



## Informe Final de Proyecto Educativo Convocatoria 2012-2013

### Nombre del proyecto:

Formación en la instalación y desempeño de un biodigestor para fortalecer la relación entre la enseñanza en el campus UNALM y el IRD-Costa.

### Autores:

- ✓ Ing. Lawrence Enrique Quipuzco Ushñahua (Líder del proyecto)
- ✓ M.Sc. Víctor Miyashiro Kiyán
- ✓ Dra. Rosemary Vela Cardich
- ✓ Lic. Oscar Enrique Tang Cruz
- ✓ Mg. Martín Benedicto Sandoval Casas

**Facultad/ Departamento:** Facultad de Ciencias / Departamento de Ingeniería Ambiental, Física y Meteorología

**Curso se aplicó el proyecto:** Gestión de Residuos Sólidos

**Número de alumnos participantes:** 24 alumnos del ciclo 2012-II.

**Área en la que se enmarca el proyecto:** Fortalecimiento de la relación entre la enseñanza en el campus y la enseñanza en el campo de IRD.

### Objetivos:

- OBJETIVO 1: Los estudiantes diseñan un biodigestor para el tratamiento y reuso de residuos sólidos agropecuarios generados en el IRD – Costa de la UNALM
- OBJETIVO 2: Los estudiantes instalan en el campo del IRD – Costa un biodigestor de geomembrana de PVC de tipo tubular y su equipo de calefacción, cocina e iluminación.
- OBJETIVO 3: Los estudiantes explican a la comunidad la instalación, operación y evaluación de un biodigestor a través de la realización de un Taller.
- OBJETIVO 4: Integrar a los estudiantes y docentes en la investigación en energías renovables.

### Metodología:

- ✓ Inicio del trabajo: Viernes 14 de setiembre del 2012.
- ✓ Periodo trabajado hasta el presente: Julio del 2013.
- ✓ Acciones llevadas a cabo para ejecutar el proyecto desde el inicio hasta el presente ordenadas por fechas:

#### VIERNES 14 SETIEMBRE 2012

Lugar: Aula- UNALM

Hora: 4.00 PM

Presentación del Proyecto educativo a los alumnos de Gestión de Residuos Sólidos.

#### VIERNES 28 SETIEMBRE 2012

Lugar: Laboratorio Ambiental - UNALM

Hora: 4.00 PM

Prueba de hermeticidad en un biodigestor tubular de PVC.

MARTES 09 OCTUBRE 2012

Lugar: Aula - UNALM

Hora: 4.00 PM

Exposicion especialista Empresa CIDELSA

SABADO 13 OCTUBRE 2012

Lugar: IRD-Costa (Cañete)

Hora: 9.00 AM – 12.00 M

Reconocimiento de campo y toma de muestras.

SABADO 17 NOVIEMBRE 2012

Lugar: Biohuerto Casablanca – Lurín.

Hora: 9.00 AM – 12.00 M

Visita biodigestor

VIERNES 07 DICIEMBRE 2012

Lugar: Salon de clases - UNALM

Hora: 4.00 PM

Calculos de carga en el biodigestor a instalarse en el IRD-Costa.

JUEVES 20 DICIEMBRE 2012

Lugar: Salon de clases - UNALM

Hora: 4.00 PM

Coordinar preparativos de la visita

SABADO 22 DICIEMBRE 2012

Lugar: Aula IRD-Costa (Cañete)

Hora salida: 3.00 PM

Hora llegada 6.00 PM

Retroalimentacion de las actividades realizadas.

Programa

Hora: 7.00 – 9.00 PM

Grupo 1: Aspectos generales biodigestores

Grupo 2: Diseño de biodigestores.

Grupo 3: Reconocimiento de campo y toma de muestras.

Grupo 4: Practica en reactores

DOMINGO 23 DICIEMBRE 2012

Lugar: Campo IRD-Costa (Cañete)

Hora: 8.30 AM

Hora llegada 6.00 PM

Taller: Instalacion y cargado de biodigerstor tubular de PVC.

Programa

Hora: 8.30 – 1.00 PM

Grupo 1: Aspectos generales biodigestor tubular PVC

Grupo 2: Determinacion de la carga del biodigestor tubular.

Grupo 3: Prueba de hermeticidad en el biodigestor tubular de PVC.

Grupo 4: Filtro de ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) y válvula de seguridad

Todos los Grupos: Instalacion y cargado de biodigerstor tubular de PVC.

## ABRIL – JULIO 2013

- ✓ Asesoramiento de dos (02) proyectos de tesis sobre biodigestores para optar el Título de Ingeniero Ambiental.
- ✓ Preparación de un (01) proyecto de Innovación productiva sobre biodigestores presentado en la convocatoria Innóvate Perú – FIDECOM.
- ✓ Expositor en el “II Seminario de Investigación: proyectos UNALM financiados con fuentes concursables”
- ✓ Preparación de la Página Web sobre Digestión Anaerobia.
- ✓ Práctica de biodigestores desarrollada por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental en el Curso de Gestión de Residuos Sólidos en el Ciclo 2013-I.

- ✓ Agentes involucrados:

Estudiantes y profesores de la UNALM, la empresa privada CIDELSA y personal del IRD-Costa.

- ✓ Materiales:

Biodigestor tubular de geomembrana de PVC de 10 m<sup>3</sup>, manual de instalación de biodigestor, presentaciones en PDF, proyector, lampa, pico, carretillas, cilindros, pegamento, tuberías de PVC, tecnopor, manga de plástico, lapiceros, regla, hojas de apunte, agua, estiércol de cuy, cámara fotográfica, etc.

### Presupuesto:

Describe el monto total que se ha utilizado, en qué rubros fue empleado, en qué fechas (mes) fue solicitado, así como la fecha de la liquidación.

- ✓ **Actividad: Reconocimiento de campo IRD-Costa**

Monto solicitado: S/. 610.00 Nuevos Soles

Fecha de monto solicitada: 28 de setiembre del 2012

Fecha de liquidación: 07 de noviembre del 2012

Nº	Nº DOCUMENTO	FECHA	RUC PROVEDOR	RAZON SOCIAL	CONCEPTO/Descripción del gasto	VALOR VENTA	I.G.V. 40110	PRECIO VENTA
1	505-0009688	13/10/12	20512081372	Negociacion Kio S.A.C	Gasolina Diesel 11.933glns/12.99 NS	131.36	23.64	S/. 155.00
2	001-00023118	13/10/12	20503840121	Repsol Comercial S.A.C	Gasolina Diesel 10.484glns/13.83 NS	122.87	22.12	S/. 144.99
3	0001249	13/10/12	20101259014	Fundacion para el Desarrollo Agrario	Desayuno 18 alumnos/5.00 NS/IRD Costa-Cañete	90		S/. 90.00
4	000172	13/10/12	10093522265	Villegas Hernandez Luis	Chofer IRD Costa - Cañete Fundo San German	160		S/. 160.00
5	B413-00166804	13/10/12	20511465061	COVIPERU S.A	Peaje Panamericana Sur Km 66 Chilca	22		S/. 22.00
6	02-26932884	13/10/12	20131380951	EMAPE S.A	Peaje Pucusana Plaza Villa	5		S/. 5.00
7	02-37932006	13/10/12	20131380951	EMAPE S.A	Peaje Pucusana Plaza Villa	5		S/. 5.00
8	193038-838J-E19347	07/11/12		Banco Credito del Peru	Deposito dinero sobrante al FDA Proyecto Belgica	28.1		S/. 28.10
<b>TOTAL</b>								<b>S/. 610.00</b>

- ✓ **Actividad: Instalación y taller de instalación del biodigestor en el IRD-Costa**

Monto solicitado: S/. 1390.00 Nuevos Soles

Fecha de monto solicitada: 14 de diciembre del 2012

Fecha de liquidación: 10 de enero del 2013

Nº	Nº DOCUMENTO	FECHA	RUC PROVEDOR	RAZON SOCIAL	CONCEPTO/Descripción del gasto	VALOR VENTA	I.G.V. 40110	PRECIO VENTA
1	0021845012250	23/12/12	20509054208	Full service la Molina S.A.C	Gasolina Diesel 25.83 glns/13.55 NS	296.61	53.39	S/. 350.00
2	000216	17/01/13	10428230405	Bobadilla Osco, Fidel	Construccion de muros para sostener un biodigestor de 10 m <sup>3</sup>	600		S/. 600.00
3	000123	18/01/13	10073760203	Valiente Chuquiruna, Jose	Chofer IRD Costa - Cañete Fundo San German	360		S/. 360.00
4	B411-00047795	22/12/12	20511465061	COVIPERU S.A	Peaje Panamericana Sur Km 66 Chilca	22		S/. 22.00
5	02-27145380	22/12/12	20131380951	EMAPE S.A	Peaje Pucusana Plaza Villa	5		S/. 5.00
6	01-01676439	23/12/12	20131380951	EMAPE S.A	Peaje Pucusana Plaza Punta Negra	5		S/. 5.00
7	193038-838J-S12891	03/01/13		Banco Credito del Peru	Deposito dinero sobrante al FDA Proyecto Belgica			S/. 54.00
<b>TOTAL</b>								<b>S/. 1,396.00</b>

## **Resultados:**

### ✓ **Indicadores/productos obtenidos:**

Para el objetivo 1:

- Informe del diseño del biodigestor. (Ver Anexo Presentaciones)
- Examen. (Ver Anexo Video)

Para el objetivo 2:

- Informe de instalación del biodigestor. (Ver Anexo Fotos)

Para el objetivo 3:

- Manual elaborado por los estudiantes sobre instalación de un biodigestor dirigido a la comunidad. (Ver Anexo)
- Informe del taller (Ver en Anexo Fotos)
- Encuesta a los participantes del Taller respecto al desempeño de los estudiantes. (Ver Anexo Videos)

Para el objetivo 4:

- Dos (02) proyectos de tesis sobre biodigestores presentados a la Facultad de Ciencias para optar el Título de Ingeniero Ambiental. (Ver Anexo)
- Un (01) proyecto de Innovación productiva sobre biodigestores en la convocatoria Innóvate Perú – FIDECOM presentado por la Empresa CIDELSA asociada con la Universidad Agraria La Molina. (Ver Anexo Ficha de postulación)

### ✓ **Actividades que se hayan realizado para la sostenibilidad:**

- Divulgación del Proyecto Educativo a través de la participación como expositor en el “II Seminario de Investigación: proyectos UNALM financiados con fuentes concursables” el día 02 de abril del 2013, organizado por el Vicerrectorado Académico y la Oficina de Investigación. (Ver Anexo Carta de Invitación al Seminario, Programa del Seminario y Certificado de Expositor al Seminario)
- Publicación de una Página Web sobre Digestión Anaerobia.
- Práctica de biodigestores usando reactores en el Curso de Gestión de Residuos Sólidos en el ciclo 2013-I. (Ver Anexo Fotos)
- Aceptación del resumen del Proyecto Educativo para participar como expositor en el Congreso Internacional “Innovación de la enseñanza universitaria en agricultura y recursos naturales” a llevarse a cabo del 15 al 17 de octubre 2013 en el campus de la UNALM. (Ver Anexo Email de aceptación al Congreso)

### ✓ **Lo que aún falta llevar a cabo:**

Respecto a las actividades de sostenibilidad falta aun:

- Desarrollar un aula virtual de curso de biodigestores.
- Seguimiento del desempeño del biodigestor instalado en el IRD-Costa.

## **Discusión y conclusiones:**

El curso de Gestión de Residuos Sólidos aborda la problemática del manejo inadecuado de residuos y sus impactos en la salud y el ambiente, así como las diversas tecnologías limpias aplicables a procesos de tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos. Una de esas tecnologías es el tratamiento de la biomasa a través de la instalación de biodigestores tubulares de PVC que se desarrolla en forma teórica en el salón de clase. El proyecto educativo logró que los estudiantes apliquen en la práctica lo aprendido en clase (aprender a hacer) a través de la participación de manera activa en prácticas de campo en la instalación y monitoreo del desempeño de biodigestores, así como desempeñar el papel de educadores en las actividades de retroalimentación y capacitación. Se organizó el trabajo con los estudiantes del curso de Gestión de Residuos Sólidos estableciendo un calendario de actividades:

Se capacitó a los estudiantes sobre los aspectos tecnológicos de biodigestores: charla con el especialista de la Empresa CIDELSA, fabricante de biodigestores tubulares de PVC; clase sobre diseño de biodigestores a cargo del

profesor del curso; visita al biohuerto Casablanca de los ingenieros Carmen Felipe Morales y Ulises Moreno en donde funciona un biodigestor chino y biodigestor tubular de PVC. Estas actividades lograron que los estudiantes adquirieran los conocimientos básicos sobre la tecnología de biodigestores, incluyendo sus características y beneficios en el reaprovechamiento de residuos.

Los estudiantes hicieron un reconocimiento de campo en el IRD-Costa y tomaron muestras de estiércol de cuy para su posterior análisis en laboratorio. Los estudiantes realizaron el cargado de reactores simulando biodigestores instalados en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la UNALM usando las muestras de estiércol de cuy e hicieron el monitoreo del desempeño de biogas y biol de los biodigestores durante un mes. En esta actividad los estudiantes adquirieron habilidades para evaluar el funcionamiento de un biodigestor a través del manejo de un equipo de medición de metano del biogas, medición de la temperatura interna en el biodigestor y medición del pH en el biol. También realizaron un reporte de los resultados mediante un informe.

Posteriormente se realizó la instalación en el IRD-Costa de un biodigestor tubular de PVC de 10 m<sup>3</sup>, biodigestor donado por la Empresa CIDELSA. Una vez instalado el biodigestor, los estudiantes cargaron el biodigestor con las cantidades de estiércol de cuy y agua determinados en aula. En esta actividad los estudiantes aplicaron los conocimientos adquiridos respecto a los pasos o etapas para instalar un biodigestor y diseñaron la carga inicial del biodigestor con la información que obtuvieron del análisis de laboratorio de las muestras de estiércol de cuy.

Se realizó una clase de retroalimentación en aula. Se formó cuatro grupos de estudio y se le asignó un tema tratado en el semestre: Grupo 1: Aspectos generales biodigestor tubular PVC, Grupo 2: Determinación de la carga del biodigestor tubular, Grupo 3: Prueba de hermeticidad en el biodigestor tubular de PVC, Grupo 4: Filtro de ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) y válvula de seguridad. Cada grupo expuso a los compañeros de clase los temas. Además, resolvieron satisfactoriamente una evaluación sobre un estudio-caso para determinar el diseño de carga de un biodigestor. Durante la clase de retroalimentación se les pidió a los estudiantes una reflexión respecto a la metodología desarrollada en el Proyecto Educativo. En conclusión manifestaron su satisfacción y que esta metodología sea propiciada en otros cursos.

Por último se realizó un taller de capacitación en campo dirigido a los trabajadores del IRD – Costa. Cada Grupo de estudiantes haciendo el rol de profesor explicó en campo los temas asignados en la clase de retroalimentación a los trabajadores del IRD-Costa. En esta actividad los estudiantes elaboraron un manual de instalación de biogestores.

Mediante este proyecto se fortaleció la línea de investigación sobre digestión anaerobia en el Departamento de Ingeniería ambiental, en este año se han presentado dos (02) proyectos de tesis sobre biodigestores para optar el Título de Ingeniero Ambiental, así como un (01) proyecto de innovación productiva sobre biodigestores en la convocatoria Innóvate Perú – FIDECOM presentado por la Empresa CIDELSA asociada con la Universidad Agraria La Molina consolidando el Convenio Marco firmado en el año 2011 por ambas instituciones.

Respecto a las actividades de sostenibilidad se participó como expositor en el “II Seminario de Investigación: proyectos UNALM financiados con fuentes concursables” y se participará con una presentación oral en el Congreso Internacional “Innovación de la enseñanza universitaria en agricultura y recursos naturales” a llevarse a cabo en el campus de la UNALM en el mes de octubre del presente año. Además, se está construyendo actualmente una Página Web sobre Digestión Anaerobia.

Otro aspecto importante para la sostenibilidad de la Línea de Investigación es la práctica de biodigestores usando reactores en el Curso de Gestión de Residuos Sólidos realizado por los estudiantes del ciclo 2013-I y que será mantenida en el syllabus del curso para los siguientes ciclos académicos.

Entre los aspectos que aun falta es desarrollar un modulo educativo online a través de un aula virtual de curso de biodigestores que servirá para capacitar a estudiantes y la realización de cursos de proyección social.

También falta aun el seguimiento del desempeño del biodigestor instalado en el IRD-Costa para conocer los inconvenientes que han tenido en la operación y mantenimiento y dar un uso provechoso del biogas para calefacción, cocina o iluminación, y del biol como fertilizante orgánico. Estas actividades que aun quedan desarrollar estamos convencidos que los ejecutaremos durante este año con la participación de los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental.

El proyecto puede replicarse en otros cursos de la carrera de Ingeniería Ambiental como por ejemplo en el curso de Ingeniería de Aguas Residuales y Tratamiento de Agua para Consumo Humano. Podría darse en temas de tecnologías de tratamiento de agua de industrias de alimentos, o tratamiento de los residuos orgánicos

municipales, tratamiento de las aguas servidas para su reuso y aprovechamiento del metano como energía renovable, etc.

La Línea de Investigación puede ser ampliada a mediano y largo plazo a través de los Municipios y Gobiernos Regionales en talleres participativos para la capacitación a empresarios, técnicos y funcionarios y compartir las lecciones aprendidas lo que conllevaría a recomendaciones para la institucionalización y apropiación de la tecnología hacia una política de uso de energía renovable en el Perú.

#### **Comentarios sobre la experiencia personal del docente:**

La experiencia en esta nueva metodología en la que los estudiantes apliquen en la práctica lo aprendido en aula ha sido muy enriquecedora a nivel docente. La utilización de adecuadas estrategias para enseñar a los estudiantes a aprender en la práctica, involucró al estudiante en la descripción de lo que han aprendido a través de la experiencia, de ese modo podrán aplicar esos conocimientos para futuras situaciones en su vida profesional.

A través de estos proyectos educativos se debe fortalecer la relación entre la enseñanza e investigación en el campus UNALM y en los Institutos Regionales de Desarrollo mediante talleres de capacitación dirigida a las zonas de influencia conformados por pequeños y medianos productores ganaderos y agrícolas. Estos talleres de capacitación serían desarrolladas por los estudiantes.

La sinergia entre la Universidad y la empresa privada es importante. La Universidad debe promover la ejecución de proyectos de investigación tecnológica con la participación de estudiantes en alianza con el sector privado para resolver problemas de la sociedad relacionado al cuidado del medio ambiente.

#### **Comentario sobre experiencia personal de un estudiante:**

Mi nombre es Yasmín Liseth Castañeda Calderón, mi correo electrónico es [yasmin200313@hotmail.com](mailto:yasmin200313@hotmail.com) y mi número de celular es 965068690. Me siento muy contenta de haber participado activamente en el desarrollo del proyecto, de la mano de un excelente profesional con amplios conocimientos en biodigestores. El proyecto me permitió enfrentarme a una determinada realidad con recursos limitados y participar en la solución de un problema.

Este proyecto me ha permitido articular la práctica con la teoría impartida en mi alma mater. Sin duda, poner en práctica lo aprendido ha contribuido a mejorar mi aprendizaje y adquirir experiencia en mi formación profesional.

En el proyecto participamos los alumnos del curso de Gestión de Residuos Sólidos del ciclo 2012-II, pertenecientes a la Universidad Nacional Agraria la Molina. En clase recibimos los fundamentos necesarios para realizar el diseño correspondiente del biodigestor a instalar; analizamos muestras de materia prima a emplear; realizamos un pre-compostaje, todo lo anterior se desarrolló durante los meses de julio a diciembre del 2012; instalamos el biodigestor en el fundo Don Germán (Cañete), a finales del mes de diciembre y, finalmente desarrollamos una capacitación a los trabajadores que se encargarían de la operación y el mantenimiento del mismo, explicándoles detalladamente las tareas, para ello en todo momento se pretendió que la capacitación fuese sencilla y de fácil comprensión.

El participar en este proyecto ha generado en mí particularmente motivación por realizar investigación en esta área, lo mismo ha sucedido con algunos de mis compañeros ya que observamos que es posible resolver ciertos problemas a partir de nuestras aparentes debilidades o dificultades, es decir, en el proyecto el objetivo era la instalación del biodigestor y puesta en marcha usando como materia prima rastrojos de panca y estiércol de cuy, siendo estos dos últimos grandes dificultades debido a que constituían residuos de gran volumen. Este proyecto nos ha enseñado a aprovechar la materia prima disponible, utilizar fuentes de energía ecológica y sobre todo fortalecer nuestro aprendizaje para más adelante desarrollar nuestros propios proyectos que probablemente contribuirán en el desarrollo de nuestro país.

Considero personalmente que lo más importante del proyecto fue el haber tenido la oportunidad de participar desde el inicio, es decir desde el diseño del biodigestor, y poder llevar a cabo la ejecución del mismo junto con la participación activa de mis compañeros y la guía de nuestro profesor. Es la primera vez que se nos ha permitido desarrollar este tipo de proyecto, por ello todos nos identificamos y pusimos todo el empeño y esfuerzo necesario para que se cumplan con los objetivos propuestos.

El proyecto podría obtener mejores resultados si se diera la oportunidad de monitorearlo, de difundir los conocimientos adquiridos con la finalidad de que contribuyan en proyectos de mayor envergadura que apunten al desarrollo del país e incentiven la investigación.

Resulta imprescindible en el seguimiento del proyecto que los operarios den a conocer los inconvenientes que han tenido en la operación y mantenimiento para así poder dar soluciones a tiempo y que no se afecte el objetivo inicial del proyecto.

**Anexos:**

- ✓ Impreso álbum fotográfico.
- ✓ Copia de liquidación de gastos.
- ✓ Copia de la lista de asistencia de estudiantes al taller realizado en el IRD- Costa.
- ✓ Copia de lista de asistencia de personal del IRD-Costa capacitado en el taller.
- ✓ Copia del manual elaborado por los estudiantes sobre instalación de un biodigestor.
- ✓ Copia de dos (02) proyectos de tesis sobre biodigestores presentados a la Facultad de Ciencias para optar el Título de Ingeniero Ambiental.
- ✓ Copia de Ficha de postulación a la convocatoria Innóvate Perú – FIDECOM presentado por la Empresa CIDELSA asociada con la Universidad Agraria La Molina.
- ✓ Copia de la carta de invitación, programa y certificado de expositor en el “II Seminario de Investigación: proyectos UNALM financiados con fuentes concursables”.
- ✓ Copia de Email de aceptación del resumen del Proyecto Educativo para participar como expositor en el Congreso Internacional “Innovación de la enseñanza universitaria en agricultura y recursos naturales”.
- ✓ Un (01) CD conteniendo presentaciones en Power Point hechos por los estudiantes, videos, fotos e informe final.

**Ing. Lawrence Quipuzco Ushñahua**

**La Molina, 01 de agosto del 2013**

## ALBUM FOTOGRAFICO



Foto 1. Visita de reconocimiento al IRD- Costa (Hacienda San Germán)



Foto 2. Visita a la granja de cuyes en el IRD-Costa



Foto 3. Toma de muestra de estiércol de cuy en el IRD-Costa



Foto 4. Cargado en los reactores instalados en el Laboratorio de ingeniería Ambiental -UNALM



Foto 5. Monitoreo de la calidad de biogás con el equipo de medición de metano en los reactores



Foto 6. Visita al biohuerto Casablanca



Foto 7. Clase de retroalimentación en aula en el IRD- Costa



Foto 8. Instalación del soporte del biodigestor tubular de PVC en el IRD - Costa



Foto 9. Prueba de hermeticidad en el biodigestor



Foto 10. Biodigestor y gasómetro instalados en el IRD-Costa



Foto 11. Estudiantes del curso de Gestión de Residuos Sólidos