Grado, Universidad de los Andes, p. 15-16.

Shaffer, D. & Kipp, K. (2007). *Psicología del Desarrollo Infancia y Adolescencia*. México, D.F., p. 516- 523.

Google Tech Talk, Zichermann, G. (2010, Octubre). *Fun is the Future: Mastering Gamification*. <<http://www.youtube.com/watch?v=6O1gNVeaE4g>> [10/05/2012]



Naciones Unidas
Organización Educativa,
Científica y Cultural



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Càtedra UNESCO de Sostenibilitat