



Informe de Labores 2020-2021





Informe de Labores 2020-2021



Guatemala, septiembre de 2022

COMITÉ EDITORIAL

Ph.D. Alex Alí Guerra Noriega

Director General

Ph.D. Luis Ferraté Felice

Asesor científico

M.Sc. Oscar Guillermo González

Coordinador del Programa de Gestión
de Proyectos y Cooperación

Mgtr. Kevin Roger Pérez Suñiga

Comunicador Social

M.Sc. María Andrea Bolaños

Técnica en Gestión de Proyectos

M.Sc. Giovanni González

Coordinador del Proyecto GEF - PNUD volcanes

M.Sc. Elmer Adolfo Orrego

Gestor del Conocimiento Técnico - Científico

Lic. Berny Ortega González

Comunicador Asociado de Proyectos

CITA BIBLIOGRÁFICA

ICC (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático). 2022.
Informe de Labores 2020-2021. Guatemala. 100 páginas.

ISSN: 2520-999X

Diseño e impresión:



3a. avenida 14-62, zona 1

PBX: (502) 2245-8888

www.serviprensa.com

Portada y diagramación: Gudy González

Revisión textos: Jaime Bran

Esta publicación fue impresa en octubre de 2022.

La edición consta de 300 ejemplares en papel couche mate 80 gramos.

Contenido

| | |
|--|----|
| Visión | 4 |
| Misión | 4 |
| Valores..... | 4 |
| Ejes del Plan Estratégico 2021-2026 | 4 |
| Objetivos técnico-científicos..... | 4 |
| Organigrama..... | 5 |
| Asamblea General 2020-2021 | 6 |
| Junta Directiva 2021-2023 | 7 |
| Consejo Consultivo ICC 2020-2021..... | 8 |
| Equipo ICC 2020-2021..... | 9 |
| Resumen del director general | 13 |
| General Director’s Summary..... | 15 |
| 1. Gestión integrada del agua..... | 17 |
| 2. Gases de efecto invernadero..... | 42 |
| 3. Gestión ambiental | 48 |
| 4. Restauración y conservación de bosques..... | 51 |
| 5. Erosión y conservación de suelos..... | 59 |
| 6. Biodiversidad | 61 |
| 7. Adaptación comunitaria al cambio climático | 70 |
| 8. Gestión de riesgo | 75 |
| 9. Desarrollo de capacidades..... | 87 |
| 10. ICC en El Salvador | 91 |
| 11. Estudios e investigaciones..... | 92 |
| 12. Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático..... | 93 |
| 13. Financiamiento | 95 |
| 14. Proyectos 2020-2021 | 96 |
| 15. Convenios..... | 98 |



Visión

Al 2026, ser una institución referente en investigación y desarrollo de proyectos para la mitigación y adaptación al cambio climático en la región mesoamericana.

Misión

Crear y articular soluciones para la mitigación y adaptación al cambio climático en la región mesoamericana con base en lineamientos técnico-científicos y económicamente viables en lo productivo, social y ambiental.

Valores

Eficacia, eficiencia, respeto, trabajo en equipo, igualdad de género, creatividad, dinamismo, integridad, honestidad, responsabilidad, tenacidad, liderazgo positivo, ética profesional y calidad.

Ejes del Plan Estratégico 2021-2026

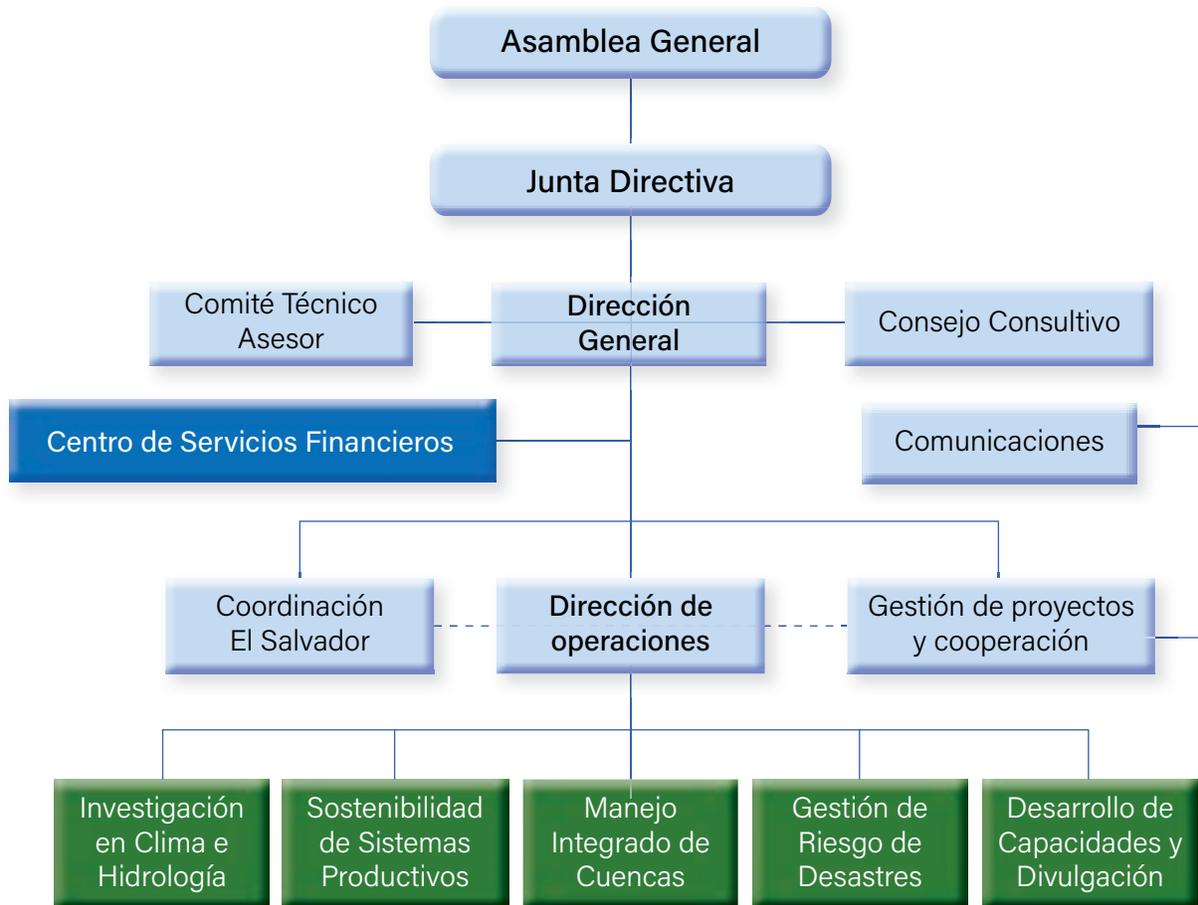
1. Fortalecimiento institucional
2. Incidencia y relacionamiento
3. Investigación científica

Objetivos técnico-científicos

- Desarrollar investigación aplicada para generar conocimiento técnico-científico en temas asociados a la mitigación y adaptación al cambio climático.
- Aportar a la disminución de la vulnerabilidad y a facilitar la adaptación al cambio y la variabilidad climática.
- Contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y con la fijación de carbono.
- Apoyar a sus miembros y a distintos sectores clave en la gestión ambiental aplicada.
- Contribuir con el desarrollo de capacidades de actores en materia de cambio climático.



Organigrama



Asamblea General 2020-2021

| EMPRESA O INSTITUCIÓN | |
|---|--------------------|
| Ingenio San Diego/Trinidad | Miembro fundador |
| Ingenio Pantaleon | Miembro fundador |
| Ingenio Concepción | Miembro fundador |
| Ingenio Palo Gordo | Miembro fundador |
| Ingenio Madre Tierra | Miembro fundador |
| Ingenio El Pilar | Miembro fundador |
| Ingenio Santa Teresa | Miembro fundador |
| Ingenio La Sonrisa | Miembro fundador |
| Ingenio La Unión - Los Tarros | Miembro fundador |
| Ingenio Santa Ana | Miembro fundador |
| Ingenio Magdalena | Miembro fundador |
| Asociación de Azucareros de Guatemala - ASAZGUA | Miembro fundador |
| Ingenio Tuluá | Miembro desde 2015 |
| Asociación de Productores Independientes de Banano - APIB | Miembro desde 2015 |
| Compañía Azucarera Salvadoreña -CASSA | Miembro desde 2019 |
| Grupo Palo Blanco S.A. | Miembro desde 2019 |

Junta Directiva 2021-2023

| CARGO | REPRESENTANTES |
|-------------------|---|
| Presidente | Ing. Mauricio Cabarrús |
| Vicepresidente | Ing. Herman Jensen |
| Secretario | Ing. Jorge Sandoval |
| Tesorero | Ing. Max Zepeda |
| Vocal Primero | Licda. María Isabel Leal. Suplente: Lic. Jorge Moreno |
| Vocal Segundo | Ing. Francis Bruderer. Suplente: Licda. Alexandra Bruderer |
| Vocal Tercero | Lic. Julio Mérida |
| Vocal Cuarto | Ing. Roberto Ranero |
| Vocal Quinto | Ing. Wilfredo Márquez. Suplente: Ing. Melvi Roque |
| Vocales Adjuntos | Dr. Mario Melgar, Ing. Luis Miguel Paiz, Ing. Leonardo Cabrera, Ing. Juan Luis Gómez |
| Asesor Financiero | Lic. William Calvillo |
| Director General | PhD. Alex Guerra |



Consejo Consultivo ICC 2020-2021

| REPRESENTANTE | INSTITUCIÓN |
|--|--|
| Dr. Edwin Castellanos | Universidad del Valle de Guatemala |
| PhD. Fernando García Barrios e Ing. Julio Martínez | Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – Guatemala (PNUD) |
| Ing. Ogden Rodas | FAO Guatemala |
| M.Sc. Jaime Carrera | Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), Universidad Rafael Landívar |
| Dr. Luis Ferraté Felice | Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC) |
| Dr. Mario Melgar | CENGICAÑA/Junta Directiva ICC |



Equipo ICC 2020-2021

| | |
|--|--|
| Dirección General | PhD. Alex Guerra Noriega |
| Dirección de Operaciones | Ing. Agr. Luis Reyes García |
| Coordinador Nacional ICC en El Salvador | M.Sc. Francisco Soto Monterrosa |
| Asesor Institucional y Científico | PhD. Luis Alberto Ferraté Felice |
| Técnico de campo en El Salvador | Ing. Milton Tobar Castillo |
| Asistente de Dirección | Licda. Sharon Arias de López |
| Asistente Técnico en Monitoreo y Evaluación Interna | Inga. GAL Linda Mazariegos Guarchaj |
| Asistente institucional | Licda. Gabriela Girón |
| Programa de Investigación en Clima e Hidrología | |
| Coordinador | M.Sc. Juan Francisco Low Calle |
| Coordinadora del Sistema de Información de Ríos de la Costa Sur | Licda. Lourdes Castilla Maldonado |
| Investigadora Jr. en Hidrología | Inga. Agr. Amy Molina Estrada |
| Investigador Jr. en Meteorología y Clima | Ing. Agr. Carlos Aníbal Ramírez Calo |
| Técnico en Gobernanza e Información del Agua | P. Agr. Justo Brandon Ajanel Pixtún |
| Investigador Asociado en Hidrología e Hidrogeología | M.Sc. Sergio Gil Villalba |
| Técnicos del Sistema de Información de Ríos de la Costa Sur | P. Agr. Elder Fernando Samayoa Beza, P. Admón. Luis Miguel Morales Avalos, P. Agr. Nelson Medrano, P. Agr. Luis Enrique Gómez Román, (2020), P. Agr. Cristian René Ortiz Caché, Bach. Rover Daniel Ortiz Paz, Bach. Eduardo José García García, Bach. Francisco Javier García Morales, Bach. Juan Francisco Díaz (2021) |
| Tesista del M.Sc. en Hidrogeología (IHE Delft Water Institute-Holanda, Instituto Superior Técnico –Portugal- y Technische Universität Dresden –Alemania), 2021 | M.Sc. Ricardo Marroquín Paiz |
| Personal de apoyo en campo, Sistema de Información de Ríos Costa Sur | Wilson Sotero Velásquez, Carlos Abilcio Sutuc Calderón, Arturo Hermógenes Saucedo López, José Raúl Sabán García, Cristian Miguel Boror Reyes, José Rafael Mauricio Cruz, Héctor Alejandro Bernal Reyes, Jorge Armando Ibarra Alvizures, Marvin Lisandro Salvador Pérez, Eleazar Puy Morales, Christopher Emanuel Villavicencio, Elder Gamaliel Celis Hernández, Juan Francisco Díaz González, Amilcar Romeo Vásquez González (2020), Juan José Joshuá de León Maldonado, Anthony David Chac Ortiz, Wilson Sotero Velásquez Sacayón, José Raúl Sabán García, Cristian Miguel Boror Reyes, Marvin Lisandro Salvador Pérez, Elmer Eduardo Salazar Lima, Daniel Elías Pérez Ortiz, Héctor Alejandro, Bernal Reyes, Carlton Steve Coates García, Dennis Roberto Chitic Guajaca, Gregorio Abdías Saloj Calvo, (2021) |



Programa de Sostenibilidad en Sistemas Productivos

| | |
|---|---|
| Coordinador | M.Sc. Marco Tax Marroquín |
| Investigador en Sostenibilidad de Sistemas Productivos | M.Sc. Carlos Humberto Rodríguez Hernández |
| Investigadora en Sostenibilidad de Sistemas Productivos | Inga. Agr. Alma Santos Pérez |
| Investigador en Agrometeorología | M.Sc. Elmer Adolfo Orrego León |
| Investigadora en Biología | Licda. Biol. Sofía Aguilar |
| Técnico en Sostenibilidad de Sistemas Productivos | M.E.P.U. Rebeca Axpuc |
| Practicante universitaria (Universidad de San Carlos de Guatemala – FAUSAC, 2021) | Lilibeth Franco de Alvarado |

Programa en Manejo Integrado de Cuencas

| | |
|---|---------------------------------------|
| Coordinador | Ing. Agr. Juan Andrés Nelson Ruiz |
| Técnico en Manejo Integrado de Cuencas | T.P.A. Luis Enrique Gómez Román |
| Técnico del Programa Manejo Integrado de Cuencas – Parte Alta de las Cuencas (hasta Nov. 2020) | P. Agr. Roberth López Morales |
| Técnico del Programa Manejo Integrado de Cuencas – Parte Alta de las Cuencas | P. For. Dulce Poz |
| Técnico del Programa Manejo Integrado de Cuencas – Sur Oriente | T.U.P.A.E. Alejandro Paniagua Estrada |
| Técnico del Programa Manejo Integrado de Cuencas – Sur Occidente | T. Agr. Luis Jacob López López |
| Especialista en Acuicultura y Calidad del Agua | Lic. Acuic. Gabriel Rivas Say |
| Practicante universitaria (Universidad de San Carlos de Guatemala, EPS Facultad de Agronomía), 2020 | M.E.P.U. Rebeca Axpuc |

Programa Gestión de Riesgo de Desastres

| | |
|---|---------------------------------------|
| Coordinador | M.Sc. German Alfaro Ruiz |
| Técnico en Gestión de Riesgos | Lic. Francisco Fuentes González |
| Técnico en Gestión de Riesgos (enero 2021) | Inga. Agr. Amy Guicela Molina Estrada |
| Técnico en Agua y Gestión de Riesgos (2020) | Bach. Walter Sazo Martínez |

Programa Desarrollo de Capacidades y Divulgación

| | |
|--|---|
| Coordinador | M.A. Pablo Yax López |
| Técnico en Desarrollo de Capacidades | Ing. Agr. Kevin Manolo Noriega Elías |
| Técnico en Desarrollo de Capacidades | T.U. Luis Fernando Escobedo |
| Practicante universitario CUNSUROC, 2020 | Antonio Carrillo Puac |
| Practicante universitario 2021 | Ubaldo Chumil Vicente, Tomas Castro Calel |



Programa de Gestión de Proyectos y Cooperación

| | |
|--|--------------------------------|
| Coordinador | M.Sc. Óscar Guillermo González |
| Técnico en Gestión de Proyectos | M.Sc. María Andrea Bolaños |
| Comunicador Social | Lic. Kevin Roger Pérez Suñiga |
| Practicante de Licenciatura en Comunicación (2021) | T.U. Berny Fernando Ortega |

Personal general

| | |
|--|---|
| Contadora General Asistentes de contabilidad | MBA. Silvia Castillo Orrego Jackeline Paola De León, P.C. Humberto Leonardo Cifuentes Sandoval, P.C. Edgar Ariel Rivas Hernández, P.C. Esdras Enoc Miza Aspuac, P.C. Carlos Abraham Boror, |
| Gestor administrativo | Lic. Yuver Barillas González |
| Asistente administrativo | P. Admón. Orquídea Pérez Matzír |
| Asistente administrativo | P. Admón. Marvin Castillo |
| Apoyo en campo y oficinas | Conrado Gámez Rivera, Darío Guarchaj, Miriam Elizabeth Ochoa Galindo, Silvia Margarita Coyán Chamó y Kimberly González. |

Evaluación de cumplimiento de las normativas ambientales del Azúcar de Guatemala, zafras 2020-21 y 2021-22

| | |
|---------------------|--|
| Coordinador | Ing. Agr. Géser González |
| Técnico (2020-2021) | Inga. Agr. María Alejandra Rosales |
| Técnico (2020-2021) | Ing. Agr. Fernando Hernández Hernández |
| Técnico (2021-2022) | Inga. Agr. Claudia Alvarado |
| Técnico (2021-2022) | Inga. Agr. María José Labin |

Personal en proyectos

Cambio climático y seguridad alimentaria financiado por Cooperación Española AECID

| | |
|----------------|---|
| Coordinador | M.A. Pablo Yax López |
| Técnico | Ing. Agr. Kevin Manolo Noriega Elías |
| Técnico (2020) | P. Admon. Juan Guachiac Guachiac (QEPD) |
| Técnico (2021) | Tomás Castro Calel |
| Técnico (2021) | Antonio Carrillo Puac |
| Practicantes | Regina Ajcalón Samines, Melvyn Antony Yac Vásquez, Gilberto Ottoniel Ixmatá Tambriz, Génesis Belén Rodas Fuentes, Ubaldo Chumil Vicente |



Elaboración de Estudio Técnico para área marino-costera en Tecojate-Tiquisate financiado por el Wildlife Conservation Society (WCS)

| | |
|-------------|---|
| Coordinador | M.Sc. Marco Tax Marroquín |
| Biólogo | Lic. Biol. Edson Gerardo Flores Marroquín |
| Antropóloga | Lic. María Gabriela Muños García |
| Técnico | M.E.P.U. Rebeca Apxuac Manuel de Jesús Ixquiac Cabrera Manuel Estuardo Acevedo Miranda José Roberto Ortiz, Bianka Analí Hernández Ruano, Jorge Ivan Lu Palencia |

Planes de manejo en seis cuencas de la cadena volcánica financiado por GEF-PNUD-MARN

| | |
|--|---|
| Coordinador | M.Sc. Giovanni González Celada |
| Especialista social | Mgtr. Nancy Sucely Soto Sandoval |
| Especialista en restauración | Ing. Agr. Oscar Rodolfo Morales Méndez |
| Técnicos forestales | Per. Forestal Dulce Poz y Per. Agr. Marvin Oztzín |
| Consultor en mecanismos de compensación de servicios ambientales | Ing. Agr. Carlos Bonilla Alarcón |

Uso de la tierra en zonas de manglares y riberas de río con sus zonas de influencia en las cuencas del Pacífico guatemalteco financiado por el World Resources Institute (WRI)

| | |
|--|---|
| Coordinador | M.Sc. Oscar Núñez Saravia y M.Sc. Luis Pedro Utrera |
| Especialista en Sistemas de Información Geográfica | Oscar González Rivera |
| Técnicos en Sistemas de Información Geográfica | Ing. Agr. Ana Nidia Abraham Alonso, Ing. Daniel Esteban Manzo Barrientos, Sr. Gerrit Hartmann, Ing. Luis Guillermo Méndez De León |

Priorización de zonas de restauración en las cuencas del Pacífico guatemalteco financiado por el World Resources Institute (WRI)

| | |
|---|---|
| Coordinador | M.Sc. Luis Pedro Utrera |
| Supervisores | M.Sc. Oscar Guillermo González, PhD Alex Guerra Noriega |
| Especialista en Sistemas de Información Geográfica | Óscar González Rivera |
| Asesora en Aspectos Legales, Jurídicos y de Tenencia de la Tierra | Licda. Ana del Carmen de León Sosa |

Personal del ICC que cumplió 5 o 10 años de labores en 2020 o 2021

| | |
|---|-----------------|
| Mauricio Cabarrús Perdomo, miembro de Junta Directiva Herman Jensen Botrán, miembro de Junta Directiva Max Zepeda, miembro de Junta Directiva Mario Melgar, miembro de Junta Directiva William Calvillo Loaiza, miembro de Junta Directiva Alex Guerra Noriega, Director General | 10 años en 2020 |
| Luis Reyes García, Pablo Yax López, German Alfaro Ruiz, Juan Andrés Nelson Ruiz | 10 años en 2021 |
| Gabriel Antonio Rivas Say Sergio Ajpop López, Conrado Gámez Rivera | 5 años en 2020 |
| Amy Molina Estrada, Oscar González | 5 años en 2021 |

Resumen del Director General

Es para el equipo del ICC una alegría compartir lo que hemos hecho desde mediados de 2020 a diciembre de 2021. La razón por la que este informe cubre un año y medio es que a mediados de 2020 cumplimos 10 años y publicamos un informe para el período julio 2010-junio 2020. Los 18 meses que cubrimos aquí fueron marcados por la pandemia SARS-CoV-2 o COVID-19, que transformó gran parte de la vida de la población a nivel mundial. El ICC logró adaptarse a las circunstancias de manera exitosa puesto que llevó a cabo prácticamente todo su plan de trabajo.

Entre el segundo semestre de 2020 y el primero de 2021 se elaboró el Plan Estratégico 2021-2026 pues con el cumplimiento de 10 años también dio fin el Plan Estratégico 2011-2020. En el nuevo plan, el ICC se propone posicionarse a nivel mesoamericano como un referente en materia de cambio climático, aunque se enfocará en su consolidación en Guatemala y El Salvador. El plan contiene tres ejes principales, a saber: 1) el fortalecimiento institucional, 2) la incidencia y el relacionamiento y 3) la investigación científica. Algo que se resalta es que se buscará tener un mayor impacto al desarrollar mecanismos para hacer llegar la información y el conocimiento generado por el ICC a los actores más relevantes, incluyendo distintas instancias de gobierno, empresas, comunidades, la cooperación y organizaciones no gubernamentales.

Un insumo importante para el nuevo plan estratégico fue una evaluación del impacto que ha tenido el trabajo desarrollado por el ICC en Guatemala. Como parte de esa evaluación, se realizaron entrevistas con diversas instituciones gubernamentales, tanto a nivel departamental como nacional, con el objetivo de conocer el nivel de incidencia que ha tenido el trabajo y la percepción que tienen las instituciones sobre el ICC. La siguiente etapa de la evaluación de impacto consistió en integrar y evaluar la información que ha generado durante los 10 años de trabajo, así como una serie de entrevistas y una

encuesta con grupos-objetivo definidos para levantar la percepción que tienen sobre el trabajo del ICC a nivel nacional. Una de las conclusiones de la encuesta (n=95) fue que el 100% respondió que sí recomendaría al ICC por su calidad de trabajo. También se resaltó que el Instituto tiene un equipo altamente calificado y sugirieron seguir con independencia y mantener la objetividad.

En cuanto a las líneas temáticas, el agua continúa creciendo en importancia y acciones en el ICC. La generación de información primaria es fuerte e incluye meteorología, agua subterránea, caudales de ríos, calidad del agua e isótopos de la lluvia. Los estudios y análisis abordan las crecidas de los ríos y determinación de zonas de inundación, las sequías, la huella hídrica de la producción de caña de azúcar, banano y aguacate, así como el estado de las cuencas hidrográficas. Un aporte significativo del ICC sigue siendo su apoyo técnico para la gobernanza del agua, especialmente a través del sistema de monitoreo de más de 50 ríos (entre principales y secundarios) en 13 de las cuencas del Pacífico. Asimismo, trabajando en apoyo al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y facilitando la comunicación entre usuarios del agua para que se mantengan los ríos hasta su desembocadura, lo cual se ha logrado desde 2016.

El ICC ha seguido enfocando sus esfuerzos de mitigación del cambio climático en dos áreas: la fijación de carbono a través de la siembra de árboles y el apoyo a empresas y gremios a través de estudios de huella de carbono y elaboración de estrategias de mitigación. En cuanto este último, cada vez cobran mayor importancia los estudios y se han hecho para la producción de caña de azúcar, azúcar, etanol, banano, aguacate y la generación de electricidad. La elaboración de estrategias o planes de mitigación está siendo un requerimiento de compradores y mercados internacionales, vitales para la sostenibilidad de las empresas.



En el tema forestal, el ICC continúa apoyando la conservación de bosques en la parte alta de las cuencas y en los manglares. Asimismo, al año 2021 se había llegado a reproducir 7,837,296 árboles de más de 50 especies para reforestar distintas áreas en 14 cuencas del Pacífico guatemalteco. En 2020 se reprodujeron 970,708 en 56 viveros mientras en 2021 la cifra fue de 1,244,200 en 87 viveros. En 2021 también empezamos acciones de restauración forestal en El Salvador, especialmente en zonas ribereñas. Estos resultados son producto de esfuerzos colectivos del ICC, sus empresas miembro numerosas, comunidades, municipalidades, instituciones y fincas privadas. Estas acciones contribuyen a la adaptación y construcción de resiliencia del paisaje ante los impactos de eventos climáticos además de los beneficios en mitigación.

En 2021 se celebró el IV Congreso Nacional de Cambio Climático bajo el liderazgo del ICC como coordinador general. Fue un evento virtual en el que participaron 2,061 personas de todos los departamentos de Guatemala y de 21 países. Se tuvo 25 sesiones entre magistrales, temáticas

y paralelas. El ICC presentó 9 ponencias de las 47 que se tuvieron en las sesiones temáticas. El éxito del Congreso fue gracias a la colaboración de distintas organizaciones, especialmente las agrupadas en el Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático (SGCCC), del cual el ICC tuvo la secretaría técnica en 2020 y 2021.

En este resumen menciono solamente algunas de las acciones y logros del ICC contenidos en este informe. La invitación está abierta para explorarlo y notar las numerosas maneras de hacer efectiva la acción climática a nivel local. Terminó agradeciendo el apoyo continuo y el respaldo de las visionarias empresas que apoyan el trabajo del ICC en Guatemala y El Salvador, así como a las diversas personas, comunidades, organizaciones de gobierno y no gubernamentales y a la cooperación internacional por unir esfuerzos. Los retos que afrontamos, no solo los climáticos, requieren de la unión y trabajo conjunto. En el ICC tenemos esa convicción y seguiremos poniéndola en práctica y catalizando la cooperación entre distintos sectores de la sociedad.



General Director's Summary

It is a pleasure for the ICC team to share what we have done from mid-2020 to December 2021. This report covers a year and a half because we completed 10 years of work in mid-2020 and we published a report for the period July 2010- June 2020. The 18 months that we cover here were marked by the SARS-CoV-2 or COVID-19 pandemic, which transformed much of life worldwide. The institute managed to adapt to the circumstances successfully since it carried out virtually all its work plan.

Between the second semester of 2020 and the first of 2021, the 2021-2026 Strategic Plan was drawn up since the 2011-2020 Strategic Plan ended. In the new plan, the ICC intends to become a reference institution at the Mesoamerican level in climate change, although it will focus on strengthening its work in Guatemala and El Salvador. The plan contains three main pillars, namely: 1) institutional strengthening, 2) advocacy and public relations, and 3) scientific research. A highlight is that it will seek to have a greater impact by developing mechanisms to transfer information and knowledge generated by the ICC to the most relevant actors, including different government agencies, companies, communities, aid agencies, and non-governmental organizations.

An important input for the new strategic plan was an evaluation of the impact of the ICC in its first 10 years. As part of this evaluation, interviews were conducted with various government institutions, both at the departmental and national levels, in order to find out the level of relevance that the work has had and the perception that the institutions have of the ICC. The following stage of the impact evaluation consisted of integrating and evaluating the information generated during the 10 years of work, as well as a series of interviews and a survey with target groups about their perception of the ICC's work. One of the conclusions of the survey (n=95) was that 100% responded that they would recommend the ICC

due to its quality of work. It was also highlighted that the institute has a highly qualified team and they suggested continuing with independence and maintaining objectivity.

In terms of areas of work, water continues to grow in importance and actions at the ICC. Primary data generation is strong and includes meteorology, groundwater, river flows, water quality, and rainfall isotopes. The studies and analyses address flooding and mapping of flood-prone areas, droughts, the water footprint of the production of sugarcane, bananas, and avocados, as well as the state of the watersheds. A significant contribution of the ICC continues to be its technical support for water governance, especially through the monitoring system of more than 50 main and secondary rivers in 13 of the Pacific basins. Also, working in support of the Ministry of Environment and Natural Resources and facilitating communication between water users so that the rivers keep flowing throughout their courses, which has been achieved since 2016.

The ICC has continued to focus its climate change mitigation efforts in two areas: carbon sequestration through the planting of trees and support for companies, associations and two municipalities through carbon footprint studies and the development of mitigation strategies. As for the latter, studies are becoming increasingly important and have been done for sugarcane, sugar, ethanol, bananas, avocado and electricity generation. The construction of mitigation strategies or plans is becoming a requirement of buyers and international markets, vital for the sustainability of companies.

Forest conservation and restoration work goes on. The ICC continues to support the conservation of forests in the upper part of the basins and in the mangroves. By the year 2021, 7,837,296 trees (saplings) of more than 50 species had been reproduced to reforest different areas in 14 basins of the Guatemalan Pacific. In 2020,



970,708 were reproduced in 56 nurseries, while in 2021 the total was 1,244,200 in 87 nurseries. In 2021 we also started forest restoration actions in El Salvador, especially in riverside areas. These results are the product of the collective efforts of the ICC, its member companies, numerous communities, municipalities, institutions, and private farms. These actions contribute to climate adaptation and resilience building at the landscape level, in addition to mitigation benefits.

In 2021, the IV National Climate Change Congress was held under the leadership of the ICC as general coordinator. It was an eminently virtual event in which 2,061 people from all the departments of Guatemala and 21 countries participated. There were 25 sessions between plenaries, keynote presentations, thematic and parallel sessions. The ICC presented 9 papers out of the 47 that were included in thematic sessions. The congress was successful thanks to the collaboration of different organizations, especially those grouped in the Guatemalan System of Climate

Change Sciences (SGCCC), of which the ICC had the chairmanship in 2020 and 2021.

In this summary I mention only some of the actions and achievements of the ICC contained in this report. The invitation is open to explore the entire report and note the many ways to make climate action effective at the local level. I take the opportunity to thank the continuous support of the visionary companies that (mostly) fund the work of the ICC in Guatemala and El Salvador, as well as the various people, communities, government and non-governmental organizations, and international cooperation for joining efforts. Funding from aid agencies is of increasing importance, particularly from the Spanish Agency for International Development (AECID) and the United Nations Development Program (through GEF funding) in 2020 and 2021. The challenges humans face, not only climate-related ones, require unity and joint work. At the ICC we will continue to put it into practice and to catalyse cooperation between different sectors of society.





1. Gestión integrada del agua

Sistema de Información de Ríos de la Costa Sur-SISMARSUR

Durante el 2021, el sexto año de funcionamiento del sistema, se realizaron más de 6,200 aforos, en 483 puntos, en 13 ríos principales y varios de sus tributarios (Figura 1). La información fue utilizada por los comités de agua de cada río con el objetivo de que el agua siempre llegue a la desembocadura y facilitar las coordinaciones entre usuarios.

Asimismo, durante este año, se desarrolló una serie de mejoras a las aplicaciones existentes

para la recepción de datos en tiempo real de los caudales monitoreados en los diferentes ríos de la costa sur, diseñando una aplicación móvil (Figura 2) que alimenta el sistema de información hidrometeorológica (SIHM) en tiempo real. Las mejoras han permitido la recepción de información de campo y visualización automática a través de reportes y gráficas basados en Microsoft PowerBI para la generación de boletines y análisis del comportamiento de caudales.



Figura 1. Puntos de monitoreo y aforo para el año 2021.



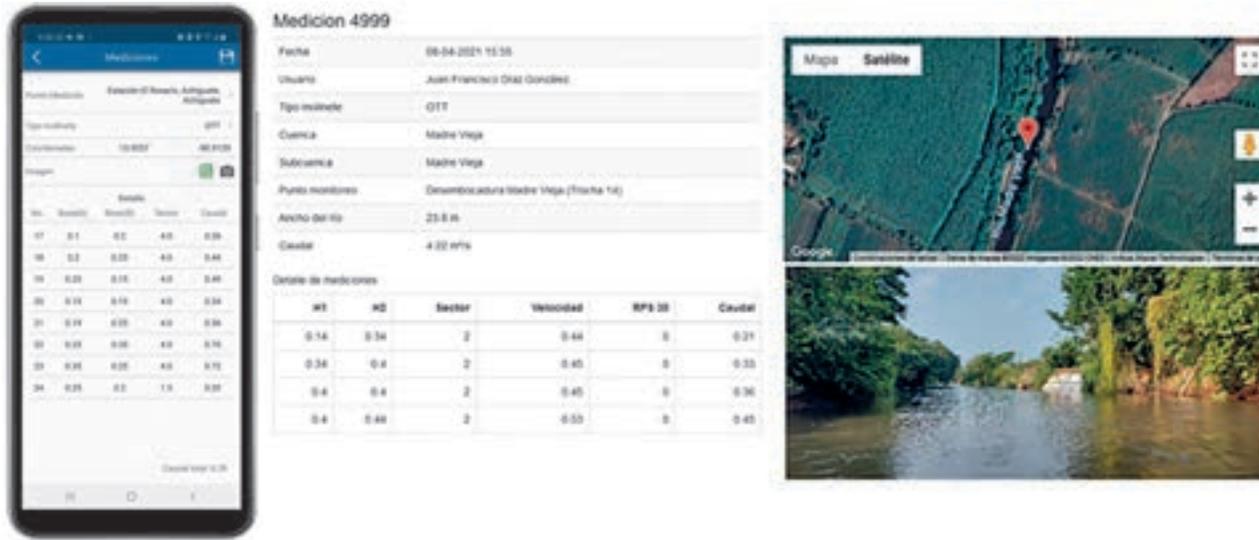


Figura 2. Visualización de la aplicación móvil Aguas ICC (izquierda) y el registro web de un aforo realizado en el año 2021 donde se observa la información general de punto de monitoreo, el detalle de la medición, el mapa con la ubicación del punto y la fotografía del río.

Esta automatización permitió el desarrollo de nuevas maneras de visualizar la información existente, facilitando la interpretación en un contexto histórico. Estas nuevas visualizaciones muestran los valores extremos (caudales máximos y mínimos) históricos presentes en una semana, el caudal promedio (promedio histórico) y el caudal del año en cuestión (Figura 3).

Con el objetivo de divulgar los importantes logros de la organización de los usuarios y la gestión de los comités de agua, se entregaron informes semanales al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales con información sobre los caudales en desembocadura de los principales ríos del área de suroccidente y la Vertiente del Pacífico.

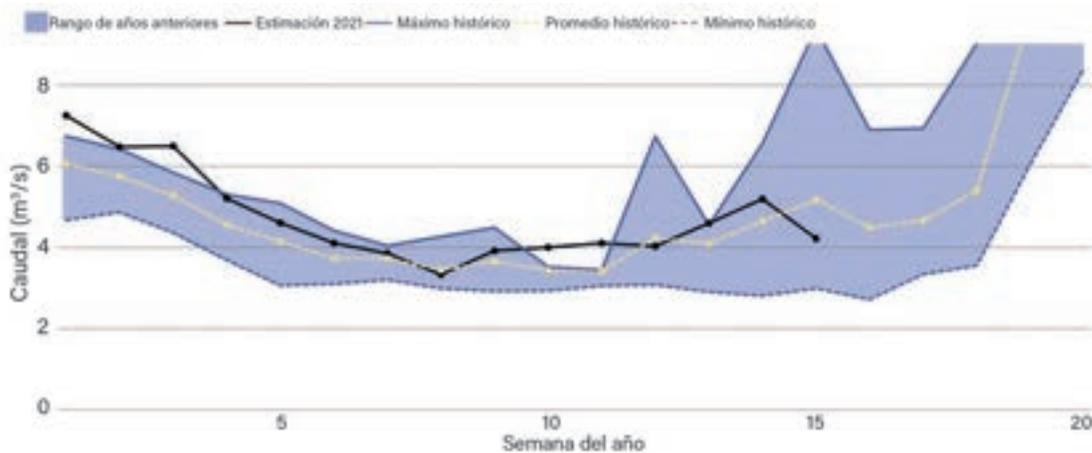


Figura 3. Gráfica histórica mensual de caudales estimados para el año 2021 de la estación hidrométrica Las Vegas en la desembocadura del río Madre Vieja.

Análisis hidrológico de los ríos de la costa sur para el uso racional del agua

Con los datos recopilados por el Sistema de Información de los Ríos de la Costa Sur y la red de estaciones hidrométricas, se realizaron estudios de caracterización de caudales en época seca, entre ellos: estudio para la definición de niveles

de alerta de crecidas, caudal base y cuantificación de infiltración en el río Acomé. Por medio de estos estudios, se logró tener nuevas herramientas para el uso racional del agua en las cuencas de los ríos Acomé, Madre Vieja, Ocosito y Los Esclavos, apoyando la coordinación efectiva de actores en estas cuencas.

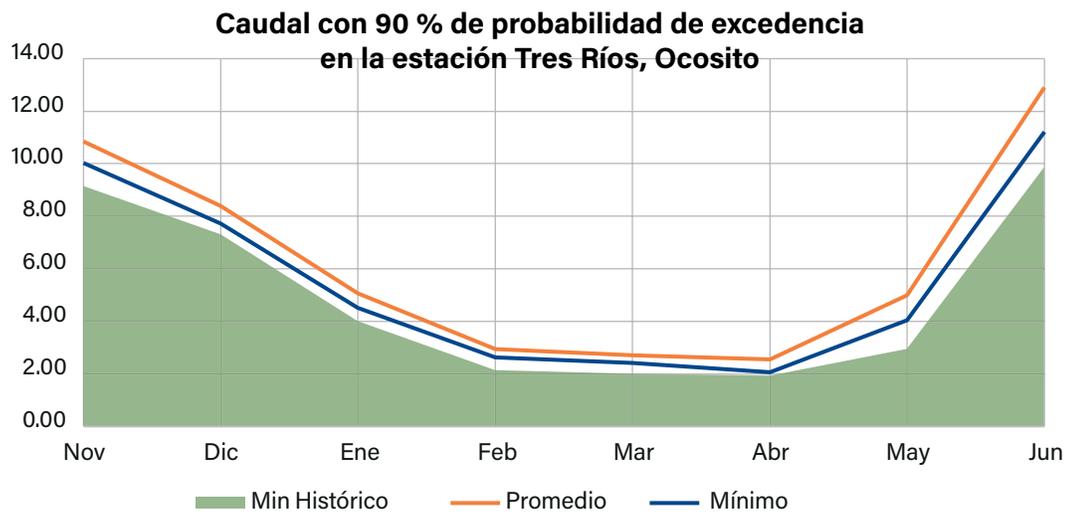


Figura 4. Caracterización de caudales con el 90% de excedencia para la temporada seca en la estación Tres Ríos, Ocosito. En un mes normal, se espera que el caudal del río sea inferior a este valor solo dos o tres días (10% del mes) mientras que se espera que sea superado entre 26 y 28 días (90% restante del mes). El valor mínimo diario corresponde al caudal instantáneo más bajo registrado en un día que se espera sea superado al menos 90% de los días del mes. Por ejemplo, para el mes de febrero se espera que el caudal promedio diario no sea inferior a $2.9 \text{ m}^3 / \text{s}$ al menos por 26 días, y solo inferior a este por 2 días en un año promedio (datos 2016-2021).

Estaciones meteorológicas e hidrométricas

Red de estaciones meteorológicas ICC

Durante el 2021 se instaló una nueva estación meteorológica siendo la última la estación Pueblo Real, ubicada en Tecpán, Chimaltenango, Guatemala. Esta estación surgió del convenio entre la Asociación Civil Ambiental Xayá (ACAX), el ICC y Hacienda Real, con el fin de contribuir a la conservación y restauración en el manejo sostenible del medio ambiente de la subcuenca del río Xayá, de la cuenca del río Coyolate, mejorar la buena gobernanza en el manejo sostenible de

cultivos, bosques y sistemas agroforestales, asegurando la biodiversidad natural y cultural del territorio. Los sensores fueron donados por The Nature Conservancy como parte de un proyecto para el cuidado del agua que cuenta con financiamiento de Coca-Cola.

Las 37 estaciones meteorológicas automáticas del ICC están conformadas por tres componentes: a) obra civil, b) sistema de pararrayos y c) sensores. La obra civil es el soporte físico donde se instalan los otros componentes de la estación, así como el perímetro de seguridad. El sistema de pararrayos minimiza el riesgo de daño en los sensores por el impacto de rayos durante



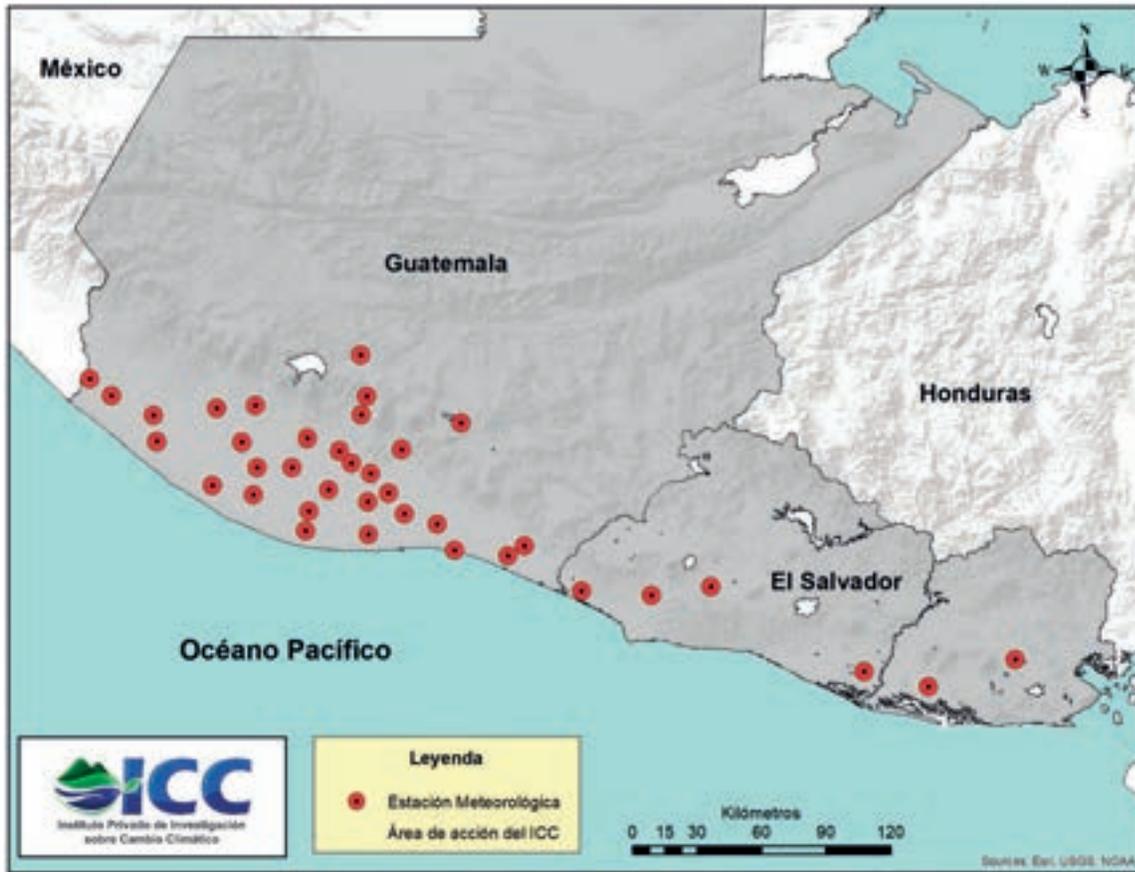


Figura 5. Red de estaciones meteorológicas ICC.

las tormentas. Los sensores se encargan de registrar y transmitir la información meteorológica (Figura 6). Las variables que se miden son: precipitación, temperaturas, radiación solar, mojadura

de hora, velocidad y dirección del viento. Estos datos son medidos y enviados cada 15 minutos y las estaciones reciben mantenimiento preventivo mensual.



Figura 6. Sensores de medición de variables meteorológicas. De derecha a izquierda: termohigrómetro (1), humectómetro (2), piranómetro (3) y pluviómetro (4).

Sistema de información meteorológica-REDMET

Es la plataforma web que pone a disposición los datos a los socios del ICC y a cualquier persona interesada en la información meteorológica generada por la red de estaciones en tiempo real. Se puede acceder a través de la página www.redmet.icc.org.gt. La interfaz del Sistema de Información Hidro Meteorológica –SIHM– permite la descarga y visualización de la información en tiempo real, así como consultar el registro histórico para cada una de las estaciones (Figura 7).

Los datos meteorológicos reciben control de calidad semanal, donde se corrigen posibles inconsistencias que surgen durante la generación y transmisión de la información.

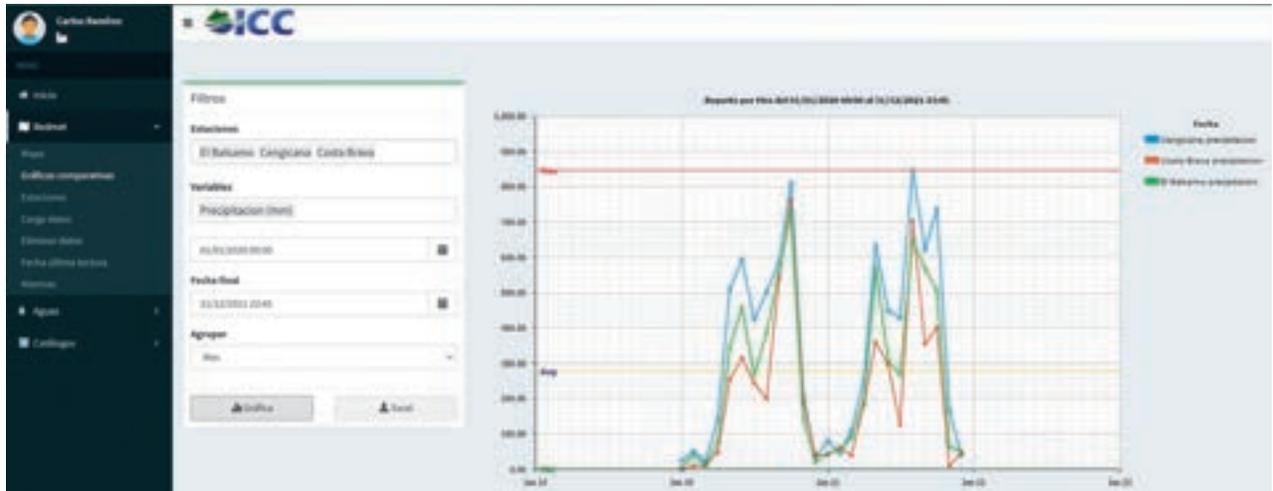


Figura 7. Interfaz de consulta y visualización de variables meteorológicas en diferentes estaciones.

Estaciones hidrométricas: caudales de ríos estimados cada 15 minutos

Una estación hidrométrica automática es una instalación en el margen de un río que permite medir y transmitir la altura del nivel de agua en dicho río. Constan de un sensor tipo radar que se ubica sobre el cauce del río y mide constantemente la altura del espejo de agua, registrando un dato promedio cada 15 minutos. Para el año 2021, el ICC cuenta con información de cinco

estaciones hidrométricas distribuidas en los ríos Achiguate, Madre Vieja y Ocosito (Figura 8).

Cada estación hidrométrica dispone de una curva de calibración, que permite conocer la relación del caudal versus el nivel o altura del espejo de agua. El monitoreo en temporada seca de los ríos de la costa sur ha permitido al ICC disponer de una base sólida para realizar las calibraciones de las estaciones y generar información precisa (Figura 9).

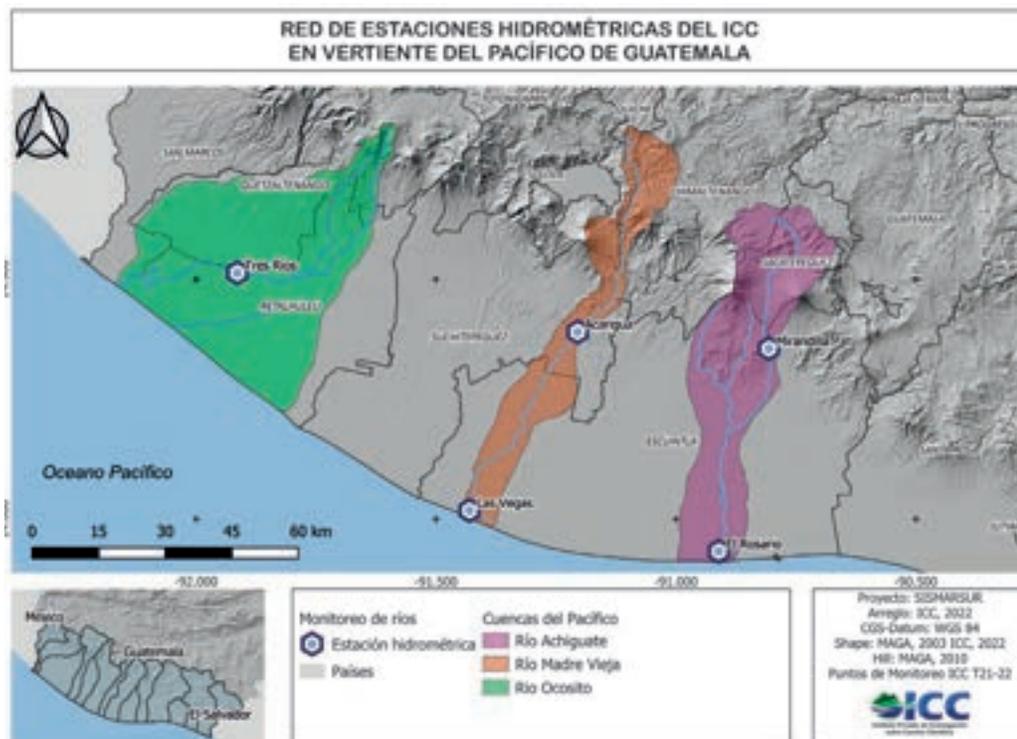


Figura 8. Red de estaciones hidrométricas del ICC para el 2021.



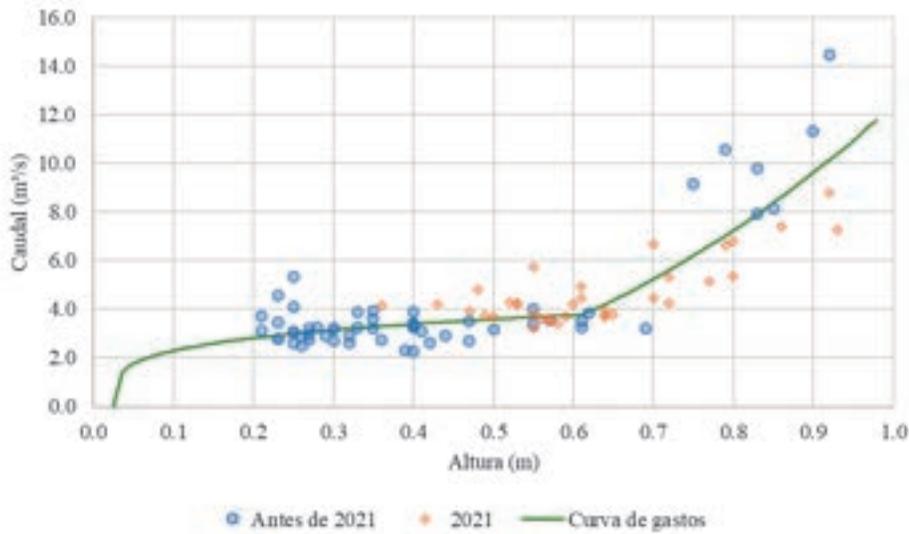


Figura 9. Curva de calibración de la estación Las Vegas, río Madre Vieja. La curva de gastos es compuesta al tener dos fórmulas diferentes para niveles bajos y altos. (n=114)

Además, se desarrolló una serie de protocolos basados en las herramientas de PowerBI y PowerAutomate de Microsoft y algunos programas propios, para dar seguimiento semiautomatizado a las crecidas de los ríos que cuentan con estas estaciones (Figura 10).

Cuando un río determinado desencadena una alerta, el equipo de ICC genera un boletín (Figura 11) que se comparte a través de los chats de cada cuenca como preparación en caso de requerir acciones de coordinación para la atención

del evento. Adicionalmente a la información primaria generada, el equipo de ICC da seguimiento y divulgación de los boletines emitidos por el INSIVUMEH y la CONRED. Durante la temporada lluviosa del 2021, el ICC reportó alrededor de 40 crecidas en los diferentes ríos monitoreados.

Toda esta información ha brindado apoyo y fortalecimiento a varios procesos frente a comunidades, procesos internos de algunos ingenios y entre ingenios.



Figura 10. Visualización de información de estaciones hidrométricas en el Sistema de Información Hidrometeorológico.

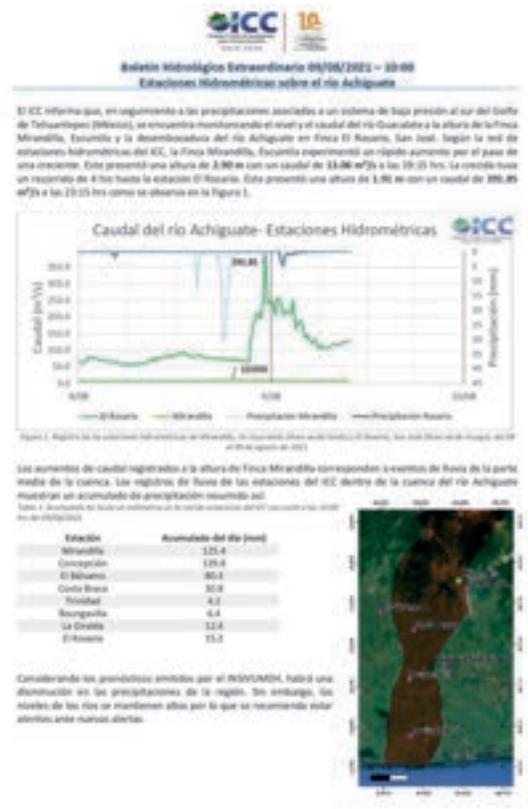
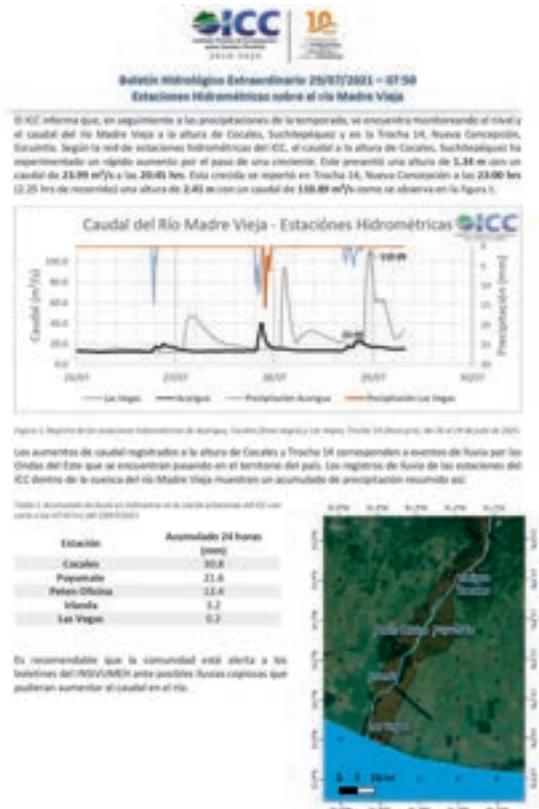


Figura 11. Boletines extraordinarios con información de nivel, caudal, precipitación, hora, ubicación e información complementaria por INSIVUMEH y CONRED.

Dentro de los procesos de seguimiento a las crecidas de los ríos, el ICC ha brindado acompañamiento técnico con socios mediante reuniones, visitas de campo y asesoría técnica sobre la gestión de inundaciones. Estas visitas a campo han

servido a su vez para la validación de los modelos hidráulicos, empleando herramientas como vuelos de dron para la identificación de zonas que requieren reforzamiento estructural y áreas inundadas.

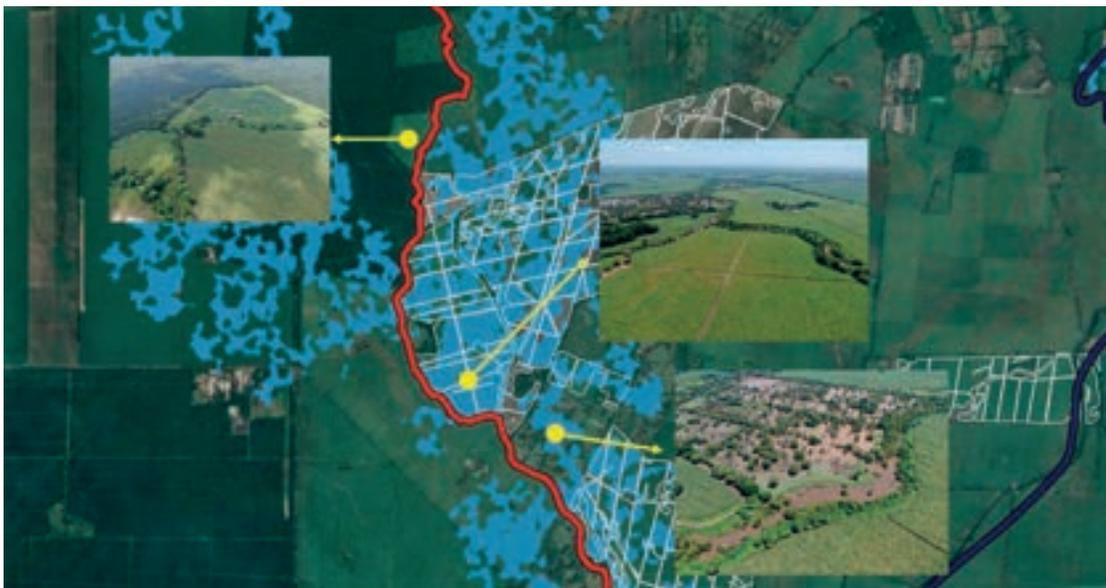


Figura 12. Validación de áreas de inundación para la cuenca del río Acomé.



Evaluación de los sistemas de agua potable – Escuintla y San Antonio Suchitepéquez

Durante 2021 se adquirió un equipo para la medición de caudales en tuberías (caudalímetro ultrasónico portátil Micronics). Esto ha permitido obtener datos precisos, como apoyo para el uso racional de este recurso. Esto se ha implementado en diferentes espacios, principalmente para la disminución de posibles conflictos al tener datos confiables sobre la distribución de agua potable en los municipios de Escuintla y San Antonio Suchitepéquez (Figura 13).



Figura 13. Medición de caudales en tuberías, empleando caudalímetros ultrasónicos.

Red de monitoreo de isótopos naturales en la lluvia

Para conocer dónde se ubican las zonas de recarga de agua subterránea, promover su conservación y determinar su origen, se estudia durante cada año la composición isotópica del agua de lluvia, para compararla con la subterránea y la de los ríos. Dentro de esta se destaca la implementación de la primera red de totalizadores de lluvia para análisis químico e isotópico en Guatemala (Figura 14). Esta red se estableció en alianza con la Red Global de Isótopos en Precipitación (GNIP por sus siglas en inglés), ente rector a nivel mundial con sede en Austria. Para el 2021, el ICC dispone de 5 totalizadores ubicados en las estaciones meteorológicas Pueblo Real, El Platanar, CENGICAÑA, Tehuantepec y San Antonio EV.



Figura 14. Serie de fotografías sobre la red isotópica de ICC (de izquierda a derecha), a) modificaciones de totalizador, b) colecta de muestras isotópicas, y c) mapa de ubicación de totalizadores.



Con cuatro años de datos mensuales, el ICC cuenta con información que permite tener un perfil de distribución de isótopos de oxígeno e hidrógeno en la lluvia para la costa sur de Guatemala (Figura 15).

Estudios del agua subterránea

El conocimiento de los sistemas acuíferos de la costa sur de Guatemala es necesario para promover un uso racional del agua subterránea y por eso es una prioridad para el ICC. El estudio del agua subterránea se ha desarrollado a través de tres tesis de maestría, así como recopilación de información local, varios estudios preliminares y con apoyo de expertos internacionales.

Los estudios están centrados principalmente en el Abanico Aluvial del volcán de Fuego, ubicado

en la zona central de la costa sur, permitiendo elaborar un modelo conceptual que fue validado a través de estudios de hidroquímica, geofísica, geología, isótopos naturales y un modelo numérico. Estos estudios han ayudado a aclarar las interacciones entre el manto acuífero, los ríos y las norias, así como identificar algunas zonas vulnerables a la intrusión salina.

Dentro de las dinámicas relevantes para la gestión del recurso hídrico en la región se incluyen las interacciones entre el agua subterránea y los ríos. Durante la temporada seca, la interacción entre el acuífero freático y el río Acomé (Figura 15), abastece hasta el 70% del agua al río, mientras en el inicio de la época lluviosa es de aproximadamente el 28%.

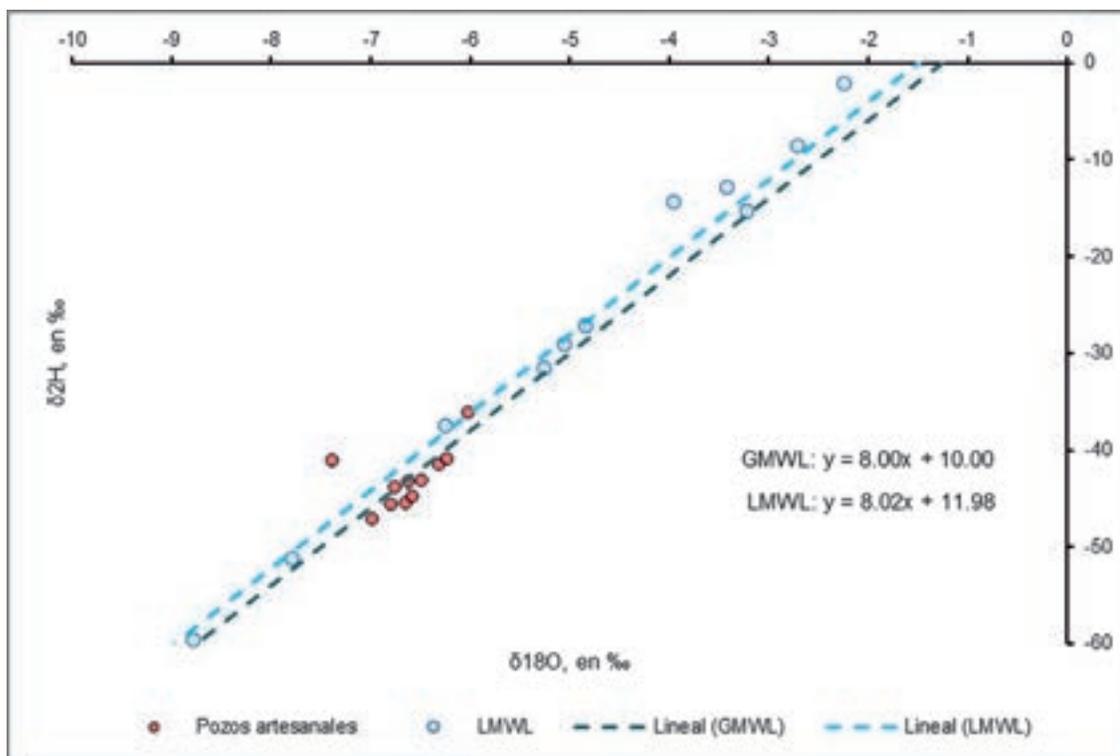


Figura 15. Línea meteórica local -LMWL- (línea celeste) y la línea meteórica global -GMWL- (línea azul) con las firmas isotópicas de muestras de pozo (rojo).



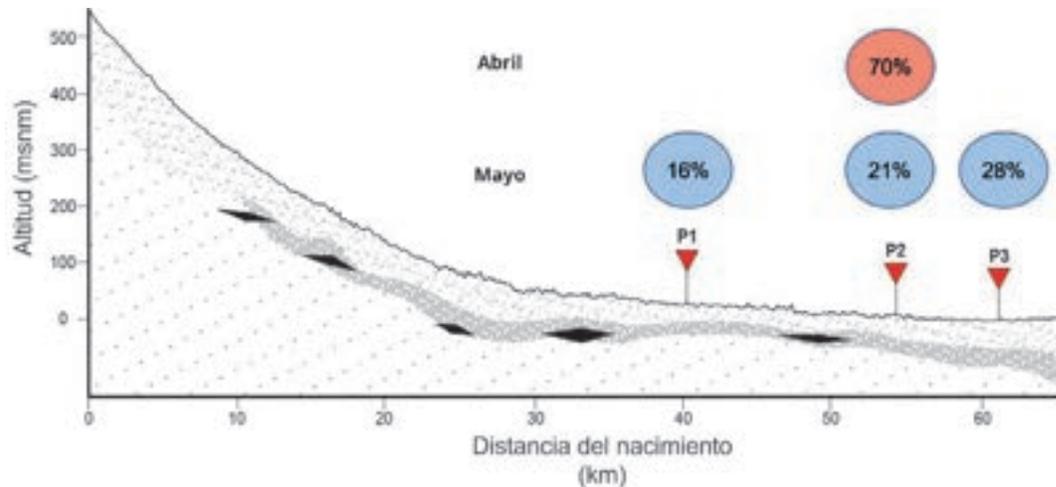


Figura 16. Proporción de agua de origen subterráneo en el caudal del río Acomé. Datos basados en análisis de balance de cloruro.

Monitoreo de niveles y parámetros fisicoquímicos de agua en pozos comunitarios

Con información de más de 5 años en una red de 230 pozos comunitarios (Figura 17) en los abanicos aluviales como Samalá, Fuego-Acatenango,

Los Esclavos y en el municipio de Nueva Concepción; se evalúan tanto las variaciones de nivel como de parámetros fisicoquímicos. Estos puntos se muestrean tres veces por año, considerándose la estacionalidad de las temporadas seca y lluviosa.

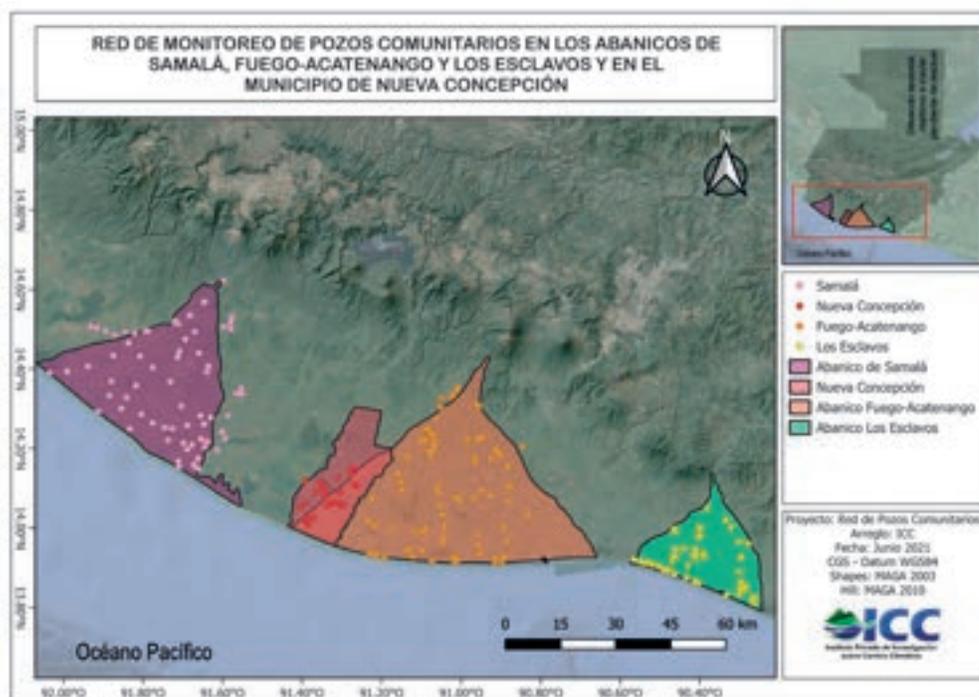


Figura 17. Mapa de la red de monitoreo de pozos comunitarios del ICC

Parte complementaria del análisis de información, ha sido la sistematización y entrega de datos a los hogares cuyos pozos son estudiados.

El ICC dispone de un Atlas Hidrogeológico con más de 160 mapas con información de nivel y

parámetros fisicoquímicos tales como pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, total de sólidos disueltos, salinidad, temperatura y potencial de oxidación-reducción.

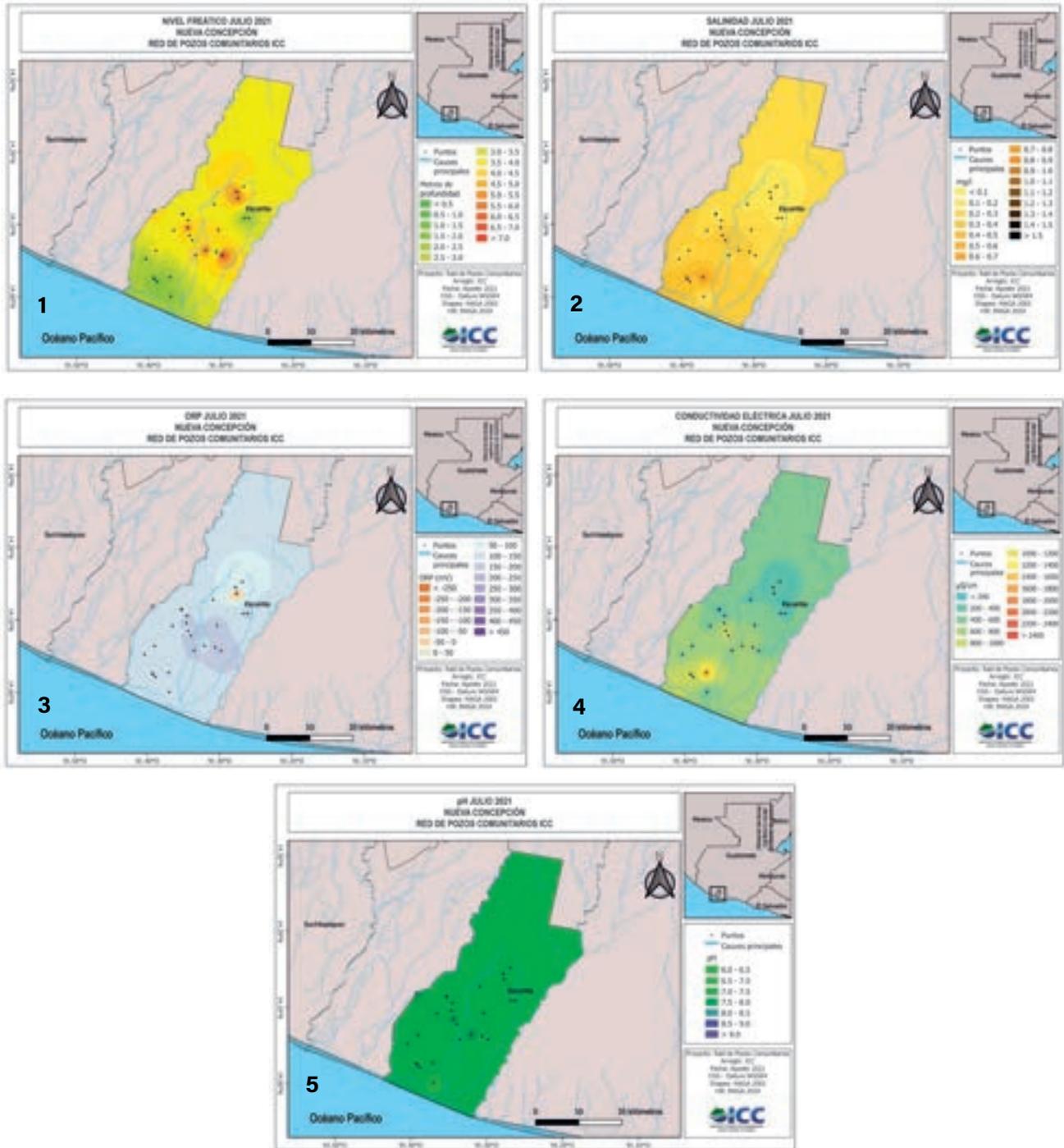


Figura 18. Serie de mapas disponibles en Atlas Hidrogeológico. 1) Mapa de nivel freático en julio 2021 en Nueva Concepción. 2) Mapa de salinidad en julio 2021 en Nueva Concepción. 3) Mapa de Oxidación-Reducción en julio 2021 en Nueva Concepción. 4) Mapa de conductividad eléctrica en julio 2021 en Nueva Concepción. 5) Mapa de pH en julio 2021 en Nueva Concepción.



Calidad del agua subterránea

Dentro de los estudios de agua subterránea, se han llevado a cabo tres campañas de muestreo de química (aniones, cationes y elementos traza) del agua con apoyo del instituto IHE Delft, Países Bajos; y el Instituto Superior Técnico de Lisboa, Portugal. En estos muestreos se han determinado propiedades fisicoquímicas de campo (pH, conductividad eléctrica, temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, alcalinidad), organolépticas (color, olor, turbidez), composición iónica de algunos compuestos clave que pueden tener origen en la actividad humana como nitratos y fosfatos para el sistema acuífero del abanico aluvial del volcán de Fuego. Esta información ha permitido analizar procesos de intrusión marina, fracción de agua marina, contaminación por nitratos, evaluar la calidad de agua subterránea para

riego agrícola (Figura 19) y como comprender el movimiento del agua subterránea en el subsuelo.

Calidad del agua de los ríos

El monitoreo de calidad del agua inició en el año 2016 durante dos veces al año, uno en marzo (final de época seca) y otro en octubre (final lluviosa). Se hace en 28 ríos de la costa sur y comprende mediciones de la cuenca media a la cuenca baja.

Dentro de los parámetros que se analizan en el monitoreo se dividen en tres grupos, los físicos, químicos y biológicos, algunos se miden con una sonda multiparámetros en el sitio y otros se toman las muestras de agua y se envían a un laboratorio certificado. Los resultados en promedio del 2020 al 2021 se muestran en el cuadro 1.

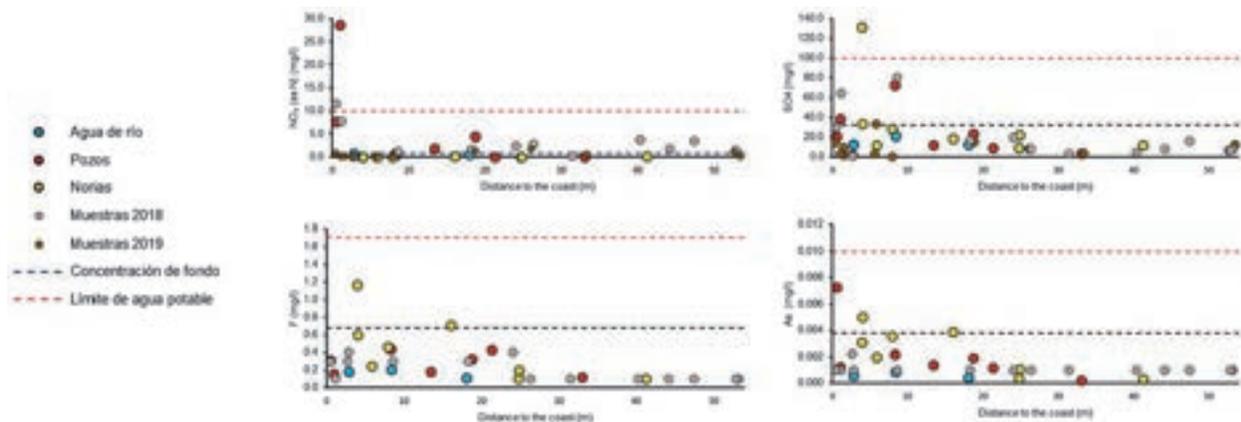


Figura 19. Análisis de concentraciones naturales de fondo en los pozos, río y norias de la cuenca del río Acomé.

Cuadro 1. Valores monitoreados durante el 2020-2021.

| Parámetro | Final de temporada lluviosa, octubre 2020 | | Temporada seca, marzo 2021 | |
|---|---|------------------|----------------------------|------------------|
| | Promedio | Rango | Promedio | Rango |
| Temperatura (°C) | 27.12 | 23.1 - 32 | 27.92 | 23.57 -33.81 |
| Conductividad Eléctrica (µS/cm) | 181.51 | 25.3 - 480.7 | 273.29 | 87-1642 |
| Sólidos Disueltos Totales (mg/l) | 0.09 | 0.01 - 0.24 | 140.39 | 44-821 |
| Oxígeno Disuelto (mg/l) | 7.41 | 1.55 - 13.18 | 4.11 | 0.55 - 23 |
| Demanda bioquímica de oxígeno (mg O2/l) | | <6 - 168 | | <6 - 39 |
| Fósforo total (mg/l) | | <6 - 0.44 | | <0.1192 - 0.0948 |
| Nitratos (mg/l) (NO3-) | | <1.3 - 13.9 | 4.73 | 1.3 - 10.7 |
| Sólidos suspendidos totales (mg/l) | | <6 - 16,480 | | <6-359 |
| Coliformes fecales (NMP/100ml) | | <1.8 - 1,600,000 | | <1.8 - 4,717,000 |



Figura 20. Medición de parámetros en campo y toma de muestra de agua para análisis en el laboratorio.

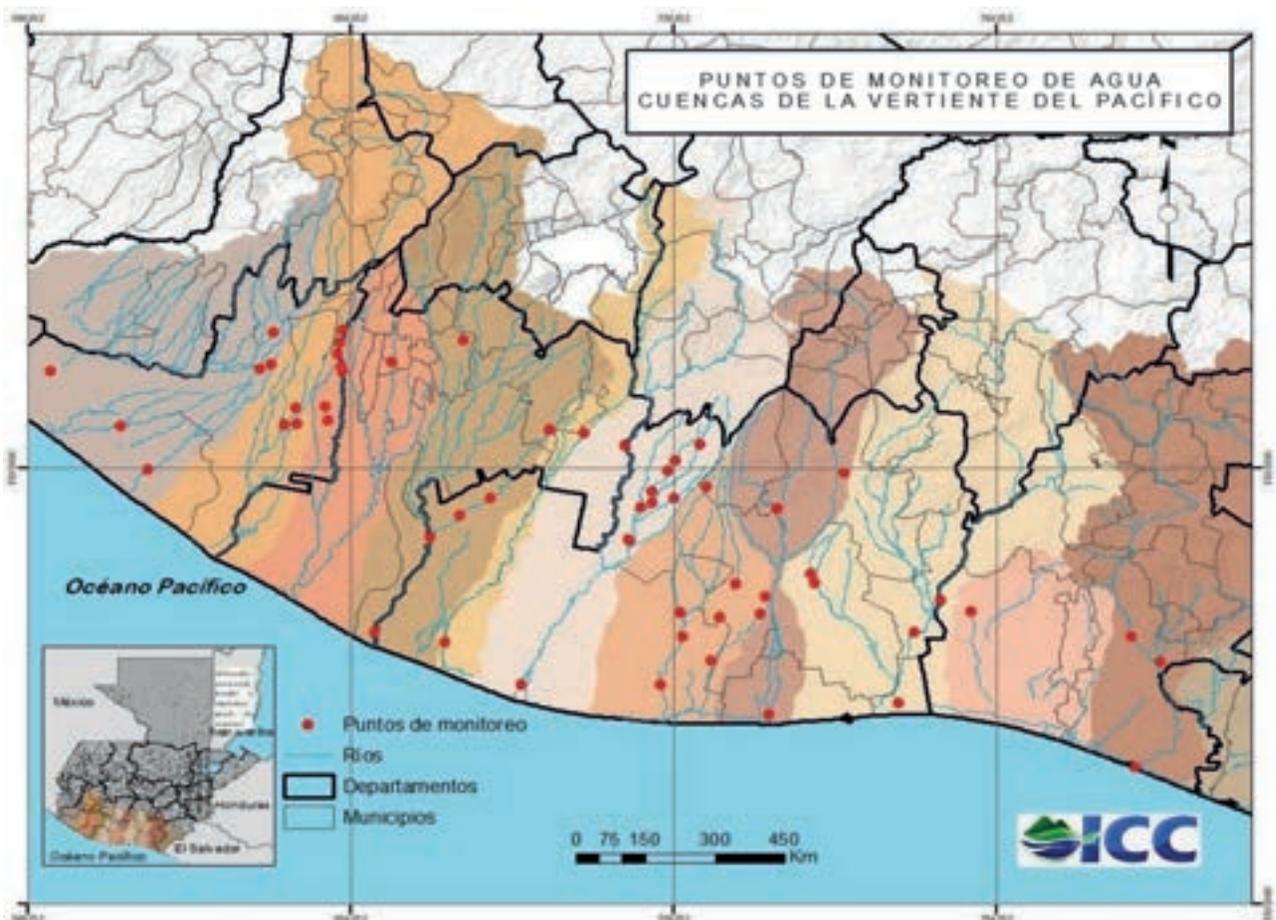


Figura 21. Puntos de monitoreo de calidad del agua.



Aportes en gobernanza del agua a través del apoyo a las mesas técnicas y comités de ríos

El ICC durante seis años consecutivos ha contribuido activamente en mesas técnicas de ríos y comités de cuencas, con capacitaciones, coordinando o apoyando reuniones y generando información de caudales en distintos puntos de los ríos de la costa sur. Esta información es vital para la coordinación entre usuarios del agua, para verificar el cumplimiento de acuerdos y lograr que el agua llegue hasta su desembocadura.

A finales del 2021, el ICC empezó a ser miembro del Comité Técnico Asesor de Cuencas que fue creado por el Acuerdo Gubernativo 19-2021; mismo que contiene las disposiciones para promover la protección y conservación de cuencas hidrográficas de la República de Guatemala. Se apoyó al Viceministerio del Agua en la conformación de mesas técnicas y en la elaboración de planes de manejo de cuenca hidrográfica para seis cuencas de la vertiente del Pacífico a través del Proyecto Promoviendo Territorios Sostenibles y Resilientes en Paisajes de la Cadena Volcánica Central de Guatemala. En 2021 el ICC entregó a la Mesa Técnica del río Ixtacapa los resultados sobre el recorrido de identificación de usuarios del río, realizado en conjunto con el MARN y el acompañamiento de representantes del MAGA, INAB, MISPAS, municipalidades y empresas.



Figura 22. Una de las reuniones de la Mesa Técnica del río Ocosito en 2021.

Proyectos comunitarios de agua

Durante el 2021 se desarrolló un análisis sobre la calidad de agua para consumo humano en la costa sur del país, con la finalidad de aportar y mejorar el acceso al agua segura para las comunidades. Se analizaron 27 sistemas de purificación de agua para consumo humano considerando aspectos técnicos, económicos y de viabilidad, que ayudaría a definir uno o dos que se iba a promover para que las familias cuenten con agua segura para beber y cocinar. El Ecofiltro fue el método más efectivo y viable de los analizados.



Figura 23. (Arriba) Documento que recaba la información de las ventajas y desventajas de diferentes métodos de tratamiento de agua para consumo humano. (Abajo) Diferentes métodos de purificación que se utilizan a nivel nacional e internacional.

Por otra parte, en un proyecto comunitario llamado "Come Sano, Crece sano", el ICC aportó en realizar los estudios de calidad de agua y capacitaciones sobre el manejo adecuado de eco-filtros y temas relacionados a la calidad de agua. El proyecto se hace en coordinación con ASO-BORDAS, Ingenio La Unión, Ingenio Pantaleon, Top Green, Municipalidad de Nueva Concepción, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS-, Frutera S.A. y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-.



Figura 24. Muestras de calidad de agua dentro del marco de proyecto de agua segura para comunidades de costa sur.

Estudios sobre las inundaciones

Durante el 2021 el ICC participó en la actualización del mapa de zonas inundables por el desbordamiento del río Coyolate a través de la consultoría "Sistematización de información actualizada para la generación del mapa de riesgo por inundaciones y sequía en la cuenca del río Coyolate".

La sistematización abordó tres componentes: a) Revisión histórica de eventos de inundación, así como estudios relacionados con las inundaciones realizados previamente en la cuenca del río Coyolate. b) Actualización de modelación hidrológica e hidráulica bidimensional para la determinación de zonas susceptibles a inundación (Figura 24). Y c) Caracterización de sequías y excesos meteorológicos.

Como resultado se generó:

- Una biblioteca virtual del riesgo de inundación en el río Coyolate: <https://coyolate.web-node.es/>
- Una línea de tiempo de los eventos relevantes en la cuenca a nivel de riesgo de inundación (Figura 26)

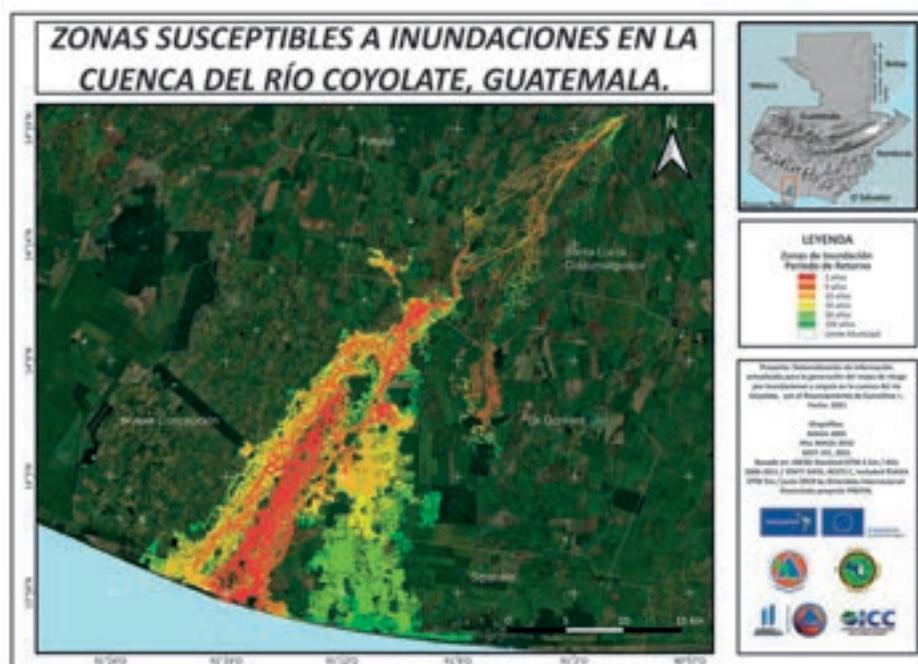


Figura 25. Mapa de zonas susceptibles a inundaciones en la cuenca del río Coyolate, Guatemala.



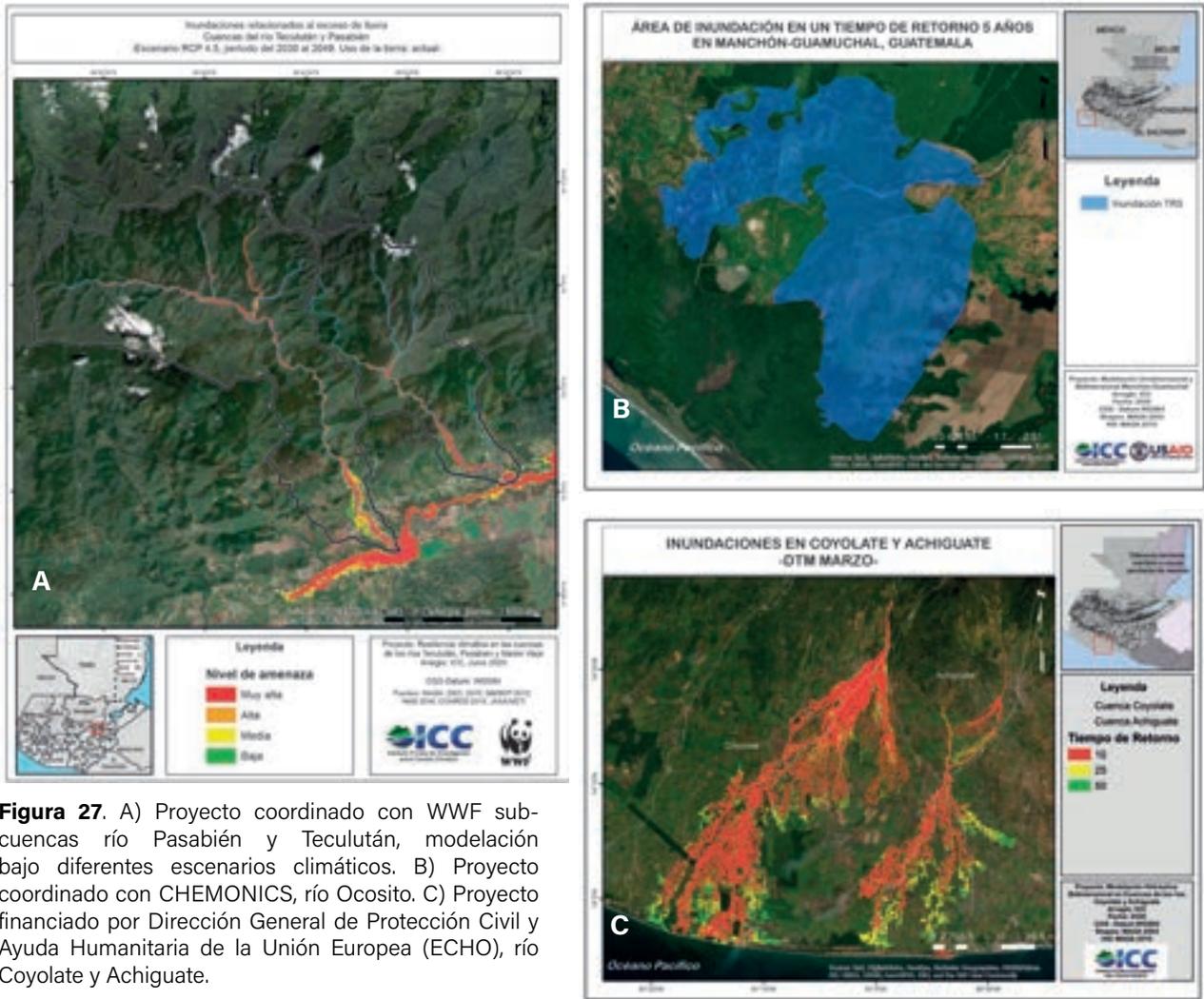


Figura 27. A) Proyecto coordinado con WWF subcuencas río Pasabién y Teculután, modelación bajo diferentes escenarios climáticos. B) Proyecto coordinado con CHEMONICS, río Ocosito. C) Proyecto financiado por Dirección General de Protección Civil y Ayuda Humanitaria de la Unión Europea (ECHO), río Coyolate y Achiguate.



Figura 28. Trabajo de validación en campo. Desbordamiento e inundaciones del río Achiguate y recorrido con personal de empresas socias del ICC y municipalidad de San José (2021).



Cosecha de agua de lluvia y niebla para provisión domiciliar

Como una medida de adaptación al cambio climático, el ICC promociona, capacita e implementa Sistemas de Captación de Agua de Lluvia-SCALL. Durante el periodo 2020-2021 se desarrollaron proyectos en coordinación con Visión Mundial, la municipalidad de Siquinalá, Cooperación Española, diferentes escuelas en municipios de Sololá, así como, la facultad de Arquitectura de la USAC por medio de la coordinación con el Consejo Superior Universitario Centroamericano-CSUCA.

El objetivo de estas acciones es promover la investigación y diseño de propuestas técnicas de sistemas de captación de agua de lluvia o niebla adaptadas a las necesidades locales, el correcto aprovechamiento de los recursos naturales e implementar la infraestructura necesaria para almacenar el recurso hídrico, cubrir las necesidades humanas y promover métodos de tratamiento de agua segura para consumo humano.

Durante el 2020 al 2021 se efectuaron dos capacitaciones relacionadas a cosecha de agua de lluvia, siendo estas a: seis comunidades de Siquinalá (Escuintla) con apoyo de Visión Mundial y la Municipalidad de Siquinalá, cinco comunidades de Sololá con apoyo de AECID, una en un diplomado universitario con la facultad de Arquitectura de la USAC y el CSUCA, una ponencia para FUNCAGUA, una capacitación a personal de MARN para la propuesta de SCALL para el hospital Regional COVID de Santa Lucía Cotzumalguapa. Capacitando a 198 personas sobre SCALL en seis eventos.

Además, se diseñó un sistema de captación de niebla para una zona de Quetzaltenango, brindando la asesoría y supervisión en la construcción del sistema a una empresa socia del ICC, el Ingenio Tzulú.

Con el financiamiento y apoyo del Programa de Medio Ambiente y Cambio Climático en América Latina y el Caribe (ARAUCLIMA) de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) en coordinación con el ICC, se construyó un sistema a nivel escolar y para el 2022 se tienen planificados 6 sistemas más,

logrando contribuir a mejorar el acceso de agua segura en diferentes escuelas del departamento de Sololá, y beneficiando a 1,040 usuarios.



Figura 29. Proyecto piloto atrapaniebla en Quetzaltenango (izquierda) y sistema -SCALL- casco urbano del municipio de Siquinalá (derecha).



Figura 30. Talleres de capacitación sobre cosecha de agua de lluvia y métodos de purificación dentro del marco del Proyecto MACC-SAN Sololá.



Figura 31. Construcción de sistemas de captación de agua de lluvia – SCALL en escuela Chichimuch, Sololá, Proyecto MACC-SAN.

Planificación para el manejo integrado de cuencas

Desde enero de 2021 el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático inició a ejecutar el proyecto de “Planificación de 06 cuencas incluyendo pilotaje de mecanismo de pago por servicio ambiental, e implementación de herramientas de manejo del paisaje en 10 municipios de la región 3 del Proyecto promoviendo territorios sostenibles y resilientes en paisajes de la cadena volcánica central de Guatemala”. Este se ejecuta con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en

inglés), donde el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) es el organismo nacional a la implementación, y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) la agencia implementadora.

Las seis cuencas hidrográficas incluidas en el proyecto son las de los ríos Achiguate, Coyolate, Samalá, Ocosito, Naranjo y Suchiate (Figura 32); correspondientes a la vertiente del Pacífico. El proyecto incluye la caracterización, los diagnósticos y los planes de manejo de las cuencas, con lo cual se contribuye al cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 19-2021.

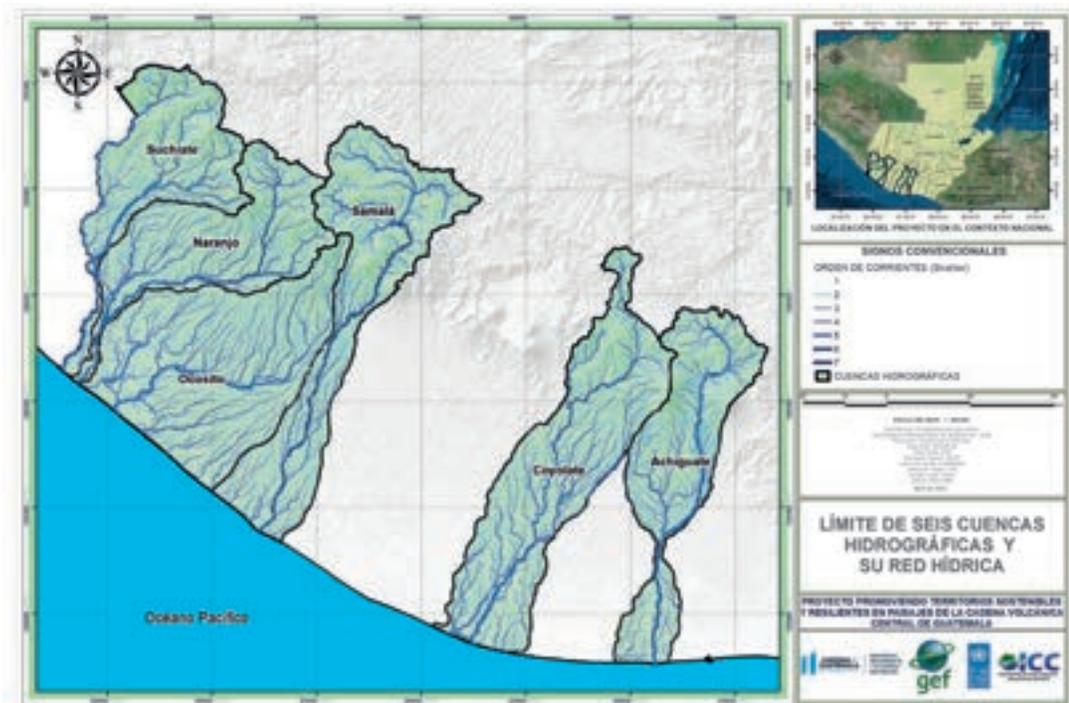


Figura 32. Aspectos morfológicos (red hídrica, forma y relieve) de las seis cuencas hidrográficas bajo proceso de planificación. Fuente: elaboración propia





Figura 33. Taller con el CODEDE Sacatepéquez para el diagnóstico y plan de la cuenca del río Guacalate/Achiguate.



Figura 34. Reunión y taller de diagnóstico participativo en la Mesa Técnica del río Ocosito, donde se oficializó esta mesa bajo el cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 19-2021



Figura 35. Taller de diagnóstico con la participación de la Asociación de Desarrollo Integral del Trifinio Sur-Occidente (ASODITSO), parte de cuenca del río Ocosito.

Alianza por el agua

El ICC forma parte del grupo de instituciones que impulsa la creación de la Alianza por el Agua de Guatemala. Esta es una plataforma de trabajo que busca contribuir a la seguridad hídrica, promoviendo el diálogo y la participación conjunta de diferentes actores y sectores del país, consolidando una agenda común para mejorar la gestión del agua.

La Alianza fue impulsada por cinco instituciones: The Nature Conservancy (TNC), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la Universidad del Valle de Guatemala (UVG), el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC) y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Las líneas de acción de la alianza son:

- Buena gobernanza del recurso hídrico
- Política pública para la gestión sostenible del agua
- Investigación e información
- Sensibilización y capacitación
- Mecanismos financieros

En la apertura del lanzamiento se dieron a conocer 12 nuevos miembros, que comparten la visión de la alianza: el Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF), Fundación Solar, Asociación Tikonel, Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, Cementos Progreso, Cooperación Española AECID, Alianza de Derecho Ambiental y Agua (ADA2), Asociación de Azucareros (ASAZGUA), Asociación de Productores Independientes de Banano (APIB), Centro para la Acción de la Responsabilidad Social Empresarial en Guatemala (CentraRSE), Asociación de Reservas Naturales Privadas (ARNPG) y la Asociación de Investigación y Estudios Sociales (ASIES). Poco tiempo después se unió a la Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación (FUNDAECO).



Figura 36. El 25 de noviembre del 2020, se efectuó el lanzamiento oficial de la Alianza por el Agua en Guatemala, a través de la plataforma online Zoom.

Estimación de la huella hídrica

Huella hídrica de la caña de azúcar y del cultivo del banano

La huella hídrica es un indicador ambiental que define el volumen de agua que se utiliza para la producción de un bien o servicio. La metodología, desarrollada por la Red Internacional de Huella Hídrica, incluye: 1) huella hídrica verde, es la que aporta la lluvia; 2) huella hídrica azul, es el agua que se obtiene de un cuerpo de agua superficial o subterráneo; y 3) Huella hídrica gris, es el agua que queda después de un proceso y que debe ser tratada de forma adecuada para ser reincorporada a la naturaleza.

Para el análisis de la huella verde, se utilizó la información meteorológica durante la temporada de desarrollo del cultivo, la cual fue suministrada por la Red de Estaciones Meteorológicas de ICC. En el caso del banano, se complementó con la información pluviométrica de las unidades bajo producción. La huella hídrica azul se estimó utilizando los registros de los volúmenes de agua y rendimientos presentados por las empresas que participaron en el estudio. La huella hídrica gris se estimó considerando la posible contaminación por el uso de fertilizantes nitrogenados para el proceso agrícola.



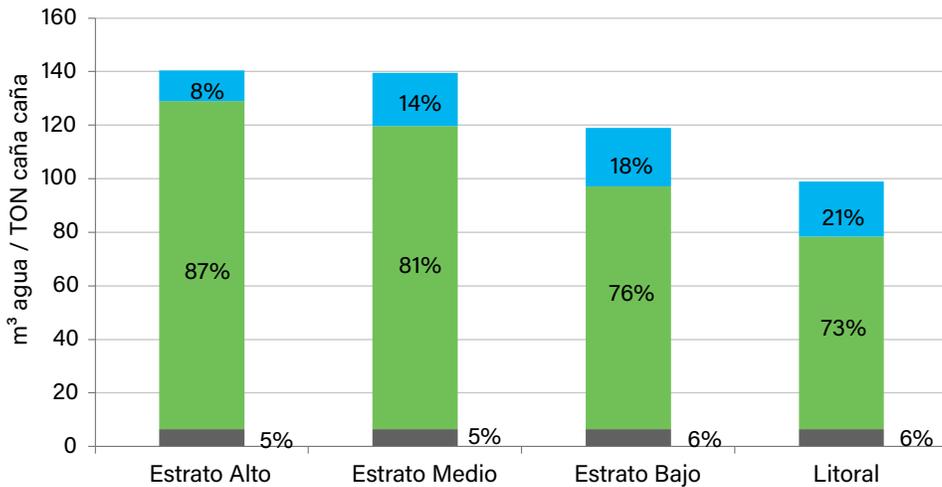
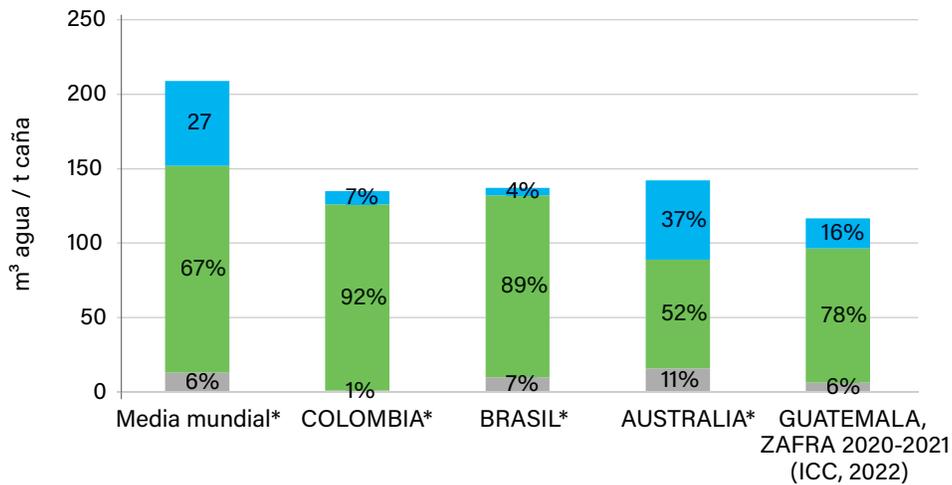


Figura 37. Huella hídrica del cultivo de caña de azúcar, según estrato altitudinal (verde: agua de lluvia, azul: riego, gris: dilución de contaminación), zafra 2020-2021.



* Fuente: Hoekstra, A; Mekonnen, M. 2011

Figura 38. Comparación de la huella hídrica del cultivo de caña de azúcar en otros países con Guatemala (zafra 2020- 2021).

Utilizando una metodología internacional, se determinó que la huella hídrica de la caña de azúcar en Guatemala es de 115 m³/tonelada de caña. El 75% lo brinda la lluvia y el 19% se cubre con agua de ríos y pozos a través de riego. La huella es mucho más baja que la estimada para la caña de azúcar a nivel mundial (promedio 209m³/tonelada).

En cuanto al cultivo del banano, se incluyeron 71 fincas, entre las agremiadas a la Asociación de Productores Independientes de Banano (APIB) y empresa Palo Blanco, que en conjunto suman 19,021 hectáreas, distribuidas en la vertiente del Pacífico.

Los resultados indican que el cultivo de banano, para esta zona de producción, y para este

período tuvo un requerimiento anual de agua (ETc) de 1,742 mm/año (figura 39). La lluvia contribuyó en 915 mm/año (ETv) por lo que el riego complementó el requerimiento del cultivo (ETA), como se puede apreciar en la siguiente figura.

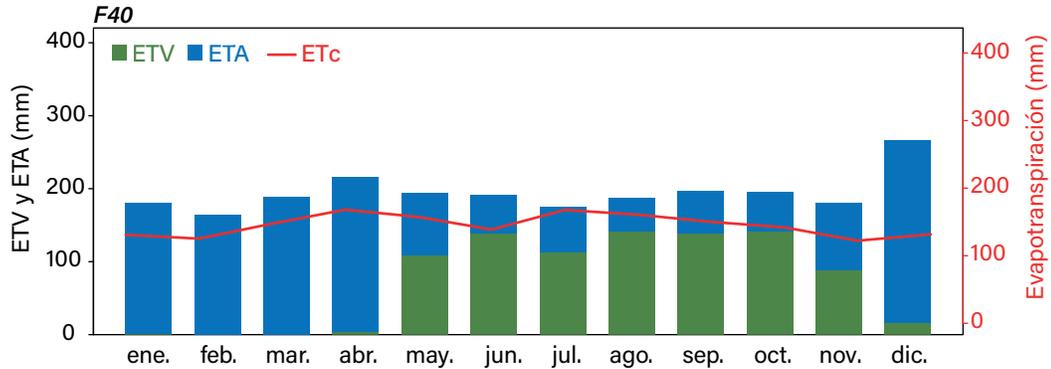


Figura 39. Requerimiento hídrico medio del cultivo de banano en la vertiente del Pacífico de Guatemala.

La huella hídrica media para esta zona de producción es de 6.6 metros cúbicos de agua por cada caja de 18.9 kilogramos de banano empacado -m³/caja- (Figura 40), equivalente a 360 litros por kilogramo.

Se compararon los resultados obtenidos con datos a nivel mundial, y tal y como se puede observar en la figura 40, la huella hídrica estimada para Guatemala es baja comparada con otros países productores como Perú, Ecuador y República Dominicana, mientras que para Costa Rica se indica una mínima cantidad de agua de riego (estudio de un área puntual, no dato nacional).

Además, para el año 2020, se estimó la huella hídrica para el cultivo de plátano de 4 fincas, con una media ponderada de 721.4 metros cúbicos de agua dulce por cada tonelada de plátano producido, equivalente a 17.9 metros cúbicos por cada caja de 24.8 kilogramos de plátano empacado.

El 59% de la huella hídrica del cultivo de banano, corresponde al componente azul o agua proveniente de fuentes subterráneas y/o superficiales aplicada al cultivo como riego; el componente verde con un 34%, representando el agua aprovechada por el cultivo proveniente de las lluvias y finalmente, el componente gris con el 7%, siendo un volumen teórico de agua dulce necesario para diluir.



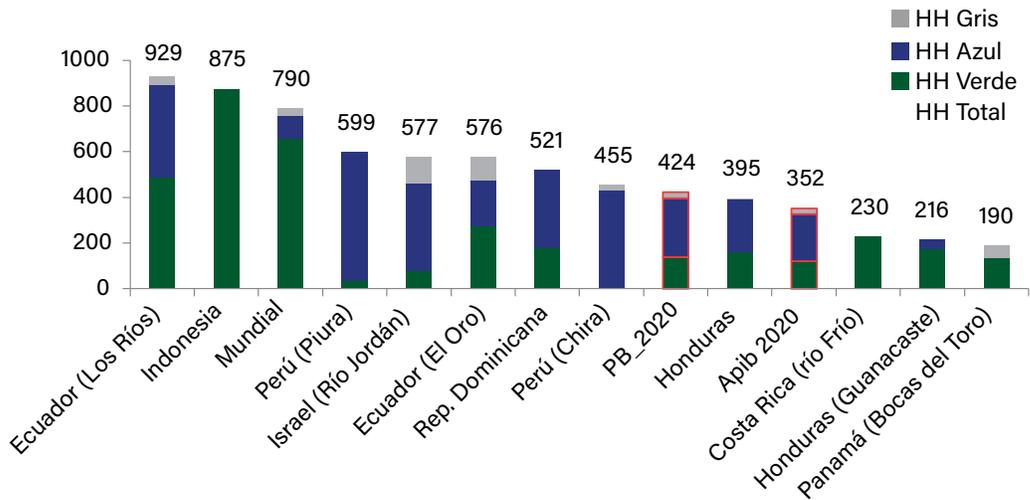


Figura 40. Comparativo de huella hídrica (HH) del cultivo de banano en algunos países. Fuente: FAO, 2017; Zarate, E. y Derk, K., 2013; Zarate, E. y Derk, K., 2017; FAO y GIZ, 2017; Mekonnen M. y Hoesktra A., 2011; Sikirica, N. 2011.

Huella hídrica de la producción de aguacate

En el 2019, la empresa Palo Blanco S.A. de Guatemala se volvió miembro del ICC, y como parte de las actividades a desarrollar en conjunto, se definió estudiar la huella de carbono y huella hídrica de la producción de aguacate.

Para el cálculo de la huella hídrica se tomó de referencia la metodología propuesta por Hoekstra et al. (2011) que se mencionó con anterioridad.

Para la zona de producción evaluada, el cultivo de aguacate tuvo un requerimiento hídrico de 1,343 mm/año, de la cual la precipitación contribuyó en 785 mm/año. Aunque se hubiera requerido más agua, en la figura 50 se muestra que a través del riego se brindó a cultivo solamente una fracción.

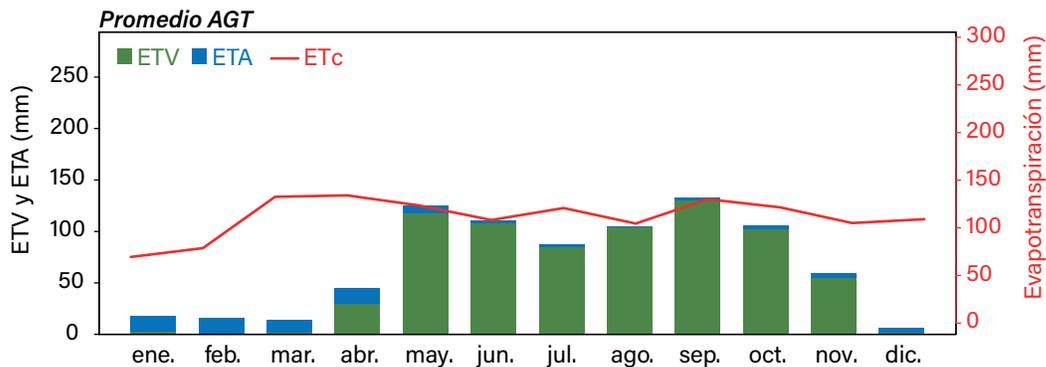


Figura 41. Requerimiento hídrico medio del cultivo de aguacate los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango

La huella hídrica está influenciada también por el rendimiento del cultivo. En cultivos permanentes, como el aguacate, estos rendimientos están relacionados a la edad de la plantación. Se identificaron dos fincas con una productividad más estable, siendo estas San Rafael y Palocón con plantaciones de más de 5 años, con huellas hídricas de 848 y 757 metros cúbicos de agua por cada tonelada de aguacate producido,

respectivamente para el período del año 2020. El aguacate de Guatemala se distingue de los productores principales del mundo (norte de México, Israel, Chile, España) en que es nativo y se cultiva en lugares húmedos, por lo que la gran mayoría de agua proviene de la lluvia. En San Rafael, el 89.8% del agua fue provisto por la lluvia y solamente el 1.2% por el riego. En Palocón, el 83% del agua fue provisto por la lluvia y el 10.6% por el riego.

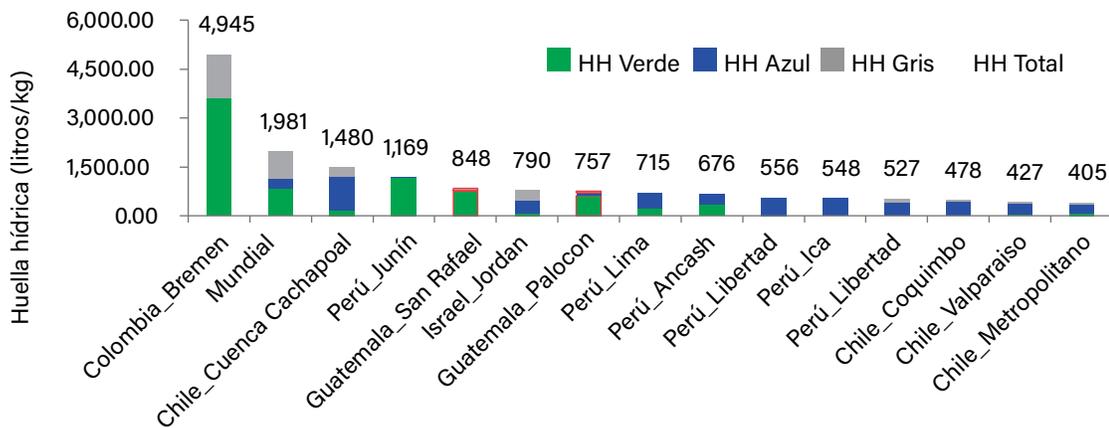


Figura 42. Comparativo de huella hídrica (HH) del cultivo de aguacate en algunos países. Fuente: Naranjo, J. y Reyes, H., 2021; Mekonnen, M. y Hoekstra, A., 2011; Novoa, V. et al., 2019, WWF, 2015; Shtull, E. y Aviani, I., 2016, INIA, 2013.





2 Gases de efecto invernadero

Huella de carbono del azúcar de Guatemala

Desde el 2011 el ICC inició el proceso para realizar el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero en la producción del azúcar de Guatemala, basado en metodologías internacionales. Se utilizaron las "Directrices del IPCC1 DE 2006 para los Inventarios Nacionales de GEI", las que fueron complementadas con otros protocolos y guías. El primer estudio, que incluyó tanto el componente agrícola como el industrial, se realizó para la zafra 2010-2011; y desde entonces se ha realizado este inventario para cada zafra, mejorando y afinando el protocolo cada año para la colecta de información, así como su procesamiento.

Los gases de efecto invernadero incluidos en el inventario son el dióxido de carbono, el metano

y el óxido nitroso, y utilizando los valores de potencial de calentamiento global indicadas en el Quinto Informe del IPCC se han estimado las emisiones en una misma unidad: toneladas de CO₂ eq (IPCC, 2014).

Además de las variables iniciales incluidas en los primeros estudios, en las últimas dos zafas se incluyeron las emisiones derivadas de las aguas residuales industriales, insumos para proceso industrial, así como las emisiones derivadas del uso de otros fertilizantes e insumos agrícolas. Es por eso que la huella aparece más alta que en años anteriores. Para la zafra 2020-2021 se estimaron un total de emisiones de 911,550 tCO₂ eq. Los porcentajes de las distintas fuentes de emisión se aprecian en la siguiente figura:

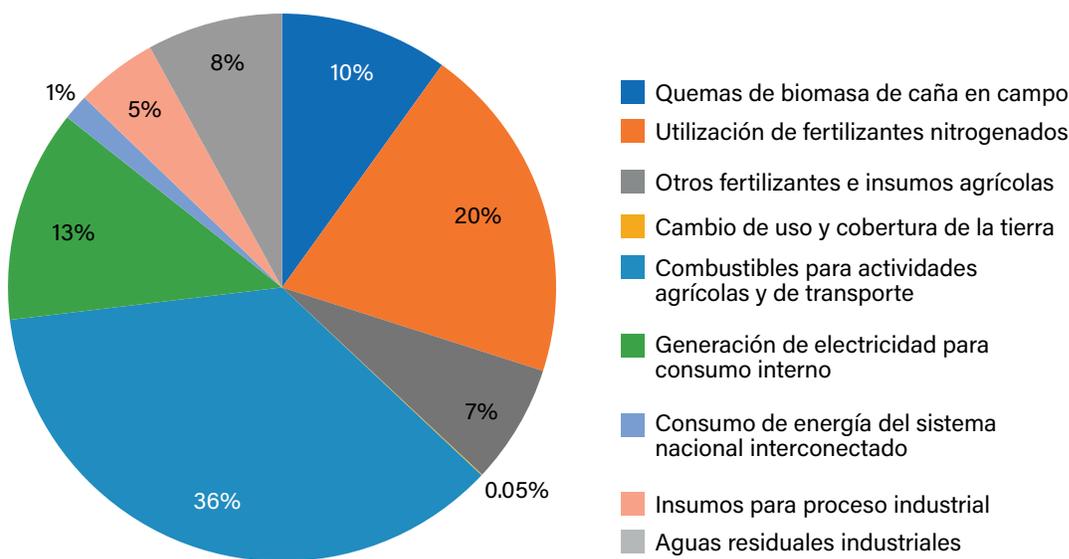


Figura 43. Porcentaje de emisiones de CO₂ eq por actividad evaluada en la producción de azúcar de la AIA durante la zafra 2020-2021.



El proceso agrícola representa alrededor del 63% de las emisiones (quemados, fertilizantes nitrogenados, otros fertilizantes, cambio de uso), el transporte de caña representa el 10% y el proceso industrial significa el 27% de las emisiones. Se estima que las actividades agrícolas generan 2.33 toneladas de CO₂ eq por hectárea.

Según estos datos y tomando la producción total de azúcar, la huella de carbono del azúcar de Guatemala para la zafra 2020-2021 se estimó en 0.36kg de CO₂ eq. por cada kilogramo de azúcar producido.



Figura 44. Huella de carbono del azúcar de Guatemala, zafra 2020-2021.

Huella de carbono de la energía generada por la agroindustria azucarera de Guatemala

Este estudio se ha realizado de manera simultánea con la huella de carbono de la producción de azúcar desde el 2012. Durante cada zafra una proporción de la energía generada por los ingenios es usada para consumo interno y otra es suministrada al sistema nacional interconectado para consumo de la sociedad guatemalteca.

En la zafra 2020-2021, el 68% de la energía producida por los ingenios fue suministrada al país. Según CENGICAÑA, durante noviembre del 2020 a junio de 2021 el 28% de la energía del país fue generada a partir de biomasa de caña en los ingenios azucareros, lo que constituye la segunda fuente de energía renovable más importante del país.

Durante la zafra 2020-2021, la biomasa de caña de azúcar hizo posible generar el 79.5% del total de energía generada por la Agroindustria Azucarera de Guatemala, y representó tan sólo el 11% de las emisiones del proceso de generación de energía.

La utilización de la biomasa de caña para la generación de electricidad le evitó al país 3.6 millones de toneladas de CO₂ eq al año que resultarían de utilizar carbón mineral (un combustible fósil).

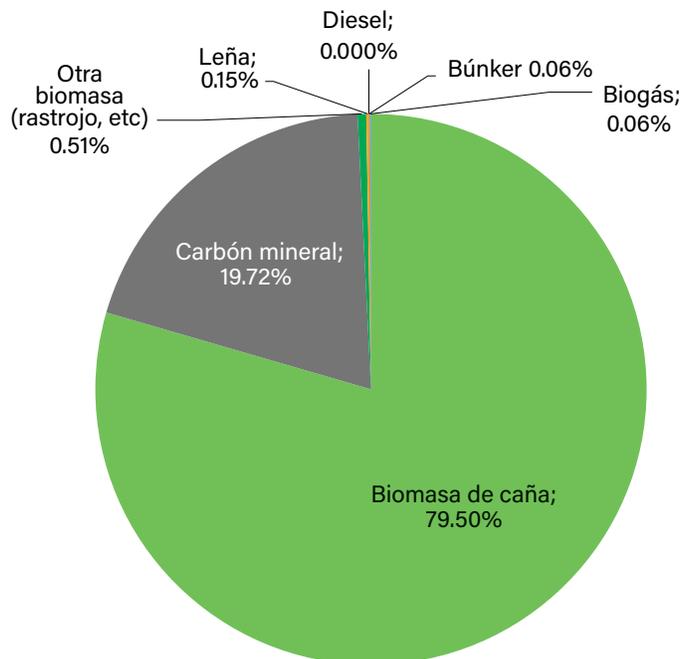


Figura 45. Generación de energía eléctrica de la AIA según combustible utilizado durante la zafra 2020-2021.



Utilizar el bagazo como combustible para generar energía evitó emisiones de GEI que resultarían de la combustión de carbón mineral si no se contara con esta fuente renovable. Para la zafra 2020-2021 se estimó que las emisiones evitadas fueron 3,603,303tCO₂ eq (si se usara carbón mineral, que es el combustible que se utiliza cuando la producción de las demás fuentes no es suficiente). Con esto se evitó la combustión de 296 millones de galones de búnker o bien la combustión de 1.39 millones de toneladas de carbón mineral para generar esta energía. Esto constituye un importante aporte en materia de mitigación del cambio climático para el país.

El factor de emisión de la energía generada en esta zafra fue de 0.30kgCO₂ eq/kWh, que incluye la energía de uso interno y la suministrada al sistema nacional interconectado. Este valor es inferior al factor de emisión de gases de efecto

invernadero de la red eléctrica a nivel nacional estimado en 0.39kgCO₂ eq/kWh, según lo publicado por el Ministerio de Energía y Minas de Guatemala en el 2020.

En las operaciones de la agroindustria azucarera de Guatemala, este factor de emisión ha tenido variaciones importantes, especialmente al comparar la situación de finales de la década de los 90 en que el búnker era el principal combustible utilizado para la generación de energía en la temporada de zafra. Esta dinámica fue cambiando año con año, reduciendo el uso de este combustible y al mismo tiempo incrementando la eficiencia en la generación de energía generada con biomasa de caña de azúcar como fuente renovable. En la zafra 2001-2002 con una tonelada de caña se generaba 44kWh y para la zafra 2020-2021 con esa misma tonelada de caña se generó 203kWh.

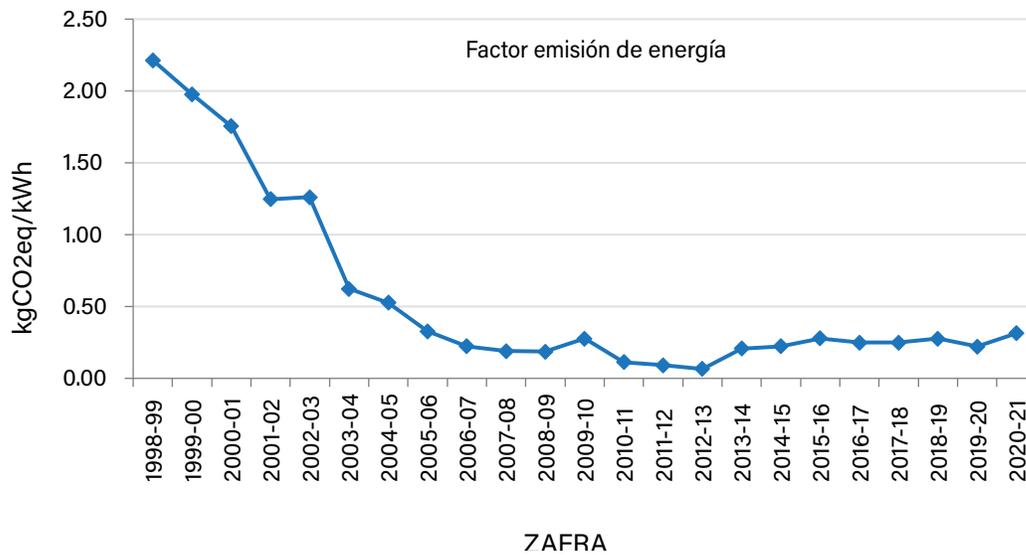


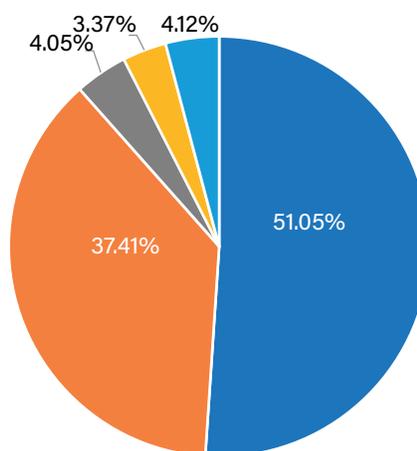
Figura 46. Factor de emisión de la energía eléctrica de la AIA desde la zafra 1998-1999 a la 2018-2019.



Huella de carbono de la producción independiente de banano de Guatemala

El ICC, en coordinación con la Asociación de Productores Independientes de Banano (APIB), ha desarrollado los inventarios de gases de efecto invernadero –GEI– y huella de carbono del banano a partir de la producción del año 2014 hasta la producción 2020, con base a procedimientos internacionales aprobados como son las directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de GEI. Los gases que se reportan en el inventario son: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) expresados en toneladas de CO_2 equivalente (ton CO_2 eq).

El inventario considera las emisiones de GEI resultantes del proceso de producción y empaque del banano, que incluye emisiones directas por el uso de combustibles fósiles para actividades agrícolas y transporte, combustibles fósiles para generación de electricidad en las plantas empacadoras, emisiones directas e indirectas por la utilización y aplicación de fertilizantes nitrogenados y emisiones indirectas como consecuencia del consumo de energía eléctrica proveniente de la red nacional y las emisiones directas por el uso de refrigerantes en sistemas de aire acondicionado. En el estudio de la producción 2020, no se incluyeron emisiones por el cambio de uso del suelo, pues las pocas áreas nuevas de cultivo de banano se habilitaron en lugares que ya eran de uso agrícola. Los resultados demuestran, que para la producción independiente de banano de Guatemala 2020, se generó un total de 114,296.81 ton CO_2 equivalente, que representan el 0.19% de las emisiones nacionales según el último inventario realizado (MARN, 2021). La huella de carbono fue de 0.085 kg de CO_2 eq/ kg de banano producido. En la siguiente figura, se muestra la distribución de las emisiones:



- Utilización de fertilizantes nitrogenados y otros fertilizantes
- Combustibles para actividades agrícolas y transporte
- Combustibles para generación de electricidad en empacadoras
- Consumo de energía de la red nacional u otra fuente
- Uso de refrigerantes en sistemas de AC

Figura 47. Porcentaje de emisiones de CO_2 por actividades relacionadas a la producción y empaque en la producción independiente de banano de Guatemala 2020.

Huella de carbono en la producción de aguacate

La huella de carbono busca identificar y cuantificar las fuentes de emisión resultantes del proceso de producción y empaque del aguacate. Según las metodologías internacionales, incluye emisiones directas por el uso de combustibles fósiles para actividades agrícolas y transporte interno, combustibles fósiles para generación de electricidad en la planta empacadora, emisiones directas e indirectas por la utilización y aplicación de fertilizantes nitrogenados, las emisiones indirectas por el consumo de energía eléctrica proveniente de la red nacional, y las emisiones directas por el uso de refrigerantes en sistemas de aire acondicionado. Para su cálculo, se toma de referencia las directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de GEI. Los gases que se reportan en el inventario son: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) expresados en toneladas de CO_2 equivalente (ton CO_2 eq). Los resultados para la producción de aguacate 2020 se estimó una huella de carbono de 0.75 kg CO_2 eq/kg aguacate. En la siguiente figura, se muestra la distribución de las emisiones:



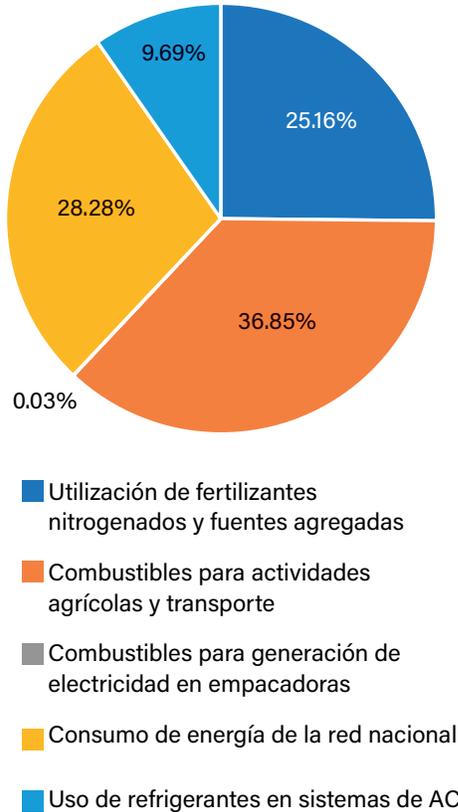


Figura 48. Porcentaje de emisiones de CO₂ por actividades relacionadas a la producción y empaque en la producción de aguacate 2020.

Inventario de emisiones a nivel de municipios: la Antigua Guatemala y la Nueva Concepción, Escuintla

Durante el año 2021, el ICC con el apoyo financiero del Fondo Mundial para la Naturaleza -WWF- brindó la asesoría técnica para estimar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero -GEI-, resultantes de las actividades productivas en los dos municipios. Además, una de las actividades del ICC en este proceso, fue el desarrollo de capacidades a personal clave de las Unidades de Gestión Ambiental Municipal -UGAM- de ambas municipalidades en un sistema híbrido de sesiones virtuales y presenciales.



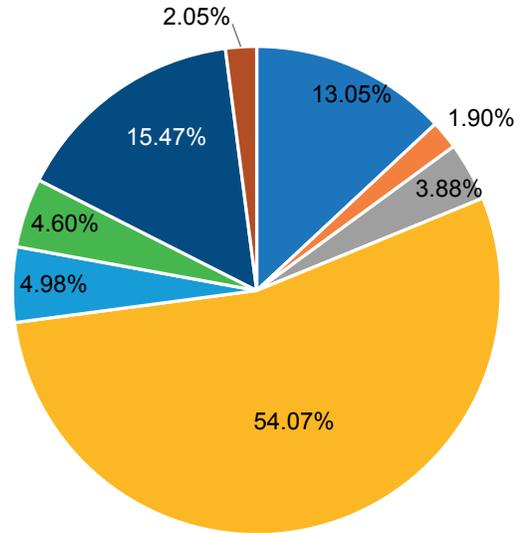
Figura 49: Sesión de capacitación con técnicos de la municipalidad de Nueva Concepción, Escuintla.

Uno de los mayores retos para realizar los inventarios de GEI a nivel de municipios en Guatemala, se debe a las limitaciones en la calidad y disponibilidad de datos de actividad por la falta de un Sistema Nacional de Información. Debido a esta situación, el ICC en coordinación con las UGAM de los municipios antes mencionados, brindó el acompañamiento para recabar información sobre los datos de actividad de los sectores que se incluyen en el inventario, siendo estos: Energía estacionaria, Transporte, Desechos, y Agricultura, Silvicultura y otros Usos del Suelo. Se utilizó información de instituciones de gobierno y de consultas a agricultores para determinar el consumo de combustibles y fertilizantes. Las emisiones totales derivadas de las principales actividades del año 2020 para el municipio de Nueva Concepción, Escuintla, fueron de 233,588 ton CO₂eq y las emisiones per cápita del municipio es de 3.2 ton CO₂eq/habitante. Mientras que, para el municipio de Antigua Guatemala, Sacatepéquez, las emisiones totales fueron de 100,019 ton CO₂eq y las emisiones per cápita del municipio es de 2.2 ton CO₂eq/habitante. Con este primer estudio, se espera que sirva de línea base para las futuras estimaciones que se realicen y complementen los planes de acción para promover actividades con bajas emisiones para los municipios, contribuyendo de forma directa a los compromisos nacionales en materia de la mitigación al cambio climático.



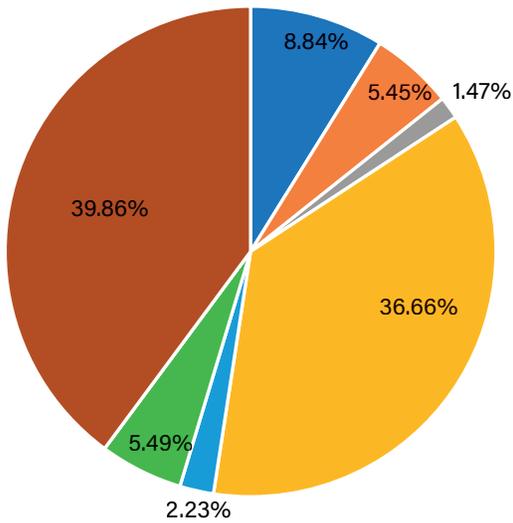


Figura 50. Visitas a grupos focales de agricultores para determinar los datos de actividad en la relación a la fertilización de los cultivos.



- Consumo de energía de la red nacional
- Consumo de leña
- Consumo de gas licuado de petróleo
- Parque vehicular (terrestre)
- Desechos sólidos que no se queman y se degradan
- Quema de los desechos sólidos
- Cambio de uso del suelo
- Aplicación de fertilizantes nitrogenados

Figura 52. Porcentaje de emisiones de GEI derivado de las fuentes de emisión que se incluyeron en el estudio para el municipio de Antigua Guatemala, Sacatepéquez.



- Consumo de energía de la red nacional
- Consumo de leña
- Consumo de gas licuado de petróleo
- Parque vehicular (terrestre)
- Desechos sólidos que no se queman y se degradan
- Quema de los desechos sólidos
- Aplicación de fertilizantes nitrogenados

Figura 51. Porcentaje de emisiones de GEI derivado de las fuentes de emisión que se incluyeron en el estudio para el municipio de Nueva Concepción, Escuintla.





3. Gestión ambiental

Evaluación de cumplimiento de normativas ambientales del sector azucarero

Política ambiental del azúcar y sus Normativas

Desde el año 2014 la implementación de la política ambiental del azúcar de Guatemala se ha desarrollado mediante varias acciones y procesos desde cada unidad productiva (ingenio) hasta de forma gremial (ASAZGUA). Siendo una de estas actividades la evaluación ambiental externa para el período 2020-2021.

La junta directiva de Asazgua requirió el apoyo del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, para que bajo su coordinación se desarrolle la cuarta evaluación externa al cumplimiento de la política ambiental de la agroindustria azucarera de Guatemala en tres normativas de campo, siendo estas:

- Normas y recomendaciones para la quema de caña de azúcar (actualización 2020-2021)
- Uso y aplicación adecuada de agroquímicos (con énfasis en aplicaciones aéreas, actualización 2020-2021)
- Normas y recomendaciones para el aprovechamiento de la vinaza, área agrícola y fábrica (actualización 2020-2021)



Figura 53. Evaluación de normativa de uso y aplicación adecuada de agroquímicos en bodegas de almacenamiento de agro insumos.



Figura 54. Evaluación de Normativa de Uso y Aplicación Adecuada de Agroquímicos en zona de aplicación con helicóptero.



Figura 55. Evaluación de Normativa: Normas y Recomendaciones para la Quema de Caña de Azúcar en frentes de quema.



Figura 56. Evaluación de normativa: Normas y recomendaciones para el aprovechamiento de la vinaza, área agrícola y fábrica.

Como resultado de la evaluación se presenta a continuación el resumen de ingenios evaluados de acuerdo con la normativa específica y el período en que se evaluó.

Cuadro 2. Número de ingenios, normativas y zafra evaluada.

| Cantidad de Ingenios evaluados | Normativa Evaluada | Zafra Evaluada |
|--------------------------------|------------------------|----------------|
| 8 | Quemas | 2020-2021 |
| 8 | Manejo de agroquímicos | 2020-2021 |
| 4 | Manejo y uso de vinaza | 2020-2021 |

El desempeño y récord de los ingenios en las distintas normativas se socializa en cada unidad que tiene el cumplimiento de estas normativas y también de forma gremial y a la junta directiva de Asazgua.

Apoyo a la gestión ambiental de los socios

Sistema de Quemas Controladas (SQC)

A finales del 2013 inició el desarrollo del Sistema de Quemas Controladas (SQC) cuyo objetivo es reducir la caída de pavesa (ceniza de la quema de caña) sobre poblados y otras áreas sensibles. Este sistema fue desarrollado por el ICC en dos fases principales: 1) Estudio del comportamiento de la dispersión de la pavesa considerando las condiciones meteorológicas en el momento de la quema; y 2) Creación de un sistema dinámico y automático para modelar y registrar la dispersión de la pavesa, y verificar sus posibles impactos en las zonas sensibles identificadas.

Este sistema se ha mejorado desde la zafra 2015-16, con la retroalimentación que brindan los ocho ingenios que lo utilizan en Guatemala. En la zafra 2020-21 se utilizó la herramienta en el 88% del área, incluyendo áreas bajo administración y proveedores.

A partir de la zafra 2020-2021 se realizó la prueba piloto del sistema en El Salvador con los ingenios Central Izalco y Chaparrastique, se implementó en algunas fincas, pero se espera que la zafra 2021-2022 sea la de adopción de la herramienta para después recibir retroalimentación y se realicen mejoras basadas en las necesidades para facilitar esa adopción en El Salvador.



Figura 57. Capacitaciones a CASSA, El Salvador, en el uso del SQC (año 2021).

Lineamientos para la conservación y restauración de la diversidad biológica en la producción del azúcar de Guatemala

Con el apoyo del Programa Biodiversidad y Negocios de la cooperación alemana (GIZ), con sede en Costa Rica, se llevó a cabo un proceso para identificar las oportunidades de conservación y restauración de la diversidad biológica dentro de las fincas cañeras y sus áreas de influencia. Los estudios de campo y análisis sirvieron de base para proponer los lineamientos,



que se agrupan alrededor de las siguientes temáticas: 1) protección de manglares y otros humedales; 2) conservación de áreas protegidas; 3) información sobre ecosistemas y especies; 4) protección y restauración de sitios boscosos; 5) mitigación del impacto derivado de actividades productivas (incluyendo la quema y los agroquímicos); y 6) conocimiento y sensibilización para la toma de decisiones en los diferentes niveles.

Este tema constituye uno de los ejes de la Política Ambiental del Azúcar. La propuesta fue elaborada con la participación de representantes de los ingenios y de ASAZGUA y se aprobó en febrero del año 2021. Las siguientes fases comprenden su lanzamiento público, socialización interna en los ingenios e implementación a todos los niveles de toma de decisiones dentro de las empresas.

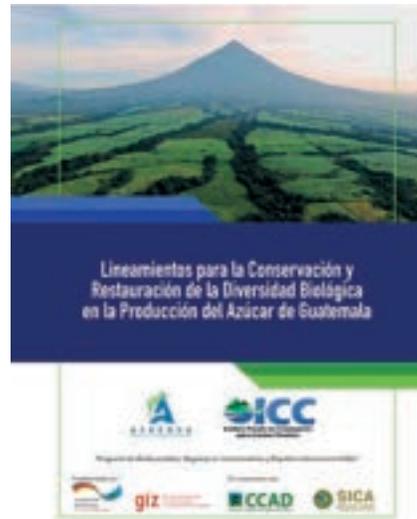


Figura 58. Documento final de los Lineamientos para la Conservación y Restauración de la Diversidad Biológica en la Producción del Azúcar de Guatemala.



4. Restauración y conservación de bosques

Bosques de ribera

A partir de 2012 el ICC inició acciones en conjunto con miembros y socios para aumentar la cobertura en las riberas de los ríos de la costa sur. La primera actividad fue diseñar arreglos y formas de restauración con especies nativas, implementándose los primeros ensayos. Del 2014 al 2015 se evaluaron los ensayos y se generó información de línea base sobre la biodiversidad en los bosques de ribera, la cual incluyó flora arbórea, aves, reptiles, anfibios, peces, escarabajos y mariposas. Asimismo, se realizaron investigaciones sobre implementación, seguimiento y evaluación de áreas en restauración.

En la figura 59 se puede ver una línea del tiempo sobre cómo ha sido el proceso que el ICC ha desarrollado a lo largo de estos 12 años para implementar acciones de restauración de riberas de ríos principales de la costa sur; durante este período se restauraron un total de 542.5 hectáreas, como se observa en el cuadro 3.

Cuadro 3. Áreas de bosques de ribera implementadas de 2012 a 2021.

| Año | Área (ha) |
|----------------------------|---------------|
| 2012 | 17.31 |
| 2013 | 19.62 |
| 2014 | 20.44 |
| 2015 | 16.03 |
| 2016 | 41.47 |
| 2017 | 24.75 |
| 2018 | 50.45 |
| 2019 | 53.79 |
| 2020 | 48.43 |
| 2021 | 48.76 |
| Plan Madre Vieja 2017-2021 | 201.48 |
| Total | 542.54 |

Estas áreas son monitoreadas constantemente para documentar su desarrollo y mejorar la forma de implementar dichas acciones. Actualmente se cuenta con 40 parcelas para el monitoreo de la restauración en bosques de ribera.



Figura 59. Ubicación de las parcelas de monitoreo de restauración en bosques de ribera.



Restauración de manglares

En 2012 en conjunto con diferentes socios, INAB y CONAP, se iniciaron ensayos en etapa de viveros para evaluar el comportamiento de las especies de mangle previo a su establecimiento en a campo. Asimismo, se realizaron ensayos de establecimiento con diferentes prácticas de restauración.

En el 2016, con la información generada durante esos ensayos, se elaboró el plan para la restauración de mangle en la vertiente del Pacífico, cuyas líneas estratégicas se enfocan en la conservación, restauración y otras actividades complementarias, constituyéndose como una herramienta clave para apoyar la conservación y restauración del ecosistema manglar en el Pacífico de Guatemala.

El plan considera la implementación de acciones de restauración en coordinación con las mesas locales de mangle, que son espacios de diálogo que se conformaron con actores estratégicos como comunidades, municipalidades, instituciones de gobierno y empresas privadas, para propiciar la conservación y restauración de áreas de mangle. Durante el 2020 el ICC participó en las mesas de Iztapa y Tiquisate, en Escuintla; en la mesa del litoral de Suchitepéquez; en Champerico, Retalhuleu; y en La Blanca, San Marcos.

En coordinación con las mesas y el INAB, se ha fomentado la restauración de mangle en el litoral Pacífico de Guatemala. Durante el 2021 se contribuyó con 122.42 hectáreas en proceso de restauración.

Cuadro 4. Área en restauración de mangle implementadas de 2012 a 2021.

| Año | Área (ha) |
|--------------------------------|---------------|
| 2012 | 1.29 |
| 2013 | 7.40 |
| 2014 | 11.90 |
| Plan Ingenio Palo Gordo (2014) | 20.18 |
| 2016 | 4.17 |
| 2017 | 9.12 |
| 2018 | 9.91 |
| 2019 | 7.47 |
| 2020 | 1.52 |
| 2021 | 49.47 |
| Total | 122.42 |

Otra acción desarrollada como parte del plan de restauración de mangle es la implementación de parcelas permanentes de monitoreo forestal. En conjunto con INAB, desde el 2012 se monitorean 12 parcelas ubicadas en el Área de Conservación Sipacate-Naranjo, Escuintla; en Tahuexco y El Triunfo, Suchitepéquez; y Blanca Cecilia, Iztapa.



Figura 60. Ubicación de las parcelas de monitoreo de restauración en mangle.

Viveros y la reproducción de árboles (plántulas)

Una de las principales acciones desarrolladas por el ICC desde sus inicios en 2011 ha sido el establecimiento de viveros forestales, como una iniciativa para aumentar la cobertura forestal de la vertiente del Pacífico de Guatemala y de esta forma contribuir a la mitigación (por fijación de carbono) y adaptación del cambio climático, debido a los múltiples beneficios de los árboles para los humanos y la naturaleza.

En el 2012 se logró una alianza estratégica con el INAB y se unieron esfuerzos para el establecimiento de viveros forestales con especies de rápido crecimiento, nativas y exóticas, y con

diversos usos a nivel local, como energético y de construcción, así como para restauración de bosques. Durante los 12 años de trabajo se han logrado establecer 593 viveros (Cuadro 5) entre regionales, municipales, comunitarios, empresariales y con la participación de diversos actores. Como se puede observar en el cuadro, cada año ha variado la cantidad de viveros establecidos, hasta llegar a tener 87 forestales en el 2021, lo cual demuestra un excelente liderazgo y coordinación del ICC, sus socios y aliados.

Del 2011 al 2021, el ICC ha incrementado la relación con actores y logrado una reproducción de más de 7.8 millones de árboles durante este período; en la figura 61 se pueden observar estadísticas de la producción de árboles desde el 2011.

Producción de árboles del 2011 al 2021

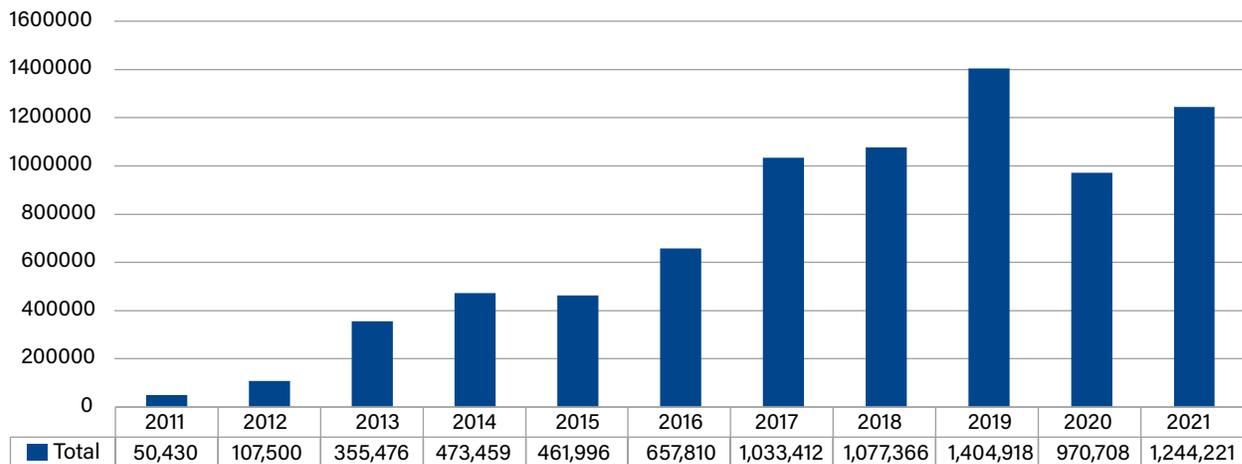


Figura 61. Producción de árboles (plántulas) de 2011 a 2021.



Cuadro 5. Número de viveros y árboles producidos de 2011 a 2021.

| Año | Producción (No. Árboles) | Viveros (No. Viveros) |
|--------------|--------------------------|-----------------------|
| 2011 | 50,430 | 1 |
| 2012 | 107,500 | 11 |
| 2013 | 355,476 | 33 |
| 2014 | 473,459 | 61 |
| 2015 | 461,996 | 45 |
| 2016 | 657,810 | 62 |
| 2017 | 1,033,412 | 89 |
| 2018 | 1,077,366 | 78 |
| 2019 | 1,404,918 | 70 |
| 2020 | 970,708 | 56 |
| 2021 | 1,244,221 | 87 |
| Total | 7,837,296 | 593 |

La producción de árboles ha sido posible gracias a las alianzas estratégicas con los actores de la región, del 2011 al 2021 se establecieron viveros forestales con 71 municipalidades, 109 comunidades, cinco viveros forestales regionales, institucionales con INAB, Reservas Militares, MAGA, MARN, Universidad Rural, CUNSUROC-USAC y con 14 empresas azucareras y bananeras.

De 2011 a 2021 el ICC promovió y apoyó la producción de más de 7.8 millones de árboles para reforestar parte alta, media y baja de todas las cuencas del Pacífico guatemalteco. Se dieron insumos para 593 viveros: 250 comunitarios, 235 municipales, 26 institucionales, 48 empresariales y 34 regionales.

Las especies que se producen en los viveros son seleccionadas por las comunidades; sin embargo, el ICC brinda asesoría técnica para seleccionar las especies que mejor se adapten en la zona de acuerdo con las condiciones que se presentan en la comunidad o el lugar donde se realizan las acciones de restauración y/o reforestación. Se ha logrado la reproducción de 55 especies forestales, de las cuales 48 son nativas y siete exóticas.

Apoyo a la conservación de bosques

Restauración Forestal en la Cadena Volcánica

En el marco del Proyecto “Planificación de 06 cuencas incluyendo pilotaje de mecanismo de pago por servicio ambiental, e implementación de herramientas de manejo del paisaje en 10 municipios de la región 3 del Proyecto promoviendo territorios sostenibles y resilientes en paisajes de la cadena volcánica central de Guatemala”, se están desarrollando acciones de restauración a través de herramientas de manejo del paisaje y del establecimiento de acuerdos voluntarios de conservación, en el área priorizada en 10 municipios de los departamentos de Chimaltenango (Acatenango y San Pedro Yepocapa), Sacatepéquez (Alotenango, San Miguel Dueñas, Ciudad Vieja, Antigua Guatemala y Santa María de Jesús), y Escuintla (San Vicente Pacaya, Palín y Siquinalá); territorio ubicado en la cadena volcánica central de Guatemala.

En ese sentido, a octubre de 2021, se establecieron 300.11 hectáreas (ha) de restauración bajo diferentes modalidades de herramientas de manejo del paisaje, tanto pasiva como asistida (cuadro 6). Para alcanzar el área restaurada indicada previamente se realizó un mapeo de sitios con potencial a restauración, socialización y acercamiento con grupos de productores, asociaciones comunitarias, unidades de gestión ambiental municipal, fincas privadas, visitas técnicas a los interesados, para finalizar con el establecimiento de acuerdos voluntarios de conservación cuando sea el caso, fortalecimiento de capacidades (colecta de semillas, incendios forestales, y restauración) además de la identificación y delimitación de polígonos para las diferentes herramientas de manejo del paisaje.

Cuadro 6. Restauración forestal a través de herramientas de manejo del paisaje en 10 municipios de la cadena volcánica central de Guatemala.

| No. | Herramienta de Manejo de Paisaje | Especies utilizadas | Área [ha] | Densidad media [plantas/ha] | Plantas utilizadas |
|--------------|---|---|---------------|-----------------------------|--------------------|
| 1 | HMP I: Restauración bosques de altura | <i>Pinus hartwegii</i> | 163.475 | 400 | N/A |
| 2 | HMP I: Plantaciones Forestales | <i>Pinus maximinoi</i> , ciprés, <i>Pinus pseudostrobus</i> | 60.27 | 1,111 | 66,960 |
| 3 | HMP I: Protección de bosques | N/A | 44.27 | N/A | N/A |
| 4 | HMP I: Restauración de bosques riparios | Encinos, cedro, guachipilín | 0.73 | 450 | 329 |
| 5 | HMP II: SAF café-Frutales-árboles | llamo, pino, ciprés, gravilea, cushin, chalum, cedro, caoba, volador, madre cacao, palo de pito | 13.05 | 450 | 5,873 |
| 6 | HMP III: SAF AUM en linderos con cultivos anuales | llamo, ciprés, palo de pito | 0.407 | 600 | 246 |
| 7 | HMP III: Sistemas Silvopastoriles | llamo, cedro, madre cacao, aripín | 17.912 | 250 | 4,478 |
| Total | | | 300.11 | | 77,886 |

HMP: Herramienta de manejo del paisaje; N/A: no aplica.



Figura 62. Implementación de plantación forestal en la finca Marí, Alotenango (izquierda). Identificación de áreas para implementar plantaciones forestales en la finca San Rafael Urías, San Miguel Dueñas (derecha).





Figura 63. Reunión de acercamiento con Asociación de Productores de Níspero (izquierda). Reunión de acercamiento con la Municipalidad de Antigua Guatemala (derecha).



Figura 64. Taller sobre colecta de semillas forestales, practicada en pino (izquierda). Taller sobre colecta de semillas forestales, practicada en ciprés (derecha).



Figura 65. Entrega de plantas en San Vicente Pacaya y Antigua Guatemala (San Pedro Las Huertas).





Figura 66. Plantas de aguacate establecidas en campo en San Pedro Las Huertas.



Figura 67. Implementación de plantación forestal en Las Lajas, Acatenango y Palín.





Figura 68. Sistemas agroforestales establecidos con plantas de aguacate entregadas en Ciudad Vieja.





5. Erosión y conservación de suelos

Estudios sobre erosión y conservación de suelos en la vertiente del Pacífico de Guatemala y en El Salvador

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación –FAO–, indica que el 33% de los suelos del mundo están de moderados a altamente degradados, principalmente por efecto de la erosión hídrica (FAO, 2015). De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala (MARN, 2009), la erosión hídrica del suelo en la vertiente del

Pacífico es de 710 toneladas por hectárea -t/ha-, siendo una tasa clasificada como muy fuerte, según FAO, et al. (1981). Sin embargo, estudios recientes, realizados por ICC, muestran que la vertiente del Pacífico posee una tasa de erosión anual de 444 t/ha, siendo 37% menor a la reportada en el 2009 por el MARN, aunque todavía es alta. La diferencia se debe al detalle que tiene el estudio reciente de ICC, contando principalmente con información detallada de la Red de Estaciones Meteorológicas de ICC, así como datos de suelos proporcionados por socios en la vertiente del Pacífico. El análisis de erosión en esta vertiente muestra el aporte de cada cuenca, así como la erosión por uso de la tierra (coberturas) y municipios. Esta información es la base e insumo para generar planes de manejo a nivel de cuencas.

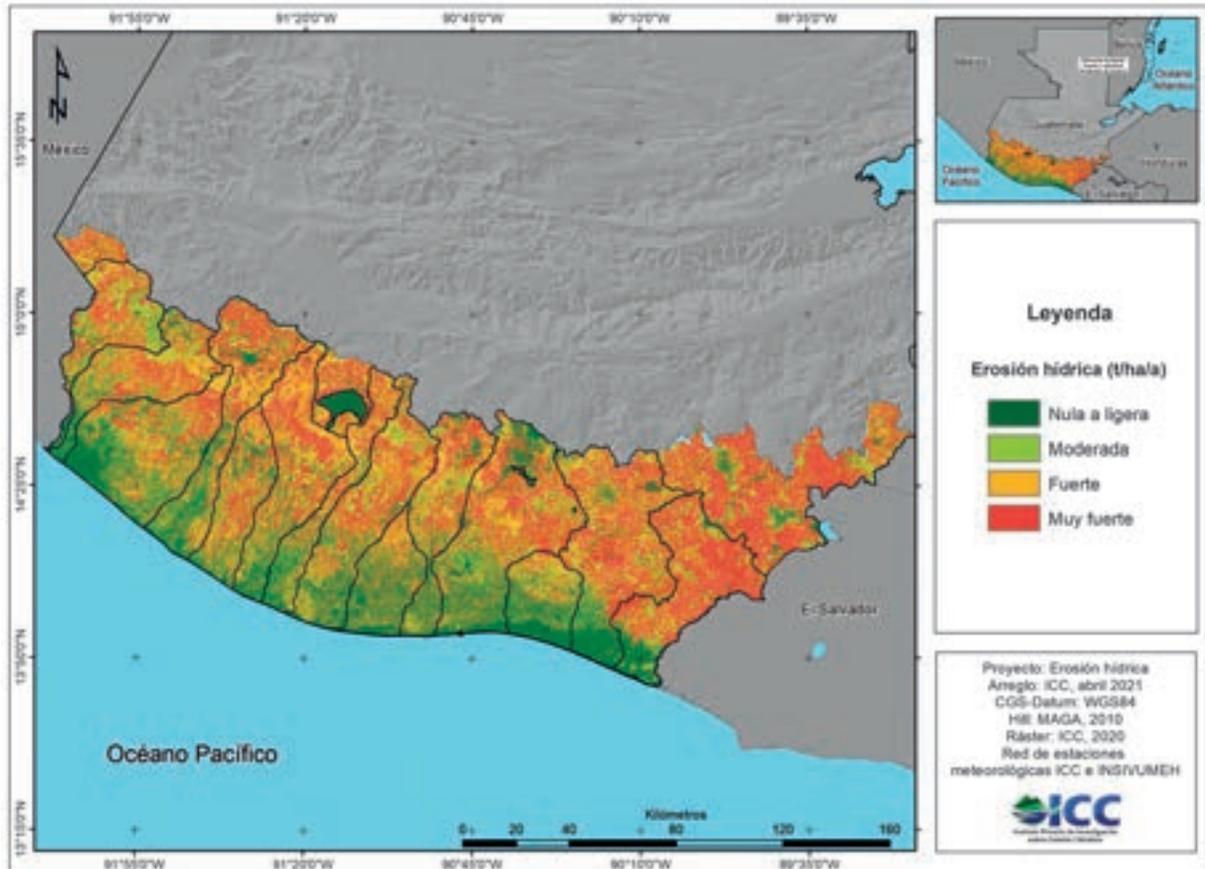


Figura 69. Erosión hídrica en la vertiente del Pacífico.



Adicionalmente, se han desarrollado estudios en campo, a través de parcelas de escorrentía. Los ensayos más recientes se realizaron en el cultivo de banano, con cuatro parcelas, tres de ellas en Tiquisate y una en La Gomera. Estos ensayos han buscado estimar la pérdida del suelo y agua, y el trabajo se desarrolló en conjunto con ICC, Asociación de Productores Independientes del Banano- APIB, Grupo HAME, Top Green S.A. y CENGICAÑA. Mostrando en todas que la tasa de erosión no supera las 10 toneladas por hectárea y que la escorrentía superficial en este cultivo no supera el 1% anual de la precipitación total.



Figura 70. Parcela de escorrentía en banano y trabajo de laboratorio.

Alianza guatemalteca para el manejo de los suelos

ICC en coordinación con otros actores promovieron la conformación de la Alianza Guatemalteca para el Manejo de los Suelos, y se lanzó el

2 de diciembre del año 2020 en el marco de las celebraciones por el Día Mundial del Suelo, que se celebra cada 5 de diciembre. A finales de 2021 se contaba con la participación de más de 20 instituciones, entre ellas públicas, privadas, gobiernos locales, organizaciones de productores y cooperativas, organizaciones sociales, cooperación internacional e instituciones académicas. La alianza busca constituirse en una plataforma de país que una esfuerzos y cree sinergias para la gestión sostenible de los suelos.

En el año 2021, se realizaron 4 eventos referentes a: carbono orgánico en suelos, dos sobre mapeo digital de suelos y uno sobre investigación en Guatemala. Estos eventos fueron de forma virtual, teniendo entre 200 a 800 reproducciones en las diferentes plataformas. Además, se le dio seguimiento a la propuesta de ley sobre manejo y conservación de suelos en Guatemala.



Figura 71. Eventos transmitidos por plataformas digitales durante el año 2021.





6. Biodiversidad

La biodiversidad en el agropaisaje del sur de Guatemala

Desde 1995, Guatemala forma parte del Convenio de Diversidad Biológica dentro de la Organización de las Naciones Unidas. Al seno de este tratado internacional, Guatemala fue reconocido como uno de los 20 países megadiversos, cuyo grupo de países alberga más del 70% de la diversidad biológica conocida del planeta. Reconociendo la importancia de la diversidad biológica, el ICC desde su creación incluyó este componente dentro de sus líneas de trabajo.

La primera fase comenzó con la generación de información biológica enfocándose en sus inicios en el estudio de la flora arbórea a través de diferentes investigaciones, especialmente, en bosques de galería en el agro paisaje del sur del país. En los últimos años estos esfuerzos incluyeron avifauna, reptiles y anfibios, peces, así como escarabajos copronecrófagos, cuyos muestreos se han realizado especialmente en fincas de caña de azúcar.

Iniciativa Salvemos al Manchón Guamuchal



Figura 72. El 06 de abril del 2021, representantes de las instituciones que promueven la iniciativa efectuaron el lanzamiento oficial del concurso “Salvemos al Manchón”, a través de una conferencia de prensa en la Ciudad de Guatemala. Green Development y el ICC.

En el 2021, el ICC en un esfuerzo conjunto lanzó la iniciativa **Salvemos al Manchón Guamuchal** la cual busca unir a empresas, estudiantes y ONGs para una causa indispensable: rescatar

este importante ecosistema manglar ubicado en la vertiente del Pacífico de Guatemala. Los miembros de la iniciativa son INAB, CONAP, Rainforest Alliance, CentraRSE, Agroaceite, Solidaridad, Green Development y el ICC.

La iniciativa hizo posible el monitoreo en 2021 de la calidad del agua en la cuenca del río Ocosito para conocer su estado en diferentes puntos y tributarios, y así detectar las fuentes de contaminación del río. El monitoreo se hizo en cuatro campañas de toma de muestras y análisis, dos en la temporada seca y el resto en la lluviosa.

Se desarrolló y lanzó una página web con información sobre el Manchón Guamuchal y su importancia, la cual puede verse en <https://salvemoselmanchon.org/>.

Estudios de flora y fauna

Flora

Respecto a la flora arbórea en los diferentes estudios se han levantado unidades de muestreo (Figura 73), incluyendo individuos en zonas de regeneración natural hasta árboles maduros, de donde se han identificado 222 especies, de las cuales 23 se encuentran en algún grado de amenaza en los listados del CONAP, CITES o UICN.

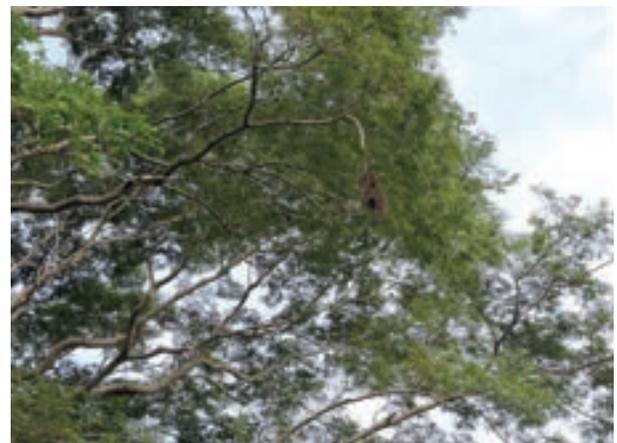


Figura 73. Árbol de la especie *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb (1860). (Conacaste), preferida por especies de aves para hacer sus nidos.



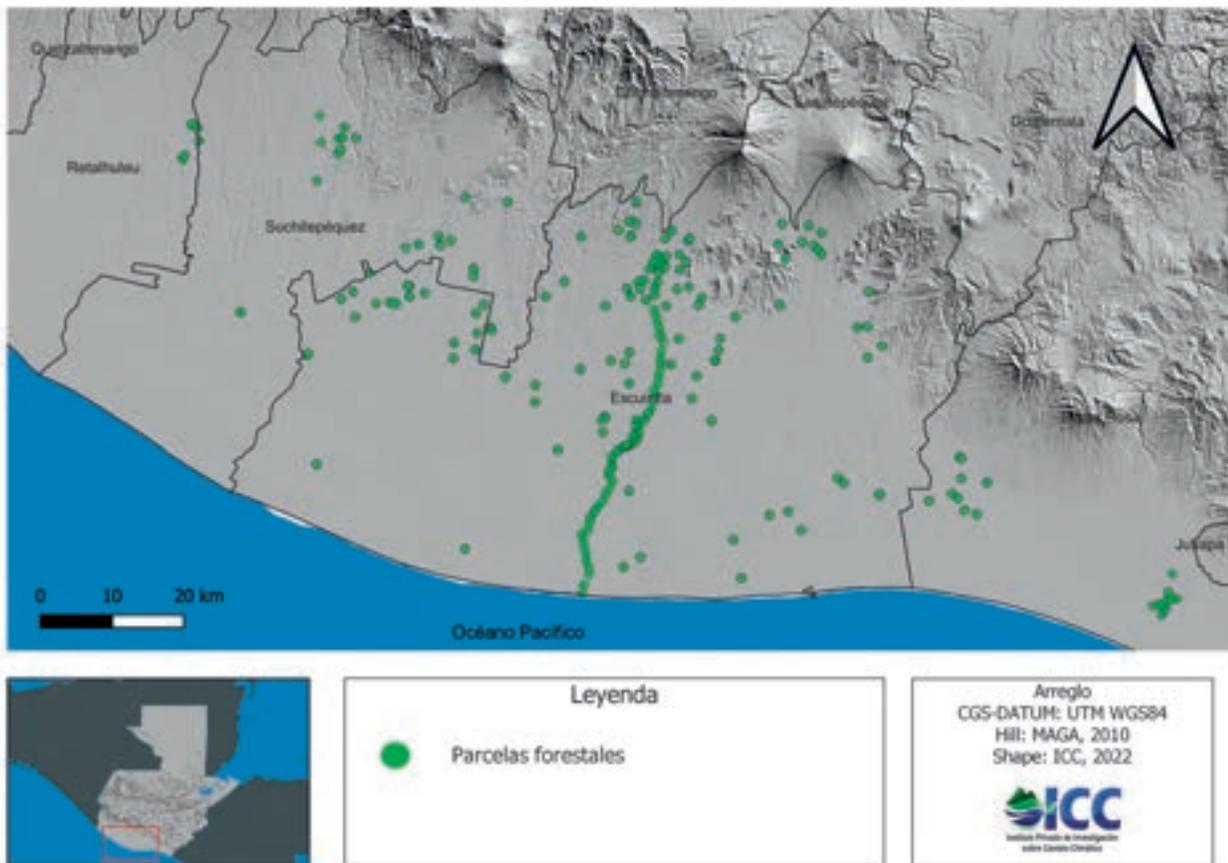


Figura 74. Puntos de muestreo en fincas cañeras para estudiar la flora arbórea.

Aves

Las aves cumplen papeles importantes, tales como saneamiento de ecosistemas (consumo de carroña), dispersión de semillas, control de plagas, polinización y alimento. A través de los años de labores del ICC se han realizado diferentes estudios y muestreos identificando 266 especies, de las cuales el 29% tiene hábitos migratorios. La mayoría de los puntos evaluados ha sido en bosques remanentes en sistemas productivos del agro paisaje de la vertiente del Pacífico, encontrando en estas áreas el 86% del total de las especies.



Figura 75. Ejemplar de la especie loro nuca amarilla, *Amazona auropalliata*. Especie protegida en apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).

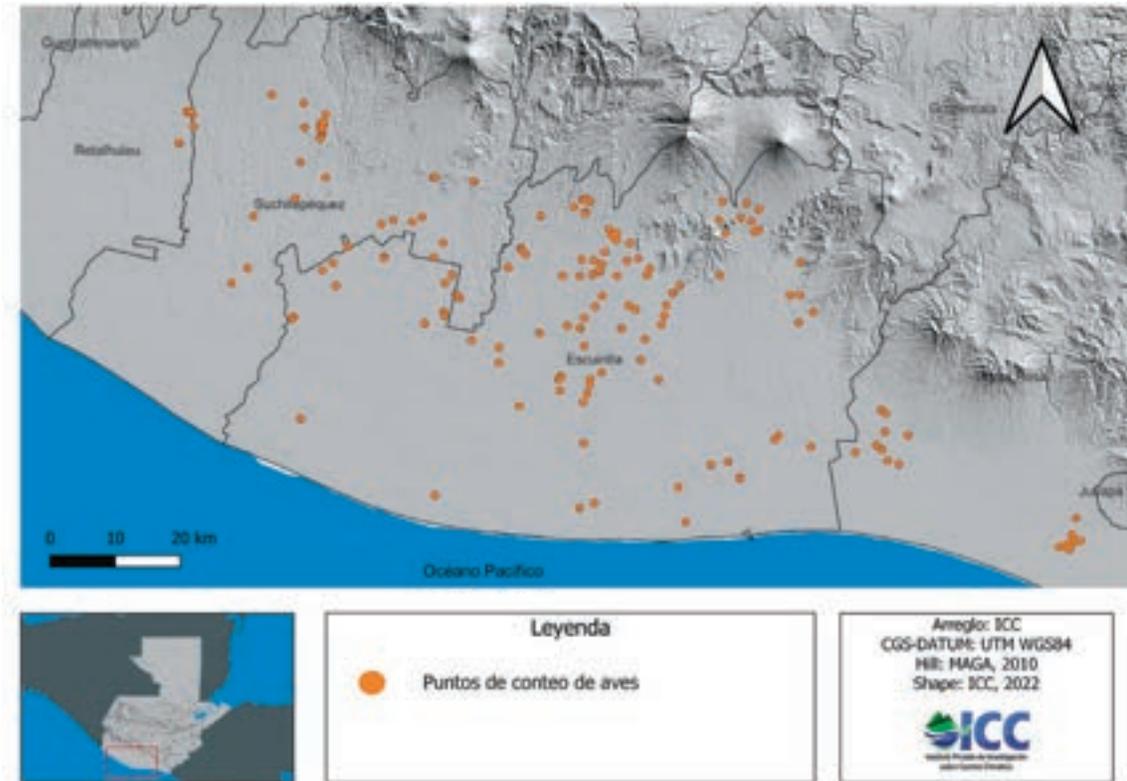


Figura 76. Puntos de muestreo de aves en la zona cañera.

Reptiles y anfibios

Los reptiles y anfibios tienen funciones como el control biológico de plagas y vectores, la facilitación del ciclo de nutrientes, alimento, dispersión de semillas, entre otras. A través de los estudios se han identificado 50 especies de este grupo, de las cuales 16 se reportan con algún grado de amenaza según los listados nacionales, UICN o CITES.



Figura 77. Especimen de tapalcúa, *Dermophis mexicanus* (Duméril y Bibron, 1841). Esta especie se encuentra catalogada como vulnerable (VU) según la lista roja de UICN.

Estos hallazgos están evidenciando que en el agro paisaje del sur del país todavía existe una diversidad biológica considerable, la cual puede conservarse y aumentar con el manejo adecuado de los cultivos y acciones para proteger los fragmentos de bosque que se encuentran en las fincas. Los socios cañeros y bananeros del ICC ya están tomando acciones en sus fincas y apoyando la conservación de la biodiversidad en zonas aledañas dentro de las cuencas en donde se ubican.

En el complejo industrial y alrededores de tres de los ingenios azucareros se realizaron estudios de fauna y flora en el año 2021. Se identificaron aves y flora arbórea con importancia en los ecosistemas y que es necesario establecer medidas para su conservación a largo plazo. Además, en estos estudios se realizó levantamiento de información sobre peces y macroinvertebrados de los ríos, como indicadores de la calidad del agua. Se han encontrado más de 10 familias de macroinvertebrados indicadores de cuerpos de agua de calidad subóptima a óptima. Se identificaron 12 especies de peces en estos estudios.





Astyanax aeneus
(Pepesca)



Orden: *Plecoptera*
Familia: *Perlidae*

Figura 78. Especie de pez (arriba) y de macroinvertebrados del agua (abajo), indicadores de buena calidad del agua, identificados en ríos en el entorno de complejos industriales estudiados (fuente: trabajo de campo 2021).



Figura 79. Armadillo de 9 bandas *Dasypus novemcinctus*, captado con cámara trampa en el complejo industrial de Ingenio Palo Gordo.



Figura 80. Camarón de agua dulce *Macrobrachium tenellum* especie de importancia para la pesca artesanal en ríos.

Identificación de áreas de alto valor de conservación -AAVC-

Los Altos Valores de Conservación son un valor biológico, ecológico, social o cultural excepcionalmente significativo y de importancia crítica. En el año 2021 se realizó un estudio de AAVC para uno de los ingenios azucareros, y los elementos naturales que se evaluaron fueron las áreas de bosque, especialmente bosque de ribera del entorno cañero. La presencia de aves como el loro nuca amarilla *Amazona auropalliata*, que se encuentra en peligro de extinción, especies endémicas como la chachalaca *Ortalis leucogastra* y aves como las rapaces que lideran la cadena alimenticia como depredadores, evidencian que estos ecosistemas aún albergan condiciones naturales que les permiten funcionar como hábitats y otorgar alimento y refugio a la vida silvestre.





Figura 81. Halcón serpentero *Herpetotheres cachinnans*. Importante depredador que mantiene control biológico de poblaciones de vertebrados.

Esta información permite fortalecer la gestión ambiental de estos sistemas productivos, ya que al identificar los atributos biológicos es posible conservarlos y establecer medidas que permitan la sostenibilidad en el tiempo y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos.

Estudio técnico para la conservación de los manglares de Tiquisate y Nueva Concepción

Durante el año 2020 las autoridades municipales de los municipios de Tiquisate y Nueva Concepción manifestaron interés de conservar y proteger los manglares de ambos municipios. En respuesta a ello, ICC con la colaboración financiera de la Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre (WCS por sus siglas en inglés) realizaron el Estudio técnico de esta zona de interés. Este estudio es el instrumento que permite conocer las condiciones de la diversidad biológica, así como las condiciones socioeconómicas de un lugar para determinar la viabilidad de conservarse bajo el esquema de área protegida.



Figura 82. Avifauna y flora arbórea en el área bajo estudio.

Se identificaron áreas de importancia para la conservación biológica tanto a nivel terrestre, como aguas interiores y en el océano; de donde se encontraron áreas de anidación de aves, de reproducción de peces de importancia comercial en el ecosistema manglar y en el océano Pacífico (Figura 83). Además, se lograron identificar especies protegidas, así como especies de peces de interés comercial que forman parte de los medios de vida para el bienestar de las comunidades del área, así como la forma en que fluctúa su disponibilidad a lo largo del año.



Figura 83. Águila pescadora de collar, especie en índice 2 de la Lista de Especies Amenazadas -LEA- emitido por CONAP.





Figura 84. Tiburón martillo capturado en el Área de Conservación Tiquisate-Tecojate.

A nivel socioeconómico se identificaron las percepciones de las comunidades respecto a su futuro inmediato, y diferencias en cuanto a ingresos entre sexos, entre otros aspectos. Fueron incluidas en el proceso de consulta y discusión nueve comunidades, de las cuales cuatro pertenecen a Tiquisate y cinco a Nueva Concepción.



Figura 85. Reunión de trabajo con comunidad Barra del Madre Vieja, Nueva Concepción.

Los resultados fueron presentados ante el Consejo Municipal de Nueva Concepción y ante personal de la UGAM y alcalde municipal de Tiquisate. Ambas municipalidades manifestaron su aval a la propuesta; y esta fue entregada ante el Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP- para la aprobación de este estudio técnico, cuyo expediente fue admitido en el mes de noviembre del año 2021.



Figura 86. Presentación de resultados ante autoridades municipales de Tiquisate, Escuintla.



Figura 87. Presentación de resultados ante el Consejo Municipal de Nueva Concepción, Escuintla, fotografías de algunas de las especies encontradas, y otras del trabajo de campo.



Figura 88. Algunas especies de aves identificadas: a) cigüeña *Mycteria americana*; b) sula *Sula granti*; y c) martín pescador *Megaceryle alcyon*.



Figura 89. Mapa de áreas de importancia para la conservación de la diversidad biológica en el área de Conservación Tiquisate-Tecoajate.





Figura 90. Algunas acciones efectuadas durante el estudio técnico para la conservación de los manglares de Tiquisate y Nueva Concepción: a) medición de parcela de mangle; b) toma de parámetros fisicoquímicos superficiales; y c) preservación de muestra de agua. Fotografías: Edson Flores.

Reproducción, liberación y monitoreo de peces nativos

Este proyecto inició en el año 2001, en instalaciones del ingenio Pantaleon entre Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa, las tres especies nativas de peces que se cultivan son: 1) la mojarra balsera (*Herychthys trimaculatus*), 2) la tusa (*Herychthys guttulatus*); y 3) la prieta (*Amphillo macracanthus*). Además, se cultiva una especie de caracol. Se cuenta con 17 estanques y cada especie se reproduce por separado.



Figura 91. Nido de peces nativos (a); cosecha de alevines (b).

Las liberaciones del 2001 al 2006 se hacían una vez al mes, en cada evento se liberaban 1,500 alevines de las tres especies nativas, por lo que se estima que se han liberado alrededor de 18,000 al año; en los seis años se liberaron alrededor de 108,000 alevines. Las liberaciones del 2007 al 2014 se hacían cada vez que se requerían por el Laboratorio Biológico de Ingenio Pantaleon, en total según registros se liberaron 36,000 alevines por año, para un total en los siete años de 252,000 alevines. Del 2015 al 2021 se han hecho seis eventos de liberación por año, con un promedio de 4,000 alevines, para un total en los siete años de 168,000. En total se han liberado 528,000 peces nativos del 2001 al 2021 en ríos de la costa, generalmente en la parte central: Acomé, Coyolate, Cristóbal y Madre Vieja.

Las liberaciones se han hecho con los siguientes actores:

- Niños de escuelas
- Consejos Comunitarios de Desarrollo Urbano y Rural (COCODE)
- Alcaldes

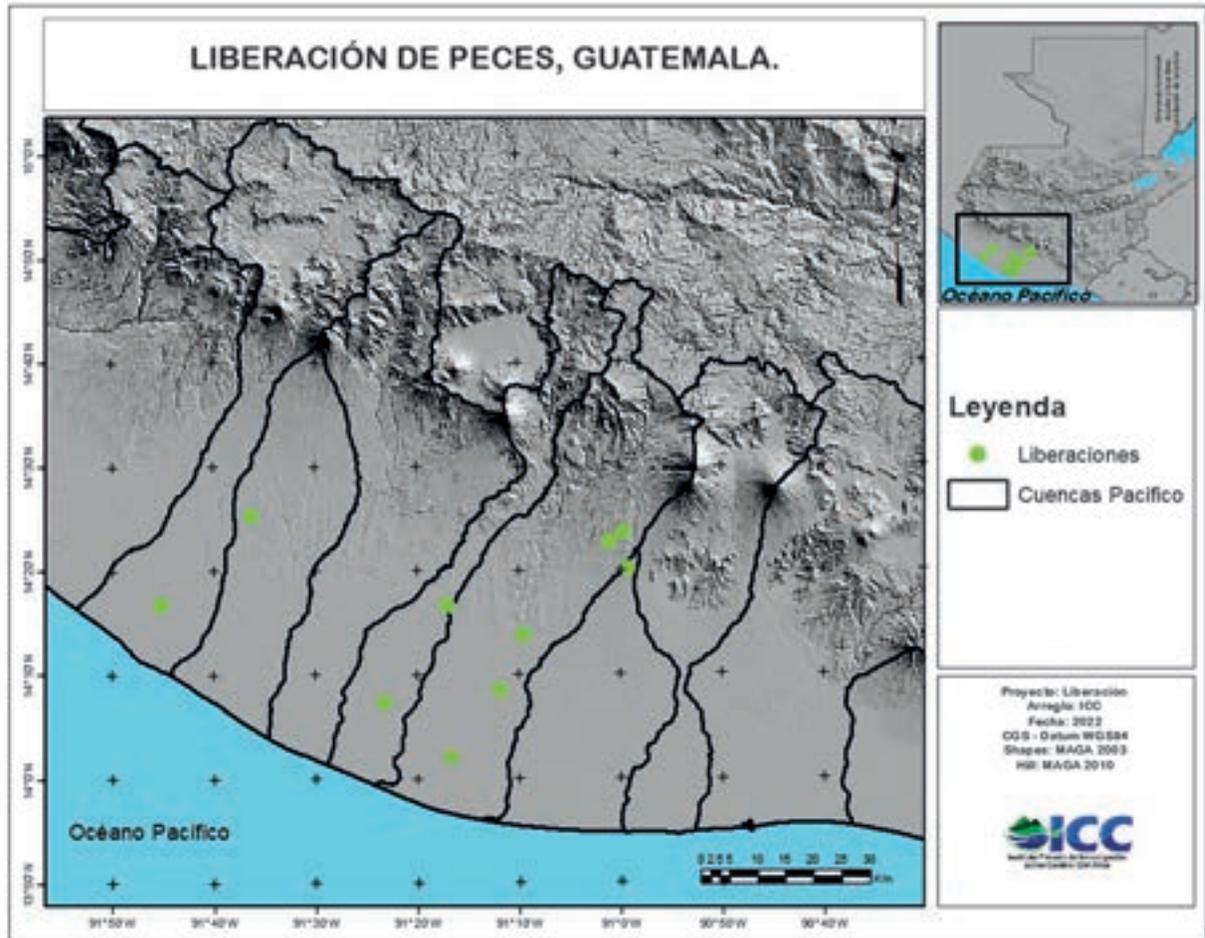


Figura 92. Mapa de liberación de peces nativos.



Figura 93. Liberación de alevines por niños de escuela primaria.





7. Adaptación comunitaria al cambio climático

Producción de tilapia en estanques de traspatio 2020 - 2021

Este proyecto de piscicultura de traspatio nace como una propuesta del ICC con los siguientes objetivos.

- Contribuir a la adaptación comunitaria al cambio climático
- Diversificación de medios de vida
- Reducir la presión a fauna y flora de los ecosistemas, específicamente manglares
- El aseguramiento alimentario de los beneficiados con proteínas de alta calidad
- Enseñarles un nuevo oficio a los beneficiados
- Obtención de ingresos con la venta de pescado

Desde el año 2015 al 2021 se han instalado 48 estanques para producción de tilapia *Oreochromis niloticus* y la misma cantidad de estanques para producción de Lemna *Lemna minor*, un alga que sirve de complemento de alimentación para las tilapias.

Esto se ha logrado en conjunto con ingenio Magdalena, Asociación para la protección de bordas de los ríos Coyolate y Madre Vieja (ASOBORDAS), ingenio La Unión, Fundación Madre Tierra, Ingenio Pantaleon, Asociación de Productores Independientes de Banano (APIB) y el proyecto REGATTA financiado por la ONU.

Se han beneficiado 151 familias en los municipios de Sipacate, Nueva Concepción, Santa Lucía Cotzumalguapa (Escuintla), Mazatenango (Suchitupéquez), Champerico (Retalhuleu), Taxisco (Santa Rosa), y Pasaco (Jutiapa).



Figura 94. Proyecto finalizado de estanque de tilapicultura.

Proyecto enfocado en cambio climático y seguridad alimentaria

Por medio del proyecto MACC-SAN, el ICC aporta a la adaptación ante el cambio climático de comunidades rurales y sistemas agroalimentarios de subsistencia e infrasubsistencia en cinco municipios (ver figura 95) del departamento de Sololá. Asimismo, las diferentes acciones del proyecto contribuyen para la reducción de la desnutrición infantil y apoyar la seguridad alimentaria y nutricional (SAN) de las familias beneficiarias.

El proyecto inició su ejecución a partir de junio de 2020 y finalizará en septiembre de 2022. Las acciones del proyecto se enmarcan en tres grandes componentes (ver figura 96), i) mayor acceso a agua segura y alimentos; ii) fortaleciendo la gobernanza de la SAN e integrando la adaptación al cambio climático y iii), la generación de conocimiento científico entre la SAN y la adaptación al cambio climático. Con dicho proyecto se espera beneficiar directamente a 6,220 personas. El proyecto es posible gracias al apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo -AECID-, en el marco del proyecto ARAUCLIMA.

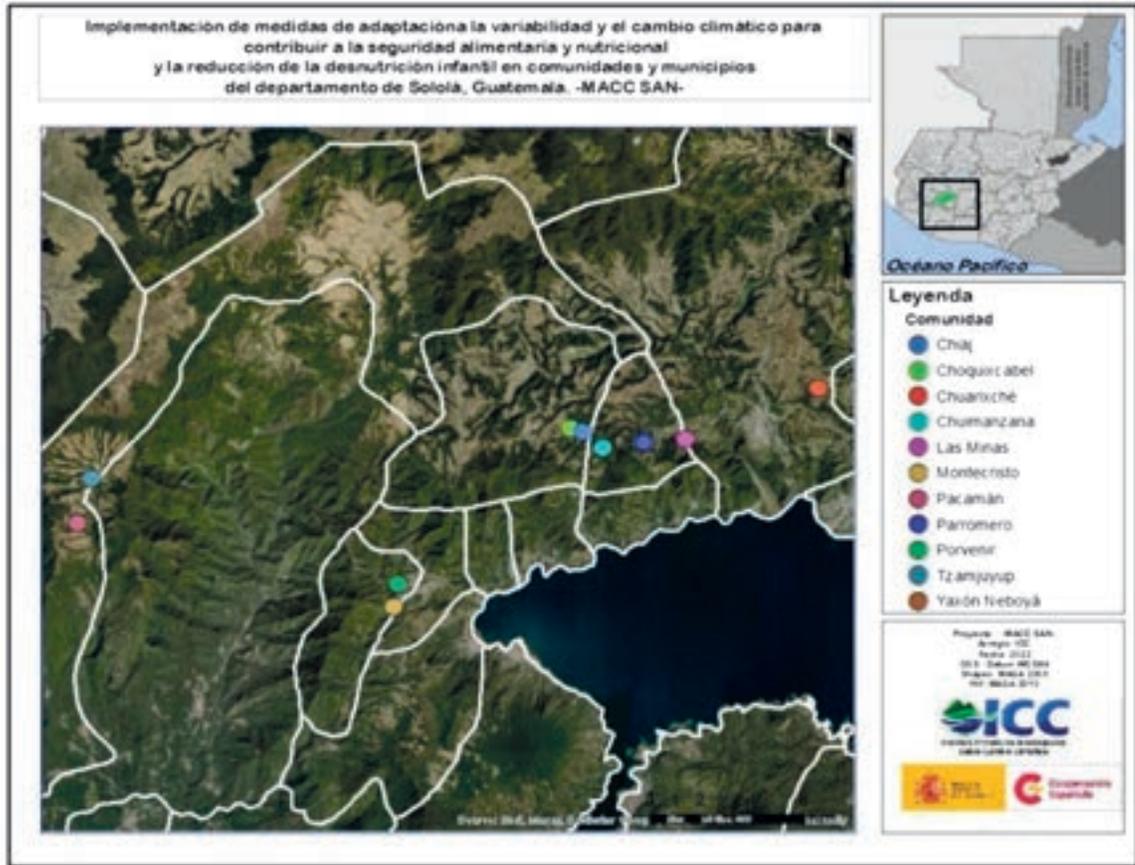


Figura 95. Mapa de ubicación de comunidades y municipios de implementación del proyecto MACC-SAN.

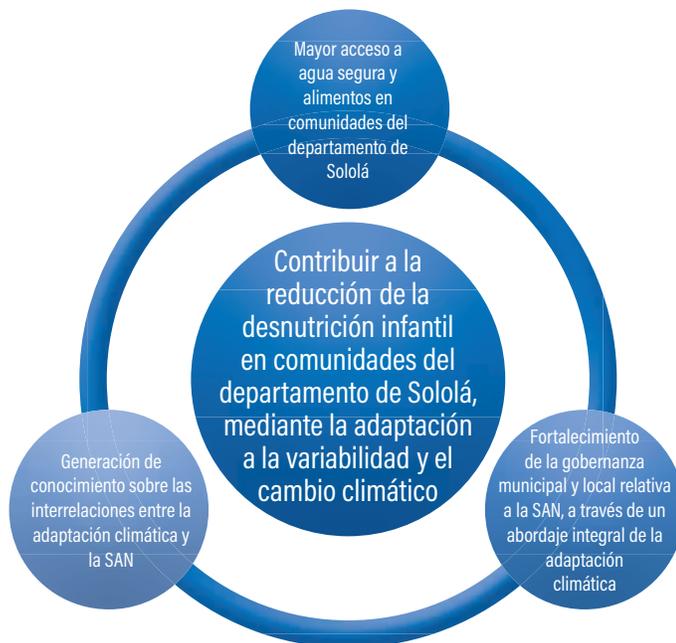


Figura 96. Diagrama de los componentes de acción del proyecto MACC-SAN, que se ejecuta con fondos de AECID.



Resiliencia socio-ecológica

Uno de los aportes del 2021, fue el análisis de la resiliencia comunitaria de los hogares rurales ubicados en dos cuencas del Pacífico de Guatemala. Esto se hizo en el marco del programa doctoral en Ciencias Agrícolas y Medioambientales por la Universidad de Santiago de Compostela,

España. Se finalizó la tesis doctoral (investigación) denominada: "Resiliencia comunitaria a eventos de inundación en las partes bajas de las cuencas de los ríos Sis-Icán y Achiguate, República de Guatemala".

Los principales apartados o capítulos del estudio son los siguientes (figura 97):



Figura 97. Capítulos o apartados dentro de la investigación y tesis doctoral.





Figura 98. a) Visita de campo y verificación de zona inundable en la parte baja de la cuenca del río Sis-Icán; b) Visita de campo en el tramo final de la cuenca del río Achiguate, y c) Doctorando Pablo Yax entrevistando a personas de la tercera edad en la cuenca del río Sis-Icán.

Resiliencia comunitaria ante las inundaciones

En coordinación con el Fondo Mundial para la Naturaleza –WWF– y el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático –ICC–, se implementó el proyecto “Resiliencia a inundaciones en la Costa Sur del Pacífico de Guatemala, en los municipios de Iztapa y San José, departamento de Escuintla”, donde se desarrolló un diagnóstico base, incluyendo el análisis de amenazas con la identificación y mapeo de riesgos climáticos e impactos a inundaciones (escenarios históricos, actuales y futuros) de los municipios mencionados.

El objetivo principal del proyecto planteó reducir los riesgos e impactos climáticos a inundaciones en la costa del Pacífico por medio de la generación de información validada para la toma de decisiones por los actores relevantes a nivel

municipal sobre los riesgos e impactos a inundaciones de ambos municipios.

Asimismo, organizar, capacitar y acreditar las Coordinadoras Municipales para la Reducción de Desastres –COMRED–, elaborando los Planes Municipales de Respuesta –PMR– ante Inundaciones, apegado a lo establecido dentro del Plan Nacional de Respuesta –PNR– de CONRED.

El trabajo se basó en una metodología de integración de sectores para el desarrollo de cada producto establecido y la generación de diferentes escenarios e identificando zonas de mayor impacto a inundaciones, por medio de las siguientes fases de intervención:

Se generaron modelaciones hidráulicas (bidimensionales), herramienta esencial para la identificación de las áreas susceptibles a inundaciones. Se identificaron los factores expuestos:



cultivos, centros poblados (viviendas) e infraestructura gris. Se establecieron diferentes tiempos de retorno (probabilidad de recurrencia) establecido en los estudios hidrológicos.

Por último, se integró dentro del proceso, un plan de propuestas de seguimiento y acciones de implementación en materia de gestión integral de riesgos para las dos municipalidades.



Figura 99. Organización, capacitación y acreditación de Coordinadoras Municipales para la Reducción de Desastres -COMRED- de San José e Iztapa.



Figura 100. Reuniones interinstitucionales y giras de campo para identificación y validación de información de riesgos a inundaciones.



Figura 101. Actividades de seguimiento del proyecto “Resiliencia a inundaciones en la Costa Sur del Pacífico de los municipios de Iztapa y San José, departamento de Escurtla”.





8. Gestión de riesgo

Organización comunitaria y municipal

Desde el 2016 el ICC cuenta con la certificación CPC, que lo faculta para trabajar en procesos participativos de preparación y organización de coordinadoras para la reducción de desastres, apegados a los lineamientos oficiales por el Departamento de Preparación de la SE-CONRED. Estos están establecidos dentro del Manual para la organización de Coordinadoras para la

Reducción de Desastres y el Plan Nacional de Respuesta – PNR- vigente.

Cuadro 7. Síntesis de actividades periodo 2020-2021:

| Periodo 2020-2021 | |
|----------------------|-----|
| COLRED acreditadas | 15 |
| COMRED acreditadas | 02 |
| Personas capacitadas | 194 |
| Planes de Respuesta | 17 |

El siguiente cuadro describe las diferentes actividades relacionadas a la organización comunitaria y municipal durante el periodo 2020-2022.

Cuadro 8. Procesos de organización de Coordinadoras para la Reducción de Desastres 2020-2022

| PROCESOS DE ORGANIZACIÓN DE COORDINADORAS | | | | | |
|--|--------|--|---|---|---------------|
| Año y nombre del proyecto | Tipo | Coordinación | Ubicación | Comunidades | Participantes |
| 2019-2020 "Proyecto piloto organización, capacitación y acreditación de Coordinadoras Locales para la Reducción de Desastres –COLRED– en las comunidades priorizadas del municipio de La Democracia, Escuintla" | COLRED | Ingenio Magdalena | Cuenca media del río Achiguate | <ul style="list-style-type: none"> Aldea Cun Cun Aldea Las Delicias Aldea El Pilar | 33 |
| 2021 "Fortalecimiento a COLRED del río Coyolate" en coordinación con la CONRED y empresas del sector azucarero, proyecto EUROCLIMA+. | COLRED | EUROCLIMA Financiamientos de la agroindustria azucarera para el desarrollo de talleres comunitarios | Cuenca media y baja del río Coyolate | <ul style="list-style-type: none"> Barra Coyolate Canoguitas Santa Ana Mixtán Santa Marta del Mar Santa Odilia Santo Domingo Texcuaco El Naranjo El Amatillo | 72 |
| 2021 "Resiliencia a inundaciones en la Costa Sur del Pacífico de los municipios de Iztapa y San José, departamento de Escuintla" | COMRED | WWF | Cuenca baja del río Achiguate y María Linda | <ul style="list-style-type: none"> San José Iztapa | 52 |
| 2021-2022 "Proyecto de organización, capacitación y acreditación de Coordinadoras Locales para la Reducción de Desastres –COLRED– en las comunidades priorizadas del departamento de Retalhuleu" | COLRED | Ingenio Magdalena | Cuenca media y baja del río Samalá y Sis | <ul style="list-style-type: none"> Aldea Rusia Aldea San José La Gloria Comunidad Santa Isabel Comunidad desplazada Ixil C-18 al Sis | 37 |



Los procesos alcanzaron los objetivos establecidos y se resalta el compromiso bajo la línea de alianza público-privado y comunidades, por medio de la gestión de procesos enfocados en la preparación y organización social con una

cultura de prevención y coordinación ante cualquier evento de orden natural o antrópico, con la finalidad de salvaguardar la integridad física de las personas y los activos de uso familiar y colectivo dentro de los municipios y comunidades.



Figura 102. "Proyecto piloto organización, capacitación y acreditación de Coordinadoras Locales para la Reducción de Desastres –COLRED– en las comunidades priorizadas del municipio de La Democracia, Escurtina.



Figura 103. "Fortalecimiento a COLRED del río Coyolate" en coordinación con la CONRED y empresas del sector azucarero, proyecto EUROCLIMA.



Figura 104. "Proyecto de organización, capacitación y acreditación de Coordinadoras Locales para la Reducción de Desastres –COLRED– en las comunidades priorizadas del departamento de Retalhuleu".



Mapeo de zonas de riesgo y rutas de evacuación de comunidades

Se brindó el apoyo en diversos procesos de organización de Coordinadoras para la Reducción de Desastres por medio de acuerdos interinstitucionales, generando y digitalizando mapas de riesgo y de rutas de evacuación, mencionando entre otros apoyos al PNUD con cinco mapas de riesgo y evacuación y a Plan International con 10.

El objetivo de este tipo de alianzas es fortalecer las capacidades a nivel institucional, comunitario y sectorial en materia de gestión integral de riesgos. De igual forma, incrementar la organización interna para una reacción eficiente frente a cualquier tipo de evento adverso de orden natural o antrópico.

Las comunidades que se apoyó a digitalizar son: Aldea Morelia, Aldea Yucales, Aldea Lucerna, Comunidad Palo Verde, Aldea Panimache I, Parcelamiento La Rochela, Aldea El Porvenir, Aldea Rochela, Comunidad Sangre de Cristo, Comunidad Unión Maya, Aldea El Rodeo, Colonia La Cañada, Colonia La Dignidad, Colonia San Antonio

y Colonia Las Chapernas. La mayoría de ellas se ubican en las faldas del complejo volcán de Fuego y diversas colonias, que por su ubicación presentan un nivel de riesgos considerable. Ambos proyectos fueron resultado de los procesos de la tragedia ocurrida el 03 de junio de 2018 y con la finalidad de fortalecer los protocolos locales de evacuación frente a una posible emergencia.

Capacitaciones sobre gestión de riesgo de desastres

En el periodo 2020-2021 se realizó un total de ocho capacitaciones, sobre gestión de riesgos de desastres, la mayoría de ellas en modalidad virtual debido a los protocolos girados por el MSPAS decretados por la emergencia sanitaria, logrando capacitar a 168 personas, entre ellas, personal técnico del –MAGA– de cuatro departamentos del país, personal y autoridades a nivel municipal, colaboradores de la Portuaria Quetzal, población educativa, y se realizaron ponencias dentro del Primer Congreso Interuniversitario sobre Gestión de Riesgo de Desastres, desarrollado durante el 2020 de manera virtual.

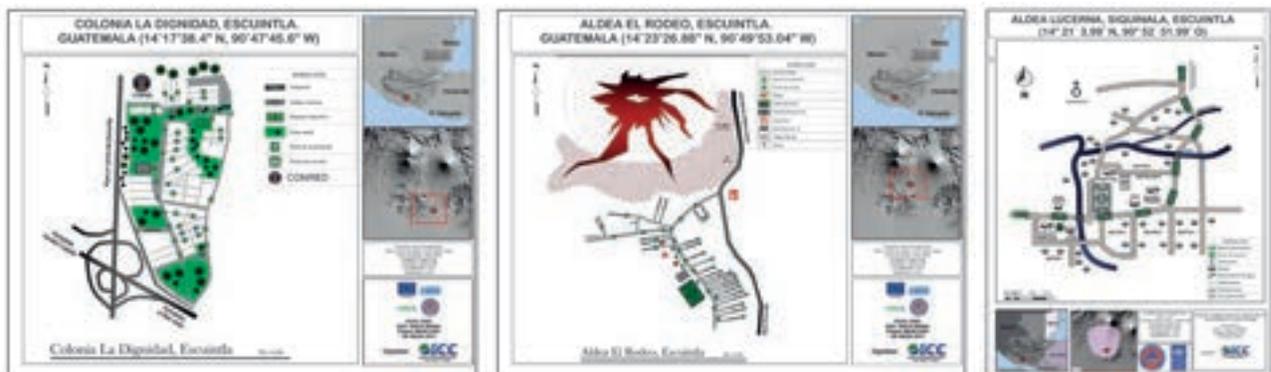


Figura 105. Mapas digitalizados de comunidades en riesgo, ubicadas en la zona de influencia del complejo volcán de Fuego.



Cuadro 9. Capacitaciones sobre gestión de riesgo de desastres 2020-2022

| CAPACITACIONES SOBRE GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES 2020-2022 | | | | | |
|--|-------------------|----------------------------------|--|---|---------------|
| Año y nombre del proyecto | Tipo | Coordinación | Ubicación | Comunidades | Participantes |
| 2020 Diplomado de adaptación sobre cambio climático. | Módulo | Programa DCyD | Área de influencia | <ul style="list-style-type: none"> • San Antonio Suchitepéquez (Virtual) • San Antonio Suchitepéquez (Presencial) • MAGA • Suchitepéquez • MAGA • Santa Rosa (Virtual) • MASUR Escuintla | 54 |
| 2020 Análisis de inundaciones cuenca Los Esclavos. | Charla | -MAGA- | Santa Rosa | Cuenca río Los Esclavos | 2 |
| 2020 Gestión de riesgos de desastres | Charla | Centro Educativo Real España | Santa Lucía Cotzumalguapa | Población educativa. | 42 |
| 2020 "Proyecto PREP-IN" financiado por ECHO | Charlas virtuales | ACH, CEPREDENAC, CENTRARSE e ICC | Virtual a nivel nacional | Profesionales y personal municipal | 100 |
| 2020 Participación de diferentes ponencias de profesionales del ICC en el 1er. Congreso Interuniversitario sobre GIRD | Ponencias | InterU, ACH e ICC | Virtual a nivel nacional | Profesionales y estudiantes universitarios | 200 |
| 2021 "Sistema de gestión de riesgos empresarial" | Charla | Portuaria Quetzal | San José, Escuintla | Colaboradores | 29 |
| 2021 "Participación en la mesa regional de riesgos, con el tema de Desarrollo y Gestión de Riesgo" | Charla | CONRED | Virtual | Dirigida a instituciones de la región III (Chiquimula, El Progreso, Izabal y Zacapa) | 35 |
| 2021 Análisis de inundaciones municipalidad San José, Escuintla. | Charla | Ingenio San Diego | San José, Escuintla | Alcalde municipal Consejo Líderes comunitarios Empresas | 16 |
| 2021 Diplomado de adaptación sobre cambio climático. | Módulo virtual | Programa DCyD | Retalhuleu Escuintla Suchitepéquez Quiché | Técnicos del -MAGA- Retalhuleu Técnicos -MAGA- Escuintla Miembros de la MASUR Iztapa Instituciones Samayac Técnicos -MAGA- Quiché | 25 |
| 2021 Seminario Transición Ecológica, Justa, Feminista y desde los pueblos | Ponencia virtual | WF | Región mesoamericana | | s/d |
| 2021 Importancia de la gestión integral de riesgo de desastres dentro de la planificación territorial. | Ponencia virtual | Facultad de Agronomía USAC | Guatemala | | s/d |



Figura 106. Diplomado y presentaciones sobre gestión de riesgo de desastres durante el periodo 2020-2021.

Alianzas Público Privadas-APP para la gestión integral de riesgos

Dentro de los compromisos del Marco de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastres 2015-2030, se establece que el sector privado involucre y adopte acciones concretas de gestión para la reducción del riesgo, generando capacidades de respuesta en situaciones de emergencia dentro de las empresas como en el ámbito exterior. El ICC ha promovido gestiones entre lo privado y sectores públicos, creando coordinación y sinergia entre ambos en relación con esta temática.

Por la experiencia y el trabajo que el ICC ha realizado dentro de la temática, en coordinación con CEPREDENAC, CONRED y la Dirección General de Protección Civil de El Salvador, se desarrolló un diplomado sobre APP, dirigida a pequeñas y medianas empresas de Guatemala y El Salvador, donde se capacitó y concientizó a las empresas. Ambos eventos se realizaron en el mes de noviembre de 2021.

Durante el 2020 se promovió por medio de diferentes espacios la temática de Alianza Público-Privada-APP, logrando participar en un evento en Nicaragua organizado por Cruz Roja Nicaragüense y Ach, donde se presentó la experiencia del trabajo que se había desarrollado en Guatemala en coordinación con el sector empresarial. De igual forma, se coordinaron

diferentes webinars, conferencias y diplomados con CentraRSE, CONRED, CEPREDENAC y ACH Guatemala, bajo el marco del proyecto PREP-IN, se promovieron las APP y se capacitó a representantes de empresas sobre la continuidad de negocio y gestión de riesgos.



Figura 107. Curso sobre Alianza Público-Privada en Guatemala.

Derivado de las emergencias en nuestra área de acción, se evidenció la necesidad de contar con un sistema coordinado a nivel empresarial para atender y dar respuesta a las solicitudes de los diferentes sectores, debido a esto, el ICC ha tenido un rol directo y participativo como enlace entre el sector público y privado en aspectos relacionados al manejo de emergencias, realizando acciones de monitoreo y evaluaciones de



Centro de Atención de Emergencias del Sector Empresarial

Línea de tiempo

Se identifica la necesidad de contar con un sistema coordinado a nivel empresarial para atender las solicitudes de los diferentes sectores derivado de situaciones de emergencias.



Figura 108. Línea de tiempo del Centro de Atención de Emergencias del Sector Empresarial.

las zonas con mayor vulnerabilidad en época de lluvia y por escenarios volcánicos.

El objetivo de estas acciones es informar al sector empresarial en época lluviosa y durante algún tipo de evento súbito, sobre las condiciones e impactos en centros poblados, sistemas de producción e infraestructura y poder canalizar las solicitudes giradas por el sector público y comunitario al Centro de Operaciones de Emergencia Empresarial para la gestión oportuna y eficaz de la ayuda humanitaria.

Acciones de coordinación y ayuda humanitaria periodo 2020-2021

Durante los años 2020 y 2021, derivado de los efectos del cambio de curso del río Pantaleón debido a la alta carga sedimentaria por el arrastre

de material volcánico y por el incremento de lluvia, se brindó atención en las comunidades del Socorro, El Cajón y Sector la 40 del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa. También se vio afectada la parte baja del municipio de la Nueva Concepción, donde se brindó respuesta y ayuda humanitaria (víveres, agua pura y raciones calientes en los albergues), asimismo, se hicieron aportes para trabajos de mitigación (jumbos y maquinaria). Todas las acciones bajo el sistema de coordinación público-privado.

Concluyendo con el oportuno y eficiente manejo de información del Centro de Atención de Emergencia del Sector Empresarial, canalizando la ayuda de manera efectiva por medio de los ejes de Transporte, Salud y Albergues, logrando el reconocimiento del sector público por la eficiencia y equidad de la atención y respuesta al momento de ser requerida.



Figura 109. Ayuda humanitaria y atención en albergues durante el periodo 2020-2021.



Figura 110. Apoyo con maquinaria y jumbos para trabajos correctivos durante emergencias.



Figura 111. Entrega de lavamanos portátiles, papel mayordomo y jabón gel a Centros de Salud de La Gomera (3), Santa Lucía Cotzumalguapa (1) y Nueva Concepción (1) con el apoyo financiero del proyecto PREP-IN y en coordinación con el Ingenio La Unión, para la Prevención de COVID-19.

Alerta, monitoreo y coordinación en emergencias

Durante el 2020, se finalizó el proyecto “Prepara e Inova – Preparación y Respuesta a través de la Iniciativa Privada, Alianzas e Innovación- PREP-IN” financiado por la Dirección General

de Ayuda Humanitaria y de Protección Civil de la Comisión Europea (ECHO). El proyecto fue implementado a nivel nacional bajo el consorcio de Acción contra el Hambre -ACH- (líder), Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático -ICC-, Centro para la Acción de la Responsabilidad Social Empresarial en Guatemala



-CentraRSE-, Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres en América Central y República Dominicana -CEPREDENAC-.

El objetivo general de este proyecto fue contribuir al fortalecimiento de la gestión de riesgos local y nacional a través de la integración multisectorial y la difusión del conocimiento regional para preparar y responder con eficacia a desastres de pequeña y gran escala que conllevan necesidades humanitarias y repercuten en la resiliencia de las comunidades vulnerables de América Central.

Dentro de las diversas acciones o resultados que tuvo a cargo el ICC se encontraba la actividad de mejorar sistemas nacionales y regionales de información y alerta mediante el uso de nuevas tecnologías y modelaciones de riesgos ante amenazas y desastres. Donde se realizaron varios estudios que se enfocaron en la comprensión y el desarrollo de un modelo matemático sobre el arrastre de sedimentos, la actualización de modelos hidráulicos ambos enfocados a nivel de las cuencas de los ríos Coyolate y Achiguate como resultado del constante aporte de material volcánico que drenan los principales ríos de estas cuencas y contribuyen al desbordamiento del cauce aguas abajo.

Otro de los estudios realizados fue la modelación de lahares en las microcuencas de los ríos Pantaleón y Ceniza, investigación que se propuso con el objetivo de actualizar los mapas de amenaza de lahares en ambas cuencas. Debido

a que en el 2018 se emitió un mapa preliminar, se pretendía realizar un estudio que brindará la situación actual de material depositado en la parte alta del volcán de Fuego e incluir el análisis de otras barrancas dentro del estudio. Por último, se desarrolló una propuesta metodológica para el monitoreo de lahares e inundaciones en las cuencas de los ríos Coyolate y Achiguate.

Como parte de este trabajo, se realizaron recorridos de campo acompañado por los investigadores principales y personal de INSIVUMEH y CONRED para la realización de mediciones e identificar los principales riesgos generados por el movimiento en masa y los cambios morfológicos que se tienen debido al arrastre de los sedimentos aguas abajo. Para el desarrollo de estas modelaciones se adquirieron Modelos de Elevación del Terreno (MDT) en diferentes fechas y con dos proveedores para la comparación de los resultados antes y después de la época lluviosa del 2019.

El resultado final de estas investigaciones fue la presentación de los mapas actualizados por cada amenaza, la presentación de las metodologías desarrolladas y la validación de la información por medio de personal de CONRED, INSIVUMEH, ICC y ACH Guatemala. Se obtuvo un informe técnico de los principales resultados, así como, el intercambio de metodologías y capacitación del uso de los softwares utilizados para el desarrollo de cada modelo matemático o empírico implementado.



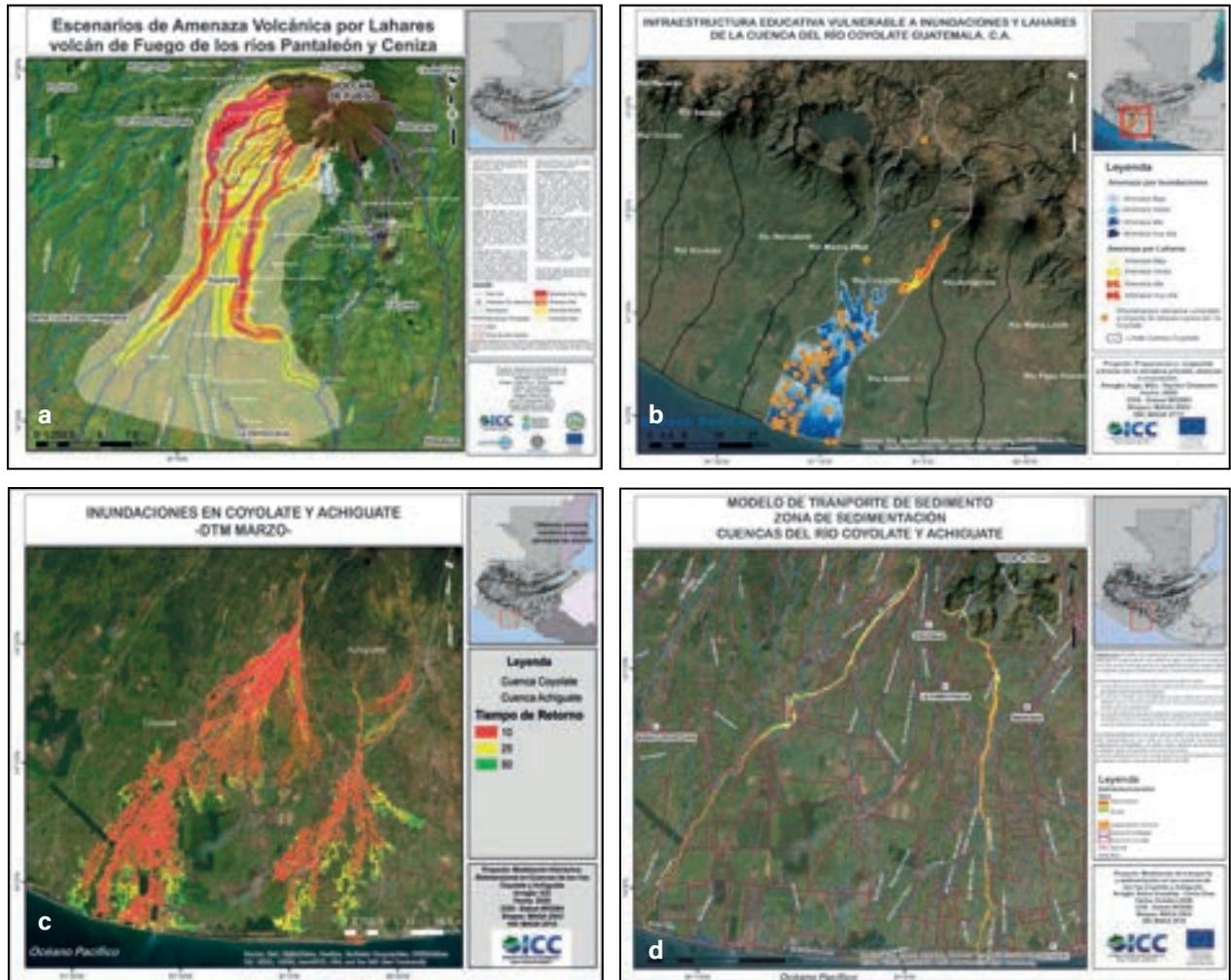


Figura 112. a) Mapa del resultado de modelación de Lahares; b) mapa de modelación de Sedimentos; c) Mapa base de identificación de poblados en alto riesgo para el monitoreo y transmisión de alertas del río Cuyolate; d) mapa de modelación bidimensional de las cuencas de los ríos Cuyolate y Achiguate.





Figura 113. Talleres de validación de resultados e intercambio de metodologías, con personal del INSIVUMEH, CONRED, Municipalidades, ACH e ICC. Proyecto PREP-IN.



Figura 114. Talleres de capacitación para el uso de software de modelación de Lahares, Hidráulica y sedimentos. Proyecto PREP-IN.

El uso de tecnología de alta precisión (LiDAR) para el desarrollo de obras de mitigación y evitar futuros desbordamientos

Debido a la constante actividad eruptiva del volcán de Fuego, y luego de la erupción de junio de 2018, las barrancas de la parte alta del volcán se encuentran colmatadas de sedimentos, llegando a acumular millones de metros cúbicos de material, que al tener fuertes precipitaciones y por la pendiente, se forman lahares, arrastrando todo el material hacia la parte media de las cuencas, donde se almacenan estos materiales.

Para ello se utilizó la tecnología LiDAR que significa Light Detection and Ranging, es decir, detección por luz y distancia. Se trata de un sistema láser que permite medir la distancia entre el punto de emisión de ese láser hasta un objeto o superficie. El tiempo que tarda ese láser en llegar a su objetivo y volver del mismo, es lo que nos dice la distancia entre los dos puntos. (Martínez Noelia, 2017).

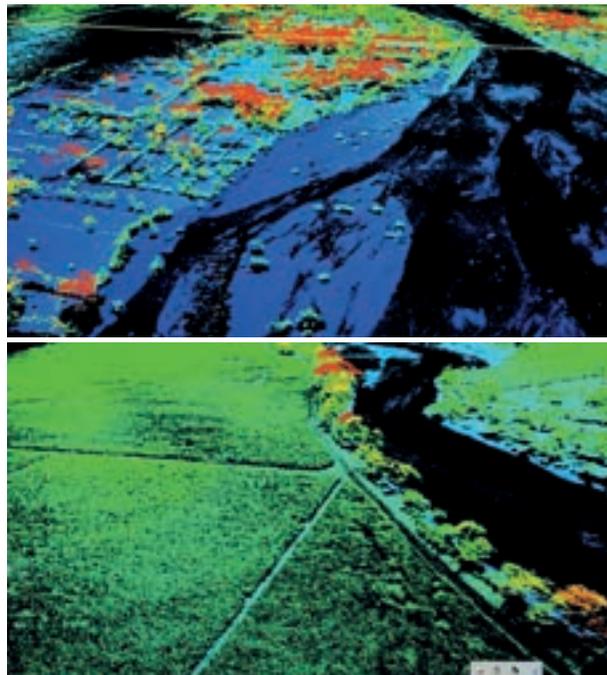


Figura 115. LiDAR es una tecnología de punta que por primera vez se utiliza en la zona, la cual permite optimizar el factor tiempo en el levantamiento de imágenes comparado con otros procedimientos tradicionales.



Este proyecto se está ejecutando durante el 2021 y 2022, a través de una Alianza Público-Privada (APP), liderada por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) con el apoyo del Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres en América Central y República Dominicana (CEPRENAC) bajo el financiamiento de China-Taiwán, en conjunto con empresas del sector azucarero y el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), donde se está desarrollando el levantamiento de imágenes con uso de esta tecnología, con el propósito de desarrollar un “Plan Maestro para la ejecución de obras de mitigación en el río Pantaleón”.

Con este plan, se va a estimar el volumen de sedimentos acumulado dentro del cauce del río Pantaleón, que ha cambiado la trayectoria del río

hacia otros cauces de la cuenca del río Acomé, a causa del aporte de sedimentos de la constante actividad del volcán de Fuego. Se espera generar un Modelo Digital de Terreno -MDT-, que permita iniciar con el análisis hidráulico, para definir el tipo de obras de mitigación a ejecutar, esto para canalizar el río a su cauce natural, y evitar impactos negativos en otras zonas como el área manglar del parque Nacional Sipacate-Naranjo.

La acumulación de sedimentos volcánicos ha provocado que el agua ya no circule por el cauce natural del río Pantaleón y comience a desbordarse hasta unirse con el río Seco (Figura 116), por tal razón, las comunidades del municipio de La Gomera, Escuintla, registraron inundaciones en el 2021. Los sedimentos están afectando la movilización, pesca y área protegida en el parque nacional Sipacate-Naranjo.

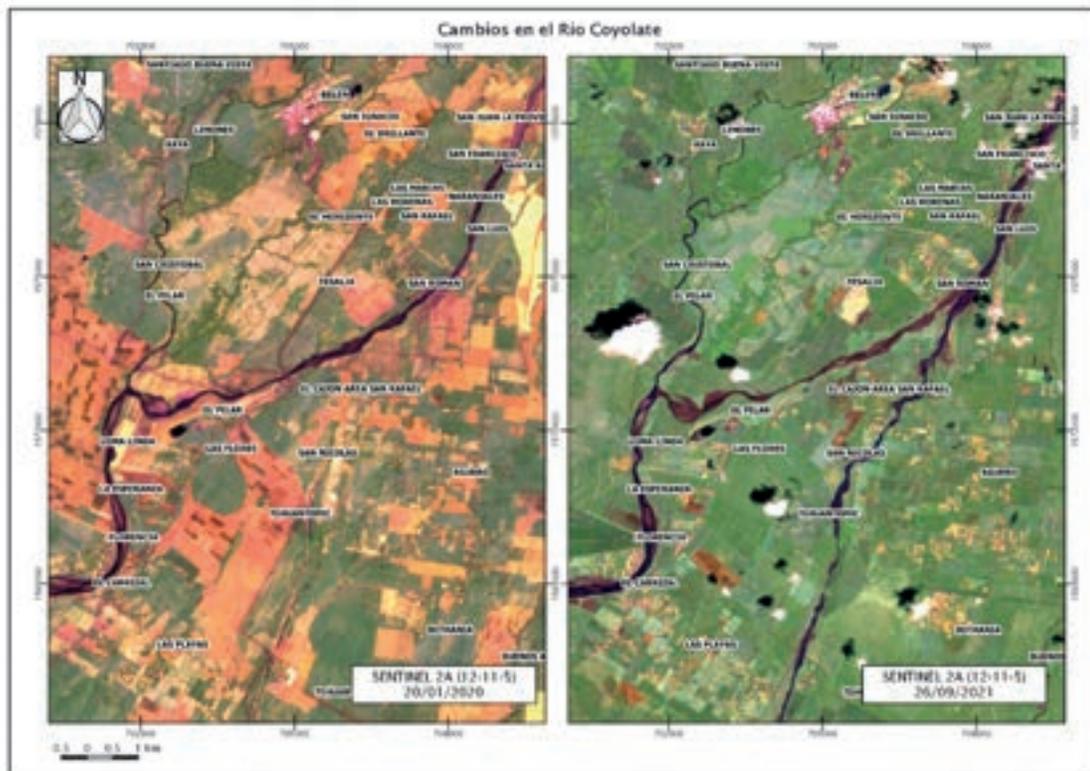


Figura 116. Imágenes comparativas Sentinel 2A, para identificar el trasvase del río Pantaleón hacia río Seco de la cuenca del río Acomé. Imagen cortesía de Carla Chun & Dulce González.





Figura 117. Imagen del cambio de curso del río Pantaleón hacia río Seco.

Luego de que se registrara el cambio de cauce del río Pantaleón durante la temporada lluviosa 2021, los expertos involucrados en el proyecto y representantes de las entidades que integran la Alianza Público-Privada se han reunido en diversas ocasiones, para buscar soluciones a dicha problemática, siendo pioneros en la región con el uso de la tecnología LiDAR, para desarrollar un plan maestro de intervención en el cauce del río Pantaleón.





9. Desarrollo de capacidades

El desarrollo de capacidades sigue siendo un eje transversal en los diferentes programas y acciones del ICC en el territorio de intervención. Para esto todo el personal del ICC contribuye. Se desarrollan capacidades de líderes (as) comunitarios (as), miembros de COCODE's, jóvenes, técnicos de organizaciones gubernamentales, no gubernamentales, docentes de centros educativos nacionales y privados.

Durante el 2021 se desarrollaron las capacidades a través de 55 diplomados en adaptación

comunitaria al cambio climático, 33 diplomados sobre cambio climático/cuencas hidrográficas y 56 cursos sobre cambio climático. Con ello se capacitó a más de 7,900 personas (Figura 118). El desarrollo de capacidades se ha implementado en coordinación con diversos socios y aliados, atendiendo las necesidades de la población en la temática de adaptación al cambio climático y otros temas vinculados.

En otros eventos vinculados como congresos, cursos, foros, simposios, talleres y charlas se han fortalecido capacidades durante el período 2011-2021 a un total de **40,856** personas.



Figura 118. Mapa de ubicación de los diferentes procesos de desarrollo de capacidades ejecutados en el 2021.





Figura 119. Diplomados en Cuencas Hidrográficas y Cambio Climático. a) Grupo Retalhuleu, b) Grupo Jutiapa, c) Vista aérea de actividad de campo con grupo de Retalhuleu en cuenca del río Ocosito, y d) Grupo de Quetzaltenango.

Diplomados en Adaptación Comunitaria al Cambio Climático y Seguridad Alimentaria y Nutricional

En el 2021 se logró fortalecer las capacidades adaptativas de familias ante el cambio climático a través del diplomado de Adaptación Comunitaria al Cambio Climático y SAN. Dicho proceso

fue implementado en 11 comunidades considerando su pertinencia cultural y lingüística al ejecutarlo en los idiomas español, maya K'iche' y maya Kaqchikel. Entre los principales logros, se menciona el fortalecimiento de las capacidades de 462 personas, en 18 grupos de diplomados, en donde participaron mujeres (332) y hombres (130), líderes (sas) comunitarios (as), miembros de COCODE's y jóvenes.



Figura 120. Sesiones de diplomado en Adaptación Comunitaria al Cambio Climático y SAN en localidades de implementación del proyecto en comunidades.



Talleres de vulnerabilidad climática comunitaria ante el cambio climático

Con el objetivo de contar con insumos valiosos sobre amenazas climáticas/meteorológicas, fenómenos naturales cíclicos y la vulnerabilidad de los hogares, se efectuaron 11 talleres comunitarios, donde se emplearon varias herramientas participativas para generar y sistematizar información local de vulnerabilidad climática.



Figura 121. Mapeo de áreas expuestas a amenazas climáticas/meteorológicas en taller comunitario de vulnerabilidad climática.

IV Congreso Nacional de Cambio Climático

El IV Congreso Nacional de Cambio Climático fue una iniciativa de la Red de Formación e Investigación Ambiental (REDFIA) integrada por

los centros de investigación del tema ambiental de las diferentes universidades del país, el Sistema Guatemalteco de Ciencias sobre el Cambio Climático (SGCCC) y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), con el objetivo principal de integrar el conocimiento, instituciones e iniciativas relacionadas al Cambio Climático para maximizar su beneficio al país.

La pandemia provocó que el IV Congreso se aplazara un año, celebrándose tres años después del anterior. Aunque se decidió inicialmente llevarlo a cabo en el departamento de Petén, las circunstancias hicieron que se realizara de manera virtual. Se conformó un comité organizador con miembros del SGCCC, del cual el ICC estaba a cargo de la secretaría técnica, liderando todos los detalles de la organización del Congreso.

Durante el Congreso se presentaron cuatro plenarios, 9 sesiones paralelas, 17 sesiones temáticas, 47 ponencias y un foro. El ICC participó en la mesa principal de la inauguración representando al SGCCC, apoyó en la moderación de algunas sesiones y presentó 9 ponencias, representando el 19% de las ponencias del Congreso. Participaron 2,061 personas, de las cuales el 86.6% eran de Guatemala y el 13.4% de 21 países (Figura 122). De Guatemala participaron personas de los 22 departamentos.

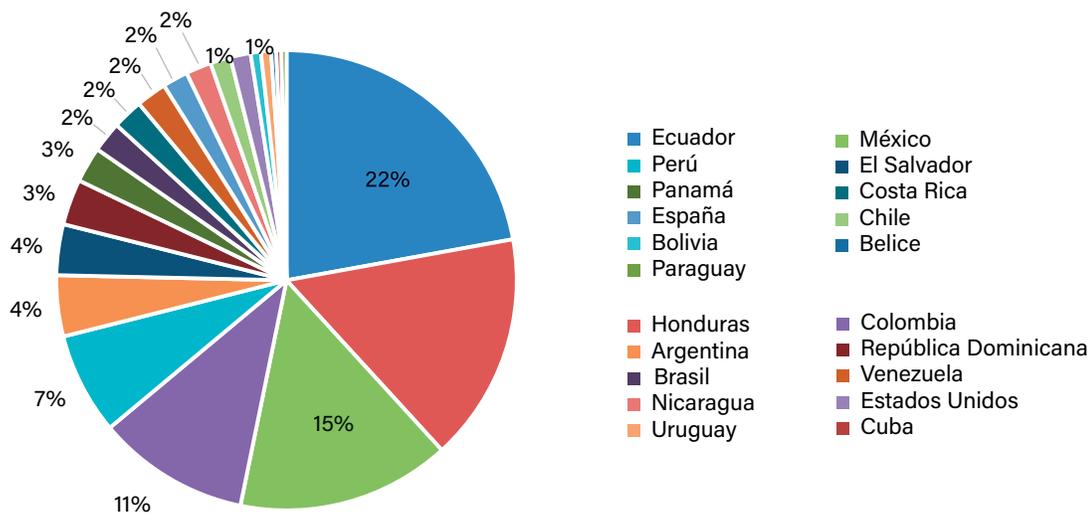


Figura 122. Países participantes en el IV Congreso Nacional de Cambio Climático.



Los principales sectores que participaron durante el IV Congreso son:

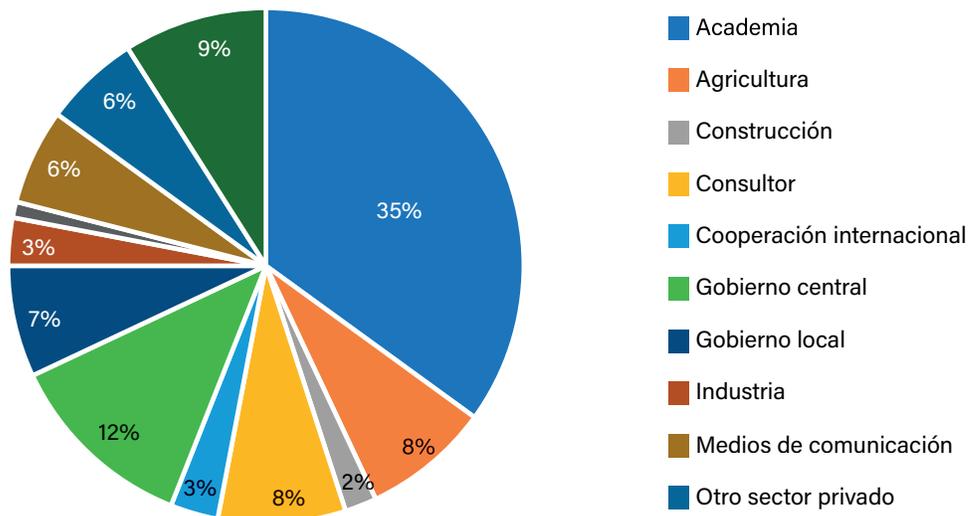


Figura 123. Taller sobre cambio climático y adaptación.

Se puede consultar información del IV Congreso Nacional de Cambio Climático a través del siguiente link: <https://sgccc.org.gt/congreso/>



Figura 124. El IV Congreso fue efectuado del 02 al 06 de agosto de manera virtual.



10. ICC en El Salvador

Se continúa desarrollando actividades relacionadas con la generación y divulgación de información científica, adaptación y mitigación al cambio climático, gestión ambiental y fortalecimiento de capacidades. Esto con el apoyo de la Compañía Azucarera Salvadoreña S.A. de C.V. (Grupo CASSA) como miembro del ICC en El Salvador. Además, de un trabajo cooperativo y estratégico con actores del sector académico, científico, comunitario, privado, gubernamental y no gubernamental.

Durante el 2020 se instalaron tres estaciones meteorológicas más, haciendo un total de seis. A partir de ellas, se generan datos e información meteorológica en boletines semanales,

mensuales y ejecutivos. Entre 2020 al 2021, se realizaron mediciones del caudal de diez ríos en las regiones hidrográficas Cara Sucia – San Pedro, Río Grande-Sonsonate, Mandinga-Comalapa y Bahía de Jiquilisco; se ha iniciado el monitoreo de agua subterránea de pozos artesanales en cuatro comunidades de Comalapa y de Jiquilisco, también se realizaron tres propuestas para la conservación de suelos y agua en cultivo de caña de azúcar en la Cuenca Cara Sucia.

Asimismo, se ha iniciado la adopción del Sistema de Quemas Controladas por personal relacionado a la cosecha de caña de azúcar de CASSA, esto como una herramienta para disminuir la caída de pavesa en zonas sensibles.



Figura 125. Personal técnico de ICC en El Salvador compartiendo conocimientos sobre Huella de Carbono y Huella Hídrica a personal de Grupo CASSA.





11. Estudios e investigaciones

Estudios finalizados entre mediados del 2020 al 2021

- Actualización del riesgo por inundaciones y sequía en la cuenca del río Coyolate
- Análisis de precisión de sensores DAVIS con ADCON
- Análisis del sistema de alerta temprana y propuesta de monitoreo de lahares e inundaciones en las cuencas de los ríos Coyolate y Achiguate
- Caracterización de la radiación solar e insolación diaria y mensual para cinco estaciones meteorológicas en el sur de Guatemala
- Caracterización de los caudales de los ríos principales del 2016 al 2021
- Caracterización del comportamiento del viento en el área de influencia de las estaciones meteorológicas en El Salvador
- Efecto en la aplicación de riego en la fase de canícula sobre el rendimiento de cinco maíces nativos como una medida de adaptación a la variabilidad y al cambio climático, en Tzamjuyup, Nahualá
- Estimación de modelo de corrección por efecto de temperatura en la estación hidrométrica Tres Ríos
- Estudio de huella hídrica en la producción de aguacate, banano y caña de azúcar de Guatemala y El Salvador (CASSA)
- Estudio de probabilidad de ocurrencia de la inversión térmica en la estación Trinidad-Magdalena y La Giralda
- Estudio exploratorio sobre pérdidas por infiltración en la cuenca del río Acomé
- Estudio técnico para conservación de áreas naturales del litoral de municipios de Nueva Concepción y Tiquisate
- Estudios de monitoreos biológicos en la producción de caña de azúcar
- Evaluación del potencial de la biodiversidad sobre el rendimiento de cuatro maíces nativos sometidos a las condiciones propias del entorno local de Pacachelaj, Tzamjuyup, Nahualá
- Evaluación del rendimiento de cuatro maíces nativos rendidores cultivados bajo distintas temporalidades en Tzamjuyup, Nahualá, Sololá
- Evaluación del rendimiento de cuatro materiales nativos de maíz procedentes de distintas alturas (msnm) en la localidad de Choquixcabel, Santa Lucía Utatlán, Sololá
- Fijación de carbono en plantaciones y áreas bajo proceso de restauración impulsadas por socios de ICC
- Identificación y mapeo georreferenciado del cultivo de caña de azúcar de CASSA (Compañía Azucarera Salvadoreña, S.A. de C.V.) en regiones hidrográficas y otros usos de la tierra en el paisaje de El Salvador
- Interacción de agua subterránea y superficial en la cuenca hidrográfica del río Acomé
- La situación del agua y sus métodos de tratamiento
- Línea base sobre el abordaje de la educación y la investigación ante el cambio climático a nivel de instituciones de educación superior en El Salvador
- Medición y análisis de resultados de parcelas permanentes de medición forestal en ecosistema manglar en Sipacate



- Modelación de lahares en las microcuencas de los ríos Pantaleón y Cenizas
- Modelación de transporte sedimentación en las cuencas de los ríos Coyolate y Achiguate pre y post temporada de lluvia 2019
- Modelación hidráulica bidimensional en las cuencas de los ríos Coyolate y Achiguate
- Monitoreo de presencia de peces en ríos de la Costa Sur
- Plan Municipal de Respuesta – PMR- Iztapa, Escuintla
- Plan Municipal de Respuesta – PMR- San José, Escuintla
- Resiliencia a inundaciones en la costa del Pacífico del municipio de Iztapa, Escuintla
- Resiliencia a inundaciones en la costa del Pacífico del municipio de San José, Escuintla
- Resumen meteorológico 2020 en el sur de Guatemala
- Variabilidad del inicio, final y duración de la época lluviosa en Guatemala y su tendencia





12. Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático

En el mundo científico se tiene voz a través de las publicaciones. La región mesoamericana publica muy pocos libros y artículos en revistas indexadas. Como consecuencia, cuando se elaboran informes mundiales en materia de cambio climático, la información sobre la región es casi inexistente a pesar de ser una de las regiones con mayores riesgos e impactos. Conscientes de eso, el ICC y otras instituciones (Universidad del Valle de Guatemala, Rainforest Alliance y Defensores de la Naturaleza) fundaron la revista científica. Se publican artículos científicos, notas de divulgación científica, infografías, reportajes y entrevistas; de esa manera se busca alcanzar una mayor audiencia, además de la académica. Se cuenta con un comité editorial internacional que revisa cada artículo, que es lo que distingue a las revistas científicas. Durante el año 2021 se convirtió en la revista oficial del Sistema Guatemalteco Ciencias del Cambio Climático (SGCCC) agregando representantes de instituciones que lo conforman al Comité Directivo de la revista. Es una revista digital de acceso libre que se puede encontrar en el siguiente enlace: www.revistayuam.com

Hasta el 2021 se han publicado cinco volúmenes, publicando un volumen y dos números por año. Durante el 2021 el ICC publicó dos artículos científicos en la revista, siendo estos: "Variabilidad

del inicio, final y duración de la época lluviosa en Guatemala y su tendencia" y "Alternativas de adaptación para zonas agrícolas del Pacífico de Guatemala expuestas a inundaciones y sequía". Además, se publicó el reportaje sobre el "IV Congreso Nacional sobre Cambio Climático y sus principales resultados".



Figura 126. Plataforma web de la Revista Yu'am.





13. Financiamiento

Financiamiento 2020-2021

Lo que hace único al ICC es contar con un financiamiento base y por tiempo indefinido del sector privado (guatemalteco y salvadoreño). Este hace posible llevar a cabo las investigaciones y acciones en campo con las mismas empresas y con otros actores como los gobiernos locales y comunidades sin cobrar.

El presupuesto base se complementa con fondos para proyectos específicos provenientes de diversas fuentes como empresas, cooperación internacional, organizaciones no gubernamentales y fundaciones (ver cuadro de proyectos ejecutados del 2020 al 2021).

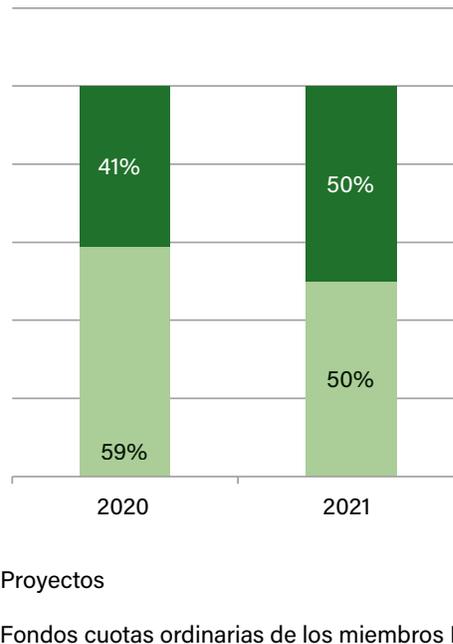


Figura 127. Porcentaje de fondos del 2020 al 2021 provenientes de cuotas anuales de miembros del ICC y de proyectos y su tendencia de aumento.





14. Proyectos 2020-2021

Cuadro 10. Proyectos ejecutados por el ICC de julio 2020 al 2021.

| No. | Nombre Proyecto | Fuente de Financiamiento | Período de Ejecución |
|-----|--|--|----------------------|
| 1 | Sistema de información de los ríos de la Costa Sur | Empresas de sectores bananero, azucarero y palmero | 2016-2021 |
| 2 | Implementación de medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático para contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional y la reducción de la desnutrición infantil en comunidades y municipios del departamento de Sololá, Guatemala. | Programa ARAUCLIMA de la Cooperación Española (AECID) | 2020-2022 |
| 3 | Gestión ambiental Asociación de Azucareros de Guatemala-ASAZGUA | Asociación de Azucareros de Guatemala-ASAZGUA | 2018-2021 |
| 4 | Resiliencia climática en las cuencas de los ríos Teculután, Pasabién y Madre Vieja | World Wildlife Fund (WWF) | 2020 |
| 5 | Modelación hidráulica y estudio de sedimentos en el río Ocosito y Manchón Guamuchal | Proyecto Biodiversidad de USAID Guatemala (Administrado por Chemonics Int. Inc.) | 2020 |
| 6 | Planes de restauración forestal para las municipalidades de Iztapa, San José y Escuintla | World Wildlife Fund (WWF) | 2020 |
| 7 | Elaboración del Estudio Técnico para área marino-costera en Tecojate-Tiquisate, Escuintla | World Conservation Society (WCS) | 2020-2021 |
| 8 | Desarrollo de indicadores de Adaptación basada en ecosistemas- AbE | World Wildlife Fund (WWF) | 2020 |
| 9 | Monitoreo biológico de la fábrica del Ingenio Tululá | Ingenio Tululá | 2021 |
| 10 | Monitoreo biológico de la fábrica del Ingenio Pantaleón | Ingenio Pantaléon | 2021 |
| 11 | Monitoreo de calidad de agua del río Ocosito | Salvemos el Manchón | 2021 |
| 12 | Elaboración de 6 planes de manejo de cuenca e implementación de herramientas de manejo del paisaje. | Proyecto Cadena Volcánica Central-GEF-PNUD | 2021-2022 |
| 13 | Reforestación de 25 hectáreas y mantenimiento de 30 hectáreas | Ingenio Magdalena | 2021 |
| 14 | Identificación del uso actual del suelo para las 14 cuencas de la Región del Pacífico de Guatemala | World Resources Institute (WRI) | 2021 |
| 15 | Identificación de áreas potenciales para restauración forestal en las 14 cuencas del Pacífico de Guatemala | World Resources Institute (WRI) | 2021-2022 |
| 16 | Acreditación de coordinadoras locales y municipales de gestión de riesgo de desastres, cuenca del río Coyolate | Empresas del sector azucarero | 2021 |
| 17 | Resiliencia a inundaciones en la costa del Pacífico, municipios de Iztapa y San José, Escuintla | World Wildlife Fund (WWF) | 2021 |
| 18 | Elaboración de los inventarios de Gases de Efecto Invernadero-GEI para los municipios de Nueva Concepción, Escuintla y Antigua Guatemala, Sacatepéquez | World Wildlife Fund (WWF) | 2021-2022 |

Cuadro 11. Espacios institucionales donde participa el ICC a nivel nacional e internacional.

| No. | Nombre del espacio | Año de inicio de participación |
|-----|---|--------------------------------|
| 1 | Salvemos el Manchón Guamuchal | Desde 2021 |
| 2 | Mesas Técnicas Agroclimáticas del Suroccidente, Escuintla y Santa Rosa | Desde 2021 |
| 3 | Comité Nacional de Ideas para una recuperación verde-GIZ | Desde 2021 |
| 4 | Comité técnico asesor de cuencas | Desde 2021 |
| 5 | Asociación Mundial del Agua / Global Water Partnership (GWP) | Desde 2020 |
| 6 | Alianza por el Agua | Desde 2020 |
| 7 | Comité Técnico Asesor del Proyecto Cadena Volcánica Central- GEF-PNUD | Desde 2020 |
| 8 | COCODE de Escuintla | Desde 2020 |
| 9 | Grupo Técnico de Adaptación Basada en Ecosistemas (GTAbE) | Desde 2019 |
| 10 | Mesa Regional de Diálogo en Gestión para la Reducción de Riesgo de los Desastres | Desde 2019 |
| 11 | Mesa Nacional de Manglares | Desde 2018 |
| 12 | Mesa Nacional de sensores remotos | Desde 2018 |
| 13 | Mesa temática del agua y bosque | Desde 2018 |
| 14 | Comité técnico de Bonn Challenge (internacional) | Desde 2016 |
| 15 | Comité voluntario regional de evaluación-CVRE- del Subprograma de Pequeñas Donaciones del FCA | Desde 2016 |
| 16 | Mesas Técnicas de los ríos Madre Vieja, Achiguate, Ocosito y Los Esclavos | Desde 2016 |
| 17 | Comités de agua | Desde 2016 |
| 18 | Alianza Guatemalteca para el Manejo de los Suelos | Desde 2016 |
| 19 | Mesa de restauración del paisaje forestal | Desde 2015 |
| 20 | Red de Restauración de la Costa Sur | Desde 2015 |
| 21 | Mesa de Mitigación del SGCCC | Desde 2015 |
| 22 | Mesa de Ciencias del Clima | Desde 2014 |
| 23 | Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático-SGCCC | Desde 2014 |
| 24 | Red de formación e investigación ambiental (REDFIA) | Desde 2013 |
| 25 | Mesa Nacional de Diálogo para la Reducción de Riesgo de los Desastres | Desde 2012 |





15. Convenios

Convenios 2020 - 2021

Cuadro 12. Convenios con otras Instituciones/Organizaciones

| No. | Organización | Abreviatura | Período de Vigencia |
|-----|--|--------------------------|----------------------------|
| 1 | Instituto Nacional de Bosques | INAB | 2021-2025 |
| 2 | Compañía Azucarera Salvadoreña | CASSA | 2017-2020 |
| 3 | Fundación Defensores de la Naturaleza, Rainforest Alliance, Universidad del Valle de Guatemala | FDN-RA-UVG | 2018-2022 |
| 4 | Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación | MAGA | 2019-2023 |
| 5 | Universidad de Tennessee | Universidad de Tennessee | 2019-2024 |
| 6 | Proyecto "Promoviendo territorios resilientes en paisajes de la Cadena Volcánica Central de Guatemala" | Proyecto Volcanes-PNUD | 2019-2025 |
| 7 | Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología | INSIVUMEH | 2019 por tiempo indefinido |
| 8 | Pueblo Real y Asociación Civil Ambiental Xayá | Pueblo Real y ACAX | 2021 por tiempo indefinido |
| 9 | Administrador del Mercado Mayorista | AMM | 2021 por tiempo indefinido |
| 10 | Asociación Sotz'il | Sotz'il | 2021 por tiempo indefinido |

- Oficinas del ICC
- Oficinas compartidas
- ▭ Áreas de acción del ICC

México

Diferendo Territorial,
Insular y marítimo pendiente
de resolver

Belice

Guatemala

Honduras

OCEANO
PACÍFICO

El Salvador

Nic



Guatemala & El Salvador
Centroamérica
www.icc.org.gt | www.icc.org.sv

