



CLIMATE CHANGE INITIATIVE
 LAND COVER MAP FOR MEXICO
 AND CENTRAL AMERICA
 PROGRESS MEETING



MEMORIA DE ACTIVIDADES
 REALIZADAS PARA APOYAR A LA
 AGENCIA ESPACIAL EUROPEA
 EN LA VALIDACIÓN DEL MAPA DE
 MÉXICO Y CENTROAMÉRICA 2016–2018
 OBTENIDO CON DATOS DE SENTINEL–2

CIUDAD DE MÉXICO, 25 DE SEPTIEMBRE DE 2018



Índice

Antecedentes	2
1. Reunión “Presentación del Proyecto Iniciativa sobre el Cambio Climático de la ESA: CCI Land Cover CCN2”, CentroGEO, sede CDMX, 31 de julio de 2018.	3
2. Taller “Procesamiento y curso de entrenamiento para validar el mapa de cobertura y uso de suelo de alta resolución (10 metros) en la República Mexicana”, CentroGEO, sede CDMX, 1 y 2 de agosto de 2018.	6
3. Reunión “2nd CCI Global Land Cover User Workshop”, ESA–ESRIN, Frascati, Italia, 24 de septiembre de 2018	9
Anexos	
1. Participantes en la reunión “Presentación del Proyecto Iniciativa sobre el Cambio Climático de la ESA”	11
2. Participantes en el Taller “Procesamiento y curso de entrenamiento para validar el mapa de cobertura y uso de suelo de alta resolución (10 metros) en la República Mexicana”....	13

Antecedentes

El equipo del proyecto “Land cover de la Iniciativa sobre el Cambio Climático (CCI)” desarrolló el primer mapa de cobertura terrestre, demostrando las capacidades de datos de Sentinel-2A para el continente africano en el año 2016¹ a 20 m de resolución espacial. Como parte del programa de Iniciativa del Cambio Climático, la Agencia Espacial Europea (ESA) planeó iniciar a mediados de septiembre de 2017 los trabajos para elaborar un mapa de uso y cobertura de suelo de alta resolución (10 m) de México y Centroamérica usando archivos de datos satelitales de Sentinel 2A y 2B durante el periodo de 2016 y 2017. La ESA desarrollaría el mapa con datos de Sentinel para 2017 y la región beneficiada se comprometería a validar dicha información. Las experiencias previas indican que los datos de satélite son un recurso importante en las instituciones mexicanas que requieren dar solución a problemas socio-ambientales de manera integral y que existe una gran demanda por el conocimiento en temas de uso y cobertura de uso para México.²

Gracias al proyecto “Iniciativa sobre el Cambio Climático de la ESA”, se tiene en julio de 2018 la cartografía digital del primer prototipo de la cubierta terrestre de México con una resolución de 10 m.

En este marco, y a solicitud de los líderes del proyecto, CentroGeo organizó una reunión para intercambiar opiniones con los usuarios interesados y definir los pasos a seguir para apoyar este esfuerzo. Asimismo, convocó a personal de diferentes instituciones para participar en un curso para apoyar la validación de este mapa.

El presente documento describe las actividades realizadas durante este proceso en la reunión “Presentación del Proyecto Iniciativa sobre el Cambio Climático de la ESA: CCI Land Cover CCN2”³ y en el taller “Procesamiento y Curso de entrenamiento para Validación”, realizadas respectivamente el 31 de julio y el 1 y 2 de agosto de este año, ambos organizados por el Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial (CentroGeo)⁴ en su sede de la CDMX como parte del proceso de acercamiento con la ESA que CentroGeo promoviera desde junio 2017. Asimismo, se presentan los resultados de la reunión “2nd CCI Global Land Cover User Workshop” que tuvo lugar el 24 de septiembre de 2018 en ESA-ESRIN, en Frascati, Italia.⁵

1 <http://2016africallandcover20m.esrin.esa.int/>

2 Jean-Francois Mas, Velazquez y Couturier, La evaluación de los cambios de cobertura/uso del suelo en la Republica Mexicana, Investigación ambiental, 2009, 1(1), 23-39.

3 Climate Change Initiative Land Cover PM2 (Phase 2).

4 CentroGeo es un Centro Público de Investigación integrado al sistema CONACYT. Su objeto predominante es realizar actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación desde un enfoque de Ciencias de Información Geoespacial. Fue creado en 1999. <https://www.centrogeo.org.mx/>

5 ESRIN (European Space Research Institute) es el centro de la ESA donde se gestionan las operaciones de las misiones de Observación de la Tierra. Es un centro que tiene múltiples vínculos con la industria europea, la Unión Europea y ministerios de protección civil, agricultura y medio ambiente de los Estados Miembro de la ESA.

1. Reunión “Presentación del Proyecto Iniciativa sobre el Cambio Climático de la ESA: CCI Land Cover CCN2”

CentroGEO, sede CDMX, 31 de julio de 2018

Investigadores de la Agencia Espacial Europea (ESA) y de la Universidad Católica de Lovaina (UCL) presentaron a directivos de instituciones públicas, entidades privadas y académicas el primer prototipo de un mapa de uso y cobertura de suelo de Mesoamérica⁶ el 31 de julio de 2018.

Al dar la bienvenida a los participantes, el Director del CentroGeo, Dr. José Ignacio Chapela Castañares, dijo que esperaba que las actividades de esta reunión generaran acercamientos entre las instituciones, además de potenciar fortalezas que permitan apoyar proyectos de investigación que cubren las visitas internacionales de profesores. El Dr. Francisco Javier Mendieta Jiménez, director de la Agencia Espacial Mexicana, estuvo presente en la presentación del proyecto ESA CCI Land Cover.

La presentación de proyecto inició por parte de investigadores líderes del proyecto: Dr. Olivier Arino (Senior Advisor) de la ESA-ESRIN en colaboración con el Dr. Pierre Defourny (director científico del proyecto) de la UCL.

Los objetivos generales de la reunión fueron:

- Presentar el proyecto internacional ESA CCI Land Cover.
- Mostrar el potencial de los datos e información geoespacial de ESA disponible para diversas instituciones mexicanas y presentar el estatus de un mapa de uso y cobertura de suelo de alta resolución (10 metros) de México y Centroamérica usando datos satelitales de Sentinel 2A y 2B durante el periodo de 2016 y 2017.

- Discutir la validación del mapa prototipo: “Mapa Mesoamericano de Cobertura y Uso de la Tierra” con el apoyo de expertos locales en materia de uso y cobertura del suelo.
- Emplear una metodología participativa como un proceso de compartir habilidades teóricas y prácticas en el tema de uso y cobertura de suelo, y llevar a cabo la validación del mapa prototipo de uso y cobertura para México.



Participantes en la reunión Proyecto Iniciativa sobre el Cambio Climático de la ESA.

En la reunión del primer día se presentó el “Mapa Mesoamericano de Cobertura y Uso de la Tierra”, de escala regional y resolución de 10 metros, obtenido con datos del satélite Sentinel-2 (S2) para México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica, Belice y Nicaragua. Participaron directivos e investigadores

⁶ Identificado por UCL como: CCI-LC S2 prototype map of MesoAM.



Presentación del Proyecto Iniciativa sobre el Cambio Climático de la ESA, con miembros de ESA, UCL y representantes de instituciones mexicanas.

de las siguientes instituciones⁷ (ver anexo 1): AEM, INEGI, CONABIO, CentroGeo, SIAP-ERMEX, Instituto de Geografía de la UNAM, CONAFOR, CENAPRED, FAO, SENASICA, CONACYT – (Cooperación México-Unión Europea), French Development Agency (AFD) – México e IICA-México.



Ponencia de ESA-ESRIN.

La agenda del primer día en la reunión *Progress Meeting* incluyó los siguientes temas: Introducción y objetivos de la reunión; Estatus y progreso del proyecto CCI Landcover CCN; Pre-procesamiento de datos ópticos; Metodología de clasificación de series de tiempo de S2; Presentación del mapa prototipo cobertura del suelo en México, y discusión de la calidad de este prototipo.

El Dr. Arino explicó que este proyecto forma parte de la iniciativa de Cambio Climático⁸ y se inserta en la línea de investigación de monitoreo espacio-temporal de procesos territoriales a escala regional y global. La dinámica natural o cambios en el comportamiento de la cobertura de suelo es un indicador biofísico del estado de los recursos naturales y su posible implicación en el cambio climático. Adicionalmente, el Dr. Arino y el Profesor Defourny indicaron la necesidad de tener información de usos y coberturas del territorio mexicano y de Centroamérica fiable y actualizada. Parte importante de la colaboración con los usuarios institucionales convocados a la reunión radicó en la posibilidad de validar la calidad final de este primer mapa prototipo.

En el caso del territorio mexicano, el producto “Mapa Mesoamericano de Cobertura y Uso de la Tierra”⁹ brinda un primer mapa base de uso y cobertura de suelo. Se trata de la cartografía con detalle de 10 m de resolución espacial con una agrupación de 10 clases del tipo de cobertura terrestre con base en una tipología global. Para generar este mapa, los expertos de la ESA, UCL y Brockmann Consult recopilaban datos principalmente obtenidos en 2016, 2017 de la

⁷ AEM-Agencia Espacial Mexicana; CentroGeo-Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial; ESA-European Space Agency; ESRIN-European Space Research Institute; UCL-Université catholique de Louvain; TBC-Brockmann Consult; AFD-French Development Agency; CONACYT-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; CONABIO- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; INEGI-Instituto Nacional de Estadística y Geografía; SIAP (ERMEX-SPOT)-Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera - Estación de Recepción México; FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations; IICA-Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture en México; UNAM-Universidad Nacional Autónoma de México (Instituto de Geografía); CONAFOR-Consejo Nacional Forestal.

⁸ CCI- Land Cover Project.

⁹ También identificado como “HR Land Cover Map (10 m) over Mexico and Central America”.

misión S2¹⁰ de cobertura óptica a través de datos de los satélites. En esta etapa se procesaron y recopilaron más de 100 terabytes de imágenes de S2. Con el uso de técnicas automatizadas se realizaron tareas de pre-procesamiento y clasificación con algoritmos de árboles de decisión considerando información de datos de firmas espectrales históricos de otros sensores satelitales.

En el contexto de colaboración interinstitucional, los participantes de CONABIO y SIAP-ERMEX indicaron una posible estrategia para vincular la información existente en México; por ejemplo, los productos de mosaicos de imágenes que se tienen a nivel nacional. El Dr. Rainer Reszl indicó que CONABIO tiene un producto elaborado con 25,000 imágenes satelitales de RapidEye a 5 metros de resolución espacial elaborado con imágenes obtenidas entre 2011 y 2014. El M. en Geom. Guillermo C. Martínez comentó que SIAP-ERMEX tiene mosaicos de imágenes históricas a nivel nacional de los satélites SPOT 5, 6 y 7. Los mosaicos se componen anualmente con imágenes invernales, por lo que se obtienen a partir de noviembre y suelen publicarse hasta mayo o junio. El más actual, que es el décimo cuarto, corresponde al invierno 2017-2018.

El Profesor Defourny mostró dos plataformas interactivas desarrolladas¹¹ en Web para la geovisualización de los productos procesados y de relevancia para la estrategia de validación de los procesos territoriales que el proyecto necesitaba. Las interfaces de validación mostradas fueron:



Ponencia de la UCL.

- i) Valoración por expertos del Mapa Mesoamericano de Cobertura y Uso de la Tierra a través de una interfaz de interpretación visual.
- ii) Interpretación, designación y colección de categorías de expertos a través de la interfaz de validación.



Sesión de trabajo durante la primera reunión de trabajo.

¹⁰ Sentinel 2A y 2B que fueron lanzados al espacio el 23 de junio de 2015 y el 7 marzo de 2017, respectivamente.

¹¹ En inglés se llaman: *User assessments and feedbacks through a validation interface* y *Validation Tool for Collection of experts LC interpretations via the validation interface*.

2. Taller “Procesamiento y curso de entrenamiento para validar el mapa de cobertura y uso de suelo de alta resolución (10 metros) en la República Mexicana”

CentroGeo, sede CDMX, 1 y 2 de agosto de 2018

Como parte de sus actividades, los investigadores visitantes de ESA y UCL impartieron un curso de capacitación y entrenamiento dirigido a los expertos consultados y especialistas en el tema de cobertura terrestre y uso de suelo (Anexo 2). Los profesores investigadores que impartieron este curso fueron Céline Lamarche, de la Universidad Católica de Lovaina, y Fabrizio Ramoino, de la Agencia Espacial Europea.



Participantes en el taller y curso de entrenamiento para validar el mapa de cobertura y uso de suelo de alta resolución.

Previamente CentroGeo organizó un laboratorio de computación especial para esta actividad.

Se tuvieron 25 PC para los expertos. Las características de los equipos fueron:

- ▶ Procesador Intel Xeon a 2.0 GHz
- ▶ 32 y 64 GB de RAM
- ▶ Disco duro de 500 GB
- ▶ Windows 10 de 64 bits
- ▶ Software: SNAP 6.0, y adecuada conexión a internet.

Los expertos consultados voluntarios fueron propuestos por las instituciones invitadas. Para desarrollar el “Taller de Procesamiento y curso de entrenamiento para validar del mapa de cobertura y uso de suelo de alta resolución” se contó con especialistas en cobertura y uso de suelo en las áreas afines de geografía, biología, geomática, cartografía, sistemas de información geográfica (SIG) y percepción remota. Las actividades de ese día se dividieron en dos etapas.

En la primera se proporcionaron a los participantes los conceptos, metodologías y técnicas dentro del marco del proyecto Land Cover de la Iniciativa sobre el Cambio Climático de la ESA (ESA CCI Land Cover). El contenido de esta etapa fue conocer la nueva tecnología de los datos de S2, la cual exige la actualización de conocimiento teórico y práctico para utilizarla. Los participantes trabajaron en ejercicios diseñados por la ESA para el análisis y procesamiento de datos de Sentinel-2.

La segunda etapa se enfocó en la estrategia de validación del “Mapa Mesoamericano de Cobertura y Uso de la Tierra”. En esta fase se realizó la socialización de la clasificación de coberturas con base en el proyecto ESA CCI Land Cover y estuvo dirigida a los actores expertos en cobertura de uso de la tierra, pues son ellos quienes más conocen la distribución, el estado y el impacto que sus actividades tienen sobre las coberturas en el territorio mexicano.

La estrategia de validación diseñada para trabajar con los expertos locales fue a través de dos módulos de trabajo:¹²

A) **Evaluaciones de usuarios y comentarios a través de una interfaz de validación.** En esta etapa los expertos locales utilizaron la herramienta que les permitió visualizar los productos desarrollados durante el proyecto ESA CCI Land Cover, como son:

i) *ESACCI-LC-L4-Map-10m-P1Y-2017-MAM*. Se refiere al mapa prototipo de uso y cobertura de suelo de Mesoamérica. Las clases descritas en el mapa de cobertura de suelo a 10 m fueron:¹³ cobertura arbórea, arbustos, pastos, cultivos, vegetación acuática o regularmente inundada, áreas de escasa vegetación, suelo desnudo, áreas urbanas, hielo /nieve, cuerpos de agua.

ii) *ESA CCI-LC-L3-SR-10m-P360D-2017-v2.0*. Es un mosaico regional que ofrece una visualización de un espacio-mapa de datos de Sentinel-2 libre de nubes para toda Mesoamérica en composición a color RGB: (NIR, RRed, Green).

Con esta información los expertos consultados interpretaron e identificaron macroerrores en la clasificación final del prototipo “ESACCI-LC-L4-Map-10m-P1Y-2017-MAM” con el objetivo de ser considerados en etapas de procesamiento a futuro.

B) **Entrenamiento de la herramienta de validación para la colección de interpretaciones realizadas por los expertos consultados a través de la interfaz de validación.** Los expertos locales utilizaron la herramienta para validar cada clase de cobertura de suelo. Céline Lamarche explicó a los participantes las principales funcionalidades de la herramienta de validación y los datos disponibles complementarios vía



Sesiones de capacitación.



Web Map Service (WMS), ejemplo GoogleEarth. Para el caso del “Mapa prototipo de Cobertura y Uso de la Tierra de México” se utilizaron 62 puntos de muestreo¹⁴ obtenidos por un proceso aleatorio estratificado.¹⁵ Se explicó a los participantes los pasos a seguir para la validación de cada punto de muestreo representados como unidades muestrales secundarias/ unidades muestrales primarias (SSU¹⁶/ PSU) y que representan una cuadrícula de tamaño de celda de 300×300 m. Cada SSU representó una unidad para validarse e interpretarse mediante interpretación visual; el analista asignó la clase más probable.

¹³ *Tree cover areas, Shrubs cover areas, Grassland, Cropland, Vegetation aquatic or regularly flooded, Sparse vegetation, Bare areas, Built-up areas, Snow and/or ice, Open water.*

¹⁴ También identificadas como *Primary Sampling Units (PSU)*.

¹⁵ Por sus siglas en inglés: *Stratified Random Sampling (SRS)*.

¹⁶ Por sus siglas en inglés: *Secondary Sampling Units (SSU)*.

Observaciones finales

En la reunión “Presentación del Proyecto Iniciativa sobre el Cambio Climático de la ESA” asistieron 33 personas de 13 instituciones. En la actividad “Processing&Validation Training” participaron 33 personas, esta vez representando a nueve instituciones. En el total de actores involucrados hubo especialistas de disciplinas tales como: geografía, biología, agronomía, geomática, medio ambiente y procesamiento de imágenes, entre otras. Algunos participantes tenían al menos 10 años de experiencia en el tema trabajando en la institución que representaban, y por parte de instituciones académicas se contó con voluntarios interesados en el tema con especialidad, maestría o doctorado.



Reconocimiento al grupo de expertos consultados.

Los involucrados en el curso indicaron que la aplicación “Taller de Procesamiento y curso de entrenamiento para validar el mapa de cobertura y uso de suelo de alta resolución de México” es una herramienta sencilla; sin embargo, fue necesario familiarizarse con ella, incluyendo la evaluación e interpretación de la respuesta espectral de los objetos con el uso del Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) y la tipología necesaria en la validación de cada SSU.

La participación de los expertos consultados permitió generar comentarios y propuestas interesantes como aspectos de las leyendas y metodología mostradas para el proyecto.

Como parte de las actividades relacionadas con el taller y con el propósito de hacer una comunidad de conocimiento en torno al tema convocado por la Agencia Espacial Europea y la Universidad de Lovaina, el CentroGeo invitó a los participantes a continuar las actividades para la fase de validación durante las seis siguientes semanas de trabajo hasta el 15 de septiembre. En este lapso los participantes pudieron utilizar fuentes complementarias.

Para los expositores de la ESA, la UCL y el programa de formación de recursos humanos en CentroGeo, fue importante valorar y reconocer el trabajo realizado por los participantes en el curso de entrenamiento, por lo cual otorgaron una constancia con valor curricular.

Por último, los resultados obtenidos por los participantes permitirán a los investigadores de la ESA y la UCL el cálculo de precisión global y otras medidas de evaluación, como F-score.

El proceso de validación del “Mapa prototipo de Cobertura y Uso de la Tierra de México” a 10 metros resultó de gran interés para los usuarios y la comunidad científica en México, para continuar procesos de retroalimentación que servirán para refinar la metodología del proyecto y los futuros productos regionales de uso y cobertura de suelo.

El “Mapa prototipo de Cobertura y Uso de la Tierra de México” contribuye a que los usuarios desarrollen mecanismos de seguimiento de la dinámica de los recursos naturales asociados a la cubierta vegetal y a los cuerpos de agua, y presenta un gran potencial para los estudios de expansión urbana y vínculos clave con la sustentabilidad del paisaje.

3. Reunión “2nd CCI Global Land Cover User Workshop” ESA–ESRIN, Frascati, Italia, 24 de septiembre de 2018

La línea de tiempo del proyecto inició en septiembre de 2017 y culminó en septiembre de 2018 con la reunión “2nd CCI Global Land Cover User Workshop”. El propósito de la visita de CentroGeo fue presenciar las conclusiones de la primera etapa del proyecto “Mapa Mesoamericano de Cobertura y Uso de la Tierra”. CentroGeo y CONABIO participaron en el panel de discusión para exponer como usuarios las necesidades y el potencial de primer producto de mapa.

El 25 de septiembre la Agencia Espacial Europea puso a disposición de la comunidad científica y usuarios en general el visualizador que contiene mapas históricos de 1995 a 2015 a 300 m de resolución espacial, el mapa “Mapa Mesoamericano de Cobertura y Uso de la Tierra” y el mosaico en RGB de Sentinel-2 relacionados con cobertura y uso de suelo de México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica, Belice y Nicaragua. El visualizador permite realizar varias tareas de búsqueda de rasgos específicos tales como identificar aspectos naturales y ambientales del espacio geográfico; en otras palabras, interactuar con el mapa.¹⁸

El mapa y el visualizador están disponibles en:
http://2018mexicolandcover10m.esa.int/?pk_campaign=Website_EO

Las actividades de este proyecto están documentadas en diferentes sitios web:

[https://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate/OECD_uses_ESA_data_to_measure_green_growth/\(print\)](https://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate/OECD_uses_ESA_data_to_measure_green_growth/(print))



Participantes en el “2nd CCI Global Land Cover User Workshop”. (Fotografía: ESA¹⁷)

http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2018/09/Mexico_and_Central_America

http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2018/09/Land_Cover_Progress_Meeting

<https://www.esa-landcover-cci.org/>

<http://cci.esa.int/>

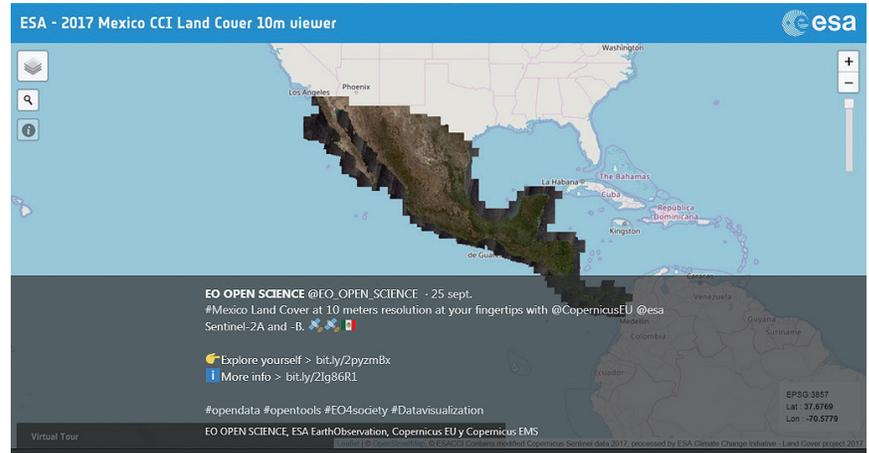


Comentaristas en la mesa redonda.

¹⁷ https://twitter.com/EO_OPEN_SCIENCE/status/1044167761335922688

¹⁸ Fabrizio Pera et al. 2017 *Mexico CCI Land cover 10 m resolution at your fingertips*, ESA.

Visualizador que permite consultar y acceder al mosaico completo del mapa de Mesoamérica sin nubes de Sentinel 2A-2B, al mapa de uso y cobertura de suelo a 10 m de resolución espacial.
(Disponibles en:
http://2018mexicolandcover10m.esa.int/?pk_campaign=Website_EO



<http://www.conacytprensa.mx/index.php/centros-conacyt/boletinescentros/23428-visita-de-la-agencia-espacial-europea-esa-y-la-universidad-catolica-de-lovain-a-mexico-en-las-instalaciones-de-centrogeo-conacyt>

https://twitter.com/EO_OPEN_SCIENCE/status/1044596840333742080

http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2/Zooming_in_on_Mexico_s_landscape

https://www.esa.int/esl/ESA_in_your_country/Spain/La_cubierta_terrestre_de_Mexico_en_alta_resolucion

<http://www.esa.int/ESA>

En síntesis, en este documento se resumen los elementos conceptuales relevantes que contribuyeron en el proceso de validación y fueron compartidos por

los investigadores de ESA y UCL. En este proyecto internacional, las aportaciones de todos los voluntarios locales durante el proceso de validación fueron muy importantes ya que cada uno de ellos aportó su conocimiento al identificar las diferentes categorías, así como valiosos comentarios y observaciones.

Como resultado, la Agencia Espacial Europea brinda acceso al nuevo mapa Mesoamericano de Cobertura y Uso de la Tierra a través de un visualizador que permitirá a los usuarios obtener información de diferentes tipos de cobertura e integrar esta información a sus procesos de trabajo.

Tal vez en un futuro, la cubierta terrestre a nivel nacional de México pueda beneficiarse con otros mapas con coberturas más específicas a través de datos de Sentinel-2 de Copernicus.

Elaborada por: Alejandra Aurelia López Caloca

Fotografías: CentroGeo y ESA

Diseño de imagen de portada: Gabriela López Aguilar

Agradecimientos

Los colegas de la ESA y UC Louvain agradecen por el tiempo dedicado a esta fase del proyecto. En especial, a la Dra. Elvia Martínez Viveros y al Dr. José Ignacio Chapela, de CentroGeo, por el apoyo en tareas de gestión institucional desarrolladas durante este periodo. Gracias a toda la comunidad de CentroGeo que alojó con entusiasmo esta actividad.

ANEXOS

Anexo 1. Participantes en la reunión “Presentación del Proyecto Iniciativa sobre el Cambio Climático de la ESA”, 31 de julio

Nombre	Cargo	Institución internacional	Correo electrónico
Dr. Olivier Arino	Senior Advisor European Space Agency	ESA – ESRIN	Olivier.Arino@esa.int
Fabrizio Ramoino	Application Expert at the European Space Agency – ESRIN	ESA – ESRIN	Fabrizio.Ramoino@esa.int
Dr. Pierre Defourny	Professor of the Université de Louvain	UCL	pierre.defourny@uclouvain.be
Céline Lamarche	Researcher in remote sensing of environment and Researcher in remote sensing for the ESA CCI–LC Phase II.	UCL	celine.lamarche@uclouvain.be
Grit Kirches (TBC)	Researcher in remote sensing	Brockmann Consult (TBC)	grit.kirches@brockmann-consult.de
J. Baptiste Sabatie	French Development Agency–México	AFD	sabatiej@afd.fr
Valentine Arino	French Development Agency–México	AFD	arinov@afd.fr

Nombre	Cargo	Institución mexicana	Correo electrónico
Dr. José Ignacio Chapela Castañares	Director general	CentroGeo	jichapelac@centrogeo.edu.mx
Dr. Francisco Javier Mendieta Jiménez	Director general de la Agencia Espacial Mexicana	AEM	director.general@aem.gob.mx
Moira Karosuo Argü	Subdirectora de Cooperación en Ciencia, Tecnología e Innovación entre México y la Unión Europea	CONACYT	mkarosuo@conacyt.mx
Lic. Margarita Jesarela López Aguilar	Directora Técnica de la Vicepresidencia de Información Geográfica y del Medio Ambiente	INEGI	JESARELA.LOPEZ@inegi.org.mx
Biól. Arturo Victoria Hernández	Representante de la Dirección General de Geografía y Medio Ambiente	INEGI	ARTURO.VICTORIA@inegi.org.mx
Gloria Abraham Peralta	Representante del IICA en México	IICA	gloria.abraham@iica.int
Ing. Oscar Zepeda Ramos	Director de Análisis y Gestión de Riesgos	CENAPRED	ozr@cenapred.unam.mx
M.I. Lucrecia Torres Palomino	Subdirectora de Sistemas de Información sobre Riesgos	CENAPRED	lucrecia@cenapred.unam.mx
Ing. Raymundo Mendoza Escobedo		SENASICA	

Nombre	Cargo	Institución mexicana	Correo electrónico
Dr. Manuel Suárez Lastra	Director General del Instituto de Geografía	IG – UNAM	direccion@igg.unam.mx
Mtro. Guillermo Martínez Verduzco	Jefe de la Estación de Recepción México de Imágenes ERMEX	SIAP/ERMEX	guillermo.martinez@agentetecnico.com
Geóg. Miguel Ángel Rosas Mayon	Jefe del Departamento de Teledetección y Monitoreo de la Cubierta Forestal	CONAFOR	miguel.rosas@conafor.gob.mx
Dr. Rainer Andreas Ressler	General Director of Geomatics. The National Commission for the Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO)	CONABIO	rainer.ressl@conabio.gob.mx
Mtra. Isabel Cruz López	Coordinator Remote Sensing. The National Commission for the Knowledge and Use of Biodiversity	CONABIO	icruz@conabio.gob.mx
Sandra Cruz Moreno	Coordinador de Proyecto	FAO	Sandra.Cruz@fao.org
Gerardo Falcón Lucario	Coordinador de Proyecto	FAO	Gerardo.FalconLucario@fao.org
Lic. Edilberto Hernández García	Gerente de Desarrollo de Sistemas de Observación y Vehículos Espaciales	AEM	hernandez.edilberto@aem.gob.mx
Ing. José Javier Roch Soto	Coordinador General de Desarrollo Industrial, Comercial y Competitividad en el Sector Espacial de la Agencia Espacial Mexicana	AEM	roch.javier@aem.gob.mx
Ing. Francisco Romero Aguilar	Director de Desarrollo Industrial y Comercial de la Agencia Espacial Mexicana	AEM	romero.jose@aem.gob.mx
Ing. Luis Francisco Rodríguez Jiménez	Gerente de Comercialización de la Agencia Espacial Mexicana	AEM	rodriguez.luis@aem.gob.mx
Dr. Elvia Martínez Viveros	Investigador Titular	CentroGeo	emartinez@centrogeo.edu.mx
Dr. Alejandra Aurelia López Caloca	Investigador Titular	CentroGeo	alopez@centrogeo.edu.mx
Dr. José Luis Silvan Cárdenas	Postgraduate Coordinator. Investigador Titular	CentroGeo	jsilvan@centrogeo.edu.mx
Mtro. Alejandro Mohar Ponce	Investigador Titular	CentroGeo	amohar@centrogeo.edu.mx
Mtro. Mauricio Galeana Pizaña	Investigador Titular. Doctoral candidate	CentroGeo	mgaleana@centrogeo.edu.mx
Dr. Juan Manuel Núñez	Investigador Titular	CentroGeo	jnunez@centrogeo.edu.mx

Anexo 2. Participantes en el Taller de Procesamiento y curso de entrenamiento para validar del mapa de cobertura y uso de suelo de alta resolución (10 metros) en la República Mexicana. CentroGeo, sede CDMX, 1 y 2 de agosto de 2018

Nombre	Institución mexicana	Correo electrónico
Daniela Alejandra Jurado Cruz	CONABIO	djurado@conabio.gob.mx
José Alberto Alcántara Maya	CONABIO	jalcatara@conabio.gob.mx
Lilia de Lourdes Manzo Delgado	UNAM	llmanzo@igg.unam.mx
José Antonio Quintero Pérez	UNAM	quintero@igg.unam.mx
Francisco Romero Aguilar	AEM	romero.jose@aem.gob.mx
Francisco Javier Osorno Covarrubias	UNAM	josorno@igg.unam.mx
Pilar Andrea Henao Sánchez	CentroGeo	pihensa@yahoo.com
Cuauhtémoc Salvador Bautista Enciso	CentroGeo	cuauhtemocbe@gmail.com
Paulina Paredes Camarillo	CentroGeo	paulina_p_camarillo@live.com.mx
Nirani Corona Romero	CentroGeo	ncorona@centrogeo.org.mx
Mario Celestino González Stefanoni	CentroGeo	mayopgs@gmail.com
José Luis López Gonzaga	CentroGeo	jlopez@centrogeo.org.mx
Guadalupe Rivera Reyes	CentroGeo	grivera@centrogeo.org.mx
Paola Andrea Mejía Zuluaga	CentroGeo	pmejia@centrogeo.org.mx
Daniel María López López	CentroGeo	dlopez@centrogeo.edu.mx
Luis Francisco Rodríguez Jiménez	AEM	rodriguez.luis@aem.gob.mx
José Javier Roch Soto	AEM	roch.javier@aem.gob.mx
Jesarela López Aguilar	INEGI	jesarela.lopez@inegi.org.mx
Arturo Victoria Hernández	INEGI	arturo.victoria@inegi.org.mx
Isabel Cruz López	CONABIO	icruz@conabio.gob.mx
Guillermo Martínez Verduzco	ERMEX/SIAP	guillermo.martinez@agentetecnico.com
Carlos Alberto Francisco Cruz	FAO	Carlos.francisco@fao.org
Gerardo Falcón Lucario	FAO	gerardo.falconlucario@fao.org
Leticia Deschamps	IICA	leticia.deschamps@iica.in
Francisco Romero Aguilar	AEM	romero.jose@aem.gob.mx
Amanda Oralia Gómez González	AEM	gomez.amanda@aem.gob.mx
Fernando Mireks Arellano	AEM	Ing.fer.geo@gmail.com
Lucrecia Torres Palomino	CENAPRED	lucrecia@cenapred.unam.mx
Gustavo Domínguez Posadas	CENAPRED	gydominguez@cenapred.unam.mx
Ileana Gabriela Reyes Rosquillo	CentroGeo	reyesileam77@gmail.com
Mauricio Galeana Pizaña	CentroGeo	mgaleana@centrogeo.org.mx
Tania Gómez Fernández	CentroGeo	gfe.tania@gmail.com
Josafat Guerrero	CentroGeo	jguerrero@centrogeo.edu.mx

