



# Informe anual 2022

**Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA)**  
Escuela de Química, Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC)

## Informe anual 2022

### Información general

El Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA) es un centro en desarrollo del Tecnológico de Costa Rica, inscrito en la Escuela de Química.

Este se dedica a la investigación científica y aplicada y al desarrollo y transferencia de tecnologías limpias en el área ambiental, orientado hacia el manejo sostenible de los recursos y el alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (<https://www.tec.ac.cr/objetivos-desarrollo-sostenible-agenda-2030>).

Las actividades desarrolladas por el CIPA se financian con presupuesto del Fondo Especial para la Educación Superior (FEES) asignado al Tecnológico y por recursos obtenidos mediante la prestación de servicios por medio de la Fundación Tecnológica (FUNDATEC).

#### Misión:

Contribuir con el desarrollo sostenible del país por medio de la prevención, minimización, control y mitigación de problemas ambientales y el planteamiento de soluciones integrales a través de la investigación y la extensión.

#### Líneas de investigación

1. Soluciones de ingeniería ambiental para el desarrollo

Soluciones científicas, tecnológicas e innovadoras en el campo de la prevención, mitigación, adaptación, control y corrección de problemas ambientales y procesos productivos.

2. Gestión ambiental

Aplicación y desarrollo de herramientas de gestión ambiental vinculadas con residuos, recurso hídrico, producción y consumo sostenible, ciclo de vida, movilidad urbana, medición y control energético, energías limpias, gestión territorial, ecología industrial, auditoría y educación ambiental, entre otros.

Personal administrativo del CIPA

Funcionario			Labor que desempeña
Apellido 1	Apellido 2	Nombre	
Romero	Esquivel	Luis Guillermo	Coordinador
Infante	Alfaro	Sofía	Asistente del Centro
Navarro	Cortés	Karen	Secretaria

Investigadores adscritos al CIPA

Investigador (a)			Línea de investigación (1 o 2)
Apellido 1	Apellido 2	Nombre	
Romero	Esquivel	Luis Guillermo	1 y 2
Hernández	Alpizar	Laura	1
Arias	Zúñiga	Ana Lorena	1 y 2
Gaviria	Montoya	Lilliana	1 y 2
Jiménez	Antillón	Joaquín	1
Calvo	Brenes	Guillermo	
Teresa	Salazar	Rojas	1 y 2
Abarca	Guerrero	Liliana	2
Zambrano	Piamba	Diana Alexandra	1
Barrios	Hernández	Mary Luz	1
Valverde	Cerdas	Johnny	1 y 2
Caballero	Chavarría	Andrey	1
Pino	Gómez	Macario	1
Quesada	Kimsey	Jaime	1 y 2
Salas	Jiménez	Juan Carlos	1 y 2
Valerio	Pérez	Luis Guillermo	1 y 2
Calvo	Gutiérrez	Jorge	1 y 2
Hernández	Parra	David Isasi	1 y 2
González	Rodríguez	Ricardo	1 y 2
Jiménez	Antillón	Joaquín	1 y 2
Calleja	Amador	Carlos	2
Araya	Carvajal	Fabio	1

## Investigación y extensión en el CIPA

Proyectos de investigación vigentes durante el 2022

Nombre del proyecto	Investigadores (as)	Ente financiador	Colaboradores externos a la Escuela*	Vigencia	Línea de investigación	Beneficiario directo (organización, población, etc.)	Impacto en ODS**
Remoción de fluoruro y arsénico con piedra pómez modificada	Luis G. Romero Andrey Caballero Ricardo González	VIE	TU Delft, Países Bajos AyA	2021-2022	1	Prestadores de servicio de agua potable, ASADAS, poblaciones afectadas por arsénico y/o fluoruro en agua de consumo.	3 y 6
Revalorización de la broza del café como material adsorbente alternativo al carbón activado en la remoción del bromacil de fuentes agua	Luis G. Romero Andrey Caballero Ricardo González Johnny Valverde	MICITT VIE	UCR LANOTEC UTN LSPM-CNRS, Francia	2021-2023	1	Prestadores de servicio de agua potable, Asadas, comunidades afectadas por la presencia del bromacil en agua	3 y 6
Establecimiento de indicadores del riesgo de saneamiento ambiental sostenible (IRSSAS) en el sector de servicios públicos de agua potable y saneamiento en zonas rurales de Costa Rica	Silvia Soto Córdoba	VIE	Escuela de Computación, Matemática	2018-2021	1		6,11, 15

Nombre del proyecto	Investigadores (as)	Ente financiador	Colaboradores externos a la Escuela*	Vigencia	Línea de investigación	Beneficiario directo (organización, población, etc.)	Impacto en ODS**
Valoración de las propiedades magnéticas en bioindicadores y polvo urbano, como método alternativo para monitorear la contaminación atmosférica en zonas de flujo vehicular.	Guillermo Calvo Teresa Salazar Rojas	VIE	UNAM, México	2017-2022	1	Población de Costa Rica	3 y 11
Elaboración de índices de calidad para el monitoreo de los ríos en Guatemala que apoyen programas de gestión ambiental	Guillermo Calvo		USAC, Guatemala	2020-2022	3	Guatemala y la región	6 y 14
Elaboración de un modelo para predecir la vulnerabilidad de metales pesados en agua y sedimentos en distintas regiones del país	Guillermo Calvo	VIE	Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile	2017-2022	3	Ciudadanos de Costa Rica Ecosistemas ambientales Instituciones nacionales	6 y 14
Plan Nacional de Residuos Marinos	Lilliana Abarca	FUNDATEC	UNA, ACEPESA	2021	2	Ciudadanos de Costa Rica Ecosistemas ambientales Instituciones nacionales	6, 11, 12 y 14

Nombre del proyecto	Investigadores (as)	Ente financiador	Colaboradores externos a la Escuela*	Vigencia	Línea de investigación	Beneficiario directo (organización, población, etc.)	Impacto en ODS**
Impulsando el Consumo Sostenible en América Latina	Ana Lorena Arias Luis Valerio	FUNDATEC	ONU	2020-2021	2	Población costarricense	12
Aplicación de la tecnología Lodos Aeróbicos Granulares (LAG) en aguas residuales tropicales. Primera etapa: Escala de Laboratorio en Costa Rica	Mary Luz Barrios H.	VIE		2022-2023	1		6

\*Centros de Investigación, escuelas del TEC o externos nacionales e internacionales.

\*\* Ver los ODS en: <https://www.tec.ac.cr/objetivos-desarrollo-sostenible-agenda-2030>

### Proyectos de extensión vigentes durante el 2022

Nombre del proyecto	Investigadores (as)	Ente financiador	Colaboradores externos al Centro	Vigencia	Línea de investigación	Beneficiario directo (organización, población, etc.)	Impacto en ODS**
Políticas para el mejoramiento del manejo de residuos del sector construcción en el ámbito Municipal.	Lilliana Abarca	Regionalización	Municipalidad de Cóbano y oficina Ministerio de Salud en Cóbano	2020-2021	2	Sector construcción de la zona Ministerio de Salud con propuesta de reglamento	12 y 16

Nombre del proyecto	Investigadores (as)	Ente financiador	Colaboradores externos al Centro	Vigencia	Línea de investigación	Beneficiario directo (organización, población, etc.)	Impacto en ODS**
Desarrollo de competencias nacionales para el análisis de ciclo de vida del reciclado de baterías de litio en Costa Rica	Luis Valerio	GIZ FORTECH	Carolina Vindas Ashley Torres Roberto Quirós Fernanda Sáenz	II2021- I2023	1		7, 9 y 17
Buenas prácticas para la gestión de residuos de artes de pesca	Lilliana Abarca Jesús Mora Andrea Acuña Ariadna Siles	Regionalización (colaboración) CIPA (colaboración) Investigadores	Pescadores de Cabuya, Tambor, Paquera y Lepanto	2022	2	Pescadores e INCOPECA	14

\*\* Ver los ODS en: <https://www.tec.ac.cr/objetivos-desarrollo-sostenible-agenda-2030>

Vinculación externa con la coadyuvancia de la FUNDATEC. Actividades terminadas o en proceso.

Nombre de la actividad	Investigador a cargo	Colaborador*	Vinculación			Línea de investigación	Beneficiario directo (organización, población, etc.)	Impacto en ODS**
			Alianza estratégica	Consultoría	Actividad permanente			
Sostenibilidad Dos Pinos	Luis Valerio	Dos Pinos		x		3	Empresa	9 y 12
Auditoría Interna ISO 50 001	Luis Valerio	Dos Pinos		x		3	Empresa	9 y 12
Análisis de huella de carbono de edificio avenida Escazú	Luis Valerio	Portafolio		x		3	Empresa	9 y 13
Implementación de norma ISO 50 001	Luis Valerio	Universidad Earth		x		3	Empresa	9 y 12
Centro de Transferencia de Materiales (CTTM) <a href="https://ctmtec.com/">https://ctmtec.com/</a>	Juan Carlos Salas	Público: BCR, Ministerio de Salud,  Privado: Baxter, XXX				2	El país en general.	8, 11 y 12
Diagnósticos y Acuerdos Voluntarios de Producción más Limpia	Ana Lorena Arias Z. Luis Guillermo Valerio Maricruz Vargas	MINAE		X		1 y 2	Grandes, medianas y pequeñas empresas	12
Pruebas de Jarras río Chiquito	Andrey Caballero Chavarría Sofía Infante	HIDROGEOTECNIA LIMITADA		x		1	Acueducto de la Unión de Cartago.	6 y 12

\*Público o privado, nacional o internacional

\*\*Ver los ODS en: <https://www.tec.ac.cr/objetivos-desarrollo-sostenible-agenda-2030>

Producción académica de investigadores adscritos al CIPA. Se incluye solamente material publicado en 2022 (Artículo científico, capítulo de libro, libro, resumen/artículo en memoria de evento, Informe técnico)

Título (usar formato APA o similar, incluir el link)	Tipo*	Factor de impacto Impact Score**	Quartil y área**	Indexación (Scopus, ISI, Latindex, Scielo, Redalyc)	Línea de investigación	Impacto en ODS***
José A. Araya-Obando, Virginia Pacini, Rubén G. Fernández, Luis G. Romero-Esquivel; Long-term monitoring of Mn and Fe removal in biofilters from a converted plant. <i>Water Supply</i> 2022; 22 (6): 6059–6069. doi: <a href="https://doi.org/10.2166/ws.2022.209">https://doi.org/10.2166/ws.2022.209</a>	Artículo	1.768 H 42	Q3 Water Science and Technology	Scopus, ISI	1	3 y 6
Pino-Gómez, M., Soto-Córdoba, S. M., & Gaviria-Montoya, L. (2021). Jiménez-Antillón, J., Quesada-Delgado, S., & Romero-Esquivel, L. G. (2022). Remoción de materia orgánica natural por tratamiento convencional de agua en un río tropical. <i>Revista Tecnología En Marcha</i> , 35(2), Pág. 48–60. <a href="https://doi.org/10.18845/tm.v35i2.5547">https://doi.org/10.18845/tm.v35i2.5547</a>	Artículo	N.A.	N.A.	SciELO	1	3 y 6
Kelly-Coto, D. E., Gamboa-Jiménez, A., Mora-Campos, D., Salas-Jiménez, P., Silva-Narváez, B., Jiménez-Antillón, J., Pino-Gómez, M., & Romero-Esquivel, L. G. (2022). Modeling the formation of trihalomethanes in rural and semi-urban drinking water distribution networks of Costa Rica. <i>Environmental Science and Pollution Research</i> . <a href="https://doi.org/10.1007/s11356-021-18299-0">https://doi.org/10.1007/s11356-021-18299-0</a>	Artículo	5.053 H 132	Q2 Pollution Q2 Environmental Chemistry Q1 Health, Toxicology and Mutagenesis	Scopus ISI	1	3 y 6
Kenia Barrantes, Luz Chacón, Eric Morales, Luis Rivera-Montero, Macario Pino, Alejandra Gamboa Jiménez, Diana Campos Mora, Pablo Salas Jiménez,	Artículo	2.264 H 62	Q2 Water Science and Technology	Scopus ISI	1 y 2	3 y 6

Título (usar formato APA o similar, incluir el link)	Tipo*	Factor de impacto Impact Score**	Quartil y área**	Indexación (Scopus, ISI, Latindex, Scielo, Redalyc)	Línea de investigación	Impacto en ODS***
Basilio Silva, Luis G. Romero-Esquivel; Occurrence of pathogenic microorganisms in small drinking-water systems in Costa Rica. <i>J Water Health</i> 2022; jwh2022230. doi: <a href="https://doi.org/10.2166/wh.2022.230">https://doi.org/10.2166/wh.2022.230</a>						
Rosales-Calvo, S., Abarca-Guerrero, L., Leandro-Hernández, S. (2022). Residuos peligrosos de la construcción en Costa Rica y sus impactos al ambiente. <i>Tecnología en Marcha</i> , 35(4), Pág 95-103. <a href="https://doi.org/10.18845/tm.v35i4.6400">https://doi.org/10.18845/tm.v35i4.6400</a>	Artículo	NA	N.A.	SciELO	9	9
Astorga-Perez, A., Ulate-Naranjo, K., Abarca-Guerrero, L. (2022). Presencia de microplásticos en especies marinas del Parque Nacional las Baulas. <i>Tecnología en Marcha</i> , 35(4), Pág 27-38. <a href="https://doi.org/10.18845/tm.v35i2.4466">https://doi.org/10.18845/tm.v35i2.4466</a>	Artículo	NA	N.A.	SciELO	14	14
Abarca-Guerrero, L., Lobo-Ugalde, S., Méndez-Carpio, N., Rodríguez-Leandro, R., Rudín-Vega, V. (2022). Zero Waste Systems: Barriers and Measures to Recycling of Construction and Demolition Waste. <i>Sustainability</i> , 14, 15265. <a href="https://doi.org/10.3390/su142215265">https://doi.org/10.3390/su142215265</a>	Artículo	3.889 H 109	Q2 Environmental Science	Scopus Web of Science	2	9
Salazar-Rojas T, Cejudo-Ruiz FR, Calvo-Brenes G. Comparison between machine linear regression (MLR) and support vector machine (SVM) as model generators for heavy metal assessment captured in biomonitors and road dust. <i>Environ Pollut</i> . 2022 Dec 1;314:120227. doi: 10.1016/j.envpol.2022.120227.	Artículo	12.7 CiteScore  9.988 Impact Factor	Q1 Environmental Pollution	Scopus Web of Science	1	3 y 11

\*Tipo: Artículo científico, capítulo de libro, libro, resumen/artículo en memoria de evento, Informe técnico. \* cuando aplica.

\*\* Factor de impacto y quartil ver: o <https://www.scimagojr.com/> \*\*\* Ver los ODS en: <https://www.tec.ac.cr/objetivos-desarrollo-sostenible-agenda-2030>

Participación en actividades de investigación y extensión nacionales

Investigadores (as)	Nombre de la actividad	Tipo*	Título**	Línea de investigación	Impacto en ODS**
Andrey Caballero, Ricardo González, Luuk Rietveld, Luis G. Romero	Congreso química 2022. Hacia el desarrollo sostenible.	Congreso	Remoción de arsénico del agua potable mediante piedra pómez recubierta de (oxi)hidróxido de hierro y aluminio	1	3 y 6
Mellanie Benavides (estudiante Ing. Ambiental) Andrey Caballero, Ricardo González, Luuk Rietveld, Luis G. Romero	Congreso química 2022. Hacia el desarrollo sostenible.	Congreso	Remoción de fluoruro de agua potable mediante piedra pómez recubierta con óxidos de aluminio.	1	3 y 6
Luis G. Romero-Esquivel	Lanzamiento del Centro de Sostenibilidad del Agua del Atlántico (CESAGUA)	Evento de lanzamiento	Investigación del CIPA en potabilización de agua.	1	3 y 6
Lilliana Abarca-Guerrero	Comisión Profesional Joven del Colegio de Ingenieros Civiles	Conferencia	Residuos de la construcción y la demolición	2	14
Lilliana Abarca-Guerrero	Programa de Economía Circular para empresas relacionadas con el sector plástico	Conferencia	Recuperación de residuos valorizables en Costa Rica	2	9
Luis Valerio	Pasantía en modelos matemáticos de predicción de energía Centre de Mathématiques Appliquées MINES PARISTECH Francia	Pasantía	modelos matemáticos de predicción de energía para ISO 50 001	2	9 y 13
Lilliana Abarca-Guerrero	Webinar Celebración del Día Int'l de la mujer y la niña en la ciencia	Conferencia	Aspectos generales de investigación ambiental	2	9

\*Charla, taller, pasantías, cursos, redes, reuniones, charla, conferencias, simposios, congreso, seminario, etc.).

\*\*Incluir título de: ponencia, póster, charla, taller.

\*\*\* Ver los ODS en: <https://www.tec.ac.cr/objetivos-desarrollo-sostenible-agenda-2030>

Organización de eventos nacionales (charlas, taller, congreso, reunión, etc.)

Investigador (a)	Actividad	Tipo	Impacto en ODS*
Luis G. Romero	Día de la Gestión Comunitaria del Agua (en conjunto CIPA-CEQIATEC-CIVCO)	Encuentro con ASADAS	3 y 6

\* Ver los ODS en: <https://www.tec.ac.cr/objetivos-desarrollo-sostenible-agenda-2030>

## Internacionalización

Proyectos de investigación y/o extensión en colaboración con entes internacionales vigentes durante el año 2022

Nombre del proyecto	Investigadores (as)	Ente financiador	Colaboradores Internacional*	Vigencia	Línea de investigación	Beneficiario directo (organización, población, etc.)	Impacto en ODS**
Remoción de fluoruro y arsénico con piedra pómez modificada	Luis G. Romero Andrey Caballero Ricardo González	VIE	Prof. Luuk Riedvelt TUDelft, Países Bajos	2021-2022	1	Prestadores de servicio de agua potable, Asadas, poblaciones afectadas por arsénico y/o fluoruro en agua de consumo.	3 y 6
Revalorización de la broza del café como material adsorbente alternativo al carbón activado en la remoción del bromacil en agua	Luis G. Romero Andrey Caballero Ricardo González, Johnny Valverde	MICITT VIE	Dra. Arlette Vega LSPM-CNRS, Francia	2021-2023	1	Prestadores de servicio de agua potable. Comunidades afectadas por la presencia del bromacil en agua	3 y 6
Valoración de las propiedades magnéticas en bioindicadores y polvo urbano, como método alternativo para monitorear la contaminación atmosférica en zonas de flujo vehicular.	Guillermo Calvo Teresa Salazar Rojas	VIE, UNAM	UNAM, Morelia	2017-2022	1	Población de la GAM	3 y 11

Participación en actividades internacionales

Investigadores (as)	Nombre de la actividad	Tipo *	Título**	Línea de investigación	Impacto en ODS**
Andrey Caballero	7 <sup>th</sup> YWP BeNeLux conference	Congreso	Removal of arsenic from drinking water using iron and aluminum (oxy)hydroxide coated pumice.	1	3 y 6
Luis G. Romero	Red Aguas minicurso, talleres y jornada sobre la gestión y el uso sostenible del agua y el saneamiento, UNIAGRARIA, Bogotá, Colombia.	Ponencia	Potabilización de agua por adsorción.	1	3 y 6
Luis G. Romero, Silvia Soto, Macario Pino, Lilliana Gaviria, Diana Zambrano	Red Aguas Iberoamérica.	Red	N.A.	1 y 2	3 y 6
Luis G. Romero	Laboratorio de Ciencias de los Procesos y de los Materiales (LSPM-CNRS)- University Sorbonne Paris Nord, París, Francia	Pasantía	N.A.	1	3 y 6
Luis G. Romero	4th IEEE International Conference on BioInspired Processing (BIP). San José, Costa Rica	Conferencia	Investigación y Extensión en el CIPA	1 y 2	6, 7, 11, 12 y 13
Ana Lorena Arias Z	V Congreso Internacional de Agua y Geotecnia	Conferencia	Factores Operativos en el Control de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	1 y 2	6
Lilliana Abarca-Guerrero	Conferencias del Colegio de Ing. Del Perú	Conferencia	Retos y oportunidades de las empresas para la minimización, recuperación y valorización de RC&D	2	9

Investigadores (as)	Nombre de la actividad	Tipo *	Título**	Línea de investigación	Impacto en ODS**
Lilliana Abarca-Guerrero	EcoTech, 2022, Suecia	Conferencia	Marine Litter in Costa Rica	2	
Lilliana Abarca-Guerrero	EcoTech, 2022, Suecia	Conferencia	Path to construction and demolition waste	2	9
Lilliana Abarca-Guerrero	10 reunión del grupo técnico metropolitano de residuos sólidos, Municipalidad de Lima, Perú	Conferencia	Gestión de materiales de construcción	2	9
Luis Valerio	Pasantía en modelos matemáticos de predicción de energía Centre de Mathématiques Appliquées MINES PARISTECH Francia	Pasantía	modelos matemáticos de predicción de energía para ISO 50 001	2	9 y 13
Lilliana Abarca-Guerrero	I congreso internacional de difusión: Buenas prácticas de gestión integrada de residuos sólidos urbanos, Guatemala	Conferencia	Experiencias exitosas sobre la gestión de residuos en Costa Rica	2	9
Johnny Valverde	Magritek	Pasantía	Entrenamiento técnico en NMR	1 y 2	9

\*Pasantías, cursos, redes, reuniones, charla, ponencia, conferencias, simposios, congreso, seminario, etc.

\*\*Incluir título de: ponencia, póster, charla, taller.

\*\*\* Ver los ODS en: <https://www.tec.ac.cr/objetivos-desarrollo-sostenible-agenda-2030>

### Organización de eventos internacionales

Investigador (a)	Actividad	Tipo*	Impacto en ODS**
Luis G. Romero	Biofiltration en IWA World Water Congress, Copenhagen, Dinamarca	Taller	3 y 6
Laura Hernández	4th IEEE International Conference on BioInspired Processing (BIP). San José, Costa Rica (Organización y participación)	Conferencia	6 y 15

\* Charlas, taller, congreso, reunión, etc.

\*\*Ver los ODS en: <https://www.tec.ac.cr/objetivos-desarrollo-sostenible-agenda-2030>

### Participación de investigadores o estudiantes extranjeros en el CIPA

Investigador (a)/ estudiante (universidad, país)	Tipo*	Nombre de la actividad	Investigador del CIPA responsable	Impacto en ODS*
Estudiantes: Bart Jan Sebastiaan Bravenboer Ole Frederik Neijenhuis Max Andreas Wietse Helmich Job Petrus Christianus Knoop Marijn Elkan Wolf Sergio Bulte	Proyecto de maestría	Contaminación por nitratos en agua de consumo en la zona norte de Cartago.	Luis G. Romero	3 y 6

\*Pasantía, año sabático, práctica, curso, entrenamiento, charla, etc.(Tesis de estudiantes en el siguiente apartado)

\*\*Ver los ODS en: <https://www.tec.ac.cr/objetivos-desarrollo-sostenible-agenda-2030>

### Participación estudiantil

Trabajos finales de graduación finalizados dirigidos por investigadores del CIPA, ejecutados o apoyados por el CIPA

Nombre del trabajo final de graduación	Estudiante	Grado *	Director del proyecto	Línea de investigación	Impacto en ODS**
Manganese removal from groundwater in non-bioaugmented pumice biofilters under tropical conditions	José Andrés Araya Obando	Dr. Ing.	Luis G. Romero	1	3 y 6
Diseño de una planta de Lodos Aerobios Granulares para el tratamiento de las aguas residuales de la urbanización André Challé, Trinidad de Moravia, Costa Rica	María Jesús Peralta Brenes	Lic.	Mary L. Barrios Hernández	1	6
Evaluación de la tecnología de licuefacción hidrotermal como alternativa para la descarbonización del sector residuos y	Carolina Mack Alonso	Lic.	M.Sc. Guillermo Valerio	2	7

Nombre del trabajo final de graduación	Estudiante	Grado *	Director del proyecto	Línea de investigación	Impacto en ODS**
combustibles en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica					
Diseño de una herramienta de indicadores de adaptación al cambio climático y la variabilidad climática a nivel cantonal en el sector agrícola: validación en el cantón de Oreamuno, Costa Rica” <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13767">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13767</a>	Natalia de los Ángeles Gómez Solano	Lic.	M. Sc. Laura Quesada Carvajal	2	11 y 13
Propuesta de incorporación de elementos de economía circular al Convenio de Minamata sobre mercurio. <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13766">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13766</a>	Sharon Natalia Castillo Rodríguez	Lic.	M. Sc. Carlos Calleja Amador	2	3 y 11
Diseño de un sistema de potabilización de agua como parte de las medidas de mitigación y prevención de desastres para la comunidad de San Pedro de Tarrazú, Costa Rica. <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13769">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13769</a>	Ruby Esperanza Hernández Arenas	Lic.	MSc. Jorge Calvo Gutiérrez.	1	6
Diseños y factibilidad económica para mejorar el manejo de las aguas residuales de una empresa de productos de limpieza ubicada en Concepción de La Unión, Cartago, Costa Rica.	Esteban Andrés Monge Fernández	Lic	MSc. Diana A. Zambrano	1 y 2	6 y 11
Plan para la valorización de algunos residuos de la construcción en Costa Rica <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13765">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13765</a>	MSc. Diana A. Zambrano	Lic.	Ph.D. Lilliana Abarca Guerrero	2	11
Plan de gestión de residuos sólidos en Bella Vista, Guápiles <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13825">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13825</a>	Billy Fabricio Leandro Muñoz	Lic	Ph.D. Lilliana Abarca Guerrero	2	11
Modelaje de la concentración del ion nitrato en las aguas superficiales de Costa Rica <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13768">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13768</a>	Joseph Rojas Zamora	Lic.	M.Sc. Laura Hernández Alpizar	2	6
Plan maestro para la gestión de las aguas residuales del cantón de La Unión <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14272">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14272</a>	Andrés Ortiz Mora	Lic.	M.Sc. Diana Zambrano Piamba	2	6
Elaboración del Programa de Gestión Ambiental para las sedes regionales de Guácimo, Pérez Zeledón y la Dirección General de la Policía de Tránsito para la	Christie Rodríguez Shum	Lic.	M.Sc. Teresa Salazar Rojas	2	11

Nombre del trabajo final de graduación	Estudiante	Grado *	Director del proyecto	Línea de investigación	Impacto en ODS**
extensión del PGAI del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13824">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13824</a>					
Propuesta plan de seguridad del agua (PSA) para el Acueducto Rural de Pita Rayada del cantón de Hojancha <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14033">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14033</a>	Wendy Lucía Salazar Porras	Lic.	Ing. Macario Pino Gómez	2	6
Plan de Mejoras para la implementación del monitoreo de residuos sólidos mediante el PRONAMEC en las Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14021">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14021</a>	Sofía Fallas Flores	Lic.	Ph.D. Lilliana Abarca Guerrero	2	6, 11 y 12
Propuesta para la gestión de los residuos cárnicos en carnicerías y supermercados del cantón de Turrialba <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13950">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13950</a>	Mariam Mariela Leandro Hernández	Lic.	Lic. Andrea Acuña Piedra	2	11 y 12
Guía de buenas prácticas para la gestión de los residuos de artes de pesca <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14057">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14057</a>	Ariadna Fiorella Siles Martínez	Lic.	Ph.D. Lilliana Abarca Guerrero	2	6, 11 y 12
Elaboración de una calculadora de carbono para el proceso de diseño y construcción vinculada con la norma Requerimientos para Edificaciones Sostenible en el Trópico.	Paula Mariela Gamboa Oviedo	Lic.	M.Sc. Ana Lorena Arias Zuñiga	2	12
Propuesta de mejora en movilidad urbana sostenible en el cantón de La Unión <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13985">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13985</a>	Adriana Quesada Valverde	Lic.	Ph.D. Lilliana Abarca Guerrero	2	11
Cálculo de la huella de agua según la norma INTE-ISO 14046:2015 del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Campus Tecnológico Local Cartago durante el periodo 2019	Melany Felisa Vargas Arguello	Lic.	M.Sc. Ana Lorena Arias Zuñiga	2	12
Estudio de prefactibilidad de un Centro de Recuperación de Residuos Valorizables para la Municipalidad de Acosta	Dennis Eduardo	Lic.	Ph.D. Lilliana Abarca Guerrero	2	11 y 12

Nombre del trabajo final de graduación	Estudiante	Grado *	Director del proyecto	Línea de investigación	Impacto en ODS**
<a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14257">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14257</a>	Marin Miranda				
Modelo de gestión para el compost doméstico en el cantón de Belén de Heredia <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14265">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14265</a>	Elena Campos Matarrita	Lic.	Dr. Fabio Araya Carvajal	2	11 y 12
Modelaje de modificaciones en vegetación y particulado del río Sierpe con bases de datos multiespectrales <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13986">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13986</a>	Gabriela Chaves Brenes	Lic.	M.Sc. Laura Hernández Alpizar	2	6
Opciones de manejo para las baterías de litio de vehículos eléctricos en Costa Rica <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14061">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14061</a>	Jennifer María Navarro Naranjo	Lic.	M.Sc. Laura Hernández Alpizar	2	11 y 12
Análisis químico para la gestión ambiental del ion nitrato en aguas superficiales	Alexander J. González Alvarado	Lic.	M.Sc. Laura Hernández Alpizar	2	6
Diseño de un sistema tratamiento complementario del efluente de la PTAR de El Roble, Puntarenas para su aprovechamiento en actividades de riego y lavado <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14306">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14306</a>	Jocelyn Alfaro Santamaría	Lic.	M.Sc. Diana Zambrano Piamba	1	6
Elaboración de una guía de gestión ambiental aplicable a las terminales portuarias de Costa Rica	Alexandra Villaseñor Cabezas	Lic.	M.Sc. Ana Lorena Arias Zuñiga	2	9 y 11
Desarrollo de una Herramienta para la Evaluación de Ciudades Verdes <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14295">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14295</a>	Sofía Araya Núñez	Lic.	Ph.D. Lilliana Abarca Guerrero	2	11 y 12
Diseño de una planta de Lodos Aerobios Granulares para el tratamiento de las aguas residuales de la urbanización André Challé, Trinidad de Moravia, Costa Rica	María Jesús Peralta Brenes	Lic.	Dra. Ir. Mary Luz Barrios Hernández	1	6
Evaluación de la gestión de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en la zona urbana del distrito primero, cantón Paraíso <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14296">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14296</a>	Heriberto Alfonso Serrano Chaves	Lic.	Ing. Macario Pino Gómez	2	6

Nombre del trabajo final de graduación	Estudiante	Grado *	Director del proyecto	Línea de investigación	Impacto en ODS**
Guía nacional para limpieza de espacios públicos <a href="https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14298">https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14298</a>	Melvin Andrade Velasquez	Lic.	Ph.D. Lilliana Abarca Guerrero	2	11 y 12
Diseño de una propuesta de integración de un Sistema de Gestión de la Energía basado en la norma INTE/ISO 50001:2018 en Corporación Manza Té de C.A.S.A.	Maria Paula Alvarado Granados	Lic.	Ing. Luis Guillermo Valerio Pérez	2	7
Diseño de un sistema para la recolección y tratamiento de aguas residuales grises de la urbanización de Mar Azul en Miramar de Puntarenas	Karol Stefy Muñoz Hernández	Lic.	M.Sc. Diana Zambrano Piamba	1	6

Estudiantes asistentes nombrados en proyectos de investigación y extensión adscritos al CIPA.

Estudiante	Investigador Coordinador del Proyecto	Semestre	Carrera que estudia	Actividades realizadas
Mellanie Benavides	Luis G. Romero	I y II	Ing. Ambiental	Análisis químicos por cromatografía iónica, ensayos de adsorción en columna y batch
Joselyn Alvarado	Luis G. Romero	I	Ing. Ambiental	Muestreros, análisis químicos.
Melvin Andrade	Luis G. Romero	I y II	Ing. Ambiental	Muestreros, análisis químicos, limpieza de laboratorio
Alexander Brenes Porras	Mary Luz Barrios Hernández	II	Ing. Ambiental	Muestreros, análisis químicos y ensamble de un reactor de lodos aerobios granulares

Estudiantes asistentes asignados al CIPA.

Estudiante	Investigador que asistió	Semestre	Carrera que estudia	Actividades realizadas
Valeria Canales Montoya	Ana Lorena Arias	1 y 2	Ing. Ambiental	Apoyo al proyecto de producción más limpia
María Fernanda Muñoz Tubito	CIPA (Sofía Infante)	1y2	Ing. Ambiental	Análisis químicos, limpieza de laboratorio
Nicolás Vigot Orozco	CIPA (Sofía Infante)	1	Diseño gráfico	Documentación, manuales de equipos

Estudiante	Investigador que asistió	Semestre	Carrera que estudia	Actividades realizadas
Rebeca Timms Jiménez	Mary Luz Barrios H.	1	Ing. Ambiental	Instalación reactor
Daniela Adriana Alfaro Álvarez	Luis Valerio	1 y 2	Ing. Ambiental	Apoyo al proyecto de producción más limpia
Fabiola Solano Cerdas	Laura Hernández	1	Ing. Ambiental	Revisión de bases de datos
Yeiner Calderón Quesada	CIPA (Sofía Infante)	1	Ing. Ambiental	Análisis químicos, limpieza de laboratorio
Ashley Piñeiro Conejo	CIPA (Sofía Infante)	1	Ing. Ambiental	Análisis químicos, limpieza de laboratorio
Elena Cantero Acosta	CIPA (Sofía Infante)	2	Ing. Mecatrónica	Análisis químicos, limpieza de laboratorio
Martín Agüero Venegas	CIPA (Sofía Infante)	2	Ing. Materiales	Mantenimiento de equipos, inventario.
Jessica Vanessa Aguilar Navarro	CIPA (Sofía Infante)	2	Ing. Ambiental	Análisis químicos, limpieza de laboratorio.
Neismy María Picado Montero	CIPA (Sofía Infante)	2	Ing. Seguridad y salud ocupacional	Elaboración de manuales de seguridad para el laboratorio, inventario de reactivos
Denisse Saborío Palma	CIPA (Luis Romero)	2	Ing. Ambiental	Análisis químicos, limpieza de laboratorio
Marypaz Fernández Retana	CIPA (Luis Romero)	2	Ing. Ambiental	Análisis químicos, limpieza de laboratorio, inventario.
Melvin Andrade Velásquez	CIPA (Sofía Infante)	1y2	Ing. Ambiental	Análisis químicos, limpieza de laboratorio, inventario de reactivos
Mellanie Benavides Valerín	CIPA (Luis Romero)	1y2	Ing. Ambiental	Análisis químicos, limpieza de laboratorio
Daniela Córdoba Amador	CIPA (Sofía Infante)	2	Diseño gráfico	Elaboración de material audiovisual de equipos
Joselyn Alvarado Solís	CIPA (Luis Romero)	1	Ing. Ambiental	Análisis químicos, limpieza de laboratorio

### Difusión en medios de comunicación masiva

Investigador (a)	Actividad / trabajo (incluir el link)	Medio de comunicación	Impacto en ODS*
LAURA HERNANDEZ	ORGANIZACION EVENTO BIP	WEB: <a href="https://www.bipconference.org/">https://www.bipconference.org/</a> FACEBOOK INSTAGRAM Correo institucional	6 y 15

Recomendamos visitar el sitio CIPA Informa (<https://www.tec.ac.cr/cipa-informa>) donde se divulgan actividades en que participan investigadores (as) del centro.

Además, en la página de Facebook se divulgan actividades del Centro y comparte información relevante sobre el medio ambiente. (<https://www.facebook.com/CentrodeInvestigacionenProteccionAmbiental>)

### Otras actividades

Investigadores y estudiantes adscritos a otras unidades que hacen uso de los servicios del CIPA

Investigador, estudiante (otro)	Unidad a la que pertenece	Recurso utilizado (instalaciones y equipos)	Actividad/proyecto
Ing. Karla Sofía Ramírez Sánchez	Biotecnología	liofilizador	Tesis de maestría
Dra. Nancy Ariza	Escuela de Química	liofilizador	Proyecto ECOMAR
Ing. Dagoberto Arias Aguilar Mónica Araya Salas	Forestal	Reactor de residuos	Proyecto cooperación Alemana