



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Subgerencia Ambiente Investigación y Desarrollo
UEN Investigación y Desarrollo - UEN Gestión Ambiental
Estrategia para el cambio climático

**Bases para un
Plan para la evaluación de la vulnerabilidad para la adaptación al
cambio climático**

Eje2

Preparado por:
Luis Carlos Vargas Fallas

PRESENTACIÓN GENERAL

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados presento en noviembre del 2007 los resultado del análisis de situación relacionado con la atención de los efectos del fenómeno Cambio Climático y las consecuencias pronosticadas. Para lograr medidas y acciones consistentes con esta situación, siguiendo el proceso de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) que lidera el MINAE, se ha revisado el estado de conocimiento nacional al respecto y se ha definido los aspectos que deben ser motivo de alineamiento estratégico para lograr una acción coherente del AyA y ASADAS con esta situación. El papel de rectoría del AyA debe a su vez ser reforzado hacia las otros entes operadores, para asegurar acciones consistentes mancomunadas; que resulten todas alineadas con la necesidad de mitigar las emisiones de gases GEI y con la necesidad apremiante de analizar la vulnerabilidad institucional en el sector, la vulnerabilidad propia del recurso hídrico y asegurar la adopción temprana y correcta de medidas de adaptación al cambio climático.

El reto nacional en materia de agua potable y alcantarillado es desarrollar la ENCC y a su vez mantener los niveles de incremento en la calidad del servicio, aumentar la cobertura y la contribución de sector a la salud y calidad de vida ciudadana; lo que requiere que se logre una gestión mas eficiente y eficaz en el uso de los recursos.

En el proceso de elaboración de la Estrategia Nacional de Cambio Climático del AyA, se identificaron dos ejes centrales: Eje 1. Mitigación GEI y el Eje 2. Vulnerabilidad y cambio climático.

Las acciones del Eje 1 están en proceso. Este documento se refiere específicamente al Eje 2.

Att.

Dirección de Investigación y Desarrollo

1. Organización para elaborar el plan

Para efecto de elaboración del Plan, preparado en noviembre del 2007 por AyA, se propuso el uso de matrices para el eje de cada temática, a partir de la propuesta original elaborada por la Oficina de ENCC del MINAE.

Los ejes originalmente definidos fueron: EJE 1. Mitigación GEI, EJE 2. Vulnerabilidad y Adaptación, EJE 3. Métrica, EJE 4. Desarrollo de Capacidades y Transferencia Tecnológica, EJE 5. Sensibilización y Educación.

Para efecto del desarrollo y propuesta del plan se definieron: los ejes 1 y 2 como ejes centrales y los restantes como ejes complementarios o ejes motores del proceso. El Grupo Consultivo conoció y adoptó la propuesta de la Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico (DGAmb) la que se explica en la gráfica siguiente.⁽¹⁾

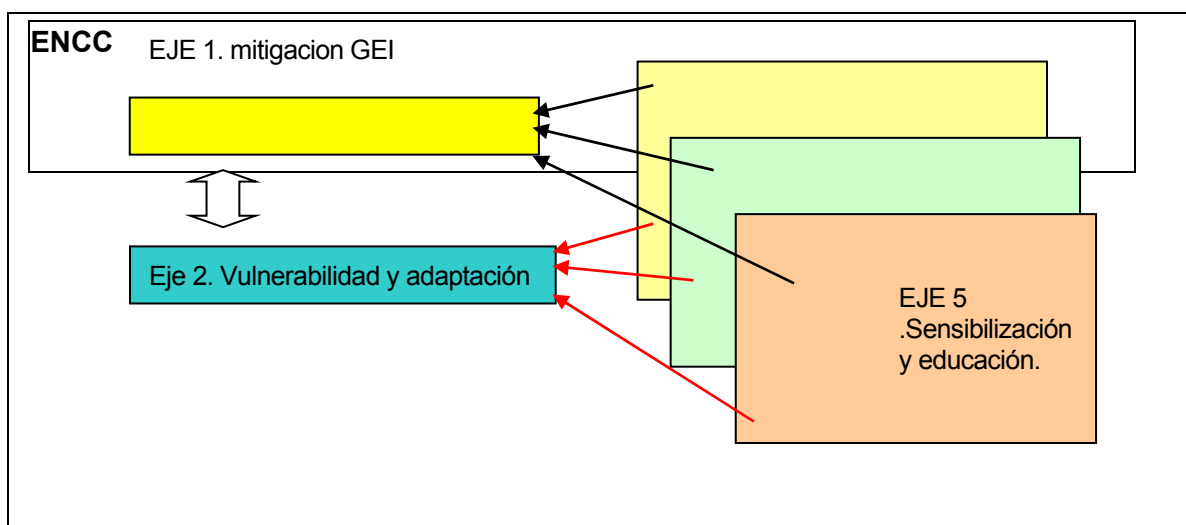


Fig. 1. Esquema para la jerarquización entre los ejes definidos para la ENCC.

Fuente: Elaboración propia del AyA.

¹ Vargas F. Carlos. 2007. Propuesta de elaboración de plan. Jerarquización entre ejes. Coordinador del Proceso Elaboración del PLAN ENCC – AyA. San José Costa Rica

Para lograr el plan, el Grupo de trabajo se asignó a tareas en forma individual o por subgrupos en la temáticas de cada Eje. Se fijaron días y momentos para: recibir información de conferencistas, discusión del proceso, trabajo individual, trabajo de subgrupos (eje sustantivo- eje complementarios 3, 4, 5) y entre ejes (eje sustantivo 1 – eje sustantivo 2)

En el proceso de estructuración del informe del plan , se adaptó en parte al tipo de Informe ejemplificado por la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN, UICN's First Ever Assesment of its Greenhouse Gas Emissions), recomendado por la oficina ENCC de MINAE . (2)

2. Situación en relación con el cambio climático

2.1 Documentación de respaldo

Para conocer el estado de situación se hizo uso del aporte de documentos elaborados por diversas instancias de investigación. Estos se pueden consultar en el documento original elaborado por AyA y en su resumen ejecutivo.

Se hizo uso de la información desarrollada por los equipos de trabajo del Proyecto **FOMENTO DE LA CAPACIDAD PARA LA ETAPA II DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA, MÉXICO Y CUBA.**(3) liderado por IMN-MINAE. Además de información de ámbito mundial respecto a las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)⁴ en la atmósfera, lo que está asociados con actividades que contaminan el ambiente y deterioran la calidad de vida de los humanos y de los seres vivientes del planeta , este efecto se ha multiplicado desde los inicios de la revolución industrial.

Ante esta realidad, la Estrategia Nacional para el Cambio Climático se guía por un precepto amplio y ético de responsabilidad interna (instituciones e individuos) y tomar medidas para adaptarse a lo inevitable. A su vez, como país, tenemos la expectativa de

² Ruiz, S; Musmani. S. 2007. Inventario e informe de gases con efecto invernadero (GEI). Programa piloto para empresas y organizaciones - Versión 2. 9 pag.

³ Proyecto auspiciado por: PNUD, GEF, CATHALAC.

⁴ Gases con Efecto Invernadero: Dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄), Potencial de calentamiento global (21 veces), Óxido nitroso (N₂O), Potencial de calentamiento global (310 veces), Hidrofluorocarbonados (HFC) y Perfluorocarbonados (PFC), Potencial de calentamiento global (1-12.000 veces) , Hexafluoruro de azufre (23,900 veces).

ser líderes de lo posible para que con ese ejemplo se logre fomentar la adopción de una solución global.⁽⁵⁾ (6).

2.2 Efectos del Cambio Climático

Existe una literatura muy amplia sobre los efectos que se atribuyen y sobre lo que se espera en las diversas regiones del planeta y sobre la humanidad; la que puede ser consultada en diversas publicaciones.

La afectación del fenómeno que renueva, limpia y facilita la disponibilidad de agua, conocido como ciclo hidrológico, está y será afectado por este cambio.

La documentación existente, referida a las condiciones, recursos y escenarios sobre Cambio Climático para Costa Rica; consultada para este plan, se han publicado después del año 2000, y la mayoría entre el 2004 y el 2007. En el 2006 , se realiza un estudio (7) que analiza la zona noroccidental de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica respecto al cambio climático y se concluye como necesario elaborar un *PLAN ESTRATÉGICO*. El documento *PLAN ESTRATÉGICO* establece para el sector del recursos hídricos las acciones para esa zona del país.

Uno de los últimos documentos sobre este tema publicado en el país, se denomina: *Adaptación del sistema hídrico de la zona noroccidental de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica al cambio climático - Informe Final* (8).

Figura 2-a . Escenario de cambio de la precipitación anual. 1961-2020
Estación de Aeropuerto Juan Santamaría.

⁵ Ruiz, S; Musmani. S. 2007. Inventario e informe de gases con efecto invernadero (GEI). Programa piloto para empresas y organizaciones - Versión 2. 9 pag.

⁶ Katchan, Irina. 2007. (documentos de conferencia e información personal) 22 de nov. del 2007 . San José Costa Rica.

⁷ Villalobos, R; Campos, M; Retana, J. 2007

⁸ Retana, J; Villalobos, R; Campos, M. 2007. Adaptación del sistema hídrico de la zona noroccidental de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica al cambio climático. Informe final. Proyecto Fomento de las Capacidades para la Etapa - II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba. PNUD-MINAE-IMN. Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica. 49 p.

Fuente: Stolz et al. 2006 - citado por Retana, J; Villalobos, R; Campos, M. 2007. pag 14-15. (9)

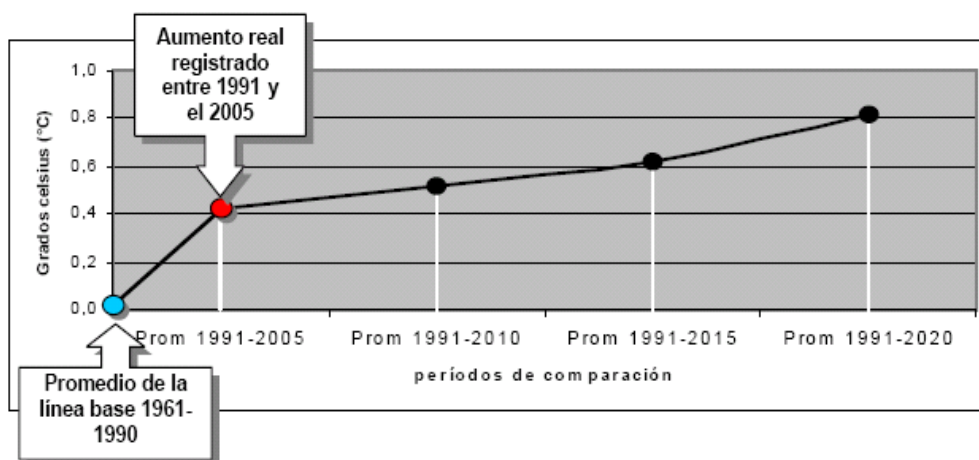


Figura 2-b. Escenario de cambio de temperatura máxima promedio anual. - Estación de Aeropuerto Juan Santamaría.

Fuente: Stolz et al. 2006 – citado por Retana, J; Villalobos, R; Campos, M. 2007. Pag 14-15.

Para el área noroccidental de la Gran Área Metropolitana, el informe citado señala: que respecto a la **amenaza climática futura**, Stolz et al. 2006 (10) indica: “ los modelos usados para simular el clima hacia el 2100, indican que los cambios drásticos atribuibles al calentamiento global se empezarán a experimentar luego del 2030. Antes de esa fecha, se presume un clima similar al que la variabilidad ha modulado en los últimos 30 años. Dado que el horizonte de tiempo de este estudio es el 2020, se utilizaron los resultados de baja escala para reproducir series de tiempo que simularan la variabilidad pasada (tendencias, ciclos, eventos) para proyectarlos hacia el 2020.”

En la figura 2-a, se presenta la tendencia de la variación de la precipitación anual para la estación Aeropuerto Juan Santamaría, representativa de la zona media-baja del área de estudio y su proyección al 2020; el autor, señala que “*ya se registra un déficit de precipitación en los últimos 15 años comparados con el promedio de la línea base (1961-1990).*”

En la figura 2-b se presenta el cambio de la temperatura máxima estimado por el SDSM y relacionado a la tendencia que ya muestran los datos a partir del análisis de

9 Retana, J; Villalobos, R; Campos, M. 2007.

10 , citado por: Retana, J; Villalobos, R; Campos, M. 2007. pags. 14-15.

la línea base (1961-1990) y el período siguiente de 1991 al 2005. Tanto para temperatura como para precipitación, se comparan promedios de períodos que dan un mejor indicio del cambio de clima. La comparación de años puntuales debe analizarse con cuidado ya que ese año en particular puede corresponder con un extremo climático producto de la variabilidad simulada por los modelos.

El autor indica que se espera una disminución de la precipitación aproximada a un 10% en las zonas medias y bajas del área de estudio, acorde con la tendencia observada en la mayor parte de las estaciones meteorológicas de esta zona. ...(..)
“Tal y como ha sido en los últimos 30 años, la probabilidad de que un evento El Niño produzca escenarios secos será del 70%, con variaciones en cuanto al impacto en la lluvia (reducción) y cobertura espacial de los períodos secos. La temperatura máxima tendrá un aumento de 0.8°C. Por otra parte, los modelos presentan un aumento de la precipitación en el Caribe Sur y Caribe Norte, lo cual puede beneficiar las Áreas Silvestres Protegidas de las zonas altas cercanas a los pasos de La Palma y el Desengaño. El componente Caribe será importante en el suministro de agua para el Valle Central, mientras que el componente Pacífico será más débil, aportando menos cantidad de agua para las zonas bajas y medias del área de estudio.” ⁽¹¹⁾

Para otras regiones de Costa Rica, las proyecciones se han realizado utilizando el modelo PRECIS, cuya aplicación se inició este año y se viene utilizando en otros países en la zona que abarca de Chile a México. Este modelo se validó analizando períodos consecutivos en 11 estaciones meteorológicas, alcanzando una precisión en el pronóstico de entre 60 –69% y menos del 49% para Región Huetár Atlántica . Mientras que para el resto del país se alcanzó una precisión de entre 80 y 100%. ⁽¹²⁾.

Los valores obtenidos respecto a pronósticos de lluvia y temperatura por regiones se muestran en las gráficas adjuntas, reproducidas con autorización del autor ⁽¹³⁾ y se resumen en el cuadro 1.

¹¹ Stolz et al. 2006 – citado por Retana, J; Villalobos, R; Campos, M. 2007. Pag 14-15.

¹² Retana, Jose Alberto. 2007. Conferencia : ESTRATEGIA de escenarios clima futuro. San José, Costa Rica.

¹³ Retana, Jose Alberto. 2007. Comunicación personal: ESTRATEGIA de escenarios clima futuro. 23 de noviembre del 2007. San José, Costa Rica.

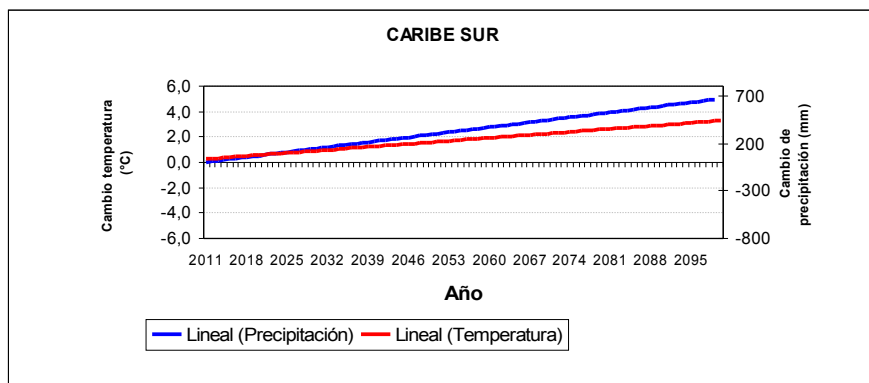
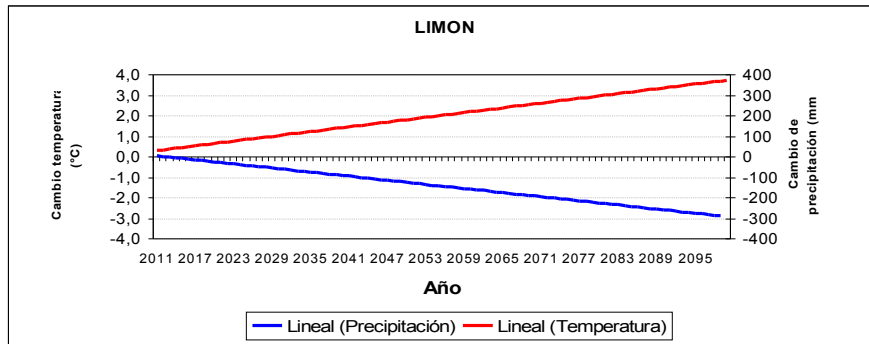


Figura 3 (a). CARIBE CENTRAL – CARIBE SUR – Tendencias de clima futuro para temperatura y precipitación, **Fuente:** Retana, Jose Alberto. 2007. Comunicación personal: ESTRATEGIA de escenarios clima futuro. 23 de noviembre del 2007. San José, Costa Rica.

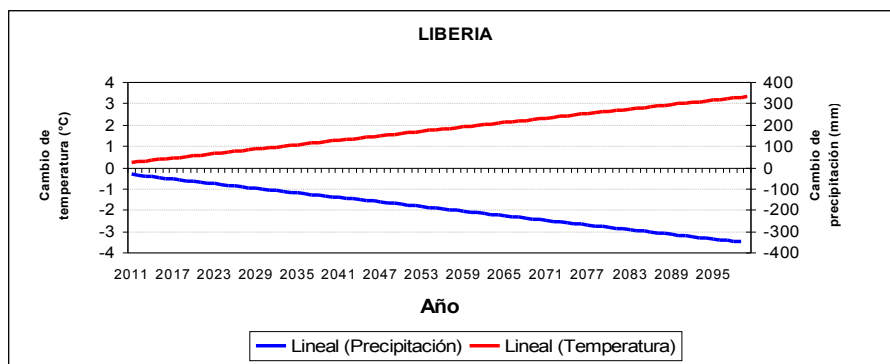


Figura 3 (b). LIBERIA – Tendencias de clima futuro para temperatura y precipitación, **Fuente:** Retana, Jose Alberto. 2007. Comunicación personal: ESTRATEGIA de escenarios clima futuro. 23 de noviembre del 2007. San José, Costa Rica.

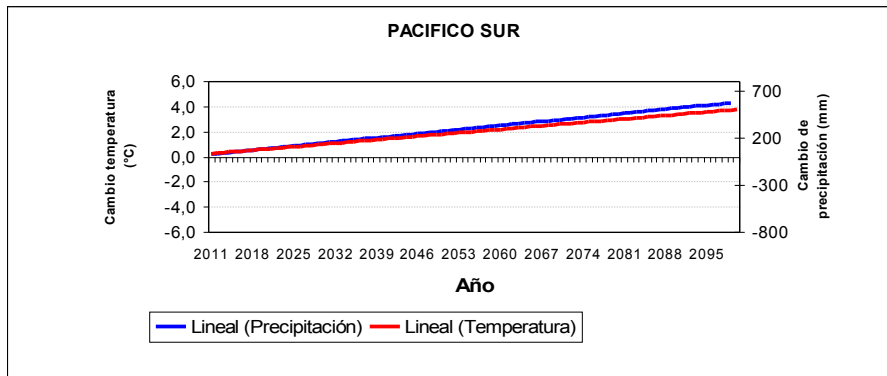


Figura 3 (c). PACIFICO SUR – Tendencias de clima futuro para temperatura y precipitación, **Fuente:** Retana, Jose Alberto. 2007. Comunicación personal: ESTRATEGIA de escenarios clima futuro. 23 de noviembre del 2007. San José, Costa Rica.

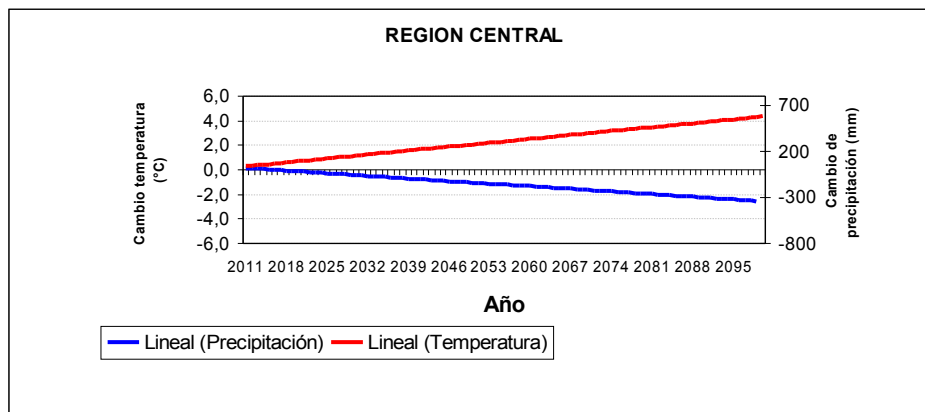


Figura 3 (d). REGION CENTRAL – Tendencias de clima futuro para temperatura y precipitación, **Fuente:** Retana, Jose Alberto. 2007. Comunicación personal: ESTRATEGIA de escenarios clima futuro. 23 de noviembre del 2007. San José, Costa Rica.

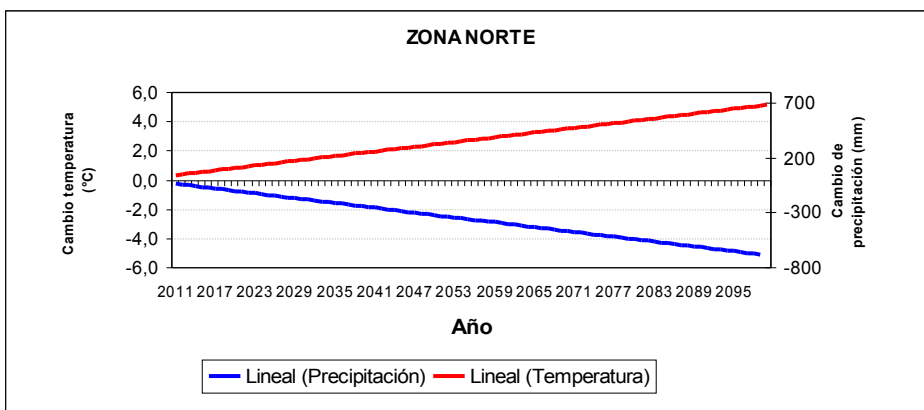


Figura 3 (e). ZONA NORTE – Tendencias de clima futuro para temperatura y precipitación, **fuentes:** Retana, Jose Alberto. 2007. Comunicación personal: ESTRATEGIA de escenarios clima futuro. 23 de noviembre del 2007. San José, Costa Rica.

Cuadro 1. Resumen sobre clima futuro por regiones del país según tendencias determinadas con modelo PRECIS por IMN-MINAE.

Región y período analizado.	Resumen de situación
Metropolitana (zonas medias y bajas) al 2020).	disminución de la precipitación aproximada a un 10% (<i>La temperatura máxima tendrá un aumento de 0.8°C</i>) acorde con tendencia observada en la mayor parte de las estaciones meteorológicas.
Caribe central (Limón) al 2100	disminución de la precipitación aproximada a 280 mm anuales respecto al promedio 1961-1990 (<i>La temperatura tendrá un aumento de 3.51°C aprox, sobre el promedio 1961-1990.</i>)
Caribe sur al 2100	aumento de la precipitación aproximada a 664 mm anuales respecto al promedio 1961-1990 (<i>La temperatura tendrá un aumento de 3,02 °C aprox, sobre el promedio 1961-1990</i>)
Zona Norte al 2100	disminución de la precipitación aproximada a 655 mm anuales respecto al promedio 1961-1990 (<i>La temperatura tendrá un aumento de 4,8 °C aprox, respecto al promedio 1961-1990.</i>)
Liberia al 2100	disminución de la precipitación aproximada a 330 mm anuales respecto al promedio 1961-1990 (<i>La temperatura tendrá un aumento de 3.15°C aprox, sobre el promedio 1961-1990.</i>)
Pacífico Sur al 2100	aumento de la precipitación aproximada a 555 mm anuales respecto al promedio 1961-1990 (<i>La temperatura tendrá un aumento de 3,51 °C aprox, sobre el promedio 1961-1990</i>)
Pacífico Central al 2100	aumento de la precipitación aproximada a 515 mm anuales respecto al promedio 1961-1990 (<i>La temperatura tendrá un aumento de 3,04 °C aprox, sobre el promedio 1961-1990</i>)
Región Central al 2100	disminución de la precipitación aproximada a 318 mm anuales respecto al promedio 1961-1990 (<i>La temperatura tendrá un aumento de 4,05 °C aprox, respecto al promedio 1961-1990.</i>)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Retana, J. 2007. Conferencia : ESTRATEGIA de escenarios clima futuro. San José, Costa Rica. – Retana, Jose Alberto. comunicación personal 23 de nov. del 2007 y 28 de nov del 2007. San José Costa Rica.

3. Métrica para las acciones de la ENCC

3.1 Sobre mitigación GEI

El Grupo Consultivo del AyA, logró desarrollar una línea base cuantitativa respecto al efecto GEI como medio para poder medir el nivel de éxito del plan, que se propuso. Esto se hizo siguiendo la metodología y los documentos guía de la oficina ENCC aportó la información y criterios necesarios.

Los resultados obtenidos en el proceso desarrollado en AyA, apuntan a un orden de prioridad según la magnitud de contribución de las acciones al efecto de Calentamiento Global, según datos de línea base cuyos resultados se muestran en figuras 4-a y 4-b..

A partir de la anterior información se puede concluir que AyA tendría la expectativa de que el balance a 2021 entre emisiones (energía eléctrica de producción, consumo vehicular y energía eléctrica administrativa) y los efectos de sumideros y de mitigación (reforestación y apertura de miniagencias para reducir consumo vehicular de clientes) daría un excedente de **55.253** toneladas de CO₂, que deben ser anuladas para alcanzar la condición de Cneuro, por el AyA.

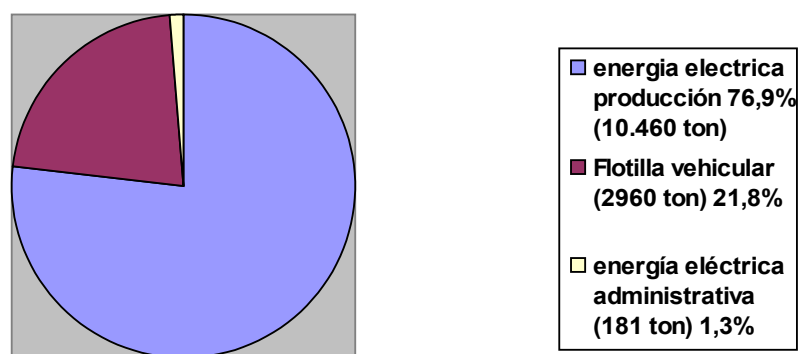


Figura 4-a Ubicación porcentual de emisiones de GEI en toneladas anuales de CO₂ en línea base al año 2006-2007.

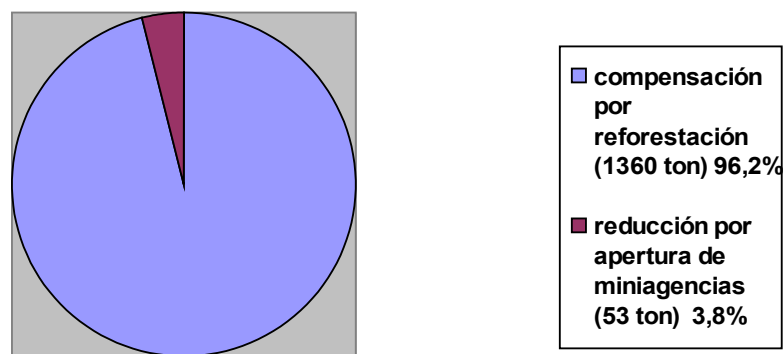


Figura 4-b Efecto sumideros y de medidas de reducción-compensación en toneladas anuales de CO₂ en línea base al año 2006-2007.

3.2 Sobre Vulnerabilidad y adaptación

Si bien AyA viene trabajando con un programa de Gestión de Riesgo y Programas de Gestión Ambiental , de punto de partida el Grupo de Trabajo indica que a la luz de la información analizada en esta jornada de elaboración de la ENCC, debe incorporarse los conceptos de amenaza y vulnerabilidad que serán ocasionados a futuro por el Cambio Climático.

El análisis de la información conocida a la fecha sobre Cambio Climático, más el conocimiento sobre el estado de los recurso hídricos y sobre su administración, permite concluir:

- a) las variaciones climáticas no son homogéneas entre regiones geográficas del país, por lo que es de esperar que los impactos sean muy diferentes, por lo que el abordaje sobre vulnerabilidad y adaptación debe ser regional y a partir de información más precisa.
- b) una adecuada administración del recurso hídrico incrementara la eficacia de medidas y políticas que sean desarrolladas para la ENCC,
- c) la planificación del manejo de cuencas y acuíferos considerando el uso de la tierra como factor relevante para contar con recursos hídricos en ubicación, calidad y cantidad adecuada debe ser parte de la ENCC.

Por tanto se concluye que debe realizarse una evaluación exhaustiva y regional de la vulnerabilidad respecto a las tareas de la institución para luego definir las opciones de adaptación al Cambio Climático.

El **Grupo de trabajo** cotejó sus criterios respecto a las posibles situaciones de riesgo que resultarían de la amenaza que representa este evento y coincide con el planteamiento emanado de los grupos de consulta que elaboraron el PLAN ESTRATÉGICO para el proceso de definición de la Estrategia de Adaptación del sistema hídrico al cambio climático en la zona noroccidental de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica. Proyecto Fomento de las Capacidades para la Etapa - II de Adaptación al Cambio Climático

El cuadro elaborado por las instituciones consultadas se adjunta (ver Cuadro 2) .

El Grupo de trabajo del AyA consideró necesario realizar esta misma tarea de evaluación de vulnerabilidad, para la regiones del país.

Si embargo para AyA (en general para el sector de agua potable y saneamiento) es necesario lograr una métrica adecuada a la escala de las fuentes de de los sistemas de abastecimiento de agua potable, sean actuales o potenciales.

4. Objetivo general del Plan:

El objetivo general elaborado en nov del 2007 es: “Adoptar medidas para contribuir a reducir efecto GEI y para asegurar un análisis de vulnerabilidad que permita la adaptación continua a los efectos de cambio climático en agua potable y alcantarillado sanitario, en sistemas AyA”.

Actualmente se considera necesario ampliar las medidas hacia todo el sector de agua potable y saneamiento.

Cuadro 2. Medidas prioritarias

Medida
Fortalecimiento de las investigaciones que puedan determinar de manera adecuada la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.
Determinación de la disponibilidad del recurso hídrico y su afectación con variaciones en la escorrentía asociadas con los distintos usos de la tierra: Bosque, pastos, cultivos y urbano.
Seguimiento y monitoreo a los indicadores de vulnerabilidad al cambio climático en el área de estudio.
Ampliación del Parque Nacional Braulio Carrillo en la zona de estudio.
Fortalecimiento del programa nacional de pago de servicios ambientales para el recurso hídrico en el área de estudio.
Mapeo y caracterización de las áreas de protección de los ríos Bermúdez, Burío, Pirro y Quebrada Seca.
Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario en el área de estudio.
Incentivos para tratar las aguas residuales y estimular la producción más limpia.
Programa de Apoyo para la implementación del Canon Ambiental por Vertidos (CAV).
Tratamiento de las aguas residuales de lecherías y porquerizas mediante el establecimiento de biofiltros a base de plantas hidrofíticas (biodigestores).
Implementación del Canon de Aprovechamiento.
Usos de la energía solar para tratamiento y purificación de agua.
Planes de Manejo de las Cuencas del área de estudio.
Reparación y mejoramiento continuo de la infraestructura vial.
Mejoramiento de la Infraestructura del Servicio de Agua Potable.
Atención a la población vulnerable

Acceso oportuno a los servicios de salud para la población afectada por los efectos de emergencias hidrometeorológicas.
Mejorar los programas de atención de emergencias hidrometeorológicas a nivel familiar, escolar y comunal.
Programa de información pública y sensibilización sobre la problemática y medidas prácticas para la adaptación al cambio climático.
Promoción de directrices en las entidades del sector público para la adopción de medidas y buenas prácticas para el uso eficaz y eficiente del agua.
Promoción de la producción y comercialización de la agricultura orgánica.

Fuente: Cuadro 7: Medidas priorizadas en Retana, J; Villalobos, R; Campos, M. 2007. Adaptación del sistema hídrico de la zona noroccidental de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica al cambio climático. Informe final. Proyecto Fomento de las Capacidades para la Etapa - II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba. PNUD-MINAE-IMN. Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica. 49 p.

5. Plan del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

Como resultado del proceso de elaboración de la ENCC en el AyA, el Grupo de consulta, analizó la situación y elaboró los documentos necesarios para orientar las acciones que debe ser desarrolladas.

Estas se muestran en los cuadros 3, 4, 5 y 6 siguientes, tomados del informe de nov. del 2007..

5.1 Objetivos propuestos por la organización

Estos objetivos se muestran en los cuadros 3, 4, 5 y 6 siguientes, tomados del informe del AyA de nov. del 2007..

EJE Vulnerabilidad y Adaptación

Reducir la vulnerabilidad de los sistemas de acueductos y alcantarillado, y lograr adaptación para dar sostenibilidad a la prestación de los servicios.

Como ejes de acción:

EJE Métrica

Establecer un sistema de información que permita contar con los datos sobre Mitigación GEI y sobre Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio, para el control (efecto-respuesta) necesario.

EJE Desarrollo de Capacidades y Transferencia Tecnológica

Desarrollar la capacidad para ser prever impactos sobre sistemas de aguas y desarrollar las acciones para evaluar efectos y para adaptarnos.

EJE Sensibilización y Educación

Desarrollar la sensibilización en los funcionarios del AyA sobre el Cambio Climático y el efecto en el recurso y en el servicio; adicionalmente en los usuarios.

5.2 Avances en el Eje Métrica

5.2.1 Ubicación espacial de los derechos de uso de aguas

En marzo del 2007, la Dirección de gestión ambiental concluye y presenta el documento que contiene la totalidad de los DERECHOS DE USO DE LAS AGUAS O SITIOS DE APROVECHAMIENTO POBLACIONAL POR REGIONES OPERATIVAS DEL ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS .

Este documento se tramita al MINAE para efecto de que sea incorporado al registro de concesiones de esa instancia.

La figura 5 muestra esquemáticamente la ubicación de derechos de uso.

**Cuadro 3.
Eje Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático**

ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO EJE Vulnerabilidad y Adaptación	
Plan del: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados	
OBJETIVO DEL EJE DE LA ENCC	<p>Ser un país que a través de la <u>identificación rigurosa</u> de los sectores vulnerables, la aplicación de medidas de adaptación, logre reducir los efectos adversos del cambio climático.</p> <p>Abastecimiento de agua potable para consumo humano.</p>
Objetivo propuesto por la Organización	Reducir la vulnerabilidad de los sistemas de acueductos y alcantarillado, para dar sostenibilidad a la prestación de los servicios.

Causa abordada	Acción Estratégica	Destinatario Sector ó Área a intervenir	Meta propuesta	Período de ejecución	Responsable (s)	Indicador verificable
Reducción de disponibilidad de agua.	Bajar consumo doméstico per cápita.	Usuarios domiciliarios y AyA	A definir	2008-2021	AyA	Consumo mensual por servicio domiciliario
Reducción de disponibilidad de agua.	Reutilización de aguas residuales	AyA Empresas costeras	Las aguas residuales deben tratarse. Emitir normativa para el desarrollo de sistemas de tratamiento.	2008-2021	DEP Investigación y desarrollo.	Porcentaje del agua abastecida que es reutilizada
Reducción de disponibilidad de agua.	Promover el uso de embalses de agua para abastecimiento.	AyA	Identificar los posibles sitios de ubicación de embalses	2015	DEP Planificación	Estudios de identificación.
Reducción de disponibilidad de agua.	Reducir el porcentaje de agua no contabilizada	AyA	Reducir 10 puntos	2011	DAP Regiones Comerciales	Indicador de agua no contabilizada

Insumos / Sinergias	Responsable	Ejecución Al 2007.
Política (especificar): 1. Todo servicio de agua potable debe ser medido. 2. Todo medidor de agua se sustituye cuando tenga 7 años o 3000 m3 acumulados. 3. Investigación y desarrollo de nuevas tecnologías. 4. Todo sistema de producción debe ser medido. 5. Aumentar las inversiones en sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales	Junta Directiva Direcciones Respectivas	Todas en fase de ejecución
Programa (especificar): 1. programa de uso racional de agua 2. program de uso de dispositivos de bajo consumo 3. programa de reducción del agua no contabilizada 4. construcción de sistemas de alcantarillado sanitario. 5. programa de identificación de sitios de construcción de embalses.	Junta Directiva Direcciones Respectivas	Todas en fase de ejecución excepto el 5 esta en estudio básico.
Proyecto (especificar): 6. micro medición 7. macro medición 8. reducción de presiones en las redes de distribución 9. cartera de proyecto en alcantarillado sanitario	Junta Directiva Direcciones Respectivas	Todas en fase de ejecución, excepto el 8 que debe implementar.

Cuadro 4.

Eje Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático

ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO	
EJE Métrica	
Plan del: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados	
OBJETIVO DEL EJE EN LA ENCC	Ser un país que tiene un sistema de métrica preciso y confiable.
Objetivo propuesto por la Organización	Establecer un sistema de información que permita contar con los datos sobre Mitigación GEI y sobre Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio, para la métrica necesaria.

Causa abordada	Acción Estratégica	Destinatario Sector ó Área a intervenir	Meta propuesta	Período de ejecución	Responsable (s)	Indicador verificable
Ausencia de datos y método de cálculo para respaldar los programas.	Construir un sistema de información respecto a GEI y cálculo respecto a impacto de cambio del clima sobre disponibilidad del agua.	AyA	100% de información es manejada en el sistema.	2008 - 2010	Junta Directiva Gerencia	sistema funcionando.

Insumos / Sinergias	Responsable	Ejecución
Política (especificar): ya indicadas respecto a ENCC.	Junta Directiva del AyA. MINAE	No a la fecha
Programa (especificar): Programa Gestión de Riesgo / es ventajoso incorporar Cambio Climático en el trabajo que lleva adelante el AyA.		
Proyecto (especificar): no está.		

Cuadro 5.

Eje Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático

ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO	
EJE Desarrollo de Capacidades y Transferencia Tecnológica	
Plan del: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados/ para el	
OBJETIVO DEL EJE DE LA ENCC	Ser un país con capacidades para la aplicación operativa de políticas de mitigación y de adaptación al cambio climático.
Objetivo propuesto por la Organización	Desarrollar la capacidad para ser prever impactos sobre sistemas de aguas y desarrollar las acciones para evaluar efectos y para adaptarnos.

Causa abordada	Acción Estratégica	Destinatario Sector ó Área a intervenir	Meta propuesta	Período de ejecución	Responsable (s)	Indicador verificable
Adaptación de los sistemas a las nuevas condiciones	Migrar de proyecto de uso intensivo de electricidad en bombeo a proyectos por gravedad.	AyA	El 100% de los proyectos se somete al análisis de alternativas por gravedad para reducir consumo energético.	2008-2021	DEP	Porcentaje del agua producida que requiere de bombeo
Reducción de disponibilidad de agua.	Estudiar la tecnología de desalinización	AyA	Conformar un grupo de técnicos que estudien la utilización de esta tecnología	2008-2011	Investigación y desarrollo	Estudio de factibilidad
Control de explotación de agua subterráneas	Organizar la explotación de uso del agua subterránea con base a un balance hídrico.	AyA Desarrolladores Usuarios del agua subterránea	100% los acuíferos cuentan con un balance hídrico	2008-2020	MINAE	Porcentaje de acuíferos que cuentan con balance hídrico.

Insumos / Sinergias	Responsable¹⁴	Ejecución AI 2007
Política (especificar): ya indicadas para ENCC.	Junta Directiva del AyA. MINAE	No a la fecha
Programa (especificar): Abastecimiento GAM-San José	DEP	Negociaciones
Proyecto (especificar): Plan Maestro de Abastecimiento de Agua Potable de la GAM-San José al 2050.	DEP	Por licitar.

¹⁴ Especificar si es una Institución Pública, un Centro Académico, una Organización No Gubernamental, otra empresa privada.

Cuadro 6
Eje Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático

ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO	
EJE Sensibilización y Educación	
Plan del: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados	
OBJETIVO DEL EJE DE LA ENCC	Ser un país que a través de procesos de sensibilización y educación involucre a la sociedad en el proceso de toma y ejecución de decisiones relacionadas con el cambio climático.
Objetivo propuesto por la Organización	Desarrollar la sensibilización en los funcionarios del AyA sobre el Cambio Climático y el efecto en el recurso y en el servicio; adicionalmente en los usuarios.

Causa abordada	Acción Estratégica	Destinatario Sector ó Área a intervenir	Meta propuesta	Período de ejecución	Responsable (s)	Indicador verificable
Falta de conocimiento	Capacitación específica	Todo el personal	Incluir el tema de calentamiento global y de vulnerabilidad y adaptación al cambio; como eje común de los programas de capacitación	2007-2021	Dep. Desarrollo del Capital Humano	Número de funcionarios capacitados
Desperdicio de agua y electricidad	Campaña informativa	Todo el personal	elaboración de 1afiche 1 ventana informativa por mes 2 calcomanías por año 2 mensajes en los recibos por año	2008-2021	Gerencia. Comunicación Institucional	Avance de la campaña
Reducción de bosques	Publicación informativa	Usuarios de AyA	1 folleto	2008 al 2021	Comunicación Institucional	Folleto publicado y distribuido.

Insumos / Sinergias	Responsable¹⁵	Ejecución
Política (especificar): definidas para la ENCC	Junta Directiva MINAE	Enunciadas
Programa (especificar): de educación ambiental en ejecución que deben ajustarse.	Direcciones respectivas	En ejecución.
Proyecto (especificar): de educación ambiental en ejecución en Regiones, que deben ajustarse.	Direcciones respectivas	En ejecución.
Otras Acciones: Interactuar con MINAE – Ministerio de Educación.	Direcciones respectivas	En ejecución.

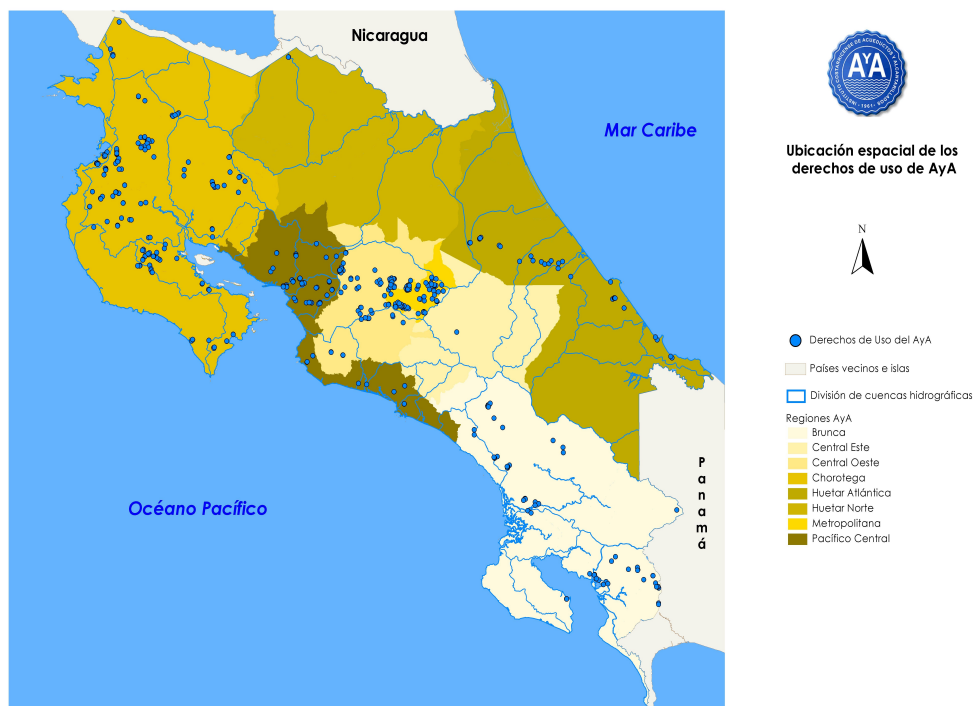


Figura 5. Esquema de ubicación espacial de derechos de uso de las aguas en sistemas AyA al 2007. Fuente: Laboratorio SIG de la Dirección de Manejo de Cuencas - UEN Gestión Ambiental del AyA.

5.2.2 Proyectos para desarrollo de una métrica

Para crear una métrica adecuada como parte de la ENCC, se requiere desarrollar dos Programas complementarios:

- PROGRAMA Mejoramiento en la generación del dato de caudales, cuyos costos y actividades se muestran en el Cuadro 7 y en el Anexo 1.
- PROGRAMA Reconstrucción y ampliación de la red meteorológica, cuyos costos y actividades se muestran en el Cuadro 8 y en el Anexo 2.

Asegurando la coincidencia con los sitios donde se aprovechan las aguas actualmente y a futuro, con base en la información que se mantiene en el AyA (Laboratorio SIG – Departamento de manejo de cuencas - Dirección de Gestión Ambiental), las que se muestran en forma esquemática en la figura 5.

**Cuadro 7. PROGRAMA Mejoramiento en la generación del dato de caudales.
(actividades y costos)**

PROGRAMAS Y RECURSOS NECESARIOS O EXISTENTES.	Aporte del AyA PRESUPUESTO ORDINARIO (48 meses) Millones de colones del 2008 al 2012.	Aporte del AyA NO PRESUPUESTAD O (48 meses) Millones de colones del 2008 al 2012	Aporte necesario (48 meses) Millones de colones 2008- 2012	Total Millones de colones
1. Programa Nacional de Aforos en Derechos de Uso de la Aguas y en alternativas de abastecimiento.	400,0	---	---	1.529
2. Programa desarrollo del SIG regional	96,8	---	---	
3. Consultorías en ejecución en Sistemas de Información geográfica y bases de datos.	80,0	---	---	
4. Acondicionamiento de obras en 15 sitios seleccionados para estaciones fluviográficas. Incluye casetas de protección y andarivel para aforo.	---	675,0	---	
5. Equipamiento estaciones fluviográficas mediante: sensores ópticos, sensores de aire, registradores de datos de nivel, paneles solares, descargadores de información, computadores portátiles.	---	---	90,0	
6. Contratación de especialistas y asistentes – equipamiento de estaciones de medición.	---	---	187,2	
	576,8	675,0	277,2	

Fuente: Anexo 1

Cuadro 8 . PROGRAMA Reconstrucción y ampliación de la red meteorológica (actividades y costos)

PROGRAMAS Y RECURSOS NECESARIOS O EXISTENTES.	Aporte del AyA PRESUPUESTO ORDINARIO (48 meses) Millones de colones del 2008 al 2012.	Aporte del AyA NO PRESUPUESTADO (48 meses) Millones de colones del 2008 al 2012	Aporte necesario (48 meses) Millones de colones 2008- 2012	Tota (Millones de colones)
1. Planilla de Lectores de Pluviógrafos y otros costos operativos.	41,2	----	----	241,2
2. Equipamiento mediante presupuesto ordinario	50,0	----	----	
3. Consultorías en depuración y rediseño de bases de datos.	20	----	----	
4. Acondicionamiento de 10 estaciones existentes y nuevas por año.	----	23	----	
5. Equipamiento estaciones de registro digital de datos horarios de lluvia , datos horarios de temperatura, suplidor de energía mediante paneles solares, descargadores de información, computadores portátiles.	----	----	85,0	
6. Contratación de especialistas y asistentes .	----	----	22	
	111,2	23	107	

Fuente: Anexo 2

El primer programa busca actualizar las 14 estaciones de operación manual que se tienen en operación actualmente y que se muestran en el Cuadro 9.

El Programa de Reconstrucción y ampliación de la red meteorológicas (cuyas actividades y costos se muestra en cuadro 8) se está desarrollando actualmente mediante:

- a) Desarrollo de manuales de instalación del equipo en forma consulta con IMN.
- b) Construcción de 4 estaciones de lluvia-temperatura-radiación solar-viento.(Subcuenca del Río Jorco- Negro – Tarbaca- Chirracá – Tabarcia)
- c) Planeamiento para instalar un total de 20 estaciones adicionales desde la zona anterior hacia el Pacífico seco y para mejoramiento de las estaciones manuales existentes . (ver cuadro 9).

Se espera concluir esta primera etapa en la Cuenca Jorco, para continuar en todo el país, con el mejoramiento de estaciones.

El Programa Mejoramiento en la generación del dato de caudales, debe ser analizado para lograr integrar las tareas que se vienen realizando de acuerdo a los Derechos de Uso de las Aguas (ya levantados y tramitados al MINAET):

Integrando programas en la Subgerencia de Ambiente Investigación y Desarrollo

1. Programa Nacional de Aforos en Derechos de Uso de la Aguas y en alternativas de abastecimiento.
2. Programa desarrollo del SIG regional
3. Consultorías en ejecución en Sistemas de Información geográfica y bases de datos.
4. Programas de investigación en modelos de flujo de agua aplicados a bases de datos de caudales en registros de información discreta.

Cuadro 9 . Características de las estaciones pluviográficas del AyA activas a la fecha

Nombre	Codigo	Provincia	Cuenca	Latitud	Longitud	Elevacion	Año	Lat	Long
ABROJO	100-069	Puntarenas	TERRABA	83753	825235	912	1988	68650	515834
AGUAS ZARCAS	083-008	Limón	BANANO	95345	830700	69	1991	208524	513242
B AIRE		Puntarenas	TERRABA			478	2008		
BIRRI	084-079	Heredia	Grande de Tárcoles	100353	840806	1400	1973	226,8	521,5
C.CORTEZ		Puntarenas	TERRABA			46	2008	508690	107952
CAÑO NEGRO	000-001	Limón	BANA-NITO	94907	830239	50	1995	200187	513939
CASCAJAL	084-067	San José	TÁRCO-LES	100026	835736	1854	1971	219026	503945
CEDRAL		San José	Cande-laria	198864	502007	1288	2008	198860	502007
C. Neily		Puntarenas	TERRABA	289800	579550	63	2008	289800	579550
CORRALI LLO	084-069	San José	TÁRCO-LES	95719	835608	2140	1971	215,65	544,05
GOLFITO		Puntarenas	Golfo			28	2008	552020	289200
GUTIERREZ BRAWM		Puntarenas	TERRABA			1287	2008	515856	100824
LA BOMBA	083-010	Limón	BANANO	95521	830313	17	1991	0	0
LA PALMA	084-068	San José	TÁRCO-LES	100210	835932	1460	1971	0	0
MATINILLA	084-082	San José	TÁRCO-LES	95352	841033	1240	1973	208,1	517,7
PALMI-CHAL	088-014	San José	PARRITA	95018	841203	1160	1973	202,3	514,5
QUITIRRI-SI	088-015	San José	PARRITA	205279	501	1103	2008	205279	500,719
RIO POTRERO	072-126	Guanacaste	PENINSULA DE NICOYA	100800	832538	90	1986	0	0
RIO QUEBRADAS	098-086	San José	TERRABA	92515	834203	890	1986	0	0
SAMA	083-006	Limón	Bananito	95011	830435	59	1993	202935	513698
SANTA CECILIA	084-070B	Heredia	TARCO-LES	223634	503398	1480	2007	223634	503398
TARBACA		San José	CANDE-LARIA	200780	522900	1900	2008	0	0

Todos los puntos pueden ser recolectados por los funcionarios de Estudios Básicos.

Fuente: Administración de Base de Datos – Dirección de Estudios Básicos. UEN Gestión Ambiental.

6. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático

Como parte de la iniciativa rectoría del MINAET, se trabaja por subsectores la elaboración de un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. En este AyA participa por medio de la Subgerencia de Ambiente-Investigación y Desarrollo.

El Grupo de Recurso Hídrico está constituido por representantes del ICE, AyA, SENARA, MINAET y CNFL y es coordinado por la Vice Ministra de Calidad Ambiental y Agua del MINAET.

El Grupo de trabajo ha elaborado documentos base de discusión de los cuales podemos destacar:

Marco conceptual:

- Contar con una plataforma de información y de acción integrada,
- Actuar en el corto plazo con visión de largo plazo
- Lograr una temprana participación social activa

Escenarios de afectación de Cambio Climático:

- Aumentar la escala de información mediante una grilla de 25x25 km en el modelo PRECIS para contar con escenarios más precisos.
- Realizar estimaciones correlacionadas histórica y geográficamente.

Ejes fundamentales

Actualmente se discute un documento respecto a los ejes fundamentales como base para elaborar un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Vulnerabilidad.

Es en este marco interinstitucional donde se debe potenciar las iniciativas institucionales particulares a las potestades y tareas sectoriales.