

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN, POSTGRADO Y EXTENSIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES HIDRÁULICAS E HIDROTÉCNICAS



**Informe de Avance del Proyecto COL07-011:
“Cuantificación del flujo de carbono a través de un bosque
húmedo tropical en la cuenca del canal de Panamá”**

Período: 03/07/07-30/11/07

Informe elaborado por:

Dr. José R. Fábrega D.
Dr. Reinhardt E. Pinzón
Ing. Erick Vallester
Ing. Iris Arjona

11 de enero de 2008



ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. OBJETIVOS.....	5
2.1. Objetivo General.....	5
2.2. Objetivos Específicos.....	5
3. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA ETAPA 1.....	6
3.1. Recolección Bibliográfica.....	6
3.2. Lanzamiento.....	6
3.3. Determinación y de especies dominantes y contabilización de especies maderables.....	6
3.4. Adquisición de equipos e insumos.....	6
3.5. Desarrollo de Página Web del Proyecto.....	6
3.6. Adquisición del programa ERDAS y adiestramiento del personal a emplearlo.....	7
3.7. Informe de avance y seminarios de divulgación.....	7
4. AVANCES ACTUALES DEL PROYECTO.....	7
5. DETALLES DE LOS AVANCES ACTUALES DEL PROYECTO.....	8
5.1. Contabilización de especies maderables y dominantes del área de Cerro Pelado, Gamboa.....	8
5.2. Adquisición del equipo de medición de flujo de carbono a nivel de planta y suelo.....	8
5.3. Adquisición del Programa ERDAS y adiestramiento.....	8
5.3.1. Programa de seminario.....	9



5.3.2. Lista de participantes.....	10
5.3.3. Gira de Campo.....	10
5.4. Creación de página web.....	10
5.5. Lanzamiento formal del proyecto.....	11
5.5.1. Programa.....	11
5.5.2. Participantes.....	11
5.6. Informe de avance y seminario de divulgación.....	13
5.7. Otras actividades. Visita de coordinación.....	13
5.7.1. Fase I (20 al 25 de Julio).....	14
5.7.2. Fase 2 (20 al 28 de Octubre)	15
ANEXO 1: GIRA A CAMPO-REGION PACORA.....	19
ANEXO 2: IMÁGENES DE SEMINARIO.....	21



RESUMEN EJECUTIVO

Este informe contiene detalles de las actividades ejecutadas en el desarrollo del proyecto de investigación SENACYT COL07 – 011, titulado “**Cuantificación del flujo de carbono a través de un bosque húmedo tropical en la cuenca del canal de Panamá**”, para el período que comprende desde el 4 de julio de 2007 al 30 de noviembre de 2007.

Este proyecto es financiado por SENACYT a través del Programa de Fomento a actividades de I+D en la modalidad de colaboración internacional. El mismo tiene como propósito primordial, crear capacidades nacionales para la cuantificación de flujo de carbono mediante la validación de modelos numéricos y la realización de mediciones de campo.

La mayor contribución de este proyecto se da a nivel del estudio profundo del flujo de carbono en cuencas tropicales, las cuales han sido poco estudiadas y en la creación de la capacidad institucional en la cuantificación de uno de los principales gases responsables del efecto de invernadero, a través de la transferencia de conocimientos que en la materia se obtendrá de expertos internacionales.

Este análisis se está llevando a cabo en la cuenca del Canal de Panamá, y específicamente el sitio a emplear será el observatorio de la hidrología tropical de Cerro Pelado, en Gamboa, el cual consiste en un terreno cedido por 20 años por la antigua ARI a la UP/UTP para la realización de investigaciones dentro de la Cuenca del Canal. En este sitio se ha instalado una torre meteorológica de 40 metros de alto, con instrumentación capaz de medir velocidades y dirección de viento en 3 dimensiones, evapotranspiración, precipitación, radiación solar y flujos de Carbono y vapor de Agua.

Al final de este informe se incluye un informe financiero. Cabe destacar que este es sólo un informe preliminar de las actividades a realizar en la primera etapa de este proyecto que debe finalizar en marzo de 2008.

1. INTRODUCCIÓN

Este reporte tiene la finalidad de presentar los avances preliminares que se han logrado dentro de la primera etapa del proyecto SENACYT COL07 – 011, titulado **“Cuantificación del flujo de carbono a través de un bosque húmedo tropical en la cuenca del canal de Panamá”**.

En términos de investigación, en esta primera etapa, nuestro objetivo es la contabilización de especies maderables y dominantes en el área correspondiente a la huella de la torre meteorológica de Cerro Pelado. Con esta información se calculará de forma indirecta la cantidad de carbono fijado y la misma se complementará con el equipo solicitado para la medición de flujo de carbono entre planta-suelo. Además, se ha adquirido el programa ERDAS 9.1 para el procesamiento y análisis de imágenes satelitales, conjuntamente con la capacitación del personal que lo empleará.

Este proyecto se llevará a cabo en tres diferentes etapas, que se desarrollarán en 24 meses. Los avances presentados en este documento, forman parte de la primera etapa, la cual debe concluir en marzo de 2008.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- ✓ Crear la capacidad institucional y técnica a nivel nacional que permita a Panamá estimar el contenido de carbono en diferentes zonas de vida.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar el intercambio neto de CO₂ y H₂O en un bosque tropical húmedo.
- ✓ Evaluar el intercambio de CO₂ y H₂O a nivel de planta y suelo
- ✓ Divulgación de los resultados obtenidos,
- ✓ Desarrollo propuestas a nivel internacional en el tema.

3. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA ETAPA 1

De acuerdo al Memorandum de Entendimiento del Proyecto COL07-011, titulado “Cuantificación del flujo de carbono a través de un bosque húmedo tropical en la cuenca del canal de Panamá”, se propuso las siguientes actividades, definidas en el MDE (Memorando de Entendimiento) como objetivos específicos de la etapa 1:

3.1. Recolección bibliográfica

Actualmente se han solicitado la compra de libros y material de referencia que nos ayuden a iniciar una pequeña biblioteca en el área de medición de flujos de carbono y medición de flujos de carbono a nivel de planta y suelo.

3.2. Lanzamiento

El día lunes 22 de octubre, se llevó a cabo el lanzamiento formal del proyecto COL07-011. Todos los detalles de este evento se encuentran desarrollados en el punto 5.5. (Lanzamiento Formal del Proyecto).

3.3. Determinación de especies dominantes y contabilización de especies maderables.

Se encuentra desarrollado en el punto 5.1.

3.4. Adquisición de equipo e insumos

Se encuentra desarrollado en el punto 5.2.

3.5. Desarrollo de la página web del proyecto

Se encuentra desarrollado en el punto 5.4. (Creación de la página web del proyecto).

3.6. Adquisición del programa ERDAS y adiestramiento del personal a emplearlo.

El programa ERDAS fue adquirido a inicios de octubre del 2007, y el seminario de capacitación del mismo se realizó entre el 22 al 26 de octubre. Esta capacitación fue brindada por el profesor Jan Hendrickx, CO-IP del proyecto. Tanto la compra del programa como los honorarios del profesor Hendrickx por dictar este curso, fueron aportados por fondos que para este fin se tenían destinados en el proyecto COL07-036: *"Monitoreo del efecto que los eventos puntuales de lluvia tienen en la calidad de agua de las fuentes de abastecimiento para potabilizadoras en la ciudad de Panamá."*

3.7. Informe de avance y seminarios de divulgación

Se encuentra desarrollado en el punto 5.6.

4. AVANCES ACTUALES DEL PROYECTO

En la tabla No.1 se presentan el grado de avance (en términos porcentuales), de los productos esperados una vez finalice esta etapa en el mes de marzo del presente año.

Tabla No.1. Avances Actuales del proyecto

Resultados	Porcentaje de avance
1. Contabilización de especies maderables y dominantes del área de Cerro Pelado, Gamboa	20%
2. Adquisición del equipo de medición de flujo de carbono a nivel planta-suelo	50%
3. Adquisición del programa ERDAS	100%
4. Creación de la página web del proyecto	40%
5. Lanzamiento formal del proyecto	100%
6. Informes de Avance	50%
7. Seminario de divulgación	0%

5. DETALLES DE LOS AVANCES ACTUALES DEL PROYECTO

5.1. Contabilización de especies maderables y dominantes del área de Cerro Pelado, Gamboa.

Se inició un inventario preliminar de las especies maderables y dominantes del área bajo estudio. Estos árboles se concentran en un área de 1 hectárea, periférica a la huella de la torre de 40 metros localizada en Cerro Pelado, Gamboa. Durante los primeros meses de verano de 2008 se completará la contabilización de las especies, así como la determinación de las más dominantes.

5.2. Adquisición del equipo de medición de flujo de carbono a nivel planta-suelo.

Para este proyecto se ha gestionado la compra de un instrumento LICOR-6400XTP y una cámara o aditamento modelo 6400-09 para la evaluación del intercambio de CO₂ y H₂O a nivel de planta y suelo, la aproximación que se propone medir estos flujos a nivel de hoja y en suelo utilizando un sistema de medida de intercambio de gases de forma periódica a lo largo de una serie de días cubriendo un ciclo vegetativo completo anual.

5.3. Adquisición del programa ERDAS.

El programa ERDAS 9.1., software utilizado para el procesamiento de imágenes satelitales ya fue adquirido. Igualmente, se capacitó personal del CIHH para su empleo, a través de un seminario en la semana del 22 al 26 de octubre de 2007 dictado por el Dr. Jan Hendrickx. El mismo fue realizado en las instalaciones del CIHH – UTP (ver anexo 1). Dicho seminario contempló el desarrollo de ejercicios o “laboratorios” brindando la posibilidad de poner en práctica lo asimilado en el curso. Además, se incluyó una visita de campo a la cuenca hidrográfica en la región de Pacora y áreas aledañas. En esta actividad

se pudo comprobar in situ las ideas, conceptos y alcances de paquete informático ERDAS 9.1 en lo referente al tratamiento de imágenes adquiridas por sensores remotos.

A este seminario asistieron los investigadores principales del proyecto COL07-011, Dr. José Fábrega, y el Dr. Reinhardt Pinzón; así como funcionarios del CIHH de la UTP. (La lista de asistentes se detalla en la tabla No. 3).

5.3.1. Programa de seminario. A continuación se muestra de manera detallada, el programa desarrollado durante el seminario, dictado por el Dr. Jan Hendrickx.

Tabla No. 2. Programa desarrollado en el seminario.

Hora	Día	Actividad
1:00 PM - 5:00 PM	22 de octubre	Palabras de bienvenida del Ing. Erick Vallester, director del CIHH. Exposición - Taller del Dr. Jan Hendrickx – RADIACION ELECTROMAGENTICA
8:00 AM - 5:00 PM	23 de octubre	Exposición -Taller del Dr. Jan Hendrickx – DESPLIEGUE Y MEJORAMIENTO DE IMAGEN. -
8:00 AM - 5:00 PM	24 de octubre	GIRA DE CAMPO CUENCA DE PACORA- revisión y utilización del nuevo equipo GPS.
8:00 AM -5:00 PM	25 de octubre	Exposición- Taller del Dr. Jan Hendrickx –SISTEMAS DE OBSERVACIÓN DE LA TIERRA.
8:00 AM -5:00 PM	26 de octubre	Exposición - Taller del Dr. Jan Hendrickx – RESOLUCIÓN Y EXTRACCIÓN DE LA INFORMACION DE LAS IMÁGENES.

5.3.2. Lista de participantes. A este seminario asistieron los investigadores principales del proyecto, Dr. José Fábrega y el Dr. Reinhardt Pinzón así como también funcionarios del CIHH de la UTP. En la tabla No. 4, se detalla el nombre e institución de cada participante.

Tabla No. 4. Participantes del seminario.

Nombre	Institución
1. Jan Hendrickx (Instructor)	New Mexico Tech. University
2. José Fábrega	CIHH
3. Reinhardt Pinzón	CIHH
4. Abdiel Rivera	CIHH
5. Alexander Esquivel	CIHH
6. José Jiménez	CIHH
7. Marcial Arias	CIHH
8. Gisela González	CIHH
9. Eny Serrano	CIHH
10. Yiseth Aparicio	CIHH
11. Daniel Nieto	CIHH

5.3.3. Gira de campo. El día 24 de octubre, se incluyó una gira de campo, a la región de Pacora. La misma se desarrolló con el fin de georeferenciar y verificar en terreno de los datos obtenidos con el software ERDAS. (Ver anexo 1)

5.4. Creación de la página web del proyecto.

Para la creación de la página web de este proyecto, se han capacitado a tres (3) personas del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH). El personal tomó un seminario de 40 horas en la UTP. Para esta capacitación que se desarrolló desde el día 11 de Septiembre hasta el 1 de Noviembre de 2007.



5.5. Lanzamiento Formal del Proyecto

El acto del lanzamiento formal del proyecto se llevó a cabo el día lunes 22 de octubre del presente año, con la finalidad de dar a conocer, tanto a la comunidad universitaria como a las instituciones y personas interesadas, los antecedentes, objetivos, metodología y resultados esperados con la ejecución de este proyecto. (Ver fotos en anexo 2)

5.5.1. Programa. El programa del mismo inició con las palabras de bienvenida por el Ing. Erick Vallester, director del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas, seguido por las palabras de la Ing. Salvador Rodríguez, rector de la UTP. Seguido a esto, el Dr. José Fábrega, investigador principal del proyecto hizo una breve descripción del proyecto en sí. Por último, el Dr. Jan Hendrickx, profesor de New Mexico Tech. University, brindó sus experiencias en el desarrollo de proyectos similares llevados a cabo en esta universidad. El programa del evento se detalla en la tabla No. 5.

5.5.2. Participantes. En este acto se contó con la presencia del Ingeniero Salvador Rodríguez, rector de la UTP; del Ing. Erick Vallester; director del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas de la UTP (CIHH), del Dr. José Fábrega, investigador principal del proyecto COL07-011, y de los Dres Reinhardt Pinzón Adames y el Dr. Jan Hendrickx, CO-IP de este proyecto. Hubo también la participación de funcionarios de diferentes instituciones; además de estudiantes de la Universidad Tecnológica de Panamá y profesores de la misma.

Tabla No. 5. Programa del acto de lanzamiento

09:30 AM - 10:00 AM	Registro de participantes
10:00 AM - 10:10 AM	Palabras de bienvenida por el Ingeniero Erick Vallester, Directo del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas de la UTP.
10:10 AM - 10:20 AM	Palabras por el Ingeniero Salvador Rodríguez, Rector de la UTP.
10:20 AM - 10:50 AM	Dr. José Fábrega, Investigador Principal del Proyecto COL07-011 Descripción del proyecto “Cuantificación del flujo de carbono a través de un bosque húmedo tropical en la cuenca del canal de Panamá”
10:50 AM - 11:00 AM	Café
11:00 AM - 11:45 AM	Dr. Jan Hendrickx Profesor de New Mexico Tech. University. Sobre el tratamiento de imágenes provenientes de sensores remotos y sus aplicaciones en la cuantificación de propiedades climatológicas.
11:45 AM - 12:15 PM	Período de preguntas y respuestas
12:15 PM	Refrigerio

El Ing. Erick Vallester, en sus palabras de bienvenida, manifestó lo complacido que se sentía con motivo de iniciar oficialmente este proyecto de gran importancia no sólo para el CIHH, la UTP y SENACYT sino también para nuestro país en un tema tan importante como la cuantificación de carbono.

El Ingeniero Salvador Rodríguez, expresó su satisfacción una vez enterada que este proyecto se llevaría a cabo, de la misma forma, indicó que corresponde una gran responsabilidad para la UTP puesto que este proyecto envuelve una serie de progresos que ayudarán a la mejora de nuestro país.

El Dr. José Fábrega, investigador principal, describió los puntos más importantes en los que consiste este proyecto. Planteando primeramente los objetivos a los que se desea llegar. Además de dar una breve explicación de como se va a llevar a cabo los respectivos procedimientos de toma de muestras por medio de sensores remotos y el análisis de estos resultados.

El Dr. Jan Hendrickx co-investigador principal, explico sobre el tratamiento de imágenes provenientes de sensores remotos y sus aplicaciones en la cuantificación de propiedades climatológicas. Finalmente, hubo una sección de preguntas y respuestas en donde se ampliaron ciertos conceptos.

5.6. Informe de avances y seminario de divulgación.

Para esta etapa se tienen contemplados dos informes de avance: uno preliminar (el que se esta presentando ahora) y el informe de resultados de los productos de esta etapa. En cuanto al seminario de divulgación, el mismo se planea hacer para en los meses de marzo a abril, aprovechando el inicio de clases del semestre regular.

5.7. Otras actividades. Visita de Coordinación

Gracias al programa Estímulo 2007 de SENACYT, se logró que el profesor Hendrickx realizará una pasantía en Panamá que se dividió en dos fases, la primera entre el 20 al 25 de Julio y la segunda entre el 22 y 26 de octubre de 2007.

5.7.1. Fase I (20 AL 25 de Julio)

Objetivos

Los objetivos de la visita del Dr. Hendrickx fueron los siguientes:

- ✓ Coordinar lo conveniente al desarrollo del proyecto COL07-011 de flujo de carbono.
- ✓ Planear futuros proyectos de colaboración internacional en el área de radiación y evaporación, mediante el uso de centillómetros.

Actividades Realizadas

En esta primera fase, el Dr. Jan Hendrickx se reunió con los co-investigadores del CIHH para coordinar todas estrategias para el desarrollo de este proyecto, así como de investigaciones futuras en el área de radiación, a través del empleo de transectos consistentes en dos centillómetros de gran apertura con los cuales se realizarán medidas de flujo de calor sensible, radiación global neta, flujo de calor al suelo y flujo de calor latente. Estas mediciones serán de fina resolución temporal y escala espacial, en diferentes zonas de vida para su posterior validación con imágenes satelitales.

Además, el Dr. Hendrickx inició junto con el Dr. José Fábrega y el Ing. Erick Vallester la planeación para la participación de un proyecto internacional en el área de radiación y evaporación, que incluya al CIHH de la UTP, en el marco del programa INCO de la Comunidad Europea. Estas actividades se enfocan sobre el mutuo beneficio tanto para los estados miembros de la comunidad europea como a posibles candidatos de países latinoamericanos.

Este proyecto ampliaría el alcance de los proyectos de colaboración internacional que actualmente se vienen desarrollando en el CIHH, con el apoyo de SENACYT. En un principio, el consorcio internacional INCO estaría conformado por investigadores de la UTP, el Dr. Francisco López de la Universidad de Castilla La Mancha – España, y colaboradores alemanes, holandeses, colombianos y costarricenses, con los cuales tiene experiencia de trabajo el Dr. Hendrickx.

5.7.2. Fase II (20 al 28 de Octubre)

Objetivos

Esta fase tuvo los siguientes objetivos:

- ✓ Coordinación de los Proyectos COL06-13 y COL07-011.
- ✓ Planear futuros proyectos de colaboración internacional empleando centillómetros.
- ✓ Seminario ERDAS 9.1 como una herramienta informática para tratamiento de imágenes de sensores remotos.

Actividades Realizadas

En esta ocasión, la visita del Dr. Hendrickx se extendió por 9 días, iniciándose el 20 de octubre de 2007. En la misma se realizaron actividades enmarcadas en la evaluación de los resultados obtenidos hasta el momento en el proyecto COL06-013 así como el establecimiento de un plan de acción para la culminación del mismo. Además, se analizaron la metodología a seguir para el desarrollo del proyecto COL07-011.



En la tabla No.6 se detalla el itinerario seguido por el Dr. Hendrickx en esta fase. Desde el 22 al 26 de octubre, el Dr. Hendrickx dictó en las instalaciones del CIHH, un seminario de 40 horas titulado: “Validación y Calibración de Algoritmos Operacionales sobre sensores Remotos, empleando la Herramienta ERDAS 9.1”. Los detalles del mismo fueron discutidos en la sección 5.3.

Además del seminario, el Dr. Hendrickx se reunió con el Dr. Reinhardt Pinzón, y el Dr. José Fábrega, para continuar con el planeamiento de un posible proyecto en conjunto. Como se mencionó en la fase anterior, dicho proyecto buscaría estimar la radiación solar a partir de imágenes satelitales de GOES pero aplicado al caso tropical. Este estudio sería fundamental no sólo para una mejor estimación de flujos de carbono, pero también en áreas relacionadas a energías alternativas (solar) y del ciclo hidrológico (evaporación). Cabe agregar que el Dr. Hendrickx facilitará al CIHH algoritmos ya desarrollados por su equipo de investigación, al igual que literatura técnica sobre el tema de este posible proyecto.



Tabla No.6. Itinerario/actividades del Dr. Hendrickx en Panamá.

FECHA	ACTIVIDAD
20 de Octubre	Llegada del Dr. Hendrickx.
21 de Octubre	Reuniones informales.
22 de Octubre	Exposición del Dr. Jan Hendrickx como co –investigador principal del proyecto de colaboración internacional COL07-011, “CUANTIFICACIÓN DEL FLUJO DE CARBONO A TRAVÉS DE UN BOSQUE HÚMEDO TROPICAL EN LA CUENCA DEL CANAL DE PANAMÁ”.
22 al 26 de Octubre	Seminario/Curso de una semana “Validación y Calibración de Algoritmos Operacionales sobre sensores Remotos, empleando la Herramienta ERDAS 9.1”, de 40 horas y llevado a cabo en las instalaciones del CIHH.
24 de Octubre	Gira de campo a la cuenca de Pacora y áreas aledañas, para revisión de equipo.
25 de Octubre	Reunión de coordinación del proyecto COL06-013 y COL07-11, en el Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH).
26 de Octubre	Reunión en el Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH) para la preparación de futuras propuestas conjuntas para la convocatoria de colaboración internacional.
26 de Octubre	El Dr. Hendrickx se reunió con el Dr. Reinhardt Pinzón, y el Dr. José Fábrega, en las instalaciones del CIHH ubicadas en Tocumen, para discutir detalles de un posible proyecto en conjunto.
28 de Octubre	Partida del Dr. Hendrickx



ANEXO 1

GIRA A CAMPO – REGIÓN DE PACORA



Gira a campo en el área de Pacora



Gira a campo en el área de Pacora



Gira a campo en el área de Pacora



Gira a campo en el área de Pacora



ANEXO 2

IMÁGENES DEL LANZAMIENTO DEL PROYECTO Y DEL SEMINARIO DE ERDAS



*Ing. Erick Vallester dándoles
la bienvenida a los
participantes del seminario*



*Dr. Hendrickx en su
presentación*



*Dr. Fábrega -investigador principal
de los proyectos COL06-013,
COL07-11 y miembros del CIHH.*



*Participantes del
seminario*