



**COMPROMISO NACIONAL PARA
UN PACTO POR EL AGUA 2021-2036:
UNA APROXIMACIÓN ACADÉMICA DESDE EL INTEC
OCTUBRE DEL 2021**

Preparado por académicos e investigadores del
Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC) como propuesta al
Compromiso Nacional para un Pacto por el Agua.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN INSTITUCIONAL	3
-----------------------------------	----------

I. INTRODUCCIÓN Y RECOMENDACIONES SOBRE EL DOCUMENTO DE COMPROMISO	4
---	----------

2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL AGUA EN REPÚBLICA DOMINICANA Y RECOMENDACIONES	7
MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL	7
AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO: INVERSIONES NECESARIAS PARA ALCANZAR EL ODS-6	8
RECURSOS HÍDRICOS Y RIEGO	10
AGUA Y ENERGÍA	12
ADAPTACIÓN CLIMÁTICA Y CUENCAS HIDROGRÁFICAS SOSTENIBLES	13

3. CAPACIDAD INSTALADA DEL INTEC PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS Y SERVICIOS QUE SERÁN REQUERIDOS	13
SERVICIOS DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN	14
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	16
ARTÍCULOS PUBLICADOS TEMA AGUA (2020-2021)	20
PROPUESTA DE LÍNEAS DE TRABAJO A CARGO DEL INTEC	21

PRESENTACIÓN INSTITUCIONAL

El Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC), a lo largo de su trayectoria de ya casi 50 años, ha mantenido y profundizado en su identidad como universidad privada, sin fines de lucro, de finalidad pública, comprometida con la transformación social del país, la promoción continua de la calidad de la vida de sus habitantes y a la preservación y desarrollo de su patrimonio moral y material, para legarlo mejorado a las siguientes generaciones por venir, mediante la educación superior, el desarrollo de la cultura, la investigación y la divulgación científica y tecnológica.

Consecuentemente, como parte de sus actividades misionales de formación y docencia, investigación, servicio y extensión, el INTEC ha jugado un papel como espacio de conocimiento, debate y concertación, participativo y plural, de los principales temas de orden económico, social, educativo, científico y tecnológico en la agenda nacional. Al hacerlo, la universidad ha enfatizado siempre su postura constructivamente asociada al mismo tiempo que académicamente independiente.

Entre los ámbitos privilegiados por el INTEC han estado siempre los que conciernen al medioambiente, a nuestros recursos naturales, al cambio climático, siempre en su interrelación con otros vectores y sectores de la sociedad. La producción científica en estos ámbitos es inigualable, así como su insistencia en

contar con un área académica de Ciencias Básicas y Ambientales como un indicador de sus prioridades, especialmente si se considera su naturaleza de universidad privada y se le evalúa al respecto en ese subsistema del sistema completo de educación superior dominicano. En la actualidad la oferta académica del INTEC incluye dos programas de doctorado de alto rigor académico en Ciencias Ambientales y en Gestión Energética para el Desarrollo Sostenible, así como una infraestructura académica de apoyo que incluye al Centro de Estudios y Gestión Ambiental (CEGA), el Laboratorio de Servicios Analíticos Ambientales y del Observatorio de Cambio Climático y Resiliencia (OCCR), entre otros recursos y aspectos a mencionar en la vida institucional del INTEC.

Por todo lo anterior, la comunidad académica del INTEC se ha sentido convocada a contribuir a las deliberaciones e intercambios, que espera sean productivos y con consecuencias, en torno a un Compromiso Nacional para un Pacto por el Agua, como lo hace en esta ocasión por medio de este documento, “Compromiso Nacional para un Pacto por el Agua 2021-2036: Una aproximación académica desde el INTEC”, con la esperanza de que esta contribución sea ponderada y contribuya con el debate constructivo en el plano académico y, de manera particular, con una mejor formulación de políticas públicas y acuerdos sociales, respaldados por el pensamiento y la praxis científica y con una orientación a los mejores intereses de la sociedad dominicana en favor de su desarrollo sustentable.

I. INTRODUCCIÓN Y RECOMENDACIONES SOBRE EL DOCUMENTO DE COMPROMISO

El Pacto Nacional por el Agua y los compromisos que deriven se constituye en uno de los hitos más relevantes que debemos asumir en cuanto a la planificación y ordenación del territorio, del uso de recursos y en cuanto a las regulaciones que se establezcan de éste. Esto así pues impacta a todas las instancias nacionales con el objeto de definir y adoptar un plan estratégico de acción a corto, mediano y largo plazo, que asegure enfrentar de manera integral la gestión del recurso agua y sus servicios ecosistémicos valorando su importancia ambiental, social y económica.

En ese sentido, el Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC) considera que la problemática ambiental y social asociada a este recurso es compleja, sin embargo, nuestro compromiso para abordar estrategias eficientes de conservación, protección, desarrollo, planificación, gestión y uso del agua en todas las dimensiones de manera ambientalmente sostenible es impostergable.

Las importantes desigualdades sociales y la ubicación geográfica de República Dominicana nos colocan entre los países con más alta vulnerabilidad ante el cambio climático lo cual es un factor que, aunado a un uso indiscriminado del recurso agua y un desarrollo socioeconómico planificado y regulado de forma ineficiente, se ha convertido en nuestra mayor amenaza.

El agua es un recurso natural que impone estrategias de actuación y planificación contemplando en primer lugar la adecuada conservación y gestión de las cuencas hidrográficas, como ejes fundamentales para la sostenibilidad del recurso. El estado actual de degradación de nuestras principales cuencas hidrográficas pone en riesgo cualquier criterio que se adopte en cuanto a las obras de ingeniería contempladas en el presupuesto presentado.

En el caso de la República Dominicana, el manejo sostenible de los paisajes de montaña constituye un imperativo de la política ambiental y de desarrollo sostenible dado que, a pesar de los esfuerzos y avances en la gestión del sistema nacional de áreas protegidas, alrededor del 45% de los espacios protegidos ya confrontan algún tipo de impacto antrópico, incluyendo la presencia de asentamientos humanos y prácticas

de agricultura y ganadería de subsistencia (Gómez Valenzuela et al., 2018)¹.

Según los datos publicados en el documento de Compromiso, apenas un 1% de los recursos presupuestados para el Pacto se dedicarán a la gestión integrada de cuencas o a la conservación del recurso agua. Esto no es coherente con los principios en que se fundamenta el Pacto. Las obras de infraestructura no producen agua, las cuencas lo hacen. En un país donde los modelos climáticos pronostican menos precipitación en los próximos 30 años, la inversión en el estado y gestión de nuestras cuencas deber ser priorizada.

Por esta razón, desde el INTEC consideramos importante incrementar al menos a un 10% el monto de inversión que será adjudicada a la gestión sostenible e integral del recurso agua, así como a la protección de los ecosistemas que garantizan la disponibilidad de agua dulce en el país, según el presupuesto adjunto al documento de Compromiso. Esta previsión permitirá asignar recursos imprescindibles a: proyectos de gestión Integral de cuencas hidrográficas, evaluación de las condiciones actuales de los diversos paisajes ecosistémicos para la evaluación de diferentes escenarios y

proyecciones bajo una multiplicidad de supuestos; proyectos de capacitación, fortalecimiento institucional y acompañamiento de las organizaciones nacionales, regionales, municipales y locales asociadas a la gestión de este importante recurso; desarrollar sistemas de monitoreo de data hidro-climatológica que permitan elaborar modelos matemáticos de evaluación permanente, detección y alerta temprana ante eventos naturales extremos.

El presupuesto asignado a la gestión integral del recurso agua, debe incluir adicionalmente la valoración de los servicios ecosistémicos (incluyendo servicios hídricos) a los fines de generar los insumos técnicos y económicos requeridos para aplicar el pago de tasas por servicios ambientales establecidos en la Ley No. 44-18, promulgada en 2018, y elaborar el reglamento requerido para su aplicación, a fin de viabilizar la ejecución y puesta en marcha de los mecanismos financieros y administrativos para la implantación del sistema de pago y compensación referidos en esta ley.

Por otro lado, hay temas ausentes en el documento o que no se traducen en proyectos de inversión. Tal es el caso de la reutilización de aguas residuales; el uso de tecnologías adecuadas a las

¹ GÓMEZ VALENZUELA, V., BONILLA DUARTE, S. & ALPÍZAR, F. 2018. ¿Cuál es el valor de los ecosistemas protegidos de República Dominicana?, Santo Domingo, D. N., Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC)

condiciones de desarrollo y culturales de nuestro país, como podría ser la adopción de las normas ISO para sistemas individuales de disposición de aguas residuales y excretas, en lugar de solamente construcción de alcantarillado, o el uso de sistemas basados en naturaleza para el tratamiento de agua a bajo costo de operación y mantenimiento; finalmente, la adaptación al cambio climático, aunque mencionada en la parte conceptual del documento, no se refleja en la inversión, como tampoco aparecen los estudios ambientales necesarios para asegurar que las decisiones de diseño de los proyectos incluidos en el plan de inversión sean las idóneas. La adaptación al cambio climático y la sostenibilidad ambiental requieren no solo de obra gris, sino de un entorno habilitante que debe incluir capacidades de predicción climática, monitoreo de todas las variables involucradas en la gestión integral del agua en escenarios de cambio climático, y creación de un entorno permita la adecuada gobernanza del agua y la provisión efectiva y eficiente de los servicios.

Finalmente, en INTEC observamos que apenas un 0.1% de los fondos se destinan a fortalecimiento ins-

titucional. La cantidad de agua que se extrae de las cuencas de los ríos Nizao, Haina y Ozama para abastecer de agua a la ciudad de Santo Domingo al día de hoy debería ser suficiente para que todos tengan agua en sus hogares 24/7. Los problemas actuales de agua en Santo Domingo y en muchas otras localidades del país, están relacionados con debilidades de gestión, mantenimiento y operación de sistemas, con cuencas insuficientes y mal manejadas, con debilidades en los estudios que sirvieron de base a los diseños y con vicios de construcción, más que con falta de infraestructura como tal. Sin embargo, nos planteamos invertir más de \$8,500 millones de dólares en nueva infraestructura, y apenas \$15 millones en fortalecimiento institucional. Parecería un sin sentido. Hay que atender los temas de base, antes de invertir más dinero en infraestructuras que, como tantas en el país, nunca llegan a funcionar por falta de supervisión o inadecuado diseño, o porque se adquirió una tecnología para la cual no se pueden sustentar las refacciones.

Abordar estos importantes temas permitirá asegurar inversiones de infraestructura sustentables a largo plazo, el uso eficiente del recurso agua y establecer prioridades de actuación.

2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL AGUA EN REPÚBLICA DOMINICANA Y RECOMENDACIONES

MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

La Constitución Dominicana de 2010 establece que el agua es un recurso estratégico y el acceso al agua potable es un derecho y tiene prioridad para la asignación de los recursos hídricos. También, la Carta Magna define al agua como un bien público que no puede ser de propiedad privada y, al mismo tiempo, contempla que el Estado puede privatizar los servicios públicos y no hace excepciones para el agua.

La gestión de los recursos hídricos y los derechos de agua fueron regulados inicialmente por ley en 1962; en 1965 se creó el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), encargado de la implementación de la Ley 5852 y del desarrollo de los recursos hídricos para uso agrícola; el uso de las aguas subterráneas y su protección fueron regulados en 1969, también bajo la jurisdicción del INDRHI. Estas leyes están todavía en vigor al día de hoy. En el año 2000, la ley 64-00 creó el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, transfiriendo la rectoría sobre los recursos hídricos y la autoridad específica para regular la explotación de aguas subterráneas al nuevo Ministerio. Esto creó responsabilidades superpuestas y vacíos regulatorios.

Desde hace casi 30 años se discuten propuestas legislativas para modernizar el marco legal de la gestión de los recursos hídricos, separando los niveles de políticas y reglamentaciones del desarrollo y operación/mantenimiento de la infraestructura. La ley de agua (o de recursos hídricos) debe procurar tres cambios importantes: 1) aclarar el papel y las responsabilidades del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales con respecto a la política de recursos hídricos, la planificación de los recursos hídricos y la protección de la calidad del agua; 2) la transformación del INDRHI en un regulador (o la creación de una autoridad con estas funciones), administrando los derechos de agua y monitoreando tanto la cantidad como la calidad del agua en las cuencas / cuerpos de agua (dejando de lado su rol como desarrollador de infraestructura y proveedor de agua del sector agrícola a otras instituciones); y 3) establecer el marco regulatorio para los diferentes usuarios de gran volumen (es decir, agua potable y saneamiento, agricultura, manufactura, turismo, etc.). A la fecha, no existe consenso sobre los aspectos básicos del nuevo marco.

A juicio del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC) el agua potable y el saneamiento se legislaron por primera vez en la década de 1930 como parte del primer código de salud pública del país. La ley de 1962 para la creación del Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados (INAPA) es la primera legislación moderna en la materia. INAPA fue creado bajo el Ministerio de Salud Pública, para brindar servicios de agua potable y saneamiento a nivel nacional. Posteriormente, a medida que crecieron los centros urbanos, se crearon nuevos acueductos y corporaciones de alcantarillado: CAASD en 1973 (para la ciudad capital de Santo Domingo), CORAASAN en 1977 (para Santiago, la segunda ciudad más grande) y otras seis (denominadas colectivamente CORAA) desde 1997. Otras instituciones como el Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, el Instituto de Aseguramiento de la Calidad y los gobiernos municipales también están involucrados con el sector. Desde finales de la década de los 90 se discute una reforma a este marco legal e institucional. Un marco legal moderno aseguraría la separación de roles, evitando que las entidades de prestación de servicios sean a la vez reguladoras de los servicios que prestan.

El Plan Hidrológico Nacional (INDRHI, 2012) en su análisis concluyó que el desempeño del Sector Agua de República Dominicana se ha visto significativamente afectado por un arreglo institucional que se caracteriza por la falta de definición de roles, coincidencia de roles superpuestos dentro de la misma institución, coincidencia de roles en diversas instituciones, entre otros aspectos. El PHN señala que, en la práctica, las funciones reguladoras y de rectoría existentes no se están cumpliendo y las brechas y superposiciones crean una ausencia de planificación efectiva en todos los niveles.

AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO: INVERSIONES NECESARIAS PARA ALCANZAR EL ODS-6

Entre 2000 y 2017, la cobertura de agua en República Dominicana pasó del 90% de los hogares al 97%; la tasa de acceso al saneamiento domiciliario pasó de 78% a 84% en el mismo período. A pesar de este gran progreso, existe una necesidad significativa de inversión adicional para cerrar la brecha en la calidad del servicio y en la protección de los recursos de agua. De ahí que, para lograr un servicio integral y sostenible o -como lo expresa el ODS 6- “asegurar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”, el gobierno dominicano está estimando una inversión de US\$8,565 millones en quince años. El agua potable y el saneamiento en República Dominicana presenta cuatro brechas principales:

1. Si bien el 84% de la población tiene acceso a saneamiento en general, menos del 20% tiene acceso a un sistema de alcantarillado con tratamiento de aguas residuales, y solo entre el 4 y el 7% de las aguas residuales producidas reciben tratamiento secundario. Incluso en las zonas urbanas, la mayoría de las instalaciones están conectadas a fosas sépticas que, en algunos casos, contaminan las aguas del nivel freático debido a su deplorable estado. El país también carece de infraestructura para el tratamiento de residuos sépticos y la eliminación segura.[1]
2. Calidad del servicio: solo alrededor del 35% de la población recibe servicio de agua 24 horas al día, 7 días a la semana.[2]
3. Menor cobertura y menores estándares de servicio para las áreas rurales, particularmente en las regiones más pobres, como la frontera con Haití; y
4. Falta de información suficiente y oportuna para la gestión del servicio y la toma de decisiones. Por ejemplo, se estiman pérdidas de agua de hasta el 60%, pero los sistemas carecen de instrumentación para determinar la eficiencia real.

El servicio de agua potable y saneamiento es brindado por nueve diferentes instituciones gubernamentales descentralizadas que cubren diferentes áreas del país (INAPA, CAASD, CORAASAN, CORAMOCA, COAROM, CORAAVEGA, CORAABO, CORAAMON y CORAAPPLATA). Cada una de estas entidades logra distintos niveles de eficiencia en cuanto al índice de potabilidad, porcentaje de pérdidas, cobertura de servicio, niveles de recolección, tratamiento de aguas potables y residuales, entre otros. De los 1,272 sistemas públicos de agua en operación al año 2019, cifras oficiales indican que 829 son pequeños sistemas operados por asociaciones de usuarios bajo la supervisión de INAPA.[3]

Áreas importantes de mejora incluyen: macro y micro medición en los barrios con buena presión de línea; monitoreo en tiempo real de los sistemas de abastecimiento de agua (acueductos), lo que permite la identificación y corrección de fugas; mantenimiento y rehabilitación de infraestructura envejecida, incluyendo almacenamiento, el mantenimiento de plantas de tratamiento y equipos de desinfección. Los aspectos comerciales de los servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento son otra área importante de oportunidad para mejorar. Las tarifas son en general insuficientes para cubrir los costos de operación y mantenimiento de los siste-

mas y no suelen estar vinculadas al consumo medido. Los proveedores de servicios estiman que recuperan menos del 30% de sus costos operativos. Los sistemas están fuertemente subvencionados. Es necesario lograr que los subsidios sean transparentes y focalizados en los necesitados.

Existe una fuerte oposición pública a la noción de privatizar los servicios de agua potable y saneamiento en la República Dominicana. Al mismo tiempo, existen niveles de confianza excepcionalmente bajos en la calidad del agua suministrada. Esto irónicamente se traduce en personas que gastan cantidades relativamente mayores (como porcentaje de sus ingresos) en agua embotellada para la ingesta y cocina. Hasta el 91% de la población adquiere agua embotellada a diario para usar en casa.

RECURSOS HÍDRICOS Y RIEGO

Si bien la agricultura representa aproximadamente el 5% del PIB, es responsable de cerca del 70% de la demanda total de agua en la República Dominicana. Según datos del INDRHI, el país cuenta con una importante infraestructura de riego que cubre un área de 330,402 hectáreas y atiende a 89,317 usuarios en 288 sistemas de riego. La eficiencia general del riego se ha estimado en un 20%.

El riego superficial (tanto por gravedad como por bombeo) representa el 96% del total. De las tierras de regadío, el 47% tiene problemas de drenaje y salinidad. En el país, 13% del área irrigada es abastecida por aguas subterráneas, 54% de tomas de embalses y 33% de tomas directas de ríos y arroyos. 26 de las 32 represas existentes sirven 150,800 hectáreas aptas para riego. Las regiones que presentan mayor estrés hídrico (Yaque del Norte y Yaque del Sur) son también las áreas con mayores sistemas de riego.

Las 32 presas existentes tienen una capacidad total de almacenamiento de 2,191 millones de metros cúbicos. El impacto de la sedimentación en los embalses asciende a una pérdida anual cercana al 1% del volumen total en promedio, según estimaciones del INDRHI. Las regiones con mayor dotación de infraestructura de almacenamiento son, en orden, Yaque del Norte, Yuna-Camú, Yaque del Sur y Ozama-Nizao, en las que también se encuentran las mayores demandas de agua para riego y otros usos.

De las 32 presas existentes, 17 son multipropósito, 5 son exclusivamente para regular caudales para centrales hidroeléctricas, 8 son exclusivamente para riego y 2 son presas de relaves. De las represas multipropósito, 26 sirven a zonas de riego con

un área aproximada de 150,000 hectáreas y 12 sirven a sistemas de agua potable. Se está construyendo una nueva presa multipropósito en la cuenca del Yaque del Sur (presa Monte Grande). Previo a la publicación del documento de Compromiso, se habían identificado tres nuevas presas como proyectos prioritarios: Guayubín, que se encuentra en etapa de evaluación de impacto ambiental (región Yaque del Norte); Guai-güí y Alto Yuna, ambos en la región Yuna, aún se encuentran en etapa de planificación.

Según el Precenso Nacional Agropecuario de 2015, existían 319.676 unidades productivas en el país con una superficie total de 1,88 millones de hectáreas. De este total, 7.214 hectáreas se dedican a la producción agrícola, 562.724 hectáreas a la ganadería, 460.880 hectáreas a la ganadería y producción agrícola y el resto a bosques y plantas ornamentales. Aproximadamente el 80% del valor de la producción agrícola se genera mediante cultivos anuales. Por grupos de cultivos, el 28% de las unidades productivas se dedican a cereales (arroz y maíz), el 24,6% a frutas y frutos secos y el 17,45% a cultivos de bebidas y especias. El arroz se produce principalmente en zonas de regadío y es uno de los responsables del elevado consumo de agua. Otros cultivos de alto consumo, como el aguacate, se han ubicado en zonas de montaña que deberían estar dedicadas a la protección del recurso y de la biodiversidad. El éxito económico y social de los proyectos agrícolas financiados por el Estado no es evaluado de manera independiente, por lo que los aprendizajes no necesariamente se incorporan en nuevos proyectos.

En los últimos años, ha habido algunas inversiones en agricultura climáticamente inteligente apoyadas con fondos de agencias de cooperación internacional y entidades privadas. El gobierno de la República Dominicana está comenzando a incluir conceptos como el aumento de la eficiencia del uso del agua en la agricultura, el aumento de la resiliencia de los cultivos y el seguro indexado en su planificación sectorial. Desde el INTEC consideramos que Las medidas que deben priorizarse para mejorar la resiliencia del sector agrícola y mejorar la eficiencia del agua en la República Dominicana incluyen:

- Protección de áreas productoras de agua con un manejo forestal adecuado.
- El uso de estanques artificiales para almacenar agua para riego y consumo de ganado; esto se está promoviendo como una medida de manejo de la sequía y para mejorar el funcionamiento de los sistemas de riego, evitar pérdidas y facilitar los turnos de riego.

- La extensión de las áreas de regadío a suelos especialmente aptos para cultivos hortícolas.
- Actualizar información sobre las áreas agrícolas dedicadas a la caña de azúcar que no están incluidas en las estadísticas del INDRHI.
- Zonificar el uso de la tierra agrícola, para evitar que sea utilizada para cultivos que no sean apropiados para los suelos y el clima.
- Es necesario incrementar la densidad de los sistemas de drenaje del país (de 200 m / ha a 500 m / ha, según la FAO) para conservar los suelos y evitar su degradación.
- Promover el cambio de tecnología de riego para mejorar sustancialmente la eficiencia del uso del agua.
- Proteger las áreas bajas utilizadas para la producción de arroz en la región de Yuna del aumento del nivel del mar.

AGUA Y ENERGÍA

La hidroelectricidad representa cerca del 13% de la capacidad instalada total para la generación de electricidad (623,3 MW de la capacidad total del sistema de 4.921,0 MW). En general, las fuentes renovables están cerca del 24% de la capacidad instalada, y la eólica, la solar y la biomasa representan el otro 11% (558,2 MW). La participación real en la generación varía según el mes. Los altos costos iniciales, la falta de experiencia local y la falta de infraestructura / políticas de apoyo, se han destacado como las principales barreras para una adopción más rápida de las energías renovables. El gobierno Dominicano anunció el 26 de febrero de 2021 la aprobación de 10 nuevos proyectos por un total de 800 MW de capacidad adicional de energía renovable (principalmente eólica y solar). Las fuentes menos convencionales como las energías de las mareas y las olas, aunque parecerían opciones obvias para una nación insular, no forman parte actualmente de ningún plan público.

El documento de compromiso incluye varios proyectos de grandes presas con fines hidroeléctricos, cuyos impactos ambientales deben ser cuidadosamente evaluados para no caer en los fallos del pasado reciente.

ADAPTACIÓN CLIMÁTICA Y CUENCAS

HIDROGRÁFICAS SOSTENIBLES

República Dominicana es un país particularmente vulnerable al cambio climático. También es un territorio de gran biodiversidad, con 2 áreas clave de biodiversidad insustituibles y el mayor número de sitios prioritarios dentro del hotspot de biodiversidad de las islas del Caribe (CANARI 2019). La isla tiene una riqueza de especies y un endemismo extremadamente altos, y más de 181 especies están catalogadas como amenazadas, principalmente debido a la destrucción del hábitat.

Las prácticas de desarrollo insostenibles han afectado gravemente a los ecosistemas naturales necesarios para la producción de agua y la adaptación al clima. En las cuencas hidrográficas superiores, las prácticas agrícolas insostenibles a menudo conducen a la deforestación, la erosión y la contaminación que, en última instancia, afectan el medio ambiente marino. Las ciudades, que albergan al 80% de la población del país, tienen graves deficiencias en el manejo de aguas residuales y residuos sólidos. La industria del turismo, que es uno de los principales motores económicos de República Dominicana, ha impactado negativamente en grandes porciones de los ecosistemas costeros del país. Las lagunas normativas, la escasa capacidad

de ejecución y las superposiciones institucionales contribuyen a agravar aún más esta situación.

Las soluciones basadas en la naturaleza se han identificado como clave para reducir la vulnerabilidad en el contexto de la adaptación al cambio climático. Sin embargo, están prácticamente ausentes del plan de inversión considerado como parte del Pacto.

[1] INAPA 2016. Diagnóstico para la formulación de la Estrategia Nacional de Saneamiento.

[2] ONE 2020. Encuesta Enhogar.

[3] <https://globalsiasar.org/node/128>

3. CAPACIDAD INSTALADA DEL INTEC PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS Y SERVICIOS QUE SERÁN REQUERIDOS

El Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC) es una institución comprometida con el desarrollo de la sociedad dominicana a través de la ciencia y la tecnología. Desde hace 50 años ha contribuido a la transformación social del país, la promoción continua de la calidad de vida de sus habitantes y la preservación de su patrimonio moral, material y ambiental.

En la actualidad es la única universidad Dominicana que cuenta en su oferta académica con el

nivel doctoral en ciencias ambientales y recursos naturales, con un staff académico de nivel doctoral con experiencia de investigación nacional e internacional en áreas de ingeniería, ciencias ambientales, y sociales y de negocios.

La oferta académica del INTEC, que involucra directamente los complejos retos que supondrá dar cumplimiento a los compromisos del Pacto del Agua, la conforman las siguientes maestrías y doctorados de las áreas de ingeniería, ciencias ambientales, ciencias sociales, y economía y negocios:

- Maestría en Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
- Maestría en Ciencias Ambientales.
- Maestría en Manejo de Recurso Hídricos.
- Maestría en Género y Desarrollo.
- Maestría en Gerencia de Calidad y Productividad.
- Doctorado en Ciencias Ambientales.
- Doctorado en Ciencias Sociales.
- Doctorado en Gestión Energética para el Desarrollo Sostenible.

Las sólidas alianzas con instituciones académicas internacionales de reconocida experiencia, complementan las capacidades instaladas del INTEC para abordar los proyectos de investigación y servicios con los más altos estándares científicos y tecnológicos.

Adicionalmente, el INTEC dispone de la capacidad y experiencia para el desarrollo del diseño y ejecución de programas de formación especialmente elaborados para cubrir demandas particulares de empresas e instituciones sectoriales como mecanismos de transferencia de conocimientos que pueden ser dictados regionalmente, tales como diplomados, cursos y talleres de formación integral:

1. Dirigidos a operadores y supervisores de infraestructura sanitaria:
 - 1.1. Gestión de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable
 - 1.2. Gestión de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales
 - 1.3. Calidad analítica en laboratorios de agua
2. Dirigidos a integrantes de comité técnicos, organizaciones y consejos de cuencas:
 - 2.1. Cambio Climático. Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad

SERVICIOS DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN

INTEC, consciente de las complejas demandas que las ejecuciones que el Pacto del Agua requerirán como estrategias de abordaje en el portafolio de proyectos a ser ejecutados, pone a disposición

de las instituciones del Estado sus recursos técnicos e infraestructura. La participación de las academias en proyectos de investigación, gestión y capacitación, serán imprescindibles para aunar esfuerzos y alcanzar, a corto y mediano plazo, los objetivos y metas que sean planteados a nivel nacional. La incorporación de acciones multisectoriales que contemplen de forma integral las intrincadas complejidades ambientales, sociales y económicas que requieren este tipo de abordajes, pone de manifiesto la necesidad de la participación de los diversos actores de la sociedad.

En este contexto, atendiendo las necesidades que el país requiere para cumplir con los compromisos ineludibles que una adecuada gestión integral del recurso agua demanda y la extraordinaria oportunidad que tiene el país para combinar el conocimiento y experiencia colectiva de los diversos sectores, el INTEC presenta las principales áreas de trabajo e infraestructura de apoyo de la cual dispone para sumarse a la ejecución de los proyectos a ser definidos en el plan de acción.

INTEC cuenta con una relevante infraestructura de centros de gestión, investigación y capacitación a través de los cuales ha desarrollado proyectos de consultoría y servicios gestionados siempre bajo los más estrictos principios de objetividad y el rigor científico, la excelencia académica y el servicio a la sociedad, lo cual le ha permitido posicionarse como un agente nacional de cambios e innovación en áreas directamente relacionados a la gestión ambiental, adaptación al cambio climático, infraestructura sanitaria, estrategias de gobernanza, análisis y gestión socioeconómica; así como en estrategias de formación y capacitación innovadoras dictadas “in house” o dictadas en las sedes nacionales y/o regionales de las diversas instituciones estatales.

- **Centro de Gestión Ambiental:** Dirigido a contribuir al desarrollo nacional del sector ambiental a través de la capacitación, investigación y asesorías a los diferentes sectores productivos y comunitarios, contribuyendo al mejoramiento de la calidad ambiental y de vida de los dominicanos.
- **Centro de Estudios de Género:** Tiene como objetivo estudiar la desigualdad de género, definir perspectivas analíticas y contribuir a políticas que superen las desigualdades. Promover la incorporación de la perspectiva de género en el análisis y el quehacer político y social, en la docencia, investigación y extensión universitarias.

- **Observatorio de Cambio Climático:** Desarrolla herramientas de información climática para ponerlas a disposición de la sociedad para la toma de decisiones. Tiene sede en el INTEC y cuenta con la participación del City College of New York (CCNY) y la Red Ambiental de Universidades Dominicanas (RAUDO)

Adicionalmente, cuenta con capacidad instalada y certificada de múltiples laboratorios de servicios e investigación, entre los cuales se destacan los siguientes directamente relacionados con este tema:

- **Laboratorio de Servicios Analíticos Ambientales:** Dirigido a atender caracterizaciones y estudios el área de calidad de agua, aire y suelo. Los resultados son obtenidos a través de controles de calidad, duplicados de análisis, preparación de estándares y curvas de calibración. Certificado bajo el Sistema de Gestión de Calidad de acuerdo a la Norma ISO 9001:2008.
- **Laboratorio de Genética:** Laboratorio de investigación en genética de población, posee equipamiento molecular para realizar estudios para Identificación de patógenos en productos agrícolas mediante RT-qPCR (incluye semillas, plantas para propagación y ganadería). Comprobación de variedades de plantas agrícolas mediante secuenciación, comprobación de productos OGM mediante qPCR o secuenciación, además de la cuantificación de patógenos en agua mediante RT-qPCR.
- **Laboratorio de Nanotecnología:** Dirigido a las ciencias de los materiales con aplicación en Energía, Contaminación y Nanomateriales Multifuncionales.
- **Laboratorio de Ahorro y Eficiencia Energética:** Dirigido a desarrollar niveles de producción o servicios deseados en los diversos procesos industriales con los estándares de calidad necesarios; con los menores gastos energéticos y con la mínima contaminación ambiental.
- **Laboratorio de Mecánica de Fluidos e Hidráulica:** Laboratorio docente diseñado para realizar prácticas hidrodinámicas e hidrostáticas, a nivel de grado y maestría. Cuenta con equipos de laboratorio de nueva generación (canal de riego, oleaje, cálculo de pérdidas de energía en tuberías lisas y corrugadas, codos válvulas, etc.), así como de 10 computadoras con posibilidades de realizar simulaciones de presas y canales. Además, tiene acceso a programas de computación de hidráulica como EPANET, WMS, entre otros.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El INTEC, desde su fundación, ha desarrollado investigaciones que han coadyuvado al desarrollo nacional, para lo cual ha centrado sus esfuerzos en la formación de recursos humanos investigadores e innovadores, que ha incidido en la transformación y renovación de la sociedad a través de la promoción, generación y difusión del conocimiento.

Por esta razón el INTEC cuenta con un equipo de investigadores que integran la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) con los procesos de enseñanza, reforzando la vinculación Universidad, Empresa-Sociedad. Con el objeto de atender la problemática ambiental, el INTEC han definido las siguientes líneas de investigación dentro de sus Programa Doctoral de Ciencias Ambientales las cuales están relacionadas directamente con los temas a ser abordados en el plan de acción del Pacto del Agua:

TEMÁTICA	TÓPICOS
Gestión ambiental y evaluación de impacto	Análisis y monitoreo ambiental Sistemas integrales de gestión ambiental y de calidad. Gestión ambiental y salud. Evaluaciones de impactos ambientales: dimensiones. social, económica y ambiental. Calidad ambiental y su vínculo ecosistema/bienestar humano. Política ambiental, normas y legislaciones. Educación y promoción ambiental.
Ingeniería Ambiental	Tecnologías para el tratamiento y aprovechamiento de residuales. Tecnologías para la reutilización y la potabilización de agua. Seguridad ambiental. Análisis de la contaminación y pasivos ambientales. Remediación ambiental.

TEMÁTICA**TÓPICOS**

Conservación de especies y de la biodiversidad

Gestión de ecosistemas y áreas protegidas.
Gestión y uso racional de recursos naturales.
Conservación y propagación de especies.
Ecología del paisaje.
Ecología urbana.

Economía ambiental, desarrollo sostenible y bienestar

Economía de recursos naturales.
Ecología humana.
Análisis y valoración de servicios ecosistémicos.
Medio ambiente, desarrollo sostenible y sociedad.

Cambios globales y climáticos

Adaptación al cambio climático.
Mitigación del cambio climático.
Estudios de clima y su impacto en el medio ambiente.
Análisis y gestión de riesgos ambientales.

Actualmente el Programa Doctoral desarrolla las siguientes investigaciones con fondos propios:

TÍTULO**FINANCIADO POR****INVESTIGADOR PRINCIPAL**

Gestión integrada del recurso hídrico en la cuenca del río Nigua: una aproximación a un modelo de empoderamiento local.

INTEC

Casimiro Maldonado Santana (ISFODOSU)

TÍTULO	FINANCIADO POR	INVESTIGADOR PRINCIPAL
Evaluación de la eficiencia de humedales construidos en el tratamiento de aguas residuales en zonas urbanas de República Dominicana	INTEC	Yvelisse Pérez (MIMARENA)

Utilización de un experimento de selección para el análisis de escenarios de producción sostenible de caficultores en la Reserva de Biosfera Jaragua-Bahoruco-Enriquillo	FONDOCYT/ INTEC	Yuri Durán
--	--------------------	------------

Proyectos de investigación ejecutados sobre el tema agua:

TÍTULO	FINANCIADO POR	INVESTIGADOR PRINCIPAL
Formación de complejos de inclusión molecular de clordecona y hexaclorociclohexano como alternativa para la eliminación de pesticidas de aguas contaminadas (CIMPest); CBA-330810-2018-P-1	INTEC	Dr. Ulises Jáuregui Haza

Evaluación de la eficiencia del funcionamiento del humedal “El Dorado”, Jarabacoa	Fondo de Agua Yaque del Norte	Dr. Ulises Jáuregui Haza
---	-------------------------------	--------------------------

TÍTULO	FINANCIADO POR	INVESTIGADOR PRINCIPAL
Determinación de compuestos orgánicos persistentes en agua potable (OrgPerEau)	CAPEs-Universidad de las Antillas (Guadalupe)	Dr. Ulises Jáuregui Haza (Coordinador en RD) Dra. Sarra Gaspard
Evaluación de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas basados en humedales construidos en zonas urbanas de Jarabacoa, República Dominicana. CBA-330810-2020-P-1.	INTEC	Dr. Ulises Jáuregui Haza
Diseño de un biorreactor con membranas sumergidas para el tratamiento de aguas residuales domésticas en un condominio	INTEC	Homero Gratereaux Durán

ARTÍCULOS PUBLICADOS TEMA AGUA (2020-2021)

1. Ulises Jáuregui-Haza, Anthuan Ferino-Pérez, Juan José Gamboa-Carballo, Sarra Gaspard. Guest-host complexes of 1-iodochlordecone and β -1-iodo-pentachlorocyclohexane with cyclodextrins as radiotracers of organochlorine pesticides in polluted water. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 41105–41116, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07862-w>.
2. Yusmel González-Hernández, Isariebel Quesada Peñate, Sylvie Schetrite, Ulises Javier Jáuregui-Haza, Claire Albasi. Utilización de un biorreactor con membranas sumergidas para el tratamiento de aguas residuales procedentes de un hospital oncológico. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 36 (3): 945-956, 2020. <https://doi.org/10.20937/RICA.53855>.

3. Enmanuel Vargas, Yvelisse Pérez, Willian Hernández, Humberto Checo, Daniel García-Cortés, Ulises Jáuregui-Haza. Design and assessment of a domestic wastewater treatment system based on a constructed wetland with subsurface flow in Jarabacoa, Dominican Republic. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management* 8(2), 371-380, 2021.
4. Yusmel González-Hernández, Ulises Javier Jáuregui-Haza. Improved integrated dynamic model for the simulation of submerged membrane bioreactors for urban and hospital wastewater treatment. *Journal of Membrane Science*, 624, 119053, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2021.119053>.
5. Yaset Rodríguez Rodríguez, Elena Regla Rosa Domínguez, Ulises Jáuregui-Haza, Carlos José Boluda, Luis Enrique Rodríguez de Francisco. SARS-COV-2 in wastewater and surface water: how to deal with the problem? *Ciencia y Salud*, 5(1), 19-26, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22206/cysa.2021.v5i1.pp19-26>.

PROPUESTA DE LÍNEAS DE TRABAJO A CARGO DEL INTEC

A continuación se presentan algunas líneas de trabajo en las que el INTEC puede aportar la experiencia acumulada e infraestructura instalada a través de programas de fortalecimiento y capacitación, proyectos de investigación, asesoría y servicios.

ÁREA TEMÁTICA	POSIBLES LÍNEAS DE TRABAJO QUE PUEDE DESARROLLAR EL INTEC
Valoración económica del recurso hídrico	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de valoración de servicios ecosistémicos para pagos por servicios ambientales en las cuencas que abastecen los principales sistemas de aprovechamiento. • Estudios de valoración del costo del servicio de agua para desarrollar tarifas actualizadas al usuario incorporando el pago por servicios ambientales. • Desarrollo de un sistema de monitoreo de programas de pagos por servicios ambientales.

ÁREA TEMÁTICA**POSIBLES LÍNEAS DE TRABAJO QUE PUEDE DESARROLLAR EL INTEC**

Valoración económica del recurso hídrico

- Gestión de información base y estadística representativa sobre la situación social, económica y ambiental de las cuencas.
 - Generación de información de base para medir y monitorear las variables de caudal, sedimentación, lluvia, días de sequía, etc. Para los ríos, arroyos, embalses, etc.
-

Manejo adaptativo de cuencas y cambio climático

- Diseño de un sistema de estaciones de monitoreo y evaluación cuantitativa de las aguas superficiales y subterráneas y sistemas de operación e interpretación de los datos generados.
 - Elaboración de planes de gestión integral de recursos hídricos incorporando el cambio climático.
 - Estudios de modelaje de las cuencas como sistemas dinámicos y activos que requieren respuestas adaptativas ante la variabilidad climática y la presión social sobre los servicios que proveen de los ecosistemas.
 - Evaluación de los estados de conservación y usos actuales de las cuencas.
 - Formulación y evaluaciones de planes de manejo de cuencas hidrográficas.
 - Análisis de los factores de sedimentación y elaboración de modelos matemáticos para proyección en diferentes escenarios.
 - Modelos de lluvia - escorrentía y sedimentación.
 - Estudios de caudales y definición de ubicación y tipo de estaciones de medición.
 - Estudios batimétricos de la situación actual de los embalses.
 - Estudios de biotecnología para el desarrollo de variedades de cultivos menos demandantes de agua.
-

ÁREA TEMÁTICA**POSIBLES LÍNEAS DE TRABAJO QUE PUEDE DESARROLLAR EL INTEC**

Análisis y valoración de la infraestructura hidráulica

- Evaluación del estado de la infraestructura hidráulica instalada en el país para: uso agrícola; aprovechamiento, tratamiento y distribución de agua potable; recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales.
 - Evaluación y adaptación de sistemas de riego existentes y diseño de nuevos sistemas altamente eficientes para reducir la demanda agrícola actual y futura.
 - Estudios de impacto ambiental de proyectos de infraestructura hidráulica.
-

Gobernanza, asumiendo criterio de inclusividad y género

- Elaboración de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas.
 - Elaboración y actualización de planes de manejo de áreas protegidas.
 - Evaluación y propuestas de instrumentos legales existentes.
 - Evaluación socioeconómica de las cuencas hidrográficas, diseño y gestión de programas de liderazgo y empoderamiento de la mujer en la dinámica social, comprometidos con la reducción de las jerarquías basadas en género.
 - Fortalecimiento institucional (regional y local) en la gestión social de las cuencas y la participación de las comunidades, dando particular atención a los criterios de inclusión de género.
-

ÁREA TEMÁTICA

POSIBLES LÍNEAS DE TRABAJO QUE PUEDE DESARROLLAR EL INTEC

Capacitación técnica

- Diplomados, cursos y talleres de formación integral, dirigidos a operadores y supervisores, para:
 - Gestión de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable
 - Gestión de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales
 - Calidad analítica en laboratorios de agua
 - Diplomados, cursos y talleres dirigidos a integrantes de comité técnicos, organizaciones y consejos de cuencas.
-

Educación ambiental
y sensibilización

- Diseño y ejecución de programas de educación ambiental para un uso eficiente del recurso agua.
-