

PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL

República Dominicana
2012

Plan Hidrológico Nacional
República Dominicana



Instituto Nacional de
Recursos Hidráulicos

Av. Jiménez Moya, Centro de los Héroes,
Santo Domingo, República Dominicana, 10101.
Teléfono: (809)532-3271
Fax: (809)534-5913
E-mail: direccion@indrhi.gov.do
Apartado postal: 1407

Diseño
Rafael Ant. Núñez Ovalles

Arte final
Stefanie Cedano

Diseño de cubierta
Rafael Ant. Núñez Ovalles

Impresión

editora
αΩ
alfa y omega

Editora Alfa y Omega
Calle José Contreras No. 69, Zona Universitaria
Santo Domingo, República Dominicana
Tels. (809)532-5577/78
E-mail: alpha.omega@codetel.net.do

ISBN

Impreso en República Dominicana
Printed in Dominican Republic
Agosto 2012



Dr. Leonel Fernández Reyna

Presidente Constitucional
de la República Dominicana

Período 2008 - 2012

INDICE

PRESENTACIÓN.....	10
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	13
1.1 Introducción.....	13
1.2 Antecedentes de la planificación del Sector Agua en República Dominicana.....	14
1.3 Planificación y el ordenamiento hídrico.....	16
1.4 Objetivos del estudio.....	17
1.5 Alcance.....	19
1.6 Unidades de planificación	20
CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DE LAS REGIONES HIDROGRÁFICAS	23
2.1 El Concepto de Cuenca Hidrográfica e Hidrografía Nacional	23
2.2 Geomorfología de las cuencas	33
2.3 Características pedológicas.....	34
2.3.1 Clasificación de los suelos	34
2.3.2 Capacidad productiva de los suelos	38
2.3.3 Degradación de los suelos.....	40
2.4 Características de la vegetación	42
2.5 Zonas productoras de agua y potencial de escurrimiento	44
2.5.1 Zonas productoras de agua	46
2.5.2 Potencial de escurrimiento	48
2.6 Referencias	52
CAPÍTULO 3: CLIMA.....	54
3.1 Indicadores y variables climáticas.....	54
3.2 Distribución de la temperatura.....	55
3.2.1 Distribución temporal y espacial de la temperatura.....	55
3.2.2 Distribución de la temperatura por región hidrográfica	57
3.2.3 Temperaturas extremas.....	62
3.3 Distribución de otras variables climáticas.....	62
3.3.1 Horas de sol.....	62
3.3.2 Humedad relativa	65
3.3.3 Velocidad del viento	65
3.3.4 Nubosidad	72
3.3.5 Presión atmosférica	77
3.3.6 Evaporación	77
3.3.7 Radiación solar	82
3.4 Distribución multianual de la precipitación	84
3.4.1 Distribución temporal y espacial de la precipitación	85
3.4.2 Distribución de la precipitación por región hidrográfica	88
3.4.3 Precipitaciones extremas.....	94
3.4.4 Análisis de precipitación.....	97

3.5 Fenómenos meteorológicos que afectan la República Dominicana.....	100
3.5.1 Fenómenos de verano	100
3.5.2 Fenómenos de invierno	100
3.5.3 Otros fenómenos.....	100
3.6 Clasificación climatológica de la República Dominicana.....	101
3.6.1 Clasificación de Holdridge.....	101
3.6.2 Otras clasificaciones	102
3.7 Referencias	105
CAPÍTULO 4: DISPONIBILIDAD DE AGUA.....	106
4.1 Información disponible	106
4.2 Disponibilidad de agua superficial	107
4.2.1 Metodología	108
4.2.2 Disponibilidad según análisis estadístico	108
4.2.3 Diagramas topológicos	108
4.3 Disponibilidad de aguas subterráneas.....	116
4.3.1 Información disponible.....	116
4.4 Capacidad de almacenamiento en embalses	123
4.4.1 Información disponible	124
4.5 Re-Useo de agua.....	125
4.5.1 Metodología utilizada.....	125
4.6 Demanda proyectada	126
4.6.1 Interpretación de resultados	128
CAPÍTULO 5: DEMANDA DE AGUA.....	147
5.1 Usos del agua.....	147
5.2 Demanda de agua potable.....	148
5.2.1 Proyección de población.....	149
5.2.2 Dotación o consumo de agua.....	152
5.2.3 Estimación demanda agua potable (domestica)	155
5.3 Demanda de agua comercial, industrial y municipal.....	157
5.3.1 Dotaciones y consumo de agua para comercio, industrias y municipios.....	157
5.3.2 Estimación de la demanda de agua para uso industrial.....	158
5.4 Requerimientos de agua conservación ambiental.....	162
5.4.1 Aspectos conceptuales.....	163
5.4.2 Métodos para determinar el caudal ecológico	164
5.4.3 Demanda de agua ecológica proyectada	165
5.5 Requerimiento de agua para riego.....	165
5.5.1 Situación actual de los Distritos y Zonas de Riego.....	168
5.5.2 Áreas actuales bajo riego	169
5.5.3 Eficiencia de los sistemas de riego	171
5.5.4 Aspectos metodológicos	176
5.5.5 Requerimientos de agua para riego	180
5.6 Demanda de agua para turismo	180

5.6.1 El turismo en la República Dominicana	180
5.6.2 Estructura y servicios de los establecimientos turísticos	182
5.6.3 Aspectos metodológicos	185
5.6.4 Estimaciones de la demanda de agua para el turismo	187
5.7 Requerimientos demanda de agua para la actividad pecuaria.....	192
5.7.1 Producción animal y la demanda de agua	192
5.7.2 Estadísticas disponibles sector agropecuario.....	193
5.7.3 Estimación de la demanda de agua para distintos tipos de ganado.....	196
5.8 Resumen general de la demanda de agua	198
5.9 Referencias	201
CAPÍTULO 6: EL BALANCE HÍDRICO.....	203
6.1 Antecedentes en la realización de los balances hídricos.....	203
6.2 Tipos de balances hídricos y fuentes de datos.....	204
6.3 Balance hídrico climático	207
6.3.1 Estimación de la lluvia.....	208
6.3.2 Estimación de la evapotranspiración	209
6.3.3 Superposición de los mapas de P y ETP.....	211
6.4 Simulación hidrológica.....	212
6.4.1 Modelo de Pittman	213
6.4.2 Procedimientos del modelo de Pittman.....	215
6.4.3 Resultados simulación	217
6.5 Contraste entre disponibilidad y demanda de agua.....	220
6.6 Indicadores hídricos y caracterización de las regiones hidrográficas.....	222
6.6.1 Disponibilidad hídrica per cápita.....	222
6.6.2 Tensión hídrica	223
6.6.3 Índice de escasez o grado de presión sobre los recursos hídricos	224
6.7 Conclusiones.....	229
CAPÍTULO 7: CALIDAD DE AGUAS.....	233
7.1 Cuenca Yaque del Norte.....	234
7.2 Cuenca Ozama Isabela.....	247
7.3 Cuenca Yaque del sur.....	254
7.4 Cuenca del Yuna.....	261
7.5 Red de agua subterránea	267
7.6 Observaciones puntuales.....	271
7.7 Referencias	273
CAPÍTULO 8: FENÓMENOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS.....	275
8.1 Introducción.....	275
8.2 Antecedentes.....	275
8.3 Desastres meteorológicos.....	276
8.3.1 Huracanes	276
8.3.2 Inundaciones	279

8.3.3 Sequías	284
8.3.4 Pérdidas, impactos y efectos.....	289
8.4 Desastres naturales y el ENSO.....	291
8.4.1 El ENSO.....	291
8.4.2 Origen e historia del ENSO.....	291
8.4.3 El Niño y sus efectos.....	292
8.4.4 La Niña y sus efectos	295
8.4.5 Situación actual del ENSO	297
8.5 Otros desastres naturales	300
8.5.1 Marea roja	300
8.5.2 Epidemias	301
8.6 Gestión de riesgos	303
8.6.1 Zonas vulnerables	304
8.6.2 Comité de Operación de emergencia	310
8.6.3 Red de alerta hidrometeorológica	316
8.6.4 Programa de prevención	320
8.7 Conclusiones y recomendaciones.....	325
8.8 Referencias	328
CAPÍTULO 9: INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA	330
9.1 Obras de almacenamiento y regulación	330
9.1.1 Clasificación presas y distribución por propósito y región.....	330
9.1.2 Grandes presas del país.....	334
9.1.3 Medianas y pequeñas presas para riego.....	343
9.1.4 Centrales hidroeléctricas.....	345
9.1.5 Evolución de la capacidad de almacenamiento	347
9.2 Agua potable	352
9.2.1 Acueductos	352
9.2.2 Plantas de tratamiento de agua potable.....	353
9.2.3 Plantas de tratamiento de aguas residuales	354
9.3 Sector riego	354
9.3.1 Antecedentes	354
9.3.2 Los distritos de riego.....	355
9.3.3 Los sistemas de riego	359
9.3.4 Lagunas naturales y artificiales	366
9.3.5 Sistemas de drenaje	367
9.3.6 Sistemas de riego por bombeo.....	368
9.3.7 Zonas potencialmente regables	370
9.3.8 Perspectivas y desafíos.....	376
9.4 Referencias bibliográficas	377
CAPÍTULO 10: ESTRATEGIA Y OBJETIVOS DE DESARROLLO	379
10.1 Introducción.....	379
10.1.1 Objetivos del PHN	379

10.1.2 Enfoque de Inversión	380
10.1.3 Análisis financiero	381
10.2 Proceso de planificación estratégica.....	382
10.2.1 Participación comunitaria.....	383
10.2.2 Resultados de los talleres.....	384
10.2.3 Fuerzas condicionantes de la estrategia.....	386
10.2.4 Planes de gestión	387
10.3 Plan de gestión de los sistemas de riego.....	389
10.3.1 Situación actual y justificación	389
10.3.2 Objetivos específicos.....	391
10.4 Plan manejo integrado de cuencas.....	398
10.4.1 Sub plan manejo cuenca	398
10.4.2 Sub plan mejoramiento calidad de las aguas	406
10.4.3 Sub plan manejo del saneamiento urbano	420
10.5 Fortalecimiento institucional y marco legal	436
10.5.1 Situación actual y justificación	436
10.5.2 Objetivos específicos.....	440
10.6 Plan déficit hídrico	446
10.6.1 Situación actual.....	446
10.6.2 Objetivos específicos.....	449
10.6.3 Sub plan Disponibilidad de agua potable.....	456
CAPÍTULO 11: CALENDARIO DE INVERSIONES	474
11.1 Proyectos grandes presas y embalses	475
11.2 Proyectos sub sector APS.....	480
11.3 Proyectos sub sector Medio Ambiente	480
11.4 Proyectos sub sector Riego.....	484
11.5 Proyectos fortalecimiento institucional	485
11.6 Resumen del calendario de inversiones.....	487

PRÓLOGO

La problemática del agua y los pronósticos de escasez a la que están y se verán sometidos muchos países en no más de dos décadas, y el desalentador escenario proyectado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), con la mitad de la población mundial para el año 2050 viviendo en países y en condiciones de estrés hídrico, hacen que el sector agua merezca una priorización adecuada en la estrategia, la política y los planes de desarrollo de las naciones. La relevancia política que tiene el tema del agua crece a medida que se confirman el panorama de presión por el agua o se plantean escenarios futuros, que incluyen amenazas latentes como los posibles efectos del cambio climático, que tienen el potencial de agravar los pronósticos ya conocidos.

El tema del agua ha sido un punto central en la celebración de la Conferencia de las Naciones Unidas en Mar del Plata (1977), la Conferencia Internacional sobre Agua y Desarrollo Sostenible en Dublín (1992), la Conferencia Internacional del Agua y Desarrollo Sostenible en París (1998), en los seis Foros Mundiales del Agua cada tres años, a partir de 1997 (Maruecos, La Haya, Tokyo – Kyoto, México, Estambul, Marsella), en las celebraciones anuales de la Semana Internacional del Agua en Estocolmo (desde 1991), la Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas (2000), y que el agua haya tenido un espacio importante en la agenda de las Conferencias de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible en Río de Janeiro (1992 y 2012) y Johannesburgo (2002).

El reconocimiento y la notoriedad del agua en el plano internacional también es clara al considerar las declaraciones de La Haya sobre Seguridad del Agua (2000), y de los propios Objetivos de Desarrollo del Milenio. Un posicionamiento relevante del tema es además evidente al repasar que la década de 1980 a 1990 fue declarada como el “Decenio Internacional del Agua Potable y el Saneamiento Ambiental” (1980 a 1990), el que la ONU haya declarado el año 2003 como el “Año Internacional del Agua Dulce”, y la década de 2005 a 2015 como la Década de la Acción “Agua por la Vida”.

La República Dominicana ha participado en estos foros y conferencias y ha sido signataria de estas declaraciones, siendo compromisaria de alcanzar metas relacionadas con el servicio de agua y la gestión de los recursos hídricos. El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI) entiende necesario que el agua reciba cada vez más un mayor espacio en la agenda política y en los planes de desarrollo y presupuestos de inversión del país, y para ello se entiende que es esencial disponer de un plan.

En la República Dominicana se dispone, en valores promedios, de suficiente agua para cubrir las necesidades básicas y la requerida para sustentar las principales actividades económicas del país. No obstante, el escurrimiento no es estable a lo largo del año, y en ocasiones se presentan ciclos de estiajes muy bajos en períodos multianuales, y por supuesto la disponibilidad de agua no es uniforme en todas las cuencas hidrográficas del país.

Las variaciones estacionales, las demandas de agua y las características climáticas - hídricas propias de cada región, nos hacen ver que ya hay cuencas en nuestro país en las cuales la demanda de agua se aproxima vertiginosamente a la disponibilidad. El crecimiento de la población, con el consecuente incremento exponencial de la demanda de agua, y el hecho de que los núcleos poblacionales de mayor magnitud no están asentados necesariamente en las zonas y regiones de mayor disponibilidad de agua, generan presiones. Por otro lado, en zonas de mayor abundancia de recursos hídricos, puede existir una “escasez económica” de agua, porque no existe la infraestructura apropiada para captar, conducir, tratar el agua y distribuirla a los usuarios, y las restricciones financieras impiden que las soluciones técnicas puedan implementarse.

La población aspira y merece disponer de servicios confiables de agua. Los agricultores procuran obtener agua para regar o “mojar” sus parcelas y asegurar sus cosechas. La crisis de energía y la alta dependencia de hidrocarburos hacen razonable que se priorice elevar la capacidad de generación de fuentes hídricas, que proporcionan energía más limpia y más “barata”. Los episodios de inundaciones que exponen la vulnerabilidad en que vive parte de la población asentada en zonas de riesgo, se constituyen en un llamado a emprender acciones y obras para controlar y mitigar los efectos de las inundaciones. Las situaciones inversas que se presentan con las sequías estacionales, crean escasez que preocupa a todos los sectores de usuarios del agua y motivan la racionalidad y a veces sacrificios involuntarios en el consumo de agua.

Estos sectores y las diversas problemáticas del agua deben ser atendidas de manera equilibrada, con suficiente conocimiento sobre la disponibilidad y la demanda de agua, y de las magnitudes y frecuencias de los fenómenos hidro-meteorológicos extremos que generan déficits o excesos de agua. De igual modo, debe planificarse cuáles pasos y acciones han de ser ejecutados para satisfacer la demanda de agua de la población actual y futura, y apoyar el crecimiento social y económico de la nación manera sustentable. Concebir un plan para la gestión integrada de los recursos hídricos que facilite la caracterización del agua en el país y que identifique y dimensione la variada problemática del agua y la búsqueda de soluciones a la misma, ha sido una aspiración técnica y político – institucional de largo plazo.

En este contexto, consideramos oportuno dar a conocer los resultados del ejercicio de planificación hídrica más amplio que se haya realizado en el país, en términos de alcance geográfico y de integralidad de las temáticas hídricas analizadas en el Plan Hidrológico Nacional. Este Plan fue formulado con la asistencia financiera del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio del Gobierno de España, que facilitó la asistencia técnica, mediante una consultoría para el “Estudio de Viabilidad para el Plan Hidrológico Nacional de la República Dominicana”, llevada a cabo durante los años 2007 a 2009, recibándose los reportes del mismo en el 2010. Posteriormente el INDRHI revisó esos documentos, particularmente en cuanto a las estimaciones de la demanda de agua y el balance hídrico, haciendo los ajustes que se entendieron pertinentes para comprender cuál es la situación del agua en el país y las proyecciones de escenarios futuros.

El propósito de este estudio, emprendido bajo las instrucciones del Presidente de la República, Dr. Leonel Fernández, fue desarrollar una propuesta para la optimización del uso y gerenciamiento de los recursos hídricos nacionales, revelando cuál es la situación del agua en la República Dominicana, identificando acciones prioritarias y definiendo un plan de acción para solucionar los problemas vigentes en torno a la cantidad y la calidad del agua, así como prevenir futuras complicaciones en este sector, procurando realizar un aprovechamiento racional y sostenible de los recursos hídricos del país. En este Plan se plantean acciones para un desarrollo de largo alcance, definiendo los indicadores y medios necesarios un seguimiento permanente y una revisión de sus objetivos en el mediano término.

La documentación del Plan Hidrológico Nacional fue consultada por el Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo al momento de formularse la END, por lo que este plan a la escala del sector agua, que incorpora acciones y metas de salud e higiene, de conservación ambiental y de apoyo al desarrollo productivo – económico, se articula con esa estrategia a escala de nación.

En este documento se resumen los resultados del Plan Hidrológico Nacional, principalmente los productos de las fases de diagnóstico y de priorización de los objetivos y las acciones a desarrollar.

Al poner esta publicación en manos de los ciudadanos, de las organizaciones representativas de las comunidades, de las instituciones públicas, de la comunidad académica, de los gremios profesionales, de las organizaciones internacionales, de los comunicadores y del público interesado, cumplimos con un objetivo trascendental de nuestra política de publicaciones y de divulgación de información sobre el agua. Esta política tiene por objetivo diseminar de la manera más amplia posible las informaciones técnicas sobre el agua, a fin de informar a la sociedad y concientizar la ciudadanía nacional, como primer paso para habilitarla a contribuir de manera consciente y organizada en la gestión del agua.

Francisco T. Rodríguez
Director Ejecutivo del INDRHI

CAPÍTULO

1

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1 INTRODUCCIÓN

Satisfacer los requerimientos de agua para el abastecimiento a una creciente población, para la producción de alimentos, la generación de energía, la industria y otras actividades económicas, manteniendo a la vez condiciones de disponibilidad y calidad de los recursos hídricos y preservando la biodiversidad, es una prioridad y un desafío de primer orden para la República Dominicana.

El aporte del agua a la salud y las necesidades de higiene han sido reconocidos como compromiso clave del Gobierno, lo que se ha traducido en inversiones y gestión de recursos económicos para mejorar los sistemas de abastecimiento existentes, suministrar agua a las comunidades que no disponen de acceso al agua, así como de lograr niveles satisfactorios de saneamiento, factores que hacen del agua un elemento imperativo de la política social. La contribución del agua a múltiples actividades económicas, en términos de los parámetros económicos de aportes a la producción nacional, la capacidad de generación de empleos directos e indirectos, hacen que el agua sea un elemento catalizador en la industria y de dinamismo y superación social y económica de las poblaciones, particularmente para los habitantes de las zonas rurales.

Factores que escapan al control humano como la variabilidad climática del país, provocan tanto condiciones de escasez en las precipitaciones, así como de lluvias extremas. Las sequías son una verdadera amenaza a la producción agrícola. Los episodios frecuentes de crecidas e inundaciones en un país que está en la ruta de los huracanes, provocan serias pérdidas de vida, daños a las propiedades y la infraestructura social (acueductos, red vial) y generan pérdidas en la producción agrícola e industrial y un desaceleramiento de la economía. Tanto los daños como las pérdidas se acentúan cuando por la intervención humana descontrolada y no planificada, la población se asienta en zonas de riesgo, exponiéndose al peligro y aumento de su vulnerabilidad.

Otros aspectos como el uso inadecuado del suelo, la deforestación y la erosión en las cuencas hidrográficas, la sedimentación de los embalses que prematuramente alcanzan condiciones próximas a la vida útil proyectada, la creciente demanda y la baja eficiencia de los sistemas de abastecimiento a la población y de los sistemas de riego, la conducta de desperdicio de agua y la contaminación de las fuentes de agua, degradan los recursos hídricos y su potencial de aprovechamiento, limitando a la vez los beneficios que se pueden derivar de la infraestructura hidráulica existente.

De no introducirse mejoras para superar las insuficiencias del marco legal e institucional actual muchas de estas situaciones mantendrán su tendencia a empeorar y la gran presión social de poblaciones sin acceso al agua o de poblados y ciudades que demandan mejoras en los servicios de agua, en un contexto de crecimiento urbano desorganizado, no podrán ser atendidas.

El presente informe contiene una descripción de la situación del agua en la República Dominicana, lineamientos sobre políticas para un aprovechamiento más racional de los recursos hídricos y una propuesta de estrategias. El conjunto de estrategias y acciones que se plantean tienen por propósito revertir las tendencias de uso no optimizado de los recursos hídricos y la infraestructura hidráulica, fomentando la planificación de las cuencas hidrográficas y la optimización de las inversiones para satisfacer las demandas de agua de los distintos sectores de usuarios, teniendo en cuenta la disponibilidad del recurso y su preservación para lograr la sustentabilidad en la explotación de estos recursos.

1.2 ANTECEDENTES DE LA PLANIFICACIÓN DEL SECTOR AGUA EN REPÚBLICA DOMINICANA

En el pasado reciente los recursos hídricos de la República Dominicana han sido el objeto de una variedad de prácticas de investigación relacionadas con la evaluación y planificación. Varios de estos esfuerzos en el país han tenido como vocación realizar una o varias de las siguientes tareas respecto a los recursos hídricos nacionales: la evaluación y/o la planificación y el reordenamiento y/o la modernización del sector Agua.

La primera iniciativa en este orden fue el Plan de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas (PLANIACAS), en 1978, el cual incluía en su repertorio de aspiraciones no sólo la evaluación de los recursos hídricos subterráneos sino también la planificación y la optimización de su administración.

El segundo esfuerzo de envergadura nacional lo fue el Plan Nacional de Ordenamiento de los Recursos Hídricos (PNORHI), estudio que fue patrocinado por la Organización de Estados Americanos (OEA) en el año 1994, el cual procuraba fundamentalmente conocer el estado del recurso agua, analizar la organización institucional y división administrativa por regiones para la gestión del patrimonio hídrico nacional, e identificar propuestas de solución y desarrollo de este sector. Este plan no pudo cubrir todos sus objetivos propuestos y terminó realizándose solamente lo relativo al diagnóstico de la situación del agua.

Sin embargo, el INDRHI, al igual que otras dependencias estatales como el Instituto Nacional

de Agua Potable y Alcantarillado (INAPA), el Ministerio de Agricultura (MA), el el Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (MEPyD), contando con el concurso de la asistencia técnica de diferentes organismos internacionales (BID, OEA, Banco Mundial, y organismos de cooperación bilateral o internacional de diferentes países), han llevado a cabo en años recientes una serie de importantes y diversos estudios y actividades de planificación de alguna manera ligada a los recursos hídricos nacionales. Entre ellos se encuentran, planes maestros de cuencas, estudios de control de inundaciones, estudios hidrogeológicos a escala regional, proyectos y programas relativos a la administración comunitaria, profesional y participativa por parte de los usuarios del sistema de riego (juntas y asociaciones de regantes), así como diagnósticos y evaluaciones sectoriales. Dentro de estos, los más importantes que cabe señalar y cuya documentación se encuentra disponible para consulta son:

Diagnósticos y planes de desarrollo regional y sectorial:

1. Diagnóstico y Planes que han enfocado actividades de un sector en particular.
2. Plan Maestro de Desarrollo Agrícola y Rural de la Cuenca del Río Yaque del Sur (1999).
3. Estudio de Análisis Sectorial Sector Agua Potable y Saneamiento (2001).
4. Estudio de Reorientación del Sub-sector riego y el Sistema de Programación de inversiones (2002).
5. Estudio de recuperación de costos en los sistemas de riego (2004).
6. Estudios sobre Organismos de Cuencas en la República Dominicana (2004).

Estudios hidrológicos de balance hídrico - diagnósticos

Estudios en los que se ha realizado un balance hídrico con objetivos de conocer la relación entre disponibilidad y demanda de agua:

1. Estudio Hidrogeológico Nacional - Fase I – (2000).
2. Estudio Hidrogeológico Nacional – Fase II – (2005).
3. Plan de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas, PLANIACAS (1978).

Propuestas de reformas y modernización del Sector Agua:

1. Propuesta de Reforma del Sector Agua Potable y Saneamiento (2000).
2. Propuesta de Ley para la Reforma del Sector Agua Potable y Saneamiento (2001)
3. Proyecto de Ley de Aguas (2003).
4. Estudio del Marco legal e Institucional para el Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en la República Dominicana (2003).

Estudios específicos de cuencas

1. Estudio de Control de Inundaciones de la Cuenca del Río Yaque del Sur (2000).
2. Estudio de Control de Inundaciones del Río Yaque del Norte (2003).
3. Estudio de Vulnerabilidad de las Presas (2004).
4. Formulación Programa de Manejo de Cuencas y Zonas Costeras (2007).

Algunas de estas experiencias de estudios, diagnósticos y planificación anteriormente citadas parecen haber tenido las siguientes fallas:

1. Carencia de una visión integral del problema de los recursos hídricos del país, que tome en cuenta todos los aspectos, sectores y actores relacionados con la producción, consumo y gestión de los recursos hídricos nacionales.
2. Falta de enlace o integración de los planes sectoriales a lo interno del sector agua y de los otros sectores en los planes de desarrollo nacional.
3. Implementación incipiente o escasa de los planes y de las recomendaciones o resultados de diagnósticos, y pobre asimilación y aprovechamiento de esos resultados en sucesivos esfuerzos de planificación.
4. Déficit de planificación y continuidad institucional de las políticas de agua en el país, debido a los ciclos políticos administrativos en la gestión gubernamental.

1.3 PLANIFICACIÓN Y EL ORDENAMIENTO HÍDRICO

Durante los años 2007 a 2009 con el aporte financiero del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España, por medio de la Subdirección General de Fomento Financiero de la Internacionalización, se llevó a cabo una cooperación técnica para realizar el “Estudio de Viabilidad para el Plan Hidrológico Nacional de la República Dominicana”. El propósito de este estudio fue la optimización del uso y gerencia de los recursos hídricos nacionales, inspirado en experiencias como la del Plan Hidrológico Nacional (PHN) de España, con miras a formular un plan maestro para nuestro país, con los criterios, las prioridades, las metodologías y la priorización, a partir de lo cual se pretende realizar un aprovechamiento y sostenible de los recursos hídricos del país. Esta actividad fue realizada mediante la contratación de la empresa consultora española GRUSAMAR, seleccionada a través de un proceso de licitación y contratada por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI).

Un Plan Hidrológico Nacional, que en otros países recibe el nombre de Plan Nacional Hidráulico (México), o Plan Nacional de Recursos Hídricos (Brasil), es un instrumento de ordenación y reequilibrio hídrico orientado al uso sostenible del agua y la recuperación medioambiental del dominio público y entorno afectado. Se debe orientar a corregir los problemas de dotación existentes, tanto para el abastecimiento a la población como para diversas actividades económicas, y a eliminar el problema de degradación del dominio público hidráulico y sobreexplotación de acuíferos.

Un Plan Hidrológico o Plan de Recursos Hídricos típico permite:

- Establecer una ordenación de usos de agua en el ámbito de una cuenca hidrográfica para un periodo de tiempo determinado (su horizonte temporal proyecta escenarios futuros de 10 y 20 años, estando previstas revisiones periódicas en plazos no superiores a 8 años);
- Definir las líneas maestras para usos y aprovechamientos del agua.
- Fijar las grandes orientaciones, directrices y prioridades para una gestión global y equilibrada del recurso;
- Establecer un ordenamiento de usos que se deriva de las diferentes planificaciones sectoriales (usos urbano, agricultura, ganadería, usos industriales, entre otros) que el plan considera y a las que da servicio;

- Buscar un equilibrio global que module intereses contrapuestos, e introducir racionalidad en la gestión del recurso, preservando los sistemas naturales;
- Priorizar y garantizar las inversiones de los proyectos.

Un plan de aprovechamiento de recursos hídricos a escala nacional está ideado como una medida a corto plazo, para un desarrollo de largo alcance, definiendo los indicadores y medios necesarios; una fiscalización permanente y una revisión de objetivos en el mediano término. Para llevar a cabo la concepción, elaboración y planificación de un plan como este, se debe diseñar y ejecutar un proceso preparativo del Plan Hidrológico Nacional, cuya primera tarea es de diagnosticar la situación de la gestión de agua para el contexto nacional y formular los requerimientos de implementación del mismo. Dicho proceso preparativo contiene diferentes etapas: Diagnósticos nacionales y sectoriales, definición de carteras de acciones de respuestas a necesidades y potencialidades, ordenadas conforme a un esquema organizacional y financiero, que facilite en el contexto legal e institucional del país, el logro de las metas y objetivos planteados.

Para la República Dominicana se ha concebido, que el desarrollo de un plan nacional de aprovechamiento de los recursos hídricos debe de estar dirigido a disponer de un instrumento para la gestión del agua que procure identificar áreas que merecen de intervención prioritaria y determinar las actuaciones necesarias que aporten a la racionalización y aprovechamiento sustentable del agua. Al disponer de un plan para el aprovechamiento racional de los recursos hídricos, el país se encamina a modernizar la gestión del agua y superar las decisiones tomadas en algunos proyectos del plano sectorial, sin visualizar la perspectiva global de una cuenca ni atender los intereses múltiples de los distintos usuarios del agua.

Esta actividad de planificación fue llevada a cabo diagnosticando primero los problemas y luego identificando las posibles soluciones en el contexto de las cuencas hidrográficas, para prevenir problemas que afecten o amenacen el crecimiento social y económico de nuestra nación. El objetivo general de esta publicación es compartir de manera resumida los resultados de esa planificación para revelar la situación de los recursos hídricos de la República Dominicana.

1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Este estudio revela la situación del agua en la República Dominicana, identifica acciones prioritarias y define un plan de acción para solucionar los problemas vigentes en torno a la cantidad y la calidad del agua, así como prevenir futuras complicaciones en este sector.

Dentro de estos objetivos a nivel general, podemos mencionar:

- Diagnosticar la situación del agua en el país.
- Identificar las principales acciones requeridas para mejorar su uso y manejo.
- Definir un plan de acción para solucionar los problemas relacionados con el recurso agua en la República Dominicana.
- Satisfacer las demandas de agua en cantidad y calidad, actuales y futuras, mediante el aprovechamiento racional de los recursos hídricos, técnicos, humanos y económicos.

- Contribuir al desarrollo nacional y sectorial, tomando las cuencas hidrográficas como unidad de planificación.
- Implementar una gestión eficiente del recurso agua que aproveche las innovaciones técnicas para conseguir el incremento de su disponibilidad mediante la racionalidad de su uso.
- Proteger el medio ambiente y conservar los recursos naturales, para garantizar la calidad de las fuentes de agua y la estabilidad de los regímenes de escurrimiento superficial del agua y la recarga de los acuíferos.

Los objetivos específicos del estudio son:

Los *términos de referencia* del estudio instruyen de la siguiente manera los objetivos específicos perseguidos en esta fase de preparación:

- a) Estimar y proyectar demandas en todos los sectores usuarios del agua, contrastadas con una cuantificación de la disponibilidad de los recursos hídricos por cuencas.
- b) Identificar las posibles medidas y acciones prioritarias para atender la creciente demanda de agua y aliviar la tensión hídrica vigente en algunas cuencas del país mediante análisis y consultas apropiados.
- c) Armonizar los diversos planes de desarrollo en los sectores sociales y productivos con las previsiones correspondientes al uso del agua y su potencial para disponer de un marco integrador de las políticas y estrategias en base al uso sustentable de los recursos hídricos.
- d) Proponer acciones y proyectos prioritarios que aporten a la solución de las necesidades y problemas identificados para satisfacerlos, optimizando el grado de aprovechamiento del agua para sustentar los planes de crecimiento social y económico.
- e) Cuantificar los recursos económicos requeridos para implementar las acciones y proyectos prioritarios, identificando las opciones financieras y las posibles fuentes de financiación, proponiendo además un conjunto de actuaciones y medidas institucionales coadyuvantes para hacer frente a metas de desarrollo y eficiencia en el aprovechamiento de los recursos hídricos.

Para llevar a cabo los objetivos específicos durante el proceso preparativo del plan, se definieron las siguientes cuatro fases de estudios y consultas:

1. Etapa de diagnóstico y pronóstico sobre la realidad actual de los recursos hídricos en el país y las proyecciones estimadas para el futuro.
2. Etapa de análisis y planificación sectorial y regional de los recursos hídricos. Esta sección incluye la participación de consultas con los diferentes actores (regionales y sectoriales, sector público y sector privado) relacionados.
3. En base a las realidades identificadas y expuestas en las dos precedentes fases, le sigue la etapa de formulación de soluciones posibles de desarrollo sostenible y de alcances

nacionales, sectoriales y regionales.

4. Etapa de estudio de viabilidad económica y financiera de las propuestas sugeridas.

En la fase de diagnóstico se han estimado las demandas de agua actuales y futuras para todos los sectores sociales y productivos de manera regionalizada, se han cuantificado los recursos hídricos disponibles por cuencas hidrográficas, con el fin de determinar los balances hídricos correspondientes en diferentes años horizontes e identificar zonas de déficit actual y pronosticar posibles consecuencias en el sector agua con sus correspondientes implicaciones sociales y económicas.

El presente documento contiene los resultados del estudio de diagnóstico sobre las realidades del agua en República Dominicana y abarca los aspectos de disponibilidad, demandas, aspectos institucionales y sectoriales, aspectos económicos y de medioambiente relacionadas con los recursos hídricos en el país. Contempla además, la fase de planificación y priorización de inversiones. Con los resultados de este estudio se espera contar con un marco orientador para la toma de decisiones sobre las acciones prioritarias para solucionar los problemas del agua en la República Dominicana.”

1.5 ALCANCE

Se consideran como alcance del estudio las siguientes actividades y tareas:

a. Análisis de documentación y antecedentes:

Recopilar, revisar y analizar la información disponible, incluyendo informes de otros proyectos, informes nacionales, diagnósticos y estudios ya realizados, para efectuar un análisis crítico de lecciones aprendidas de proyectos realizados en el área de desarrollo de sistemas de riego, proyectos de presas, planes de desarrollo de cuencas o regiones, estudios sobre manejo de cuencas y gestión ambiental.

b. Diagnóstico:

Balance Hídrico, fenómenos extremos, gestión de riesgos, análisis del marco legal, revisión del esquema institucional, aspectos económicos y ambientales.

- Análisis y diagnóstico de la organización administrativa hidráulicas del país.
- Identificación de sistemas actuales de explotación de recursos hídricos.
- Estimación cuantitativa y cualitativa y distribución temporal de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.
- Identificación de recursos hídricos disponibles para cada uno de los sistemas de explotación existentes en diferentes años horizonte.
- Cuantificación de usos y demandas de agua existentes previstos para cada año horizonte.
- Balances hídricos para cada año horizonte en las diferentes cuencas hidrográficas y en las distintas regiones hidrográficas del país.

- Actividades y criterios previstos para resolver los problemas creados por las precipitaciones extraordinarias, huracanes, tormentas tropicales, así como en la lucha contra las inundaciones.
- Propuesta general sobre calidad necesaria para cada uso y ordenación de vertidos de aguas residuales.

c. Planes sectoriales:

Formulación de metas e indicadores generales para definir planes sectoriales indicativos por sector de usuario.

- Recomendaciones sobre orden de preferencia y criterios de prioridad entre los distintos usos, tanto actuales como los que sean previsibles de modificación de acuerdo con la nueva propuesta de Ley de Aguas.
- Influencia sobre las necesidades y evolución de la disponibilidad de recursos hídricos de los planes existentes relativos al suministro a la población, el regadío, recursos forestales, hidro-energéticos y de conservación de ecosistemas.

d. Identificación de soluciones:

Definición de proyectos, cartera de proyectos por cuenca, región.

- Infraestructuras básicas, para aguas superficiales y subterráneas, que hayan de incluirse en el Plan Nacional, para cada uno de los años horizontes establecidos.
- Medidas organizacionales de fortalecimiento institucional, normatividad, control y regulación.

e. Análisis económico y financiero:

Valoraciones sobre viabilidad de proyectos, programación de inversiones y propuesta de mecanismos de financiación.

- Estimación de cuantía de las inversiones necesarias.
- Programa anual priorizado de ejecución para la incorporación de infraestructura y actividades – legales, normativas, organizativas, etc.
- Identificación de los procedimientos de financiación para cada proyecto, o grupo de proyectos (entre varias fuentes, incluyendo inversión privada).

1.6 UNIDADES DE PLANIFICACIÓN

Los eventos hidrológicos tiene su manifestación natural en la cuenca, que es definida por un territorio con ocupación de suelos que incluyen actividades sociales y productivas, y que tiene una dinámica social y económica propia, a veces no bien sustentada en el potencial de recursos naturales que disponen, incluyendo el agua, y otras veces carentes de medios estructurales y esquemas institucionales apropiados para aprovechar esos recursos. Aunque no siempre es posible aspirar al ideal de una proporcionalidad entre los recursos hídricos disponibles en la propia cuenca con sus necesidades de agua, no deja de ser cierto que el intento de conciliación

en esta ecuación, aunque contando con recursos externos a la cuenca, debe ser satisfactorio. Es responsable aconsejar que no se puede indefinidamente permitir crecer la demanda de agua sin un sustento natural seguro a largo plazo que pueda proveer el soporte adecuado para las actividades e inversiones en la cuenca.

La cuenca es la unidad de planificación ideal para la gestión del agua. La red hídrica superficial y la abundancia y calidad del recurso agua en una cuenca, es un reflejo de muchos otros procesos naturales y antrópicos, por lo que al medir la cantidad y calidad de agua en una cuenca, se puede determinar el nivel de desarrollo que se puede sustentar en esa cuenca.

Es de rigor hacer una advertencia importante sobre los recursos hídricos subterráneos en cuanto a su dominio espacial y su ciclo, que es distinto al de la hidrología superficial. Los límites y la configuración del contorno de un acuífero pueden no coincidir con el de la cuenca hidrográfica. Del mismo modo debe señalarse que los tiempos de escurrimiento y flujo del agua subterránea y sus períodos de recurrencia, son de orden distinto, más prolongados que los del escurrimiento superficial. No obstante, la gran interrelación entre el agua superficial y el agua subterránea es innegable y hacen, por lo tanto, recomendable administrar estos recursos de manera conjunta.

La gestión moderna de los recursos hídricos, requiere de instrumentos para la toma de decisiones en la asignación de los volúmenes de agua que se destinarán a los distintos usos en una cuenca hidrográfica y las previsiones de reservas apropiadas para el crecimiento social y económico de las comunidades y entes productivos en dicha cuenca. Existen herramientas y mecanismos empleados en la administración del agua, como: el sistema de licencia para el uso del agua, el sistema de vigilancia y control, así como los planes de educación sobre el agua y los planes de cuencas. Estos últimos se elaboran para definir qué hacer, quién debe hacerlo y con cuáles recursos se ejecutarán las acciones para el mejor aprovechamiento de los recursos hídricos de la cuenca. El conjunto de planes de cuencas de un país, elaborados con la participación de usuarios, comunidades e interesados, en el indispensable proceso de consultas, da paso a la elaboración de un plan hídrico o hidrológico de la cuenca.

Para este plan se ha adoptado una regionalización por cuencas y grupos de cuencas hidrográficas, como la muestra la **Figura No. 1.1**, atendiendo a las cuencas hidrográficas, el comportamiento hidro-climático, la distribución política territorial, las relaciones socioeconómicas y las ventajas administrativas, entre otras variables, siempre definiendo una región hidrográfica como una cuenca o una agrupación de cuencas.

Figura 1.1: División del territorio nacional por regiones hidrográficas



CAPÍTULO

2

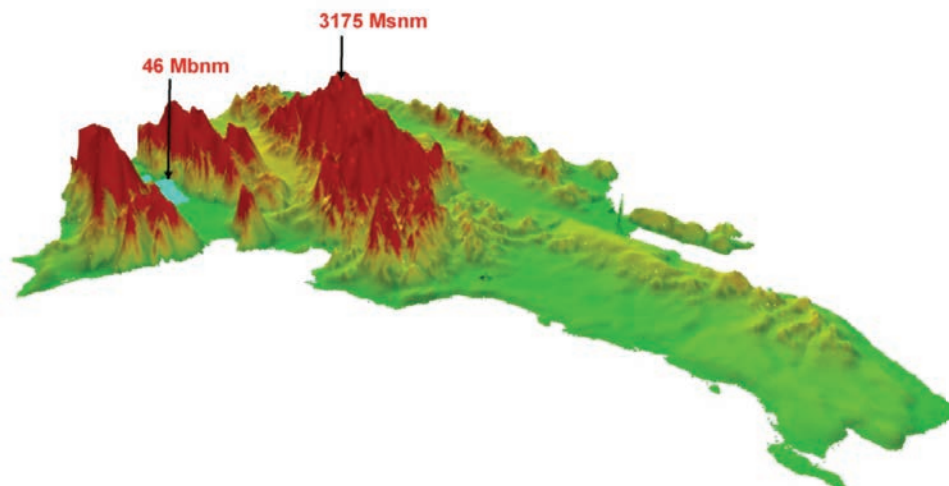
CARACTERÍSTICAS DE LAS REGIONES HIDROGRÁFICAS

2.1 EL CONCEPTO DE CUENCA HIDROGRÁFICA E HIDROGRAFÍA NACIONAL

Las cuencas hidrográficas constituyen las principales áreas receptoras y colectoras de agua, siendo al mismo tiempo el hábitat principal de los seres vivos ubicados en esa zona, y por tanto son las unidades básicas de gestión y planificación de los recursos de un país.

La República Dominicana con 48,670,820 km², incluidas islas anexas, en la porción oriental de la Isla Hispaniola, entre los 18° y 20° N y los 68° y 72° W, posee un complejo sistema orográfico, formado por cinco sistemas montañosos con orientación preferencial noroeste-sureste en geología, estructura y geografía, que le producen una gran diversidad de cuencas hidrográficas, de diferentes formas y extensión, como puede apreciarse en la **Fig. 2.1**.

Figura 2.1: Representación esquemática del relieve de la República Dominicana

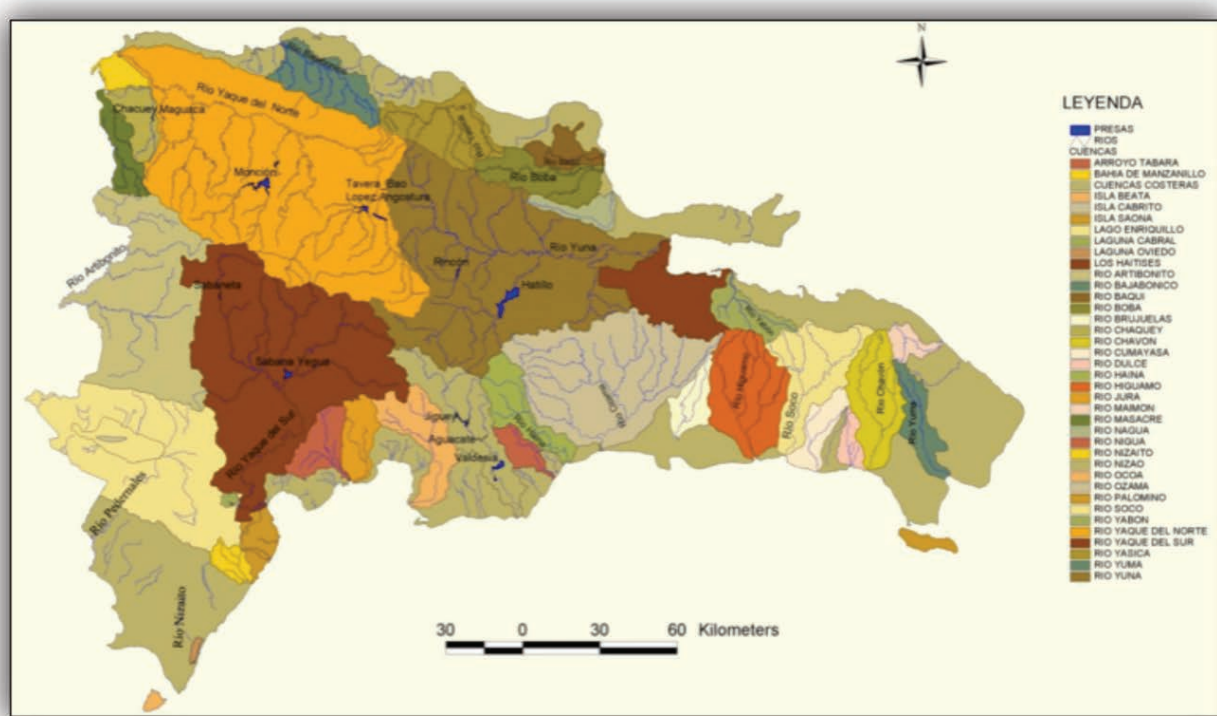


Fuente: Rodríguez, H. y Febrillet, J.F., 2006. Potencial Hidrogeológico de la Rep. Dom. Boletín Geológico y Minero, Volumen 117.

Una cuenca hidrográfica es un área física y geográfica delimitada por una línea divisoria de agua; donde interactúan factores biofísicos y socioeconómicos, y donde las aguas subterráneas y superficiales vierten a una red natural a través de uno o varios cauces de caudal continuo o intermitente, que las conducen a un curso mayor o al mar. (Febrillet-Saldaña, 2003).

En la República Dominicana existen 97 cuencas hidrográficas que drenan directamente al mar (Inventario Nacional de Recursos Hidráulicos, 1991), pero por razones de inversión, planificación, gestión y medición algunas de ellas se han agrupado adecuadamente. El Departamento de Hidrología del INDRHI las ha reagrupado en 54 cuencas, incluidos 19 tramos costeros (**Fig. 2.2, Cuadro 2.1**); mientras que el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales las agrupó en 30 cuencas principales y 17 cuencas costeras, para un total de 47 cuencas hidrográficas, (**Fig. 2.3, Cuadro 2.3**). Las cuencas hidrográficas toman el nombre del río principal de drenaje de la misma.

Figura 2.2: Cuencas hidrográficas de la República Dominicana



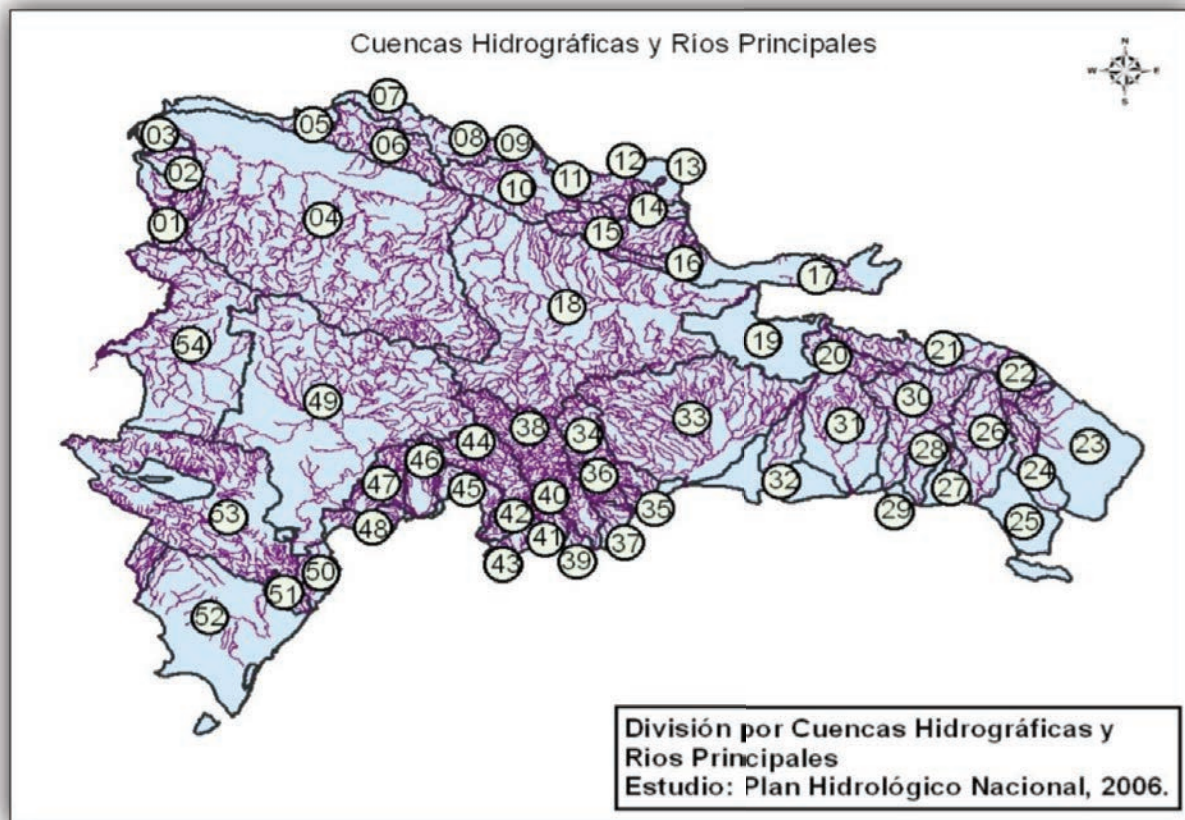
Fuente: INDRHI, 2003.

Cuadro 2.1: Cuencas hidrográficas de la República Dominicana

No.	Regiones	Cuencas	Ríos principales	Ríos secundarios importantes
1	Yaque del Norte	Yaque del Norte	Yaque del Norte	Mao, Amina, Cana, Gurabo, Guayubín, Maguaca, Manabao, Jimenoa, Bejucal, Bao
		Masacre	Masacre	Manatí
		Chacuey	Chacuey	
2	Yuna	Yuna	Yuna	Blanco, Masipetro, Yuboa, Maguaca, Chacuey, Payabo, Camú
			Camú	Liceo, Cenoví, Jaya, Guiza, Cuaba
3	Ozama-Nizao	Nizao	Nizao	Mahoma, Mahomita, Jigüey, Banilejo
		Baní	Baní	
		Ocoa	Ocoa	Banilejo, Limón
		Haina	Haina	Mana, Isa
		Nigua	Nigua	Yubaso
		Ozama	Ozama	Isabela, Guanajuma, Yamasá, Mijo, Guanuma, Savita, Boyá, Yabacao
4	Este	Cumayasa	Cumayasa	Arroyo Hondo, Arroyo Limón
		Brujuelas	Brujuelas	Tosa
		Higüamo	Higüamo	Casuí, Magua
		Soco	Soco	Margarín, Seybo, Anama
		Río Dulce	Río Dulce	
		Chavón	Chavón	Sanate, Quisibani
		Duey	Duey	
		Anamuya	Anamuya	
		Yonú	Yonú	
		Cuarón	Cuarón	Cedro
		Jovero	Jovero	
		Yeguada	Yeguada	
		Magua	Magua	
		Nisibón	Nisibón	
		Maimón	Maimón	Río Yano
Cedro	Cedro			
Yabón	Yabón	Sano, Arroyo La Jagua, Manigua		
5	Atlántica	Bajabonico	Bajabonico	Canoabo, Río Grande, Cabía, Unifica
		Yásica	Yásica	Jamao, Sonador, Martinico, Veragua
		Río San Juan	Río San Juan	Arroyo Grande
		Río Baquí	Río Baquí	Caño Claro
		Río Boba	Río Boba	Jagua, Tioté, Córcobas
		Nagua	Nagua	
Limón	Limón	Palmarito, Bonilla		
6	Yaque del Sur	Vía	Vía	
		Jura	Jura	
		Tábara	Tábara	
		San Rafael	San Rafael	
		Pedernales	Pedernales	
		Artibonito	Artibonito	Macasías, Joca
		Nizaito	Nizaito	
Yaque del Sur	Yaque del Sur	San Juan, Mijo, Las Cuevas, Grande del Medio, Los Baos		

Fuente: INDRHI, Inventario Nacional de los Recursos Hidráulicos Superficiales, 1990.

Figura 2.3: Cuencas hidrográficas y ríos principales



Cuadro 2.2: Cuencas hidrográficas de la República Dominicana

No.	Nombre	No.	Nombre
1	Masacre	28	Cumayasa
2	Chacuey	29	Tramo Costero 10, (Cumayasa)
3	Tramo Costero 1, Punta Cangrejo	30	Soco
4	Yaque del Norte	31	Higuamo
5	Tramo Costero 2, La Isabela	32	Brujuela
6	Bajabonico	33	Ozama
7	Tramo Costero 3, Puerto Plata	34	Haina
8	Camú Norte	35	Tramo Costero 11, Haina
9	Tramo Costero 4, Sosua	36	Nigua
10	Yásica	37	Tramo Costero 12, Najayo
11	Joba	38	Nizao
12	Río San Juan	39	Tramo Costero 13, Punta Catalina
13	Tramo Costero 5, Cabrera	40	Baní
14	Bacuí	41	Tramo Costero 14, Baní
15	Boba	42	Arroyo Grande
16	Nagua	43	Tramo Costero 15, Calderas
17	Tramo Costero 6, Samaná	44	Ocoa
18	Yuna	45	Tramo Costero 16, Bahía de Ocoa
19	Tramo Costero 7, San Lorenzo	46	Jura
20	Yabón	47	Tábara
21	Tramo Costero 8, Miches	48	Tramo Costero 17, Bahía de Neiba
22	Maimón	49	Yaque del Sur
23	Anamuya	50	Tramo Costero 18, Barahona
24	Duey (Yuma)	51	Nizaito
25	Tramo Costero 9, Parque del Este	52	Tramo Costero 19, Pedernales
26	Chavón	53	Lago Enriquillo
27	Dulce	54	Artibonito

Fuente: INDRHI, Departamento de Hidrología.

Fig. 2.4- Cuencas hidrográficas de la República Dominicana (SEMARN)



Fuente: SEMARN, Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana, 2004.

Cuadro 2.3- Cuencas costeras de la República Dominicana

No.	Cuenca Costera	Ubicación
1	Río Jaiba	Bahía la Isabela
2	Río Guzmán	Luperón-Puerto Plata-Sosua
3	Río Joba Arriba	Bahía Grande, Cabrera
4	Caño Gran Estero	Península de Samaná
5	Río Barracote	Bahía de Samaná, Los Haitises
6	Río Capitán	Zona de Miches
7	Río Yonu	Bavaro, Punta Cana
8	Bayahíbe	Parque Nacional del Este
9	Cañada Regajo	La Romana
10	Costa San Pedro	San Pedro de Macorís
11	Cabo Caucedo	Caicedo
12	Arroyo Sainaguá	Palenque
13	Arroyo Guázuma	Caldera
14	Arroyo Hatillo	Bahía de Ocoa
15	Arroyo Barrero	Bahía de Neiba, Martín García
16	Río Palomino	Barahona
17	Río Sito	Península de Barahona

Fuente: SEMARN, Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana, 2004.

En el **Cuadro 2.4** podemos apreciar la longitud del río principal, el área y perímetro de las principales cuencas hidrográficas de la República Dominicana.

**Cuadro 2.4-
Principales características de las cuencas hidrográficas de la República Dominicana**

Cuenca Hidrográfica	Longitud de ríos principales (km)	Área (km²)	Perímetro (Km)
Río Artibonito	119	2607	396
Río Bajabonico	90	678	152
Río Baní	39	190	76
Río Baqui	38	292	114
Río Boba	91	624	146
Río Chaquey	71	360	106
Río Chavón	84	810	144
Río Cumayasa	37	333	101
Río Dulce	26	161	69
Lago Enriquillo		2707	437
Río Haina	82	564	151
Río Higuamo	70	1144	161
Río Jura	37	366	100
Río Maimón	32	178	77
Río Masacre	47	355	135
Río Nagua	57	248	100
Río Nigua	37	208	88
Río Nizaito	26	173	65
Río Nizao	142	1039	232
Río Ocoa	65	677	179
Río Ozama	136	2740	294
Río Pedernales	40	171	84
Río Soco	90	1004	189
Río Tábara	33	404	113
Río Yabón	61	371	122
Río Yaque del Norte	300	6893	454
Río Yaque del Sur	186	5062	466
Río Yásica	81	824	157
Río Yuma	68	404	137
Río Yuna	203	5258	491

Fuente: INDRHI, Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

En el **Cuadro 2.5** se incluyen los siguientes índices para caracterizar las cuencas hidrográficas:

- a) **Coefficiente de torrencialidad:** Dicho índice se calcula dividiendo el número de cursos de agua de primer orden por la superficie de la cuenca en km².
- b) **Pendiente media:** Es la diferencia de cotas en metros dividido por la longitud del río en metros y multiplicado todo por 100.
- c) **Alejamamiento medio:** El alejamiento medio es la longitud del curso de agua más largo en kilómetros, dividido por la raíz cuadrada de la superficie de la cuenca en km².
- d) **Densidad de drenaje:** Consiste en la suma de las longitudes de ríos y arroyos en kilómetros dividido por la superficie de la cuenca en km².
- e) **Índice de compacidad:** Es el perímetro de la cuenca en kilómetros, dividido por la longitud de la circunferencia de un círculo con igual superficie.

Sólo se han considerado aquellas cuencas representadas por puntos de aforo. Para el cálculo de estos índices se ha contado con las utilidades de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Estas herramientas permiten el análisis de la información espacial y la obtención de nuevos datos a partir de otros preexistentes. En un SIG la información que forma un conjunto homogéneo se almacena en capas o coberturas (cuencas, ríos, afluentes, poblaciones, etc.). Los elementos gráficos de dichas coberturas llevan asociados una base de datos alfanumérica (nombre de la cuenca, longitud del río, tipo de estación de afluentes, etc.). Los elementos gráficos pueden ser tratados como puntos (afluentes), líneas (ríos) o polígonos (cuencas). (EPTISA, 2004).

Mediante la función de análisis de los SIG se ha podido calcular una serie de parámetros a partir de los cuales se han obtenido los índices antes señalados.

Como resultado de todo lo anteriormente mencionado, se han obtenido los siguientes parámetros hidrológicos.

Cuadro 2.5: Características de las cuencas hidrográficas

NOMBRE DEL PUNTO DE AFORO	Coefficiente torrencialidad	Pendiente media	Alejamiento medio	Densidad de drenaje	Índice de compacidad
BAJABONICO-1	0.027	2.022	2.684	0.26	1.77
MAIMÓN	0.018	6.164	0.951	0.13	1.21
UNIJICA-1	0.030	4.453	1.635	0.34	1.28
ARROYO SOSUA-1					1.12
NAVAS-1					1.12
SOSUA-1	0.020	4.851	0.894	0.10	1.16
CAONAO-1	0.103	15.133	1.139	1.06	1.18
CABARETE-1					1.20
MAIMÓN-1	0.074	8.430	1.565	0.51	1.34
CAMU-1					1.21
YÁSICA-1	0.016	2.493	2.116	0.22	1.66
YÁSICA-2	0.026	2.765	2.312	0.26	1.74
GUAYABIN-1	0.060	0.676	2.577	0.57	1.38
JAMAO-2	0.166	3.919	1.439	0.44	1.24
JAMAO-1	0.020	3.849	1.509	0.18	1.24
CAÑA-2	0.048	1.349	2.092	0.47	1.38
SAN JUAN	0.010	18.280	0.411	0.04	1.51
CAYO CLARO-1					1.12
CAYO AZUL-1					1.23
QUINIGUA-1	0.015	8.637	1.582	0.19	1.09
GURABO-2	0.105	2.762	1.878	1.34	1.77
JACAGUA	0.054	10.174	1.272	0.21	1.24
BAQUI-2	0.015	2.403	1.838	0.20	1.52
CHACUEY	0.014	70.522	0.120	0.01	1.22
VERDE-1	0.019	2.456	1.907	0.22	1.22
GUAYABÍN-2	0.006	4.032	1.475	0.09	1.42
BOBA-1	0.006	2.235	2.267	0.12	1.49
GURABO-1	0.030	3.588	1.354	0.22	1.45
YAGUAJAL-1	0.038	3.698	1.183	0.26	1.21
CAÑA-1	0.016	7.257	0.752	0.12	1.43
BOBA-3	0.022	2.306	1.956	0.36	1.23
CENOVI-3	0.026	8.912	1.050	0.17	1.16
CENOVI-1	0.019	2.112	2.720	0.31	1.64
CENOVI-2	0.034	4.287	1.395	0.31	1.35
JAYA	0.029	2.535	1.684	0.33	1.23
CUABA	0.037	7.686	0.957	0.17	1.51
ÁMINA-1	0.012	5.961	1.959	0.12	1.37
LICEY	0.015	1.637	2.359	0.21	1.56
NAGUA-2	0.060				1.16
JAIGUA	0.072	7.144	1.349	0.36	1.52
EL LIMÓN-1	0.042	0.000	0.000	0.29	1.12
YAIBA-1	0.030	5.804	1.176	0.20	1.16
GRANDE-1	0.126	5.937	1.134	1.30	1.16
LOS REMEDIOS-1	0.714				1.09
MAJAGUAL	0.321				1.07

NOMBRE DEL PUNTO DE AFORO	Coefficiente torrencialidad	Pendiente media	Alejamiento medio	Densidad de drenaje	Índice de compacidad
YAMI-1	0.070	5.332	1.998	0.57	1.49
LOS COCOS-1	0.249				1.20
SAN JUAN-1	0.039	8.339	1.352	0.37	1.51
TOCINO	0.042				1.33
YACAHUEQUE-1	0.038	34.054	0.413	0.26	1.29
GUARAGUAO-1	0.142				1.26
YAQUE DEL SUR-1	0.009	10.809	1.291	0.09	1.61
YABÓN-1	0.035	1.175	2.126	0.31	1.76
ARA-1	0.041	1.698	1.510	0.40	1.19
CAPITAN-1	0.082	4.042	1.751	0.34	1.58
CEVICOS-1	0.051	5.369	1.762	0.29	1.26
YUNA-1	0.024	8.788	1.588	0.17	1.79
CUADRÓN-1	0.019	6.934	1.183	0.16	1.42
MAGU-1	0.016	5.387	1.218	0.15	1.57
JAYAN-1	0.030	10.987	0.799	0.14	1.27
YANIGUA	0.022	5.168	0.920	0.14	1.22
YEGUADA-1	0.022	7.310	1.273	0.19	1.32
BOYA-1	0.330	2.781	1.791	3.16	1.46
CEDRO-1	0.024	8.537	1.232	0.19	1.31
JOVERO-1	0.035	7.314	1.455	0.27	1.25
NISIBON-1	0.041	7.100	1.746	0.35	1.43
SOCO-3	0.013	1.324	1.826	0.22	1.48
SABANA-1	0.358	213.717	0.013	2.44	1.27
OZAMA-1	0.042	1.852	2.485	0.34	1.80
MAIMÓN-1	0.019	3.043	1.853	0.26	1.42
MIJO-1	0.082	7.636	2.143	0.56	1.39
CAGU-1	1.412	2.958	0.911	13.53	1.09
CHAVÓN-1	0.009	2.118	1.964	0.20	1.34
CASUI-1	0.099	4.088	1.222	1.14	1.20
HIGUAMO-1	0.017	2.055	1.572	0.25	1.35
CAPITA-1	0.054	3.320	1.544	0.38	1.47
COMATE-1	1.231	5.860	0.538	12.62	1.39
CAYO-1	0.035	6.703	1.391	0.33	1.40
MAGUA-2	0.011	1.600	2.017	0.21	1.55
CUEVAS-1	0.011	5.452	1.738	0.17	1.47
NIZAO-1	0.021	5.639	2.202	0.22	1.61
MACASIA	0.070	54.880	0.242	0.68	1.35
HAINA-1	0.027	2.829	2.304	0.18	1.61
YONU-1	0.042	4.669	1.733	0.24	1.46
SANATE-1	0.016	5.537	1.407	0.18	1.39
YUMA-1	0.022	2.289	2.305	0.30	1.55
AZUI-1	0.031	4.054	0.891	0.16	1.16
ANAMUYA-1	0.022	4.198	1.986	0.30	1.57
LOS BAOS-1	0.015	3.988	1.917	0.19	1.43
NIZAO-4	0.003	14.437	0.572	0.03	1.57
HIGUERA-1	0.045	4.689	2.468	0.37	1.45
OCOA-1	0.007	13.136	1.193	0.10	1.26

NOMBRE DEL PUNTO DE AFORO	Coefficiente torrencialidad	Pendiente media	Alejamiento medio	Densidad de drenaje	Índice de compacidad
NIZAO-3					1.42
JURA-1	0.009	14.360	0.926	0.09	1.40
ISABELA-1	0.027	6.101	1.349	0.17	1.31
TÁBARA-1	0.006	16.789	0.639	0.05	1.27
NIGUA-1	0.025	3.747	2.348	0.27	1.48
BANÍ-1	0.006	11.866	1.129	0.09	1.41
NIZAITO	0.006	284.751	0.043	0.00	1.37
BAHORUCO	0.019	12.399	1.490	0.20	1.23
COLMENA-1					1.28

Fuente: EPTISA-INDRHI, Estudio Hidrogeológico Nacional, Fase II, 2004.

2.2 GEOMORFOLOGÍA DE LAS CUENCAS

El Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana, divide al país en veinte (20) regiones geomorfológicas y ocho (8) subregiones, presentando cada una, zonas con características geomorfológicas distintas, agrupadas en zonas rocosas o montañosas y zonas de deposición, formadas por terrazas, abanicos aluviales y aluviones.

En la **Fig. 2.5** pueden apreciarse las regiones, subregiones y zonas geomorfológicas de la República Dominicana, dentro de cada una de las regiones hidrográficas.

Fig. 2.5: Regiones geomorfológicas de la República Dominicana



Fuente: Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana, 2004.

2.3 CARACTERÍSTICAS PEDOLÓGICAS

El suelo es el sistema complejo que se forma en la superficie del terreno, inicialmente por la alteración física y química de las rocas y luego también por la influencia de los seres vivos, desarrollando una estructura en niveles superpuestos, su perfil y una composición química y biológica definidas.

Desde el punto de vista agrícola, suelo es la parte superior meteorizada de la corteza sólida terrestre que sirve de sostén a las plantas. De modo general, los suelos se dividen en suelo superficial o vegetal, siendo por lo regular una capa suelta y húmica donde germinan las semillas, y subsuelo, que por lo general es más compacto y sirve de almacén natural de nutrientes y de agua a las plantas.

Los suelos se forman por la combinación de cinco factores interactivos: material parental, clima, topografía, organismos vivos y tiempo. Constan de cuatro grandes componentes: materia mineral (grava, arena, limo y arcilla), materia orgánica (humus), agua y aire, en composición volumétrica aproximada de 45, 5, 25 y 25%, respectivamente.

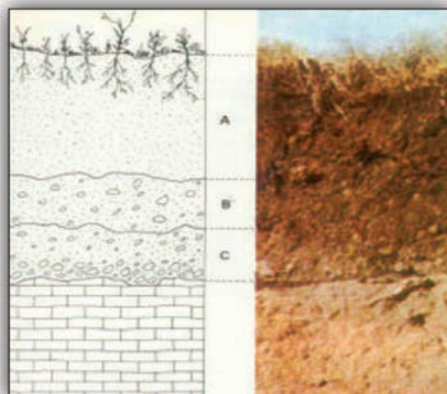
2.3.1 Clasificación de los suelos

La clasificación de los suelos se ha hecho tomando en consideración un conjunto de caracteres que abarcan diferentes aspectos de los factores que intervienen en su proceso de formación y evolución, como son: químicos, biológicos y morfológicos.

Existen diferentes clasificaciones, pero en la República Dominicana, al igual que en otros países del Caribe y Latinoamérica, la más usada en proyectos específicos es la clasificación americana o Clasificación Taxonómica de Suelos del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, expuestos en la denominada Séptima Aproximación del 1996 y sus posteriores revisiones. Siendo clasificados, de acuerdo a su estructura y composición, en órdenes (anexo a), subórdenes, grandes grupos, subgrupos, familias y series.

Las ordenes se denominan: Entisols, Inceptisols, Gelisols, Andisols, Vertisols, Aritisols, Mollisols, Alfisols, Spondosols, Histosols, Ultisols, Oxisols. Todos ellos se subdividen según la presencia o ausencia de propiedades asociadas a la humedad, los regímenes de humedad del suelo, el material parental (original), el tipo y efecto de la vegetación en el proceso de génesis y evolutivo, como son: acualf, ustaf, artid, acuent, fluyent, tropet, acuo1, udol, ustol, udert, estert, fibrists y hermists. Estos subórdenes se subdividen de acuerdo con las características de sus horizontes **Fig. 2.6.**

Fig. 2.6: Ejemplo horizontes de suelos

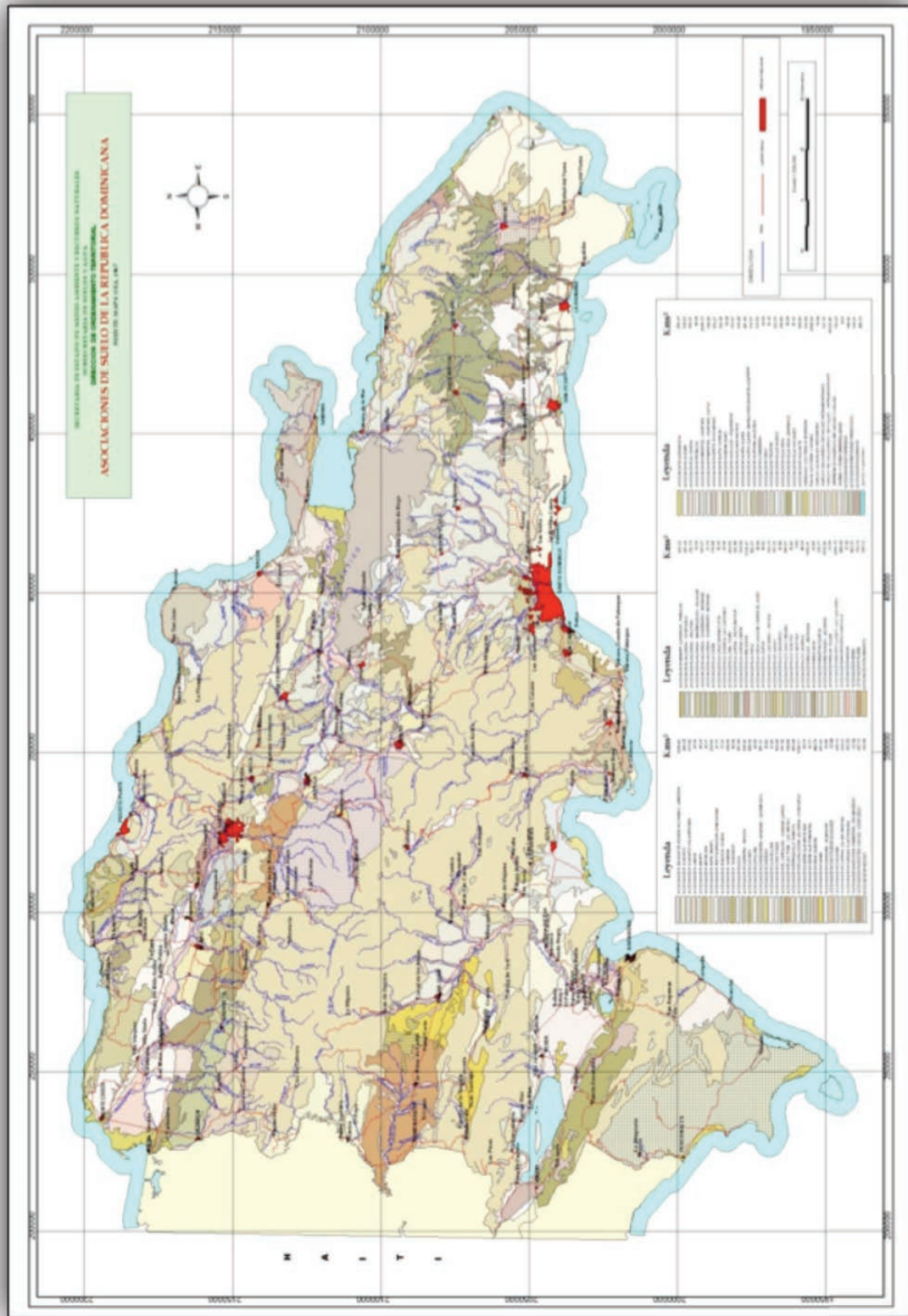


Fuente: Enciclopedia Wikipedia

- **Horizonte A**, o zona de lavado vertical: Es el más superficial y en él enraíza la vegetación herbácea. Su color es generalmente oscuro por la abundancia de materia orgánica descompuesta o humus elaborado, determinando el paso del agua a su través el arrastre hacia abajo, de fragmentos de tamaño fino y de compuestos solubles.
- **Horizonte B** o *zona de precipitación*: Carece prácticamente de humus, por lo que su color es más claro, en él se depositan los materiales arrastrados desde arriba, principalmente, materiales arcillosos, óxidos e hidróxidos metálicos, carbonatos, entre otros, situándose en este nivel los encostramientos calcáreos áridos y las corazas lateríticas tropicales.
- **Horizonte C** o *roca madre*, o *subsuelo*: Está constituido por la parte más alta del material rocoso in situ, sobre el que se apoya el suelo, más o menos fragmentado por la alteración mecánica y la química, pero en él aún puede reconocerse las características originales del mismo.
- **Horizonte D** u **horizonte R** o *material rocoso*: es el material rocoso subyacente que no ha sufrido ninguna alteración química o física significativa. Algunos distinguen entre **D**, cuando el suelo es autóctono y el horizonte representa a la roca madre, y **R**, cuando el suelo es alóctono y la roca representa sólo una base física sin una relación especial con la composición mineral del suelo que tiene encima.

En la República Dominicana, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, ha adoptado el concepto que agrupa los suelos en asociaciones, tomando como base el mapa levantado por la Organización de Estados Americanos, OEA, en 1967, realizado a nivel de reconocimiento y que utilizó el procedimiento descrito en el Soil Survey Manual, Handbook 18, del Soil Conservation Service, salvo algunas adaptaciones realistas, según las posibilidades existentes, y cuyo detalle se aprecia en la **Fig. 2.7**.

Figura 2.7: Asociaciones de suelo de la República Dominicana



Fuente: SEMARN, Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana, 2004

Cuadro 2.6: Leyenda asociaciones de suelo de la República Dominicana

Leyenda		Kms ²	Leyenda		Kms ²	Leyenda		Kms ²
	ASOCIACION SAN ANTON DE MONTE ALI VIEJAS - JIMERA	134.53		ASOCIACION RIBERA DE LOPEZ - PARRAGA	302.23		ASOCIACION JARABAOCA	200.31
	ASOCIACION SAN VICENTE	144.36		ASOCIACION LA LONJA - CORDERO	191.74		ASOCIACION SAN JOSE	161.41
	ASOCIACION GUINTO VILLA RICA	215.43		ASOCIACION CALONGA - MARCO ELIOS - CALICHE	74.54		ASOCIACION FELICIA	91.58
	ASOCIACION JUNCO	23.59		ASOCIACION LA LONJA - GUERRERO - MOYANO	543.21		ASOCIACION FANTINO - FANTINO	29.40.73
	ASOCIACION MARI	95.20		ASOCIACION LA LONJA - GUERRERO - MOYANO	71.24		ASOCIACION PUERTO ESCOBEDO	159.89
	ASOCIACION MATE	219.83		ASOCIACION LA CRUZ BUENA VISTA	58.58		ASOCIACION SAN JOSE	573.27
	ASOCIACION MATE - MATE	21.71		ASOCIACION LA TABLA - LAS LOGIAS	24.99		ASOCIACION SAN JOSE	81.99
	ASOCIACION MATE - VIEJA	77.37		ASOCIACION LA JUNA - YUMA	42.15		ASOCIACION SAN JOSE - PUJARTE	720.87
	ASOCIACION MATE - VIEJA	18.80		ASOCIACION LA LARGA - MUYO MAYOR	102.99		ASOCIACION SAN JOSE - MATE	210.88
	ASOCIACION MATE - VIEJA	381.48		ASOCIACION LA BARRA - BARRA	78.77		ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	301.49
	ASOCIACION MATE - VIEJA	256.42		ASOCIACION LA BARRA - BARRA	316.47		ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	116.57
	ASOCIACION MATE - VIEJA	589.89		ASOCIACION LA BARRA - BARRA	78.09		ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	323.52
	ASOCIACION MATE - VIEJA	907.37		ASOCIACION LA VEGA	101.25		ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	30.99
	ASOCIACION MATE - VIEJA	20.82		ASOCIACION LA VEGA - LA VEGA	85.15		ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	37.82
	ASOCIACION MATE - VIEJA	31.82		ASOCIACION LA VEGA - LA VEGA	107.22		ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	42.82
	ASOCIACION MATE - VIEJA	241.80		ASOCIACION LA VEGA - LA VEGA	54.89		ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	45.98
	ASOCIACION MATE - VIEJA	118.48		ASOCIACION LOS ZUCAROS	324.21		ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	81.99
	ASOCIACION MATE - VIEJA	493.89		ASOCIACION LOS ZUCAROS	54.89		ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	338.95
	ASOCIACION MATE - VIEJA	178.17		ASOCIACION LOS ZUCAROS	96.34		ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	258.94
	ASOCIACION MATE - VIEJA	81.74		ASOCIACION LOS ZUCAROS	148.41		ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	431.19
	ASOCIACION MATE - VIEJA	489.74		ASOCIACION LOS ZUCAROS	24.95		ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	1123.40
	ASOCIACION MATE - VIEJA	381.22		ASOCIACION LOS ZUCAROS	33.99		ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	162.39
	ASOCIACION MATE - VIEJA	32.86		ASOCIACION LOS ZUCAROS	481.88		ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	148.42
	ASOCIACION MATE - VIEJA	218.15		ASOCIACION LOS ZUCAROS	623.37		ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	118.37
	ASOCIACION MATE - VIEJA	228.22		ASOCIACION LOS ZUCAROS	152.74		ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	360.19
	ASOCIACION MATE - VIEJA	103.55		ASOCIACION LOS ZUCAROS	283.33		ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	
	ASOCIACION MATE - VIEJA	117.13		ASOCIACION LOS ZUCAROS			ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	
	ASOCIACION MATE - VIEJA	134.44		ASOCIACION LOS ZUCAROS			ASOCIACION SANTA CLARA - MUYOPEÑAS - MARTIN - JOSEAN	

Fuente: SEMARN, Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana, 2004.

El estudio realizado estableció más de cien asociaciones de suelos que fueron agrupados según las principales características de los suelos predominantes, en cuatro grandes grupos: suelos de sabanas, suelos arcillosos no calcáreos, suelos de origen calcáreo, suelos de origen ígneo, volcánico y metamórfico.

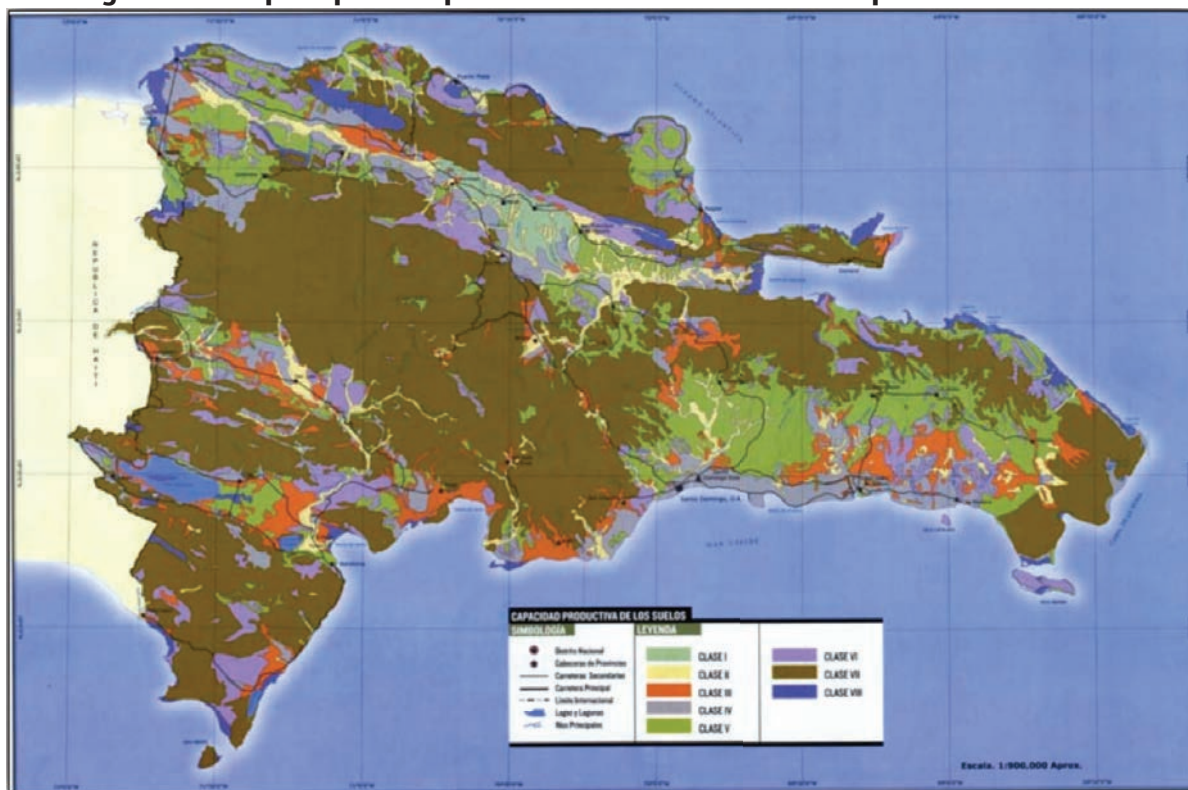
2.3.2 Capacidad productiva de los suelos

La clasificación de los suelos por capacidad productiva consiste en una agrupación de informaciones edafológicas que incluyen profundidad efectiva, estructura, disponibilidad de agua, permeabilidad, posición en el terreno, entre otras, que permiten determinar potencialidades y limitaciones de los suelos para su correcta utilización.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales adoptó los trabajos realizados por la Organización de Estados Americanos en el proyecto “Reconocimiento y Evaluación de los Recursos Naturales en República Dominicana”, del 1967, en el cual se determinaron ocho clases de Capacidades Productivas, de las cuales las clases I hasta la IV se consideran adecuadas para cultivos agrícolas, con prácticas específicas de uso y manejo. Las clases V hasta la VII se consideran no cultivables, aunque los métodos modernos permiten su uso para pastoreo y cultivo de arroz. La clase VIII se considera apta solamente para parques nacionales y zonas de vida silvestre.

En la **Fig. 2.8** puede apreciarse su distribución espacial y en el **Cuadro 2.7** su extensión y porcentaje de ocupación en la geografía nacional.

Figura 2.8: Mapa capacidad productiva de los suelos de la República Dominicana



Fuente: SEMARN, Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana, 2004.

Cuadro 2.7: Capacidad productiva y uso potencial de los suelos

Clase	Capacidad productiva y uso potencial	Área (km ²)	%
I	Suelos cultivables, aptos para el riego, con topografía llana y sin factores limitantes de importancia; productividad alta con buen manejo.	529.56	1.11
II	Suelos cultivables, aptos para riego, con topografía llana, ondulada o suavemente alomada, y factores limitantes no severos. Productividad alta.	2,846.26	5.95
III	Suelos cultivables, apto para riego de cultivos muy rentables, topografía llana o alomada, factores limitantes algo severos. Productividad mediana.	3,602.27	7.53
IV	Suelos limitados para cultivos y no apto para el riego, salvo cultivos muy rentables. Limitantes severas y requieren prácticas intensivas de manejo.	4,188.36	8.75
V	Suelos aptos para pastos y cultivos de arroz, con limitantes de drenaje. Productividad alta para pastos o arroz con prácticas de manejo adecuadas.	7,532.89	15.75
VI	Suelos aptos para bosques, pastos, frutales y cultivos de montañas, con limitantes muy severas de topografía, profundidad y rocosidad.	4,206.89	8.79
VII	Incluye terrenos escabrosos de montaña, con topografía accidentada, no cultivables, aptos para fines de explotación forestal y frutales.	23,557.08	49.25
VIII	No aptos para el cultivo, destinados solamente para parques nacionales, vida silvestre y recreación.	1,366.84	2.86

Fuente: SEMARN, Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana, 2004

Los Cuadros No's. 2.8 al 2.9 muestran la distribución espacial para las regiones hidrográficas Yaque del Norte y Yuna.

Cuadro 2.8: Capacidad productiva y uso potencial, región Yaque del Norte

Clase	Uso potencial	Área (Has)	%
I	Excelentes para la producción agrícola, llanos.	21,900	3.09
II	Aptos para agricultura bajo riego. Levemente ondulada.	52,300	7.39
III	Aptos para agricultura bajo riego/ Algunas limitaciones.	14,200	2.00
IV	Limitadamente cultivables. Cultivos perennes y pastos.	26,700	3.77
V	Limitadamente cultivables, salvo arroz en zonas limitadas. Pastos.	39,700	5.61
VI	Excelente para producción forestal.	58,600	8.28
VII	Aptos para la producción forestal. Requieren prácticas de conservación.	340,200	48.08
VIII	Aptos para áreas protegidas, recreo, vida silvestre y protección de cuenca.	18,100	0.02
Otros	Suelos no incluidos en el análisis de SIG.	135,800	19.19
Total		707,500	100.00

Fuente: González, J. A., Valle del Cibao: Ecología, suelos y degradación, 2003.

Cuadro 2.9: Capacidad productiva y uso potencial, región Yuna

Clase	Uso potencial	Área (Has)	%
I	Ideales para el desarrollo agrícola. Buenas condiciones agrológicas.	45,467.50	8.66
II	Buenos para el desarrollo de cultivos bajo riego. Pocas limitaciones.	82,645.80	15.73
III	Buenos para el desarrollo de cultivos bajo riego. Algunas limitaciones.	24,588.60	4.68
IV	El desarrollo de cultivos es limitado. Presentan limitaciones importantes.	52,392.00	9.97
V	Generalmente no cultivables, excepto arroz y pastos.	74,791.80	14.23
VI	Buenas condiciones para el desarrollo de proyectos forestales.	49,351.00	9.39
VII	Con prácticas de conservación de suelos son aptos producción forestal.	189,961.80	36.16
VIII	Aptos solamente para zonas protegidas, recreo, vida silvestre.	61,177.10	1.16
Total		525,316.00	100.00

Fuente: González, J.A., Valle del Cibao: Ecología, suelos y degradación, 2003.

2.3.3 Degradación de los suelos

El deterioro ambiental, ocasionado principalmente por la acción descuidada de la mano del hombre, se manifiesta en la destrucción de la biodiversidad, desnaturalización de las condiciones físicas, químicas y biológicas de las aguas, modificación de microclimas y ecosistemas, que traen como consecuencia la alteración de las condiciones naturales del suelo.

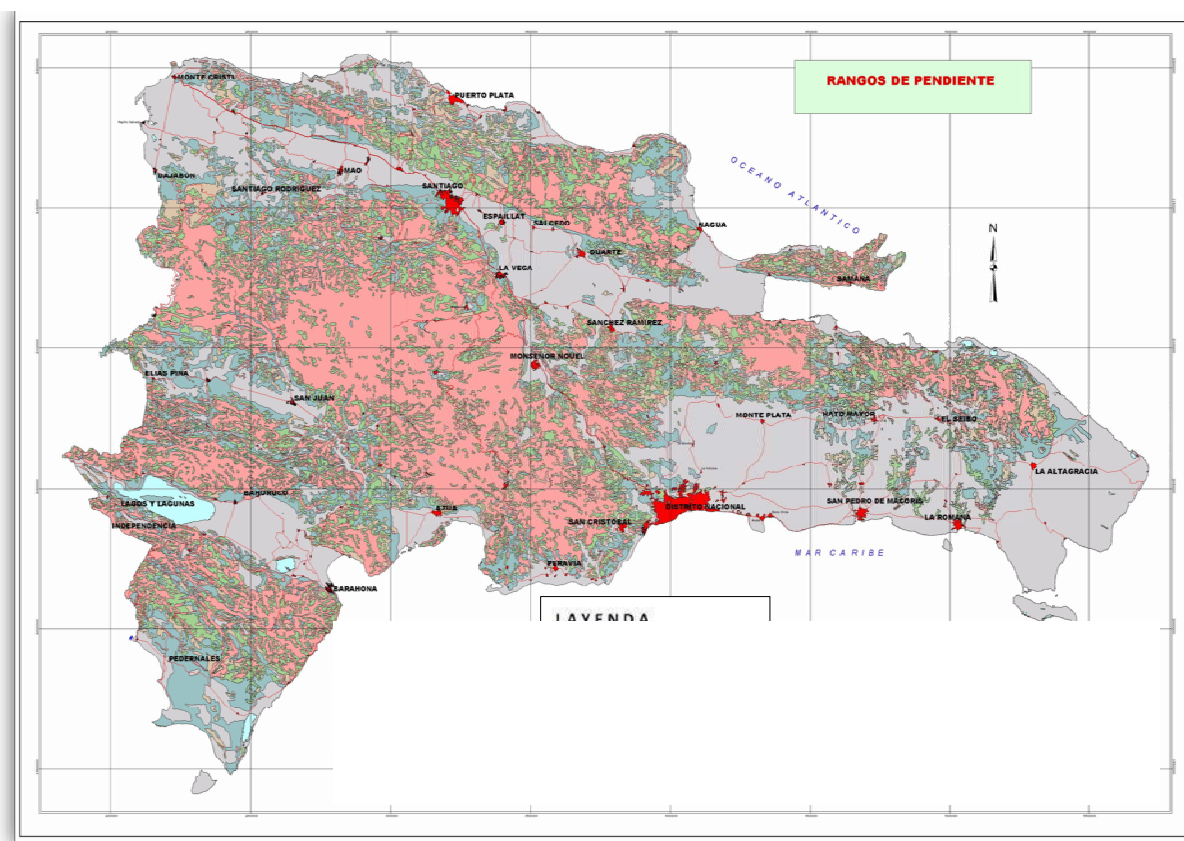
Causas principales de la degradación del suelo:

- Meteorización, consiste en la transformación o la fragmentación de los materiales en la superficie terrestre por acción de la temperatura, presión y el agua. Puede ser física o mecánica, y química.

- Erosión, consiste en el desgaste y fragmentación de los materiales de la superficie terrestre por acción del agua, el viento, ... Los fragmentos que se desprenden reciben el nombre de detritos.
- Transporte, que consiste en el traslado de los detritos de un lugar a otro.
- Sedimentación, consiste en el depósito de los materiales transportados, los materiales transportados reciben el nombre de sedimentos, y cuando estos sedimentos se cementan originan las rocas sedimentarias.

En la **Figura 2.9** pueden apreciarse las zonas con alto riesgo de deterioro, debido a lo accidentado de su relieve, el color rojo predominante en todas las regiones corresponde a pendientes superiores al 32%, y al poder erosivo de las lluvias en dicha zona.

Fig. 2.9: Rango de pendientes de los suelo de la República Dominicana



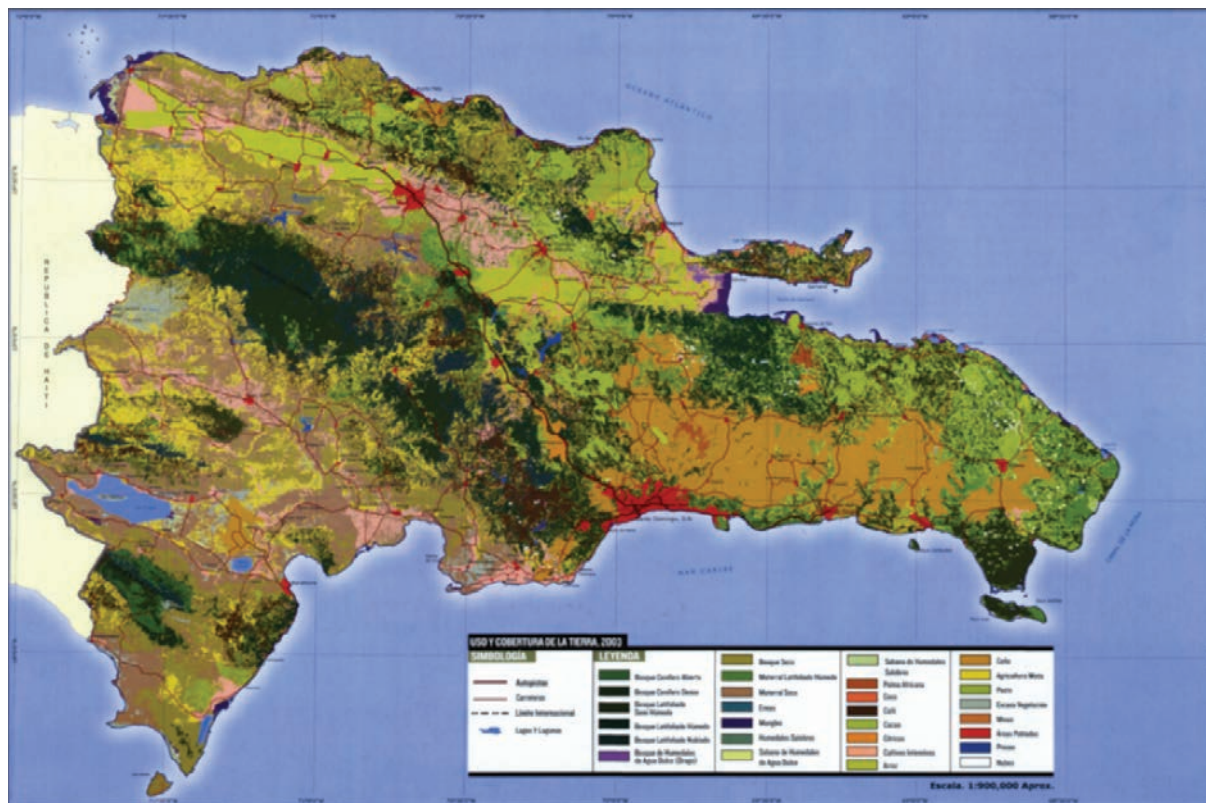
Fuente: SEMARN, Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana, 2004

El notable deterioro de las cuencas hidrográficas de la República Dominicana, amenaza seriamente la economía nacional y la calidad de vida de los habitantes rurales y urbanos, por lo que es fundamental afrontar esta realidad con acciones específicas, convenciendo a la sociedad de la importancia de los planes de protección, llevando a la población una formación de conciencia sana de protección y aprovechamiento racional de los recursos naturales.

2.4 CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARN, con la asistencia de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID, ha actualizado el “Inventario de Uso y Cobertura de la Tierra – 2003”. Dentro de la clasificación del uso y cobertura de la tierra se identificaron 28 clases y subclases de uso. (Figuras 2.10 y 2.11, Cuadro 2.10)

Fig. 2.10: Uso y cobertura de la tierra, 2003, de la República Dominicana.

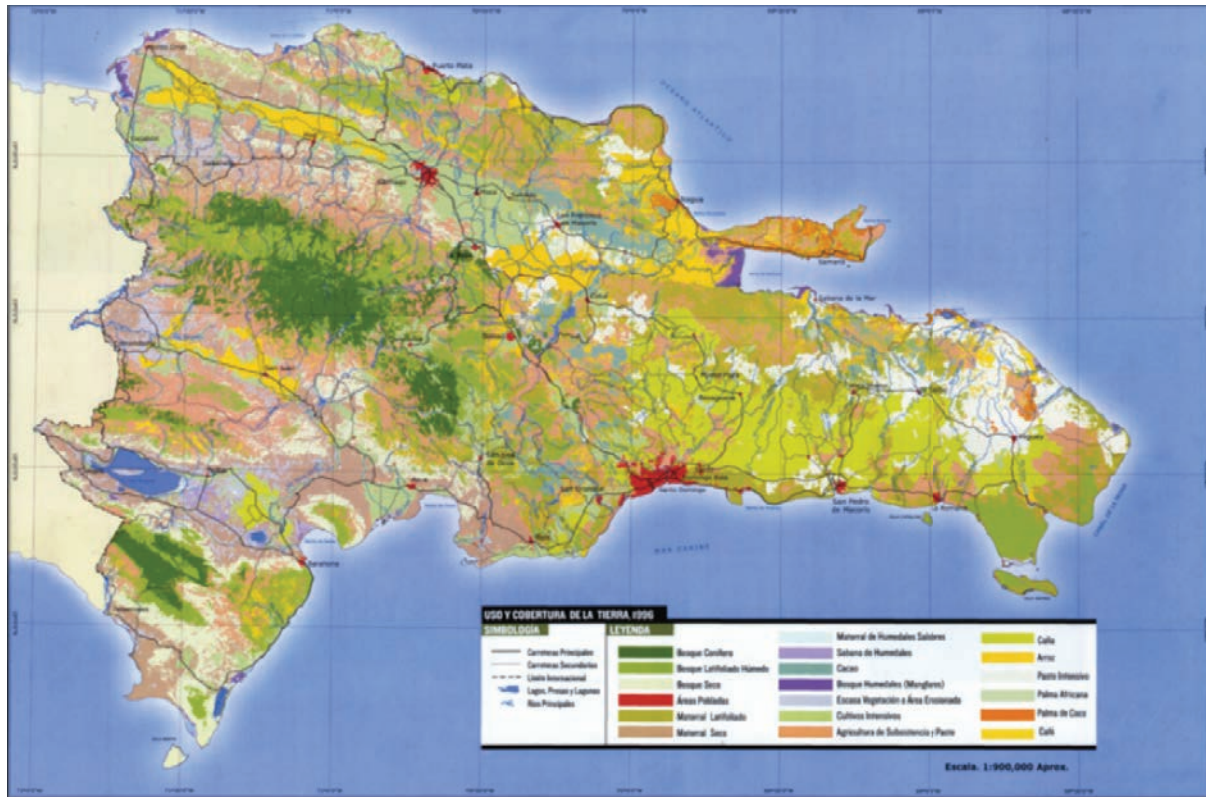


Fuente: Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana, 2004.

Los cambios más relevantes en las unidades de uso de ese estudio con relación al realizado en 1996, se manifiestan en el incremento de la zona boscosa, pasando del 27.5% a 32.9%; seguida por las áreas de pastos con un aumento de 5.47% a 7.94%; matorrales de 14,12% a 16.22%; y un incremento significativo de las áreas pobladas, de 0.82% a 1.46%.

Las unidades de uso que reflejan disminución son las áreas agrícolas, que pasaron de 47.94% a 38.4%, seguida por las áreas de escasa vegetación, de 2.71% a 1.54%; y las áreas de sabana de 0.27% a 0.25%.

Fig. 2.11: Uso y cobertura de la tierra, 1996, de la República Dominicana



Fuente: Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana, 2004.

Cuadro 2.10: Clasificación de uso y cobertura de la tierra, 2003, de la República Dominicana

CATEGORIA	EXTENSIÓN (km ²)	% TOTAL
COBERTURA BOScosa		
Bosque conífero denso	2,422.23	5.03
Bosque conífero abierto	360.85	0.75
Bosque latifoliado nublado	1,569.28	3.26
Bosque latifoliado húmedo	4,669.83	9.69
Bosque latifoliado semihúmedo	2,058.06	4.27
Bosque seco	4,437.56	9.21
Bosque humedales salobres (Mangle)	293.99	0.61
Bosque humedales de agua Dulce (Drago)	40.79	0.08
Total cobertura boscosa	15,852.59	32.89
MATORRALES		
Matorrales latifoliado húmedo	2,191.14	4.55
Matorral seco	5,627.60	11.68
Total Matorrales	7,818.74	16.22
SABANAS		
Sabana de humedales salobres	110.63	0.23
Sabana de humedales de agua dulce	10.91	0.02
Eneal	0.85	0.00
Total sabanas	122.38	0.25
PASTOS		
Total pastos	3,825.26	7.94
USO AGRICOLA		
Cultivos intensivos	2,796.66	5.80
Cultivos mixtos	5,316.53	11.03
Arroz	1,683.85	3.49
Caña	4,535.48	9.41
Cítricos	134.07	0.28
Cacao	2,192.25	4.55
Palma africana	135.77	0.28
Café	1,507.53	3.13
Coco	209.75	0.44
Total áreas agrícolas	18,511.89	38.41
Lagos Y Lagunas	275.20	0.57
Presas	88.67	0.18
Zona No Clasificada	255.59	0.53
Escasa Vegetación	740.16	1.54
Minas	0.60	0.00
Áreas Pobladas	701.42	1.46
TOTAL GENERAL	48,192.49	100.00

Fuente: Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana, 2004.

2.5 ZONAS PRODUCTORAS DE AGUA Y POTENCIAL DE ESCURRIMIENTO

En la República Dominicana existen 97 ríos, de acuerdo con el Inventario Nacional de los Recursos Hidráulicos Superficiales, que drenan sus cuencas hidrográficas directamente al mar,

556 afluentes secundarios y 1,197 afluentes inventariados, los cuales ascienden a unos 4,000, permanentes y temporales, de acuerdo con el Atlas de los Recursos Naturales de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, **Fig. 2.12**.

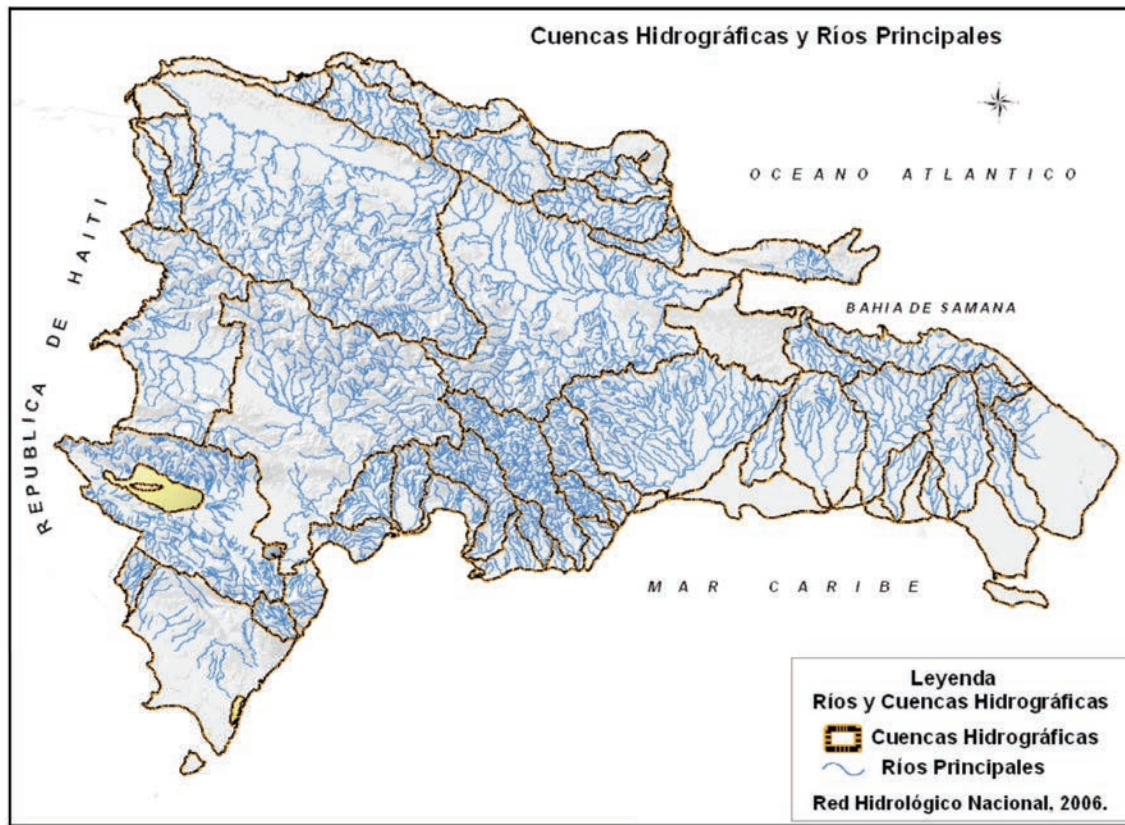
En el **Cuadro 2.11** puede apreciarse, por región hidrográfica, el volumen de escurrimiento en millones de metros cúbicos, el rendimiento unitario de cada región en metros cúbicos por kilómetro cuadrado, el potencial hidroeléctrico en gigavatios hora al año, su potencial unitario en megavatios hora, y el número de corrientes principales, secundarias y otras.

Cuadro 2.11: Resumen escurrimiento medio, potencial bruto y número de corrientes superficiales

Región	Área Km ²	Volumen escurrimiento MMC	Rendimiento unitario m ³ /km ²	Potencial hidroeléctrico Gwh/año	Potencial unitario Mwh	No. Corrientes de aguas inventariadas		
						Principal	Secundaria	Total
Atlántica	3,296	2,216.5	672,480	625.47	190	31	47	155
Yaque del Norte	8,065	2,621.5	325,046	4,226.65	520	3	84	224
Yuna	7,132	4,260.6	597,392	1,743.72	240	8	85	259
Yaque del Sur	15,123	5,153.1	340,745	4,794.40	320	22	126	246
Ozama-Nizao	7,023	2,993.3	426,210	1,380.62	196	9	99	141
Este	7,663	2,150.5	230,630	201.54	26	24	115	172
Total	48,302	19,395.5	-	12,972.4	1,492	97	556	1,197

Fuente: INDRHI, Inventario Nacional de Recursos Hidráulicos Superficiales, 1990

Fig. 2.12: Red hidrográfica de la República Dominicana



Fuente: INDRHI, Plan Hidrológico Nacional, 2006.

2.5.1 Zonas productoras de agua

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en el Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana, ha identificado 17 zonas denominadas “productoras de agua” cuyo listado y ubicación pueden apreciarse en la **Figura 2.13** y el **Cuadro 2.12**.

Fig. 2.13: Mapa zonas productoras de agua de la República Dominicana



Fuente: SEMARN, Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana, 2004.

Cuadro. 2.12: Zonas productoras de agua de la República Dominicana

Zona	Nombre	Ríos y arroyos principales
1	Guayacanes – El Murazo	Unijica, Navas, Marmolejos, Canoabo, Cabía, Los Pinos y Maimón. Reciben agua de 27 cañadas y arroyos.
2	Diego de Ocampo–Los Ramones	Bajabonico, Pedro García, Yásica, Quinigua, San Francisco y Jacagua. Reciben agua de 27 ríos y cañadas.
3	Cruce de Malena-Boba Arriba	Veragua, Cenoví, Jamao, Partido y Boba. Reciben agua de 36 arroyos y cañadas.
4	El Higüero - El Morrito	San Juan, Sabana, Manteca, Venus y Joba. A estos fluyen 51 arroyos y cañadas.
5	Quita Espuela – La Canela	Cuaba, Riote, Nagua, Jagua, Totumas, Los Morones, El Flaco y Jaya. A estos fluyen 34 cursos de agua permanentes.
6	El Calvario - Guaconejo	Los Anones, Helechal, Al Medio y Puerca Gorda. Aquí nacen 33 arroyos y cañadas, de los cuales 13 van al Nagua.
7	Pico Gallo- Nalga de Maco- Monte de Joca- Cerro Lanudo- Loma de Ojadra- Pico Duarte- La Medianía.	Artibonito, Maniel, Joca, La Cidra, Mao, Dajao, Grande, Inaje Maguaca y Masacre, con 113 cañadas y arroyos, en la parte occidental; San Juan, Limón, Yaque del Sur, Macutico, Mijo, La Tortilla, Yaque del Norte, Los Negros, Baito, Bao, La Guacara, Amina, Maguá, Cedro y Gallo, en 250 km ² fluyen más de 227 arroyos y cañadas.
8	Valle Nuevo	Tireo, Blanco, Nizao, Malo, Ocoa, Canal, Banilejo, Las Cuevas, Guayabal y Grande del Medio, son alimentados por más de 15 arroyos y cañadas.
9	La Golondrina- Casabito	Jatubey, Ajiaco, Jima, Camú, La Palma, La Sal y la Cienaguaita. En 29 km ² fluyen 32 arroyos y cañadas.
10	Cerro Montoso- La Humeadora	Sonador, Yuboa, Banilejo, Yuna, Maimón, Haina, Mahoma, Buey y Mana. A estos fluyen 79 arroyos y cañadas en 100 km ² .
11	Los Siete Picos- El Pilón	Guananito, Básima, Ozama, Verde, Mayiga, Guanuma, Higüero e Isabela. Fluyen 32 arroyos y cañadas en 29 km ² .
12	Los Haitises	Zona cárstica con abundantes corrientes subterráneas, es origen de 147 arroyos y caños permanentes, de los cuales 90 fluyen hacia la cuenca del Ozama. Los ríos Ara, Comate, Comatillo, Sabita, Boyá, Yani, Piedra, Yabacao, Cívicos, Payabo y Brujuelas, reciben 38 arroyos y cañadas. Además existen 28 lagunas con agua permanente.
13	Colonia San Rafael	Casuí, La Jagua, Bibiana, Sano, Arroyón e Higuamo. A estos fluyen 30 arroyos y cañadas en 23 km ² .
14	La Tortuna- La Herradura	Seibo, Maguá, Gualquía, Piedra, yeguada, Caciquilla y Yabón. A estos fluyen 47 arroyos y cañadas en 48 km ² .
15	El Coamo- Séptimo Cielo	Charcón, Soco, Janabo, Coamo, Huma, Llano, Guayabo, Maimón, Nisibón, Las Lisas, Cedro, Cuarón, Cabeza de Toro y Ubero. A estos fluyen 59 arroyos y cañadas en 57 km ² .
16	Sierra de Neiba	Los guineos, Los Caños, Los Bolos, Guayabal, Dos Bocas, El Manguito, Panzo, Majagual, Arriba del Sur y Macasías. A estos fluyen más de 130 arroyos y cañadas.
17	Sierra de Bahoruco	Las Damas, Palomino, Bahoruco, Nizaito, Sito, San Rafael, Los Patos y Pedernales. Estos ríos reciben agua de 62 afluentes.

Fuente: SEMARN, Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana, 2004.

2.5.2 Potencial de Ecurrimiento

El drenaje medio de las cuencas hidrográficas, con sus extremos máximos y mínimo, pueden apreciarse en la **Figura 2.14** y el **Cuadro 2.13**.

Fig. 2.14: Caudales medios en las principales estaciones hidrométricas



Fuente: INDRHI, Departamento de Hidrología.

Cuadro 2.13: Caudales máximo, medio y mínimo de las cuencas hidrográficas

REGION	Denominación	Caudales históricos medios mensuales[m ³ /s]			Cuenca hidrográfica	Nombre del río
		Máximo	Mínimo	Media		
ATLÁNTICA	El Estrecho	47.1	0.03	5.05	Bajabonico	Bajabonico
	Imbert	59.7	0.06	3.81	Bajabonico	Bajabonico
	Yásica	29.33	0.15	2.46	Yásica	Yásica
	Los Brazos	210.86	2.24	25.66	Yásica	Yásica
	Los Jengibres	277.63	1.63	18.50	Boba	Boba
	Cinta Negra	21.7	0.03	2.89	Nagua	Nagua
YAQUE DEL NORTE	Don Miguel	64.75	0.00	3.68	Masacre	Masacre
	La Aduana	80.01	0.06	7.97	Masacre	Masacre
	Carbonera	0.73	0.12	0.38	Masacre	Guajabo
	Manabao	41.60	2.97	7.08	Yaque del Norte	Yaque del Norte
	Las Charcas	163.27	15.52	39.88	Yaque del Norte	Yaque del Norte
	Tavera	52.55	7.86	18.83	Yaque del Norte	Yaque del Norte
	Jinamagao	218.95	1.27	29.63	Yaque del Norte	Yaque del Norte
	Puente San Rafael	655.31	3.88	60.92	Yaque del Norte	Yaque del Norte
	Palo Verde	694.82	2.14	65.24	Yaque del Norte	Yaque del Norte
	Bao	43.36	2.54	10.38	Yaque del Norte	Bao
	Rincón	93.22	0.88	9.97	Yaque del Norte	Guayubín
	Peña Ranchadero	358.84	10.15	59.71	Yaque del Norte	Yaque del Norte
	Inoa	66.67	0.67	7.34	Yaque del Norte	Ámina
	Bulla	91.47	1.76	20.73	Yaque del Norte	Mao
	Mata de Jobo	3.71	0.14	0.66	Yaque del Norte	Yaguajal
	Sabana Iglesia	59.76	3.81	18.91	Yaque del Norte	Bao
	Agua Caliente	34.64	2.82	10.04	Yaque del Norte	Bao
	Sabaneta	32.01	2.96	7.44	Yaque del Norte	Bao
	El Higüero	33.09	1.16	4.89	Yaque del Norte	Jagua
	Guanajuma	15.70	0.58	2.44	Yaque del Norte	Guanajuma
	Bejucal	20.18	0.43	2.16	Yaque del Norte	Guanajuma
	La Fortaleza	10.08	0.23	1.889	Yaque del Norte	Jánico
	La Espensa	14.94	0.00	1.300	Chacuey	Chacuey
Boma	48.30	7.79	17.90	Yaque del Norte	Yaque del Norte	
Hato Viejo	21.43	2.19	6.80	Yaque del Norte	Jimenoa	
YUNA	Villa Riva	417.14	6.08	89.38	Yuna	Yuna
	El Limón	374.68	7.20	101.35	Yuna	Yuna
	Abadesa II	22.68	0.47	5.79	Yuna	Payabo
	La Bija	184.72	2.79	36.56	Yuna	Camú
	Naranjal	22.28	0.04	1.59	Yuna	Licey
	La Cabirma	11.84	0.00	1.27	Yuna	Maguaca
	Los Quemados	57.96	2.42	16.55	Yuna	Yuna
	Hatillo	134.01	6.21	30.41	Yuna	Yuna
	Los Plátanos	151.76	5.36	35.83	Yuna	Yuna
	Piedra los Veganos	12.29	1.39	4.44	Yuna	Yuna
	Blanco	13.01	2.10	5.71	Yuna	Blanco

REGION	Denominación	Caudales Históricos Medios Mensuales[m ³ /s]			Cuenca Hidrográfica	Nombre del río
		Máximo	Mínimo	Media		
	Maimón	40.03	0.12	5.15	Yuna	Maimón
	Los Plátanos	5.88	0.83	2.51	Yuna	Maimón
	Rincón	45.96	1.36	10.15	Yuna	Jima
	Tireo	11.75	1.40	3.62	Yuna	Tireo
	Santa Ana	12.81	0.05	1.25	Yuna	Cenoví
	La Boca	14.76	0.04	1.90	Yuna	Jaya
YAQUE DEL SUR	Sabana Alta	64.61	2.02	14.36	Yaque del Sur	San Juan
	Boca de los Ríos	33.11	1.81	7.70	Yaque del Sur	Yaque del Sur
	El Limoncito	7.77	0.75	2.41	Yaque del Sur	Del Medio
	La Guama	16.08	0.95	2.79	Yaque del Sur	Las Cuevas
	Jaquimé	22.49	1.64	5.53	Yaque del Sur	San Juan
	Fondo Negro	1.11	0.17	0.66	Artibonito	Mijo
	Pedro Santana	73.06	1.12	16.90	Artibonito	Artibonito
	Cajuilito	5.07	0.03	0.74	Artibonito	Tocino
	Pozo Hondo	8.60	0.06	1.16	Artibonito	Yacahueque
	El Cacheo	28.30	0.98	4.81	Yaque del Sur	Mijo
	Puertecito	2.24	0.01	0.40	Artibonito	Macasía
	Los Guineos	6.66	0.49	1.67	Artibonito	Caña
	Vallejuelo	3.05	0.01	0.58	Y. del Sur	Los Baos
	Conuquitos	4.19	0.28	0.85	Enriquillo	Guayabal
	Villarpando	388.98	3.76	45.31	Yaque del Sur	Yaque del Sur
	Conuquito	86.13	6.74	24.66	Yaque del Sur	Yaque del Sur
Paso Sena	7.88	0.40	1.73	Pedernales	Pedernales	
Villa Nizao	9.94	0.26	3.32	Nizaito	Nizaito	
OZAMA-NIZAO	El Salto	5.45	0.12	1.74	Ozama	Comatillo
	Hidalgo	4.24	0.07	0.79	Ozama	Sabana
	Los Cacaos	26.65	0.46	3.10	Nizao	Mahomita
	Don Juan	55.79	0.32	5.97	Ozama	Ozama
	Higüero	9.89	0.08	1.33	Ozama	Higüero
	Caobal	58.26	0.39	9.27	Haina	Haina
	Los Corozos	85.98	0.32	12.23	Haina	Haina
	Rancho Arriba	11.81	2.32	4.24	Nizao	Nizao
Río Abajo	53.28	5.86	20.74	Nizao	Nizao	
ESTE	La Cruz	22.42	0.33	7.10	Yabón	Yabón
	La Guama I	10.1	0.20	2.85	Maimón	Maimón
	El Mamey	14.15	0.00	1.49	Yuma	Duey
	Guanito	18.09	0.08	1.68	Chavón	Sanate
	Santa Lucia	57.51	0.27	4.97	Chavón	Chavón
	Paso del Medio	71.09	0.73	11.52	Soco	Soco

Fuente: INDRHI-EPTISA, modificado en Plan Hidrológico Nacional, 2006, por J. F. Febrillet.

2.6 REFERENCIAS

- INDRHI, 2008. *El INDRHI en el Desarrollo Nacional, 2008*. Santo Domingo, República Dominicana, 252 pp.
- Rodríguez, H. y Febrillet, J.F., 2006. *Potencial Hidrogeológico de la República Dominicana*. Boletín Geológico y Minero, Volumen 117. Madrid, España, 225 pp, 187-200.
- INDRHI, 2006. *Estadísticas del Agua en la República Dominicana*, 744pp.
- INDRHI-EPTISA, 2004. *Estudio Hidrogeológico Nacional de la República Dominicana*, Fase II. Memoria de proyecto, 11 volúmenes.
- SEMARN, 2004. *Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana. 93 pp.
- SEMARN-INDRHI, 2003. *Proyecto Ley de Aguas*. Santo Domingo, República Dominicana. 140 pp.
- Febrillet, J.F. y Saldaña, J.F., 2003. *Ecología, Liderazgo y Cristiandad*. Programa Cultura del Agua, PCA-05-04.2, Santo Domingo, República Dominicana, 54 pp.
- Febrillet, J.F. y Saldaña, J.F., 2001. *Material Básico para Ponencias*. Programa Cultura del Agua, PCA-05-01.2, Santo Domingo, República Dominicana, 30 pp.
- INDRHI-AQUATER. 2000. *Estudio Hidrogeológico Nacional de la República Dominicana, Fase I*. Memoria de proyecto, 7 volúmenes.
- Ramírez, O., 1995. *Distritos de Riego de la República Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana, 208 pp.
- Troncoso, B., 1986. *Regiones Geomorfológicas de la Isla Española o de Santo Domingo*. Santo Domingo, República Dominicana, 81 pp.
- INDRHI-TAHAL, 1983. *Plan Nacional de Investigación, Aprovechamiento y Control de Aguas Subterráneas*, PLANIACAS. Memorias de proyecto, 7 volúmenes.
- Febrillet, J.F. y Ventura, R.D., 1982. *Análisis Climático de la República Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana, 36 pp.
- Febrillet, J.F. y Pichardo, S., 1981. *El Recurso Agua*. Seminario de Pedagogía Ambiental, Santo Domingo, República Dominicana, 86 pp.
- Febrillet, J.F. y Martínez, E., 1979. *Incidencia del Clima en las Obras de Ingeniería Sanitaria*. Santo Domingo, República Dominicana, 44 pp.

- INDOTEC (Acosta, J. R.), 1979. *Estimación de la Distribución de la Radiación Solar en la República Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana. 25 pp.
- Núñez, L. 1968. *El Territorio Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana, 188 pp.

CAPÍTULO

3

CLIMA

3.1 INDICADORES Y VARIABLES CLIMÁTICAS

La República Dominicana posee un clima predominantemente tropical marítimo, variando a subtropical en las zonas elevadas, por encontrarse la Isla Española, que comparte con Haití, en la zona tórrida y en el centro del archipiélago de Las Antillas, el cual forma un arco que separa el mar Caribe del océano Atlántico, en el hemisferio Norte. Su extensión es de 77,914 km², de los cuales la República Dominicana ocupa 48,670.82 km², incluidas islas anexas, en la porción oriental, encontrándose entre los 18° y 20° N y los 68° y 72° W.

La República Dominicana posee variados microclimas debido a lo complejo de su sistema orográfico, formado por cinco sistemas montañosos con orientación preferencial noroeste-sureste en geología, estructura y geografía, con variaciones orográficas desde 46.00 m b.n.m., en el Lago Enriquillo, hasta 3,101.01 m s.n.m.¹ en el Pico Duarte. Las llanuras del país ocupan un 40% del territorio y su línea costera 1,575 kms.

Los principales factores que conforman e influyen en el clima de la República Dominicana son:

- El flujo permanente de la circulación de los alisios, con el arrastre de humedad desde el océano Atlántico.
- La ubicación geográfica con respecto al desplazamiento anual del sol, que pasa dos veces sobre su cenit.
- Las altas y constantes temperaturas de los mares que bañan sus costas, las cuales oscilan entre 24.2°C para febrero y 28.2°C para septiembre, en valores medios.
- El alejamiento de la isla de las grandes extensiones continentales, con predominio de la influencia marina.
- La extensión de la isla y su variado relieve.

1 Estadísticas del Agua en la República Dominicana, 2006.

Las variables climáticas a analizar son las que conforman el clima de una región y las que intervienen en el ciclo hidrológico, cuyas principales etapas son: evaporación y transpiración, condensación y precipitación, escorrentía superficial e infiltración y agua subterránea.

El motor de arranque de este ciclo lo constituye la energía proveniente del sol y de ahí la importancia de medir:

- Radiación solar
- Horas de sol

En la evaporación o proceso por el cual el agua en estado líquido pasa al gaseoso por intercambio de energía, los factores principales que influyen sobre su velocidad de la evaporación, son:

- Temperatura del aire y del agua
- Humedad relativa
- Velocidad del viento
- Nubosidad
- Presión atmosférica
- Precipitación

En la condensación, precipitación, escorrentía superficial, infiltración y agua subterránea, intervienen, de una u otra forma, todas estas variables asociadas a otras variables ambientales.

3.2. DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA

En la República Dominicana, por estar ubicada en el área del globo terrestre denominado Zona Tórrida, predominan temperaturas cálidas casi todo el año sin invierno real, el cual se manifiesta con temperaturas frescas principalmente en las zonas montañosas. Agosto es el mes más caliente y los meses más fríos son enero y febrero.

Generalmente la temperatura está suavizada en 1.5°C respecto a la temperatura que le correspondería por su latitud, debido a la influencia marítima. El gradiente vertical de la temperatura oscila entre -0.55°C, para el mes de abril, a -0.65°C para diciembre, con una disminución media de seis décimas de grado Celsius por cada cien (100) metros de elevación (Febrillet, 1982).

3.2.1 Distribución temporal y espacial de la temperatura

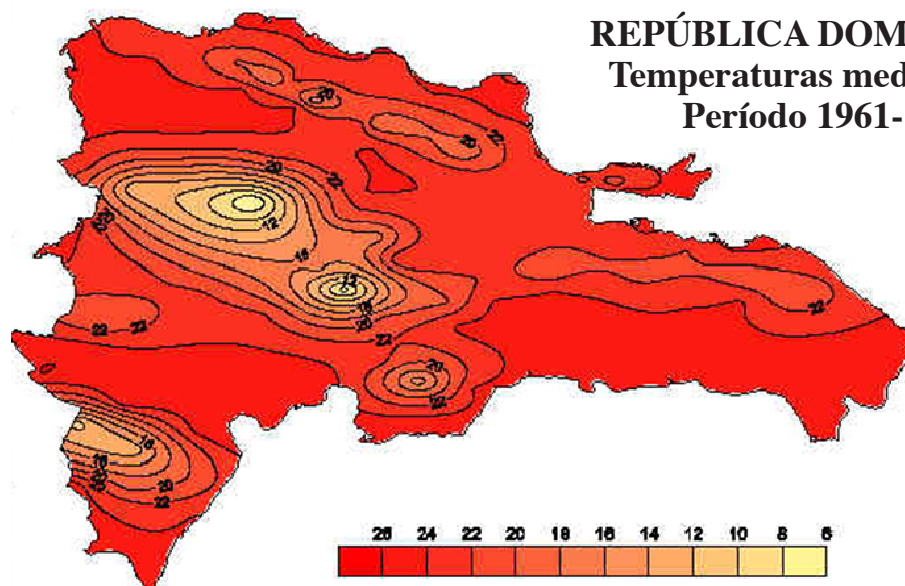
La temperatura del aire presenta valores anuales medios que fluctúan entre menos de 18°C, en terrenos altos, a más de 28°C, en los terrenos bajos del país, principalmente en las áreas vecinas al Lago Enriquillo.

La amplitud anual es pequeña, alrededor de 1°C en algunas áreas costeras y de unos 5°C en áreas comprendidas entre las cordilleras Central y Septentrional, en tanto que la amplitud diaria fluctúa entre 8°C y 15°C en áreas costera y montañosa, respectivamente. Las temperaturas

mínimas se presentan generalmente hacia la salida del sol y las máximas entre el medio día y las 4:00 p.m., presentando oscilaciones por los efectos de las brisas del mar o de montañas y valles, supeditándose a su mayor o menor intensidad.

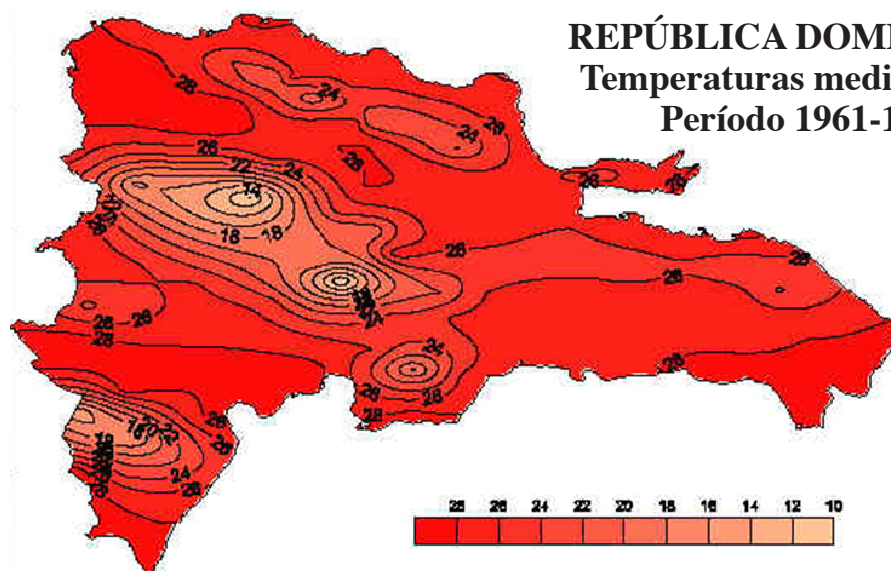
En las **Figuras 3.1** y **3.2** se muestran las variaciones espaciales de la temperatura en la República Dominicana para los meses de enero y agosto, en las que se aprecian las variaciones durante los meses, por lo general, de menor y mayor temperatura.

Figura 3.1: Distribución espacial de la temperatura del clima de referencia en el mes de enero



Fuente: SEMARN, Informe sobre cambio climático.

Figura 3.2: Distribución espacial de la temperatura del clima de referencia en el mes de agosto



Fuente: SEMARN, Informe sobre cambio climático.

3.2.2 Distribución de la temperatura por región hidrográfica

- **Región Atlántica**

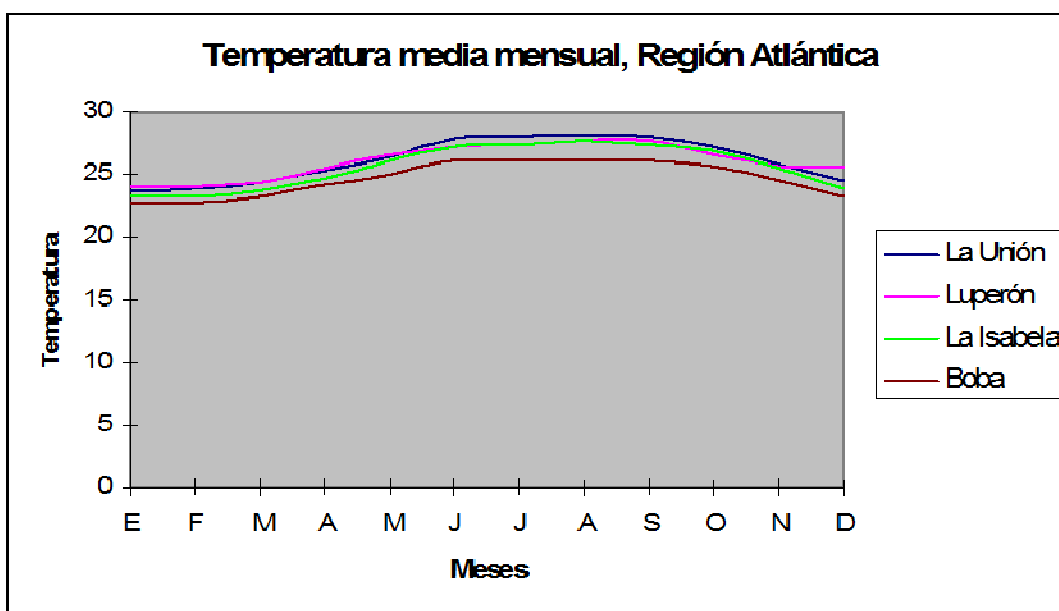
La temperatura media mensual oscila entre 22.8°C y 28.3°C, con ligero incremento hacia Puerto Plata, con valor medio de 25.6°C.

Cuadro 3.1: Temperatura media mensual en la región atlántica

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media
La Unión	23.8	23.9	24.4	25.4	26.5	27.9	28.0	28.3	28.1	27.2	25.9	24.6	26.1
Luperón	24.0	24.1	24.4	25.5	26.6	27.3	27.5	27.8	27.8	26.7	25.6	25.7	26.1
La Isabela	23.3	23.3	23.8	24.7	26.1	27.2	27.4	27.7	27.4	26.9	25.5	23.9	25.6
Boba	22.8	22.8	23.3	24.2	25.1	26.1	26.1	26.1	26.1	25.7	24.6	23.2	24.7

Fuente: INDRHI, Departamento Hidrología.

Figura 3.3: Distribución temperatura media mensual en la región Atlántica



- **Región Yaque del Norte**

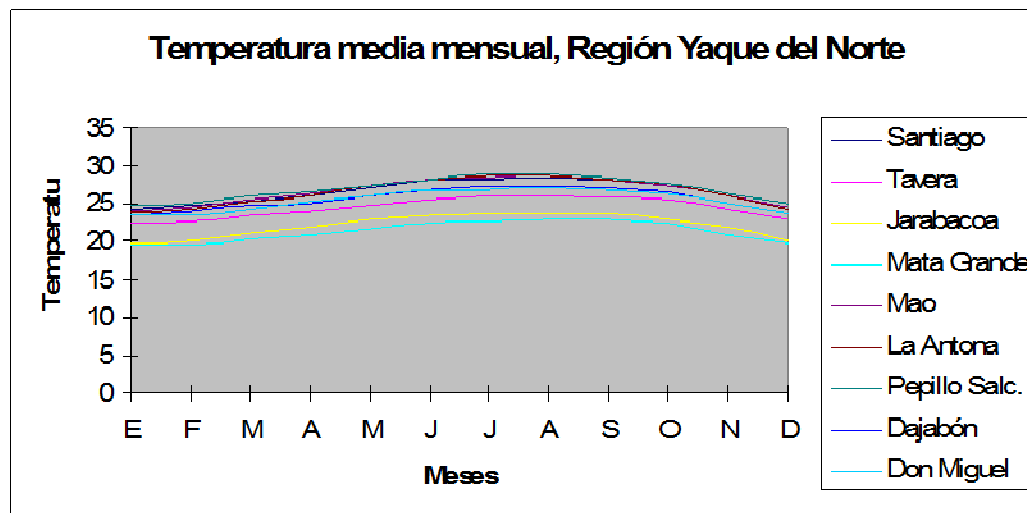
La temperatura media mensual oscila entre 19.5°C y 29.0°C, aumentando desde la Cordillera Central hacia el valle del Cibao y del este hacia el oeste.

Cuadro 3.2: Temperatura media mensual en la región Yaque del Norte

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media
Santiago	24.3	24.8	25.3	26.1	27.1	28.2	28.3	28.5	28.1	27.6	26.1	24.4	26.6
Tavera	22.4	22.6	23.5	24.1	24.8	25.6	26.1	26.2	25.9	25.5	24.2	22.9	24.4
Jarabacoa	19.9	20.1	21.1	22.0	22.9	23.6	23.7	23.8	23.7	23.1	21.9	20.2	22.1
Mata Grande	19.5	19.5	20.3	20.9	21.6	22.4	22.6	22.9	22.9	22.5	21.0	19.8	21.2
Mao	24.1	24.5	25.5	26.3	27.3	28.1	28.5	28.7	28.3	27.5	26.0	24.6	26.6
La Antona	23.9	24.2	25.3	26.2	27.3	28.2	28.7	28.7	28.2	27.6	26.1	24.4	26.5
Pepillo Salcedo	24.7	25.0	26.0	26.6	27.5	28.3	29.0	29.0	28.4	27.7	26.4	25.0	27.0
Dajabón	23.4	23.9	24.7	25.2	26.0	27.0	27.3	27.5	27.2	26.6	25.1	23.8	25.6
Don Miguel	23.4	23.6	24.4	25.4	26.2	26.9	27.0	27.2	26.8	26.5	25.2	23.7	25.6

Fuente: INDRHI, Departamento Hidrología.

Figura 3.4: Distribución temperatura media mensual en la región Yaque del Norte



- **Región Yuna**

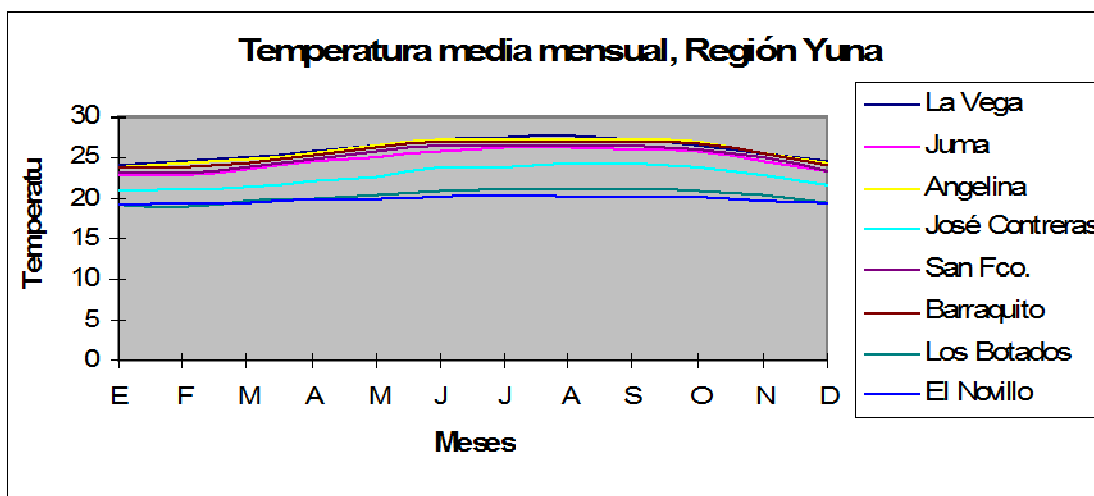
La oscilación de la temperatura en la región del Yuna es de unos 9°C, con disminución hacia la zona montañosa e incremento de este a oeste en el valle.

Cuadro 3.3: Temperatura media mensual en la región Yuna

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media
La Vega	24.1	24.5	25.0	25.9	26.6	27.3	27.6	27.7	27.2	26.5	25.5	24.5	26.0
Juma	22.8	22.8	23.6	24.5	25.2	25.9	26.3	26.3	26.1	25.7	24.5	23.3	24.6
Angelina	23.9	24.2	24.8	25.6	26.5	27.2	27.3	27.4	27.3	27.0	25.7	24.3	25.9
San Fco.	23.0	23.1	23.8	24.9	25.9	26.5	26.5	26.5	26.5	26.1	25.0	23.3	25.3
José Contreras	20.9	21.0	21.5	22.0	22.7	23.8	23.8	24.3	24.3	23.9	22.8	21.7	22.7
Barraquito	23.8	23.8	24.4	25.3	26.3	27.0	27.1	27.1	27.1	26.7	25.6	24.2	25.7
Los Botados	19.1	18.9	19.6	19.9	20.4	21.0	21.1	21.2	21.2	20.9	20.3	19.5	20.2
El Novillo	19.3	19.5	19.4	19.8	20.0	20.2	20.3	20.2	20.2	20.1	19.6	19.5	19.7

Fuente: INDRHI, Departamento Hidrología.

Figura 3.5: Distribución temperatura media mensual en la región Yuna



- Región Yaque del Sur I**

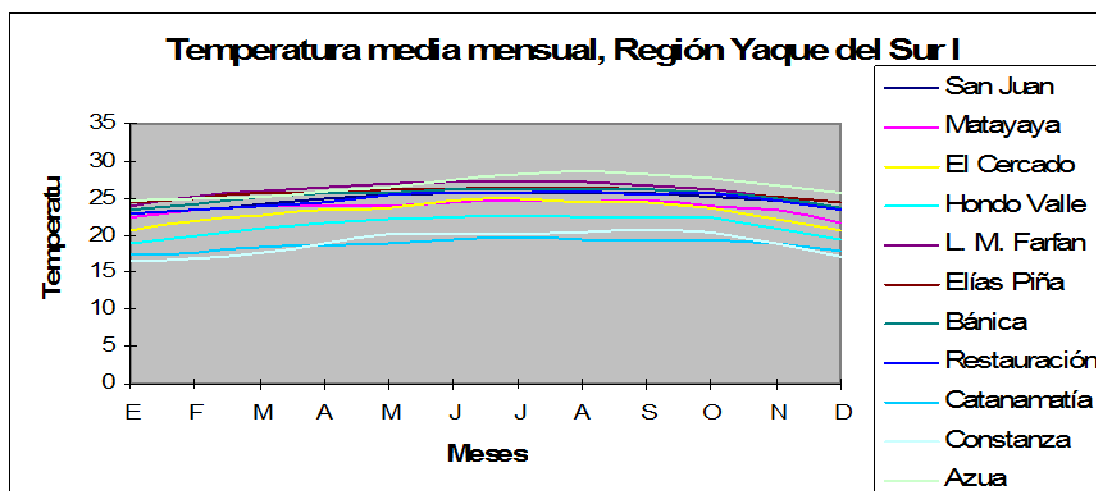
En el sistema San Juan-Artibonito, la temperatura media mensual en las zonas llanas oscila desde 24.2°C cerca de San Juan de la Maguana, hasta 25.6°C en Elías Piña. En el área de Las Matas de Farfán se mantiene en 25.9°C, mientras que en Matayaya disminuye ligeramente a 23.7°C. La diferencia entre las temperaturas del verano y la del invierno llega a superar los 2°C. Los rangos de temperaturas observados en los valles de la sierra de Neiba oscilan entre 21°C y 23°C, mientras que hacia la cordillera Central oscilan alrededor de 24°C. Sobre el curso del Río Yaque del Sur, las temperaturas aumentan desde Constanza hacia Barahona, donde se registran valores similares a los de Azua, con media de 26.6°C aproximadamente. En la zona de Constanza se registran los menores valores de temperatura media mensual, con valor de 16.7°C para enero.

Cuadro 3.4: Temperatura media mensual en la Región Yaque del Sur I

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media
San Juan	22.8	23.4	24.2	24.9	25.4	25.6	25.7	25.7	25.7	25.3	24.8	23.5	24.7
Matayaya	22.5	23.5	23.8	24.0	23.9	24.3	24.6	24.3	24.8	23.9	23.4	21.6	23.7
El Cercado	20.7	21.8	22.7	23.4	23.6	24.7	24.9	24.5	24.4	23.6	22.1	20.7	23.1
Catanamatías	17.3	17.7	18.3	18.7	18.9	19.3	19.6	19.4	19.5	19.5	18.9	17.9	18.8
Constanza	16.7	16.9	17.7	18.9	20.1	20.1	20.2	20.5	20.7	20.5	18.9	17.1	19.0
Azua	24.8	24.9	25.3	25.9	26.5	27.5	28.3	28.7	28.3	27.6	26.8	25.6	26.7
Hondo Valle	19.0	19.8	20.8	21.7	22.1	22.5	22.6	22.5	22.4	22.3	20.8	19.3	21.3
L. M. Farfán	24.0	25.1	25.9	26.5	27.0	26.6	27.1	21.1	26.7	26.1	24.9	23.5	25.9
Elías Piña	24.4	25.0	25.6	25.8	26.1	26.3	26.5	26.4	26.2	25.8	25.1	24.3	25.6
Bánica	23.4	24.1	25.2	25.8	25.8	26.2	26.1	26.3	26.1	25.8	24.9	23.6	25.3
Restauración	22.8	23.3	24.0	24.5	25.5	25.6	25.7	25.9	25.4	25.6	24.6	23.3	24.7

Fuente: INDRHI, Departamento Hidrología.

Figura 3.6: Temperatura media mensual en la región Yaque del Sur I



- **Región Yaque del Sur II**

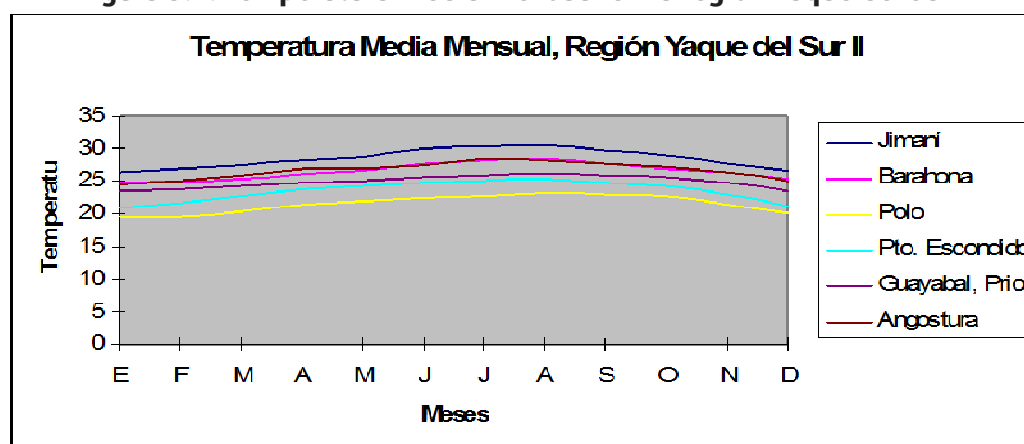
En la hoya del Lago Enriquillo se encuentran los mayores valores de temperatura media mensual, aumentando de Barahona a Jimaní. Hacia las sierras de Neyba y Batoruco las temperaturas disminuyen, registrándose los valores mínimos hacia la comunidad de Polo. La variación interanual de las temperaturas medias oscila entre 3 y 4°C, correspondiendo las mayores temperaturas a los meses de julio y agosto y las mínimas a enero y febrero.

Cuadro 3.5: Temperatura media mensual en la Región Yaque del Sur II

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media
Jimaní	26.4	26.8	27.3	28.3	28.7	30.0	30.4	30.5	29.9	28.9	27.6	26.6	28.5
Barahona	24.9	25.1	25.4	26.0	26.7	27.7	28.3	28.4	27.8	27.0	26.4	25.4	26.6
Polo	19.7	19.7	20.5	21.3	21.9	22.4	22.8	23.2	23.0	22.6	21.4	20.2	21.6
Pto. Escondido	21.0	21.6	22.6	23.8	24.3	24.9	25.2	25.4	24.9	24.3	22.9	21.2	23.3
Guayabal, P. Rio	23.6	23.7	24.4	24.9	25.1	25.5	25.8	26.0	25.9	25.6	24.8	23.5	24.5
Angostura	24.6	25.0	25.9	27.0	27.0	27.4	28.4	28.3	27.7	27.2	26.4	25.0	26.8

Fuente: INDRHI, Departamento Hidrología.

Figura 3.7: Temperatura media mensual en la región Yaque del Sur II



- **Región Ozama-Nizao**

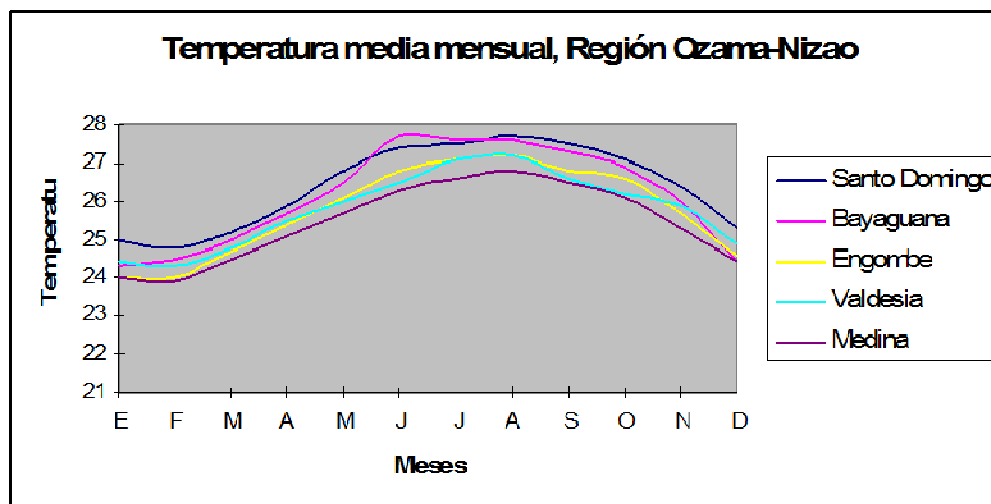
La temperatura media mensual de esta zona es de 25.7°C, con oscilación de unos 3°C y con incremento del oeste al este, disminuyendo hacia las zonas montañosas.

Cuadro 3.6: Temperatura media mensual en la región Ozama-Nizao

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media
Santo Domingo	25.0	24.8	25.2	25.9	26.8	27.4	27.5	27.7	27.5	27.1	26.4	25.3	26.4
Bayaguana	24.3	24.5	25.0	25.7	26.5	27.7	27.6	27.6	27.3	26.9	26.0	24.4	26.1
Engombe	24.0	24.0	24.7	25.4	26.1	26.8	27.1	27.2	26.8	26.6	25.7	24.6	25.7
Valdesia	24.4	24.3	24.8	25.5	26.0	26.5	27.1	27.2	26.6	26.2	25.9	24.9	25.8
Medina	24.0	23.9	24.5	25.1	25.7	26.3	26.6	26.8	26.5	26.1	25.3	24.4	25.5

Fuente: INDRHI, Departamento Hidrología.

Figura 3.8: Distribución Temperatura media mensual en la Región Ozama-Nizao



- **Región Este**

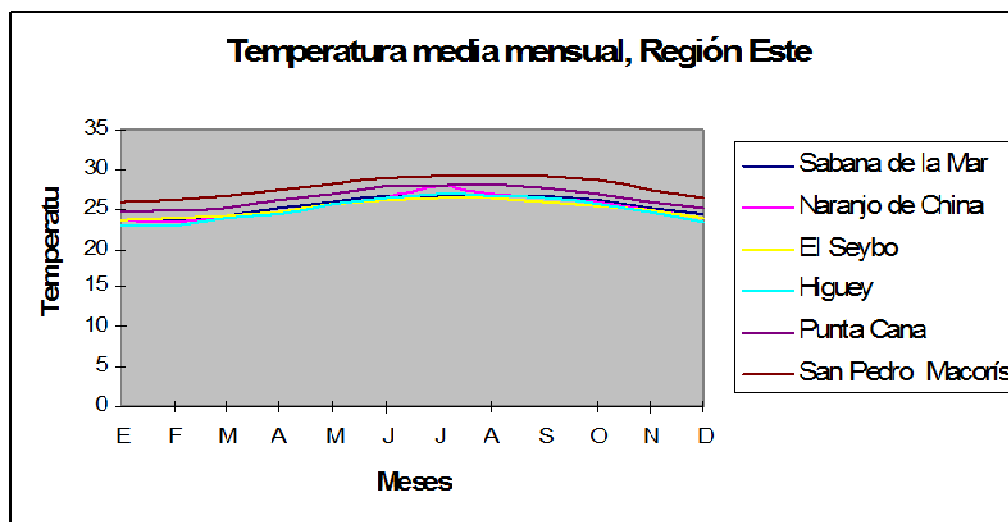
En la región oriental la temperatura es bastante homogénea, oscilando alrededor de los 25.7°C, con pequeñas variaciones.

Cuadro 3.7: Temperatura media mensual en la Región Este

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media
Sabana de la Mar	23.7	23.6	24.2	25.2	26.0	26.8	26.8	26.8	26.6	26.2	25.3	24.3	25.5
Naranjo de China	23.6	23.5	24.1	24.8	25.7	26.5	28.0	26.9	26.5	25.9	24.9	24.0	25.1
El Seybo	23.6	23.9	24.1	24.7	25.6	26.3	26.5	26.5	25.9	25.5	24.9	24.0	25.1
Higüey	22.8	23.0	23.8	24.5	25.6	26.4	27.0	26.7	26.4	25.7	24.7	23.4	25.0
Punta Cana	24.7	24.9	25.2	26.2	27.0	27.9	28.0	28.2	27.7	27.0	26.0	25.1	26.5
San Pedro Macorís	25.9	26.1	26.8	27.4	28.3	29.0	29.2	29.2	29.1	28.6	27.4	26.5	27.8

Fuente: INDRHI, Departamento Hidrología.

Figura 3.9: Distribución Temperatura media mensual en la Región Este



3.2.3 Temperaturas extremas

Las temperaturas extremas en la República Dominicana oscilan desde menos de 0°C en las zonas más elevadas de la cordillera Central, con valores medidos de -3.5°C en Valle Nuevo en 1959, y más de 40°C en áreas bajas resguardadas de los vientos alisios, con máximo extremo de 43°C en Mao, en 1954. Otras localidades con valores superiores a 40°C son: Villa Vásquez, Santiago, Sánchez, Samaná, Salcedo, Monte Cristi, La Vega, Imbert, Bonao, El Seybo, Elías Piña, La Descubierta, Pepillo Salcedo, Santiago Rodríguez, entre otras.

3.3 DISTRIBUCIÓN DE OTRAS VARIABLES CLIMATICAS

3.3.1 Horas de sol

La duración del día solar medio para la República Dominicana es un poco mayor de 12 horas y su promedio anual, de horas de sol diario, es de 8 horas, con pequeñas variaciones.

Los meses de mayor insolación media son de febrero a agosto con valores máximo en julio y con un máximo de 10.2 horas en Peñón, en febrero. El menor número de horas de sol corresponde a Juma con 5.8 horas de sol en diciembre. El número menor de horas de sol anual es de 2,545, en tanto que el mayor número de horas de sol anual asciende a 3,491.

A título de ilustración se presentan, por región hidrográfica, los promedios de horas de sol, de una a tres estaciones seleccionadas en cada región.

- **Región Atlántica**

En la región Atlántica la insolación media mayor corresponde a los meses de mayo a agosto y la mínima a diciembre, con promedio de 8.1 horas de sol diario.

Cuadro 3.8: Horas de sol en Puerto Plata

Valores mensuales del parámetro: horas de sol,													
Cuenca Bajabonico							Estación : Puerta Plata						
Latitud : 19 49 00				Longitud : 70 42 00				Elevación : 0					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	7.3	7.3	8.0	8.5	9.2	9.4	9.5	9.4	8.0	7.8	7.3	6.7	8.1

Fuente: INDRHI, Febrillet, JF. Análisis Climático de la República Dominicana.

- **Región Yaque del Norte**

En esta región la insolación mayor ocurre en los meses de junio, julio y agosto, mientras que la mínima se produce en diciembre y enero.

Cuadro 3.9: Promedio de horas de sol en Santiago

Valores mensuales del parámetro: Horas de sol, 1967-2004													
Cuenca Yaque del Norte							Estación : Santiago - Isa						
Latitud : 19 26 45				Longitud : 70 44 45				Elevación : 160					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	7.9	8.2	8.7	8.5	8.7	9.1	9.1	9.1	8.5	8.3	8.2	7.6	N/D

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- **Región Yuna**

En esta zona la insolación es bastante homogénea, oscilando alrededor de 7.2 horas de sol.

Cuadro 3.10: Promedio de horas de sol en Juma, Bonao

Valores mensuales del parámetro: Horas de Sol, 1971-2000													
Cuenca Yuna							Estación : Juma-Bonao						
Latitud : 18 54 0				Longitud : 70 23 10				Elevación : 178					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	7.0	6.9	7.3	7.5	7.3	7.2	7.6	7.4	7.3	7.5	6.7	6.3	7.2

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- **Región Yaque del Sur**

En la región Yaque del Sur, julio es el mes de mayor insolación, mientras que octubre es el mes de menor hora media de sol, tanto hacia el Valle de San Juan como hacia la parte baja de la cuenca.

Cuadro 3.11: Promedio de horas de sol en San Juan de la Maguana

Valores mensuales del parámetro: Horas Sol, 1970-1997													
Cuenca Yaque del Sur							Estación : San Juan de la Maguana						
Latitud : 18 45 27				Longitud : 71 9 2				Elevación : 378					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	8.8	9.4	9.0	9.3	8.5	8.4	9.0	8.9	8.6	8.0	8.5	8.2	8.7

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.12: Promedio de horas de sol en El Peñón, Barahona

Valores mensuales del parámetro: Horas de Sol, 1973-1999													
Cuenca Yaque del Sur							Estación : El Peñón						
Latitud : 19 17 47				Longitud : 71 11 16				Elevación : 4					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	8.8	9.1	9.6	9.4	8.8	9.0	9.5	9.3	8.9	8.2	8.9	8.7	9.0

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- **Región Ozama-Nizao**

Las horas medias diarias de sol son bastante homogéneas con promedio de 7.2 horas.

Cuadro 3.13: Promedio de horas de sol en Engombe

Valores mensuales del parámetro: Horas de Sol, 1977-2004													
Cuenca Haina							Estación : Engombe						
Latitud : 8 27 0				Longitud : 70 0 7				Elevación : 10					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	7.4	7.4	7.9	8.0	7.2	6.6	7.0	7.2	7.1	6.6	7.1	7.1	7.2

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- **Región Este**

La costa oriental posee una insolación adecuada para el turismo de esa zona, con máximo de 9.9 horas medias diarias de sol y promedio de 8.7 horas medias diarias de sol.

Cuadro 3.14: Promedio de horas de sol en El Seibo

Valores mensuales del parámetro: Horas de Sol, 1977-2004													
Cuenca Yuma							Estación : El Seibo						
Latitud : 18 46 0				Longitud : 69 02 00				Elevación : 87					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	7.8	8.6	7.8	7.9	6.8	7.4	8.2	7.8	7.2	7.0	8.2	7.8	7.7

Fuente: INDRHI, Febrillet, JF. Análisis Climático de la República Dominicana.

Cuadro 3.15: Promedio de horas de sol en Cabo Engaño

Valores mensuales del parámetro: Horas de Sol, 1977-2004													
Cuenca Anamuya							Estación : Cabo Engaño						
Latitud : 18 37 0				Longitud : 68 19 0				Elevación : 7					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	8.2	8.5	8.8	9.2	9.2	9.4	9.9	9.0	8.1	7.8	8.1	7.7	8.7

Fuente: INDRHI, Febrillet, JF. Análisis Climático de la República Dominicana.

3.3.2 Humedad relativa

La distribución de la humedad relativa sobre la República Dominicana disminuye de este a oeste, debido al arrastre de humedad de los vientos alisios y la exposición de las montañas.

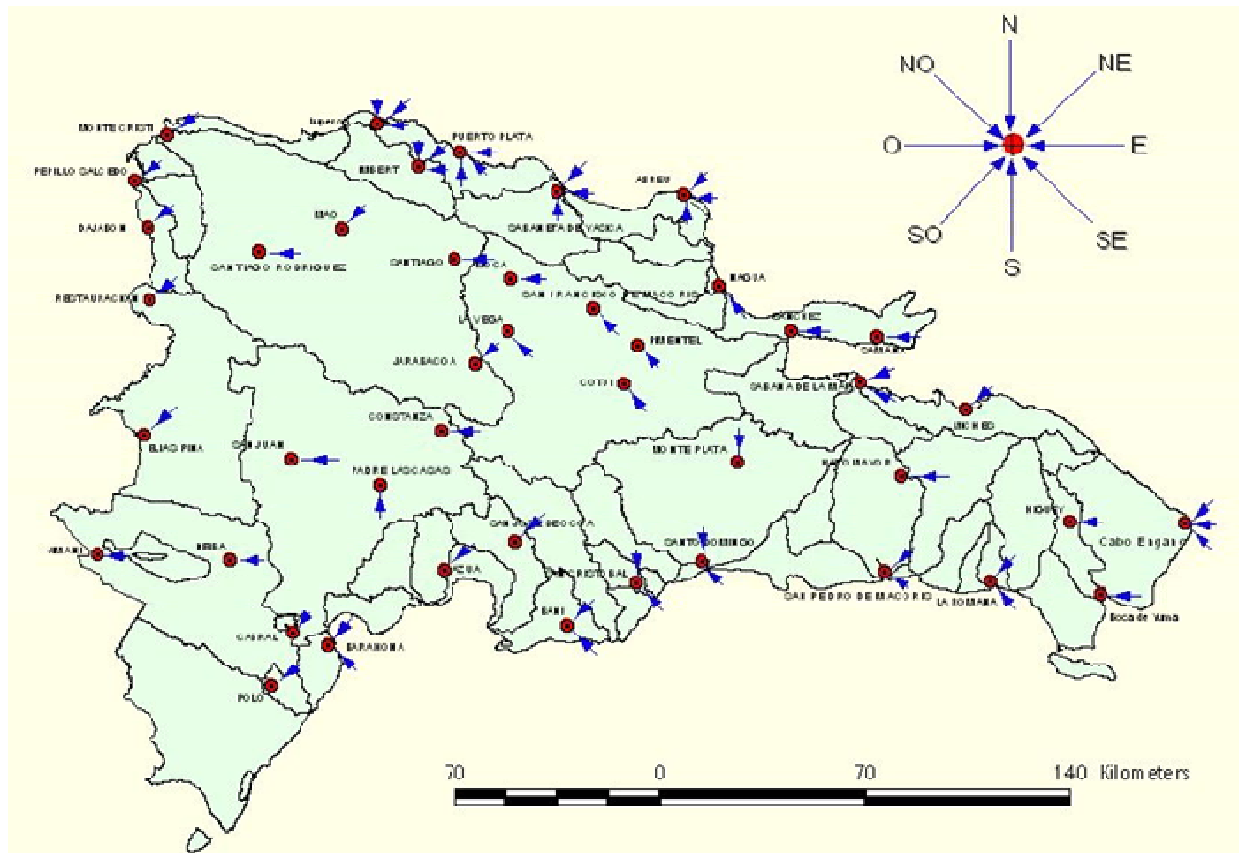
Valores superiores a 80%, en valores medios, se localizan en la vertiente Atlántica, llanura oriental, ladera oriental de la cordillera Central hacia los nacimientos de los ríos Bao, Yaque del Norte, Yuna, Nizao y Ocoa. Hacia el nacimiento del Artibonito se encuentra una célula aislada de aproximadamente 80%. Valores inferiores a 70% se encuentran entre las cuencas de los ríos Mao, Guayubín y Chacuey y en el Valle de Neyba. La media anual oscila entre 69.3% para Santiago Rodríguez y 87.4% para La Angelina.

La oscilación anual de los valores medios es pequeña, próximo a 10%, mientras que la variación diaria es significativa, del orden de 20 a 40% de humedad. El ciclo diario de variación de la humedad relativa se caracteriza por una disminución desde el momento que empieza el amanecer, con la consiguiente subida de temperatura, en los días sin lluvia, con mínimo de 1:00 y 3:00 pm. La máxima humedad, de 100%, se alcanza alrededor de la media noche y permanece hasta poco antes del amanecer.

3.3.3 Velocidad del viento

La República Dominicana está ubicada en la faja latitudinal del hemisferio Norte donde predomina la circulación de los vientos alisios con componente Nordeste, pero dicho régimen es modificado por el relieve topográfico y por el desigual calentamiento de la tierra y el mar, como puede apreciarse en la **Figura 3.3.3.1**.

Fig. 3.10: Dirección del viento predominante en la República Dominicana



Fuente: Oficina Nacional de Meteorología.

La variación anual del viento es despreciable en lo referente a su dirección, ya que los mismos están influenciados por los vientos locales, regidos por los vientos de mar a tierra y de montaña al valle, como el caso de Santo Domingo, donde el viento es del sudeste en gran parte del día, cambiando al nordeste durante la noche, o sea de tierra al mar.

La velocidad del viento normalmente es moderada, con promedio anual de aproximadamente 10 km/h, con oscilaciones entre 6.5 km/h y 18.9 km/h, y medias mensuales entre 5 km/h y 29 km/h.

Las intensidades máximas de los vientos están asociadas a los huracanes, con registros de velocidades bastantes intensas como muestra el **Cuadro 3.16**.

Cuadro 3.16: Intensidad máxima de los vientos en la República Dominicana

Huracán	Velocidad máxima	Año
San Zenón	200 Km/h	1930
Flora	320 km/h	1963
Inés	224 km/h	1966
David	240 km/h	1979
Georges	180 km/h	1998

Fuente: Febrillet, JF. Análisis climático de la República Dominicana.

Registros promedios vientos

A título de ilustración se presentan, por región hidrográfica, los promedios de la velocidad del viento mensual (1 a 3 metros de altura), de los registros de una a tres estaciones seleccionadas en cada región.

- Región Atlántica**

Cuadro 3.17: Velocidad media del viento en Puerto Plata, (km/h)

Valores mensuales del parámetro: Velocidad del viento,													
Cuenca Bajabonico							Estación : Puerta Plata						
Latitud : 19 49 00				Longitud : 70 42 00				Elevación : 0					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	7.8	8.3	9.1	9.3	9.0	10.6	11.6	10.4	8.9	7.5	7.3	7.4	8.9

Fuente: Febrillet, JF. Análisis Climático de la República Dominicana, 1982.

- Región Yaque del Norte**

Cuadro 3.18: Promedio de la velocidad media mensual del viento en Tavera a 1 m.

Valores mensuales del parámetro: Velocidad viento (1m). 1985-2003 (m/s)													
Cuenca Yaque del Norte							Estación: Tavera						
Latitud : 19 17 0				Longitud : 72 43 5				Elevación : 300					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.9	1.0	1.2	1.1	1.0	1.3	1.5	1.3	1.0	0.8	0.6	0.7	1.0

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.19: Promedio de la velocidad media mensual del viento en Tavera a 3 m.

Valores mensuales del parámetro: Velocidad viento (3 m.), 1967-1984 (m/s)													
Cuenca: Yaque del Norte							Estación: Tavera						
Latitud : 19 17 0				Longitud : 70 43 5				Elevación : 300					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	2.7	3.1	3.7	3.6	3.3	4.6	5.5	4.6	4.0	2.6	2.4	2.0	3.5

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.20: Promedio de la velocidad media mensual del viento en Santiago, Isa, a 1 m.

Valores mensuales del parámetro: Velocidad viento (1m.), 1971-2004 (m/s)													
Cuenca Yaque del Norte							Estación: Santiago-Isa						
Latitud : 19 26 45				Longitud : 70 44 45				Elevación : 160					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	1.0	1.3	1.3	1.2	1.3	1.6	1.8	1.7	1.3	1.1	8.9	8.9	1.3

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.21: Promedio de la velocidad media mensual del viento en Santiago, Isa, a 3 m.

Valores mensuales del parámetro: Velocidad viento (3 m.), 1967-1975 (m/s)													
Cuenca Yaque del Norte							Estación Santiago-Isa						
Latitud : 19 26 45				Longitud : 70 44 45				Elevación : 160					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	2.4	2.4	2.9	2.8	2.8	3.4	3.6	3.7	3.1	3.9	2.6	3.6	3.1

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.22: Promedio de la velocidad media mensual del viento en La Antona a 3 m.

Valores mensuales del parámetro: Velocidad viento (3m.), 1967-2004 (m/s)													
Cuenca Yaque del Norte							Estación: La Antona						
Latitud : 19 38 0				Longitud : 71 24 10				Elevación : 48					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	2.2	2.2	2.3	2.1	2.0	2.4	2.9	2.4	2.0	1.6	1.8	1.9	N/D

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- **Región Yuna**

Cuadro 3.23: Promedio de la velocidad media mensual del viento en La Angelina a 1 m.

Valores mensuales del parámetro: Velocidad viento (1 m.), 1977-2004 (m/s)													
Cuenca Yuna							Estación: La Angelina						
Latitud : 19 7 35				Longitud : 70 13 20				Elevación : 48					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom.	06	0.7	0.9	0.7	0.7	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.7

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.24: Promedio de la velocidad media mensual del viento en La Angelina a 3 m.

Valores mensuales del parámetro: Velocidad viento (3 m.), 1998-2004 (m/s)													
Cuenca Yuna							Estación: La Angelina						
Latitud : 19 7 35				Longitud : 70 13 20				Elevación : 48					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	N/D	0.2	0.2	N/D

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- **Región Yaque del Sur I**

Cuadro 3.25: Promedio de la velocidad media mensual del viento en Constanza a 3 m.

Valores mensuales del parámetro: Velocidad viento (3 m.), 1967-1979 (m/s)													
Cuenca Yaque del Sur							Estación: Constanza						
Latitud : 18 54 40				Longitud : 70 43 0				Elevación : 1,215					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	2.4	2.0	2.9	2.2	1.8	2.4	3.0	2.3	2.0	1.7	2.0	2.3	2.3

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.26: Promedio de la velocidad media mensual del viento en El Sisal a 3 m.

Valores mensuales del parámetro: Velocidad viento (3 m.) , 1972-2004 (m/s)													
Cuenca Tábara							Estación: El Sisal						
Latitud : 18 23 0				Longitud : 70 50 20				Elevación : 40					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.9	1.8	1.5	1.4	1.4	1.4	1.6

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- **Región Yaque del Sur II**

Cuadro 3.27: Promedio de la velocidad media mensual del viento en Angostura a 3 m.

Valores mensuales del parámetro: Velocidad viento (3 m.), 1981-2002 (m/s)													
Cuenca Lago Enriquillo							Estación: Angostura						
Latitud : 18 16 12				Longitud : 71 23 46				Elevación : 35					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	1.4	1.5	1.7	1.7	1.7	1.9	1.9	1.8	1.6	1.2	1.3	1.1	N/D

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- **Región Ozama-Nizao**

Cuadro 3.28: Velocidad media del viento en Engombe a 3 m.

Valores mensuales del parámetro: Velocidad viento (3 m.), 1979-2004 (m/s)													
Cuenca Haina							Estación Engombe						
Latitud : 18 27 0				Longitud : 70 0 7				Elevación : 10					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	1.0	1.2	1.2	1.1	0.9	0.8	1.1	0.8	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.29: Promedio de la velocidad media mensual del viento en Medina a 3 m.

Valores mensuales del parámetro: Velocidad viento (3 m.), 1985-2004 (m/s)													
Cuenca Haina							Estación: Medina						
Latitud : 18 32 6				Longitud : 70 8 40				Elevación : 150					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.7	0.9	1.0	1.0	0.8	0.7	0.8	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.7

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- **Región Este**

Cuadro 3.30: Promedio de la velocidad media mensual viento en km/h, en Cabo Engaño

Valores mensuales del parámetro: Velocidad del viento (Km/h)													
Cuenca Anamuya							Estación : Cabo Engaño						
Latitud : 18 37 0				Longitud : 68 19 0				Elevación : 7					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	14.9	15.0	14.5	14.4	12.5	12.7	15.1	14.1	12.3	11.7	14.8	15.7	14.0

Fuente: Febrillet, JF. Análisis Climático de la República Dominicana, 1982.

Cuadro 3.31: Promedio de la velocidad media mensual viento en km/h, en Sabana de la Mar

Valores mensuales del parámetro: Velocidad del viento (Km/h)													
Cuenca Yabón							Estación : Sabana de la Mar						
Latitud : 19 3 0				Longitud : 69 25 0				Elevación : 3					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	9.4	10.1	10.9	11.3	9.4	9.6	10.9	10.0	7.9	7.0	8.0	9.0	9.5

Fuente: Febrillet, JF. Análisis Climático de la República Dominicana, 1982.

Velocidad del viento a 30 metros

En el 2001, el Departamento de Energía de los Estados Unidos de Norteamérica, en coordinación con la USAID y otras agencias norteamericanas, realizaron un estudio sobre el potencial eólico de la República Dominicana. Después de analizar las series de datos sobre el viento disponibles en el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos y en la Oficina Nacional de Meteorología, seleccionaron 18 localidades para instalar anemómetros a 10, 20 y 30 metros de altura. Las comunidades elegidas se presentan en el **Cuadro 3.32**

Cuadro 3.32: Localidades con instalaciones para estudio energía eólica

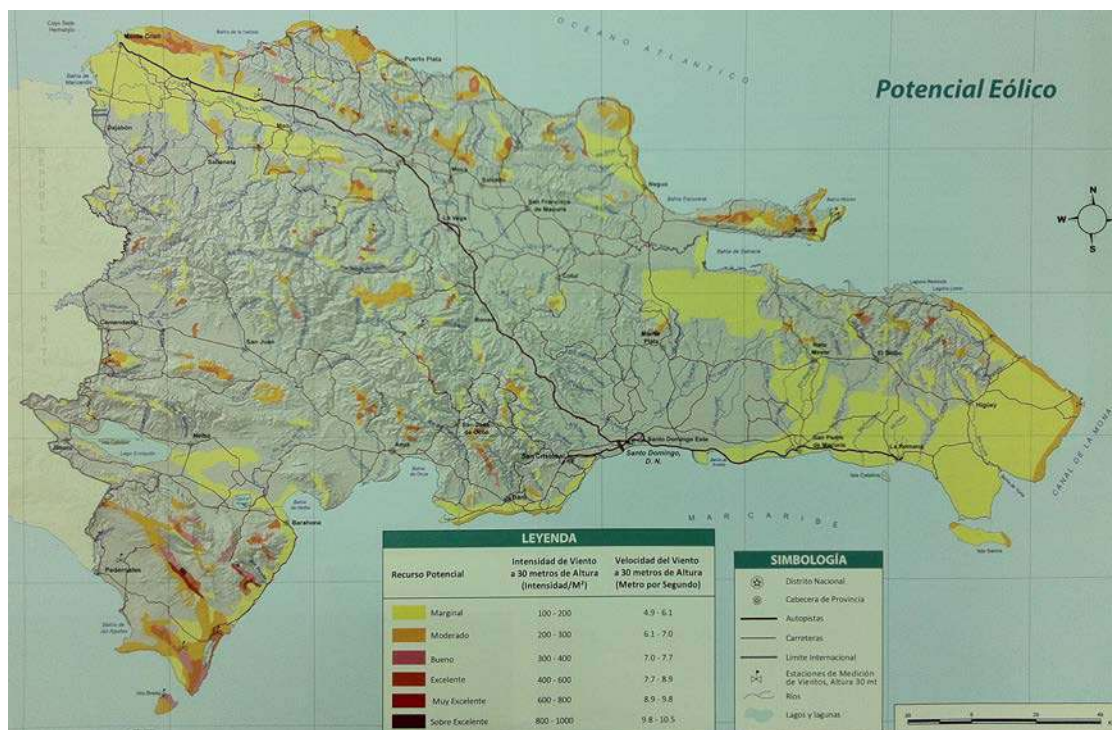
Nombre	Región	Provincia	Localidad	Altura anemómetro
Las Mercedes	Zona Sur	Pedernales	Las Mercedes	30.20
Los Cocos	Costa Sur	Pedernales	Oviedo	30.20
Nueva Rosa	Costa Sur	Pedernales	Nueva Rosa	30.20
Cacaos	Costa Norte	María Trinidad Sánchez	Cabrera	30.20
Guzmancitos	Costa Norte	Puerto Plata	Guzmancitos	30.20
Las Galeras 1	Costa Norte	Samaná	Galeras	30.20
Las Galeras 2	Costa Norte	Samaná	Galeras	30.20
Botoncillo	Zona Norte	Montecristi	Botoncillos	30.20
Los Hidalgos	Zona Sur	Monte Plata	Los Hidalgos	10
La Loma	Zona Norte	Santiago	Los Ranchitos	30.20
Blanco Arriba	Costa Norte	Españat	Blanco Arriba	10
Cabo Engaño	Costa Este	Higüey	Cabo Engaño	30.20
Isla Beata	Costa Sur	Pedernales	Isla Beata	30.20
Macapá	Zona Sur	Elías Piña	Calimete	20
Juncalito	Zona Norte	Santiago	Juncalito	20
Hatillo Palma	Z. Noroeste	Montecristi	Hatillo Palma	20
Yerba Buena	Zona Norte	Santiago	Yerba Buena	20
Los Montones	Zona Norte	Santiago	Los Montones	10

Fuente: SEMARN, Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana.

Los resultados del análisis, **Figura 3.11**, reflejan que las zonas de mayor altura y más próximas a la costa son las que presentan mayor potencial eólico. En orden de importancia los resultados fueron los siguientes:

- Las áreas con mayor potencial eólico están localizadas hacia el suroeste, en las provincias de Pedernales y Barahona y hacia el nordeste, en las provincias de Puerto Plata y Montecristi.
- Con categoría de buena a excelente se encuentran distribuidas por toda la geografía nacional, en las zonas elevadas (picos), la península de Samaná, las zonas costeras y las cordilleras, Central, Septentrional y Oriental, además de la sierra de Neyba.
- Los recursos eólicos marginales a moderados se presentan en la mayor superficie del país, principalmente en la región este y noroeste.

Fig. 3.11: Potencial eólico de la República Dominicana



Fuente: USAID, publicado en el “Atlas de biodiversidad y recursos naturales de la República Dominicana”, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

3.3.4 Nubosidad

Los cielos dominicanos tomados en conjunto, presentan una nubosidad promedio de 4/8 o sea cielo seminublado, con variación anual y diurna pequeña. La mayor nubosidad se produce durante la tarde, principalmente en los meses de verano.

A título de ilustración se presentan, por región hidrográfica, registros de la nubosidad, de una a tres estaciones seleccionadas en cada región, en décimas de cielo cubierto, salvo que se indique lo contrario.

- Región Atlántica**

Cuadro 3.33: Promedio de la nubosidad media mensual en Los Jengibres, (décimas)

Valores Mensuales del Parámetro: Nubosidad, 1975-2004 (octa)													
Cuenca Boba						Estación: Los Jengibres							
Latitud : 19 26 20			Longitud : 70 2 50			Elevación : 15							
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.34: Promedio de la nubosidad media mensual en La Isabela, (décimas)

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad, 1978-2004 (octa)													
Cuenca Bajabonico							Estación: La Isabela						
Latitud : 19 49 48				Longitud : 71 3 50				Elevación : 30					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- **Región Yaque del Norte**

Cuadro 3.35: Promedio de la nubosidad media mensual en Tavera, en décimas

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad, 1967-2004 (octa)													
Cuenca Yaque del Norte							Estación : Tavera						
Latitud : 19 17 0				Longitud : 70 43 5				Elevación : 100					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.36: Promedio de la nubosidad media mensual en Santiago Isa

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad, 1967-2004 (octa)													
Cuenca Yaque del Norte							Estación : Santiago-Isa						
Latitud : 19 26 45				Longitud : 70 44 45				Elevación : 160					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro3.37: Promedio de la nubosidad media mensual en La Antona

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad, 1967-2004 (octa)													
Cuenca Yaque del Norte							Estación : La Antona						
Latitud : 19 38 0				Longitud : 71 24 40				Elevación : 48					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- **Región Yuna**

Cuadro 3.38: Promedio de la nubosidad media mensual en Juma, Bonao

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad, 1971-2004 (octa)													
Cuenca Yuna							Estación: Juma - Bonao						
Latitud : 18 54 0				Longitud : 70 23 10				Elevación : 178					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.39: Promedio de la nubosidad media mensual en José Contreras

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad, 1978-2004 (octa)													
Cuenca Yuna							Estación: José Contreras						
Latitud : 19 28 0				Longitud : 70 27 0				Elevación : 685					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.40: Promedio de la nubosidad media mensual en La Angelina

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad, 1977-2004 (octa)													
Cuenca Yuna							Estación: La Angelina						
Latitud : 19 7 35				Longitud : 70 13 20				Elevación : 16					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- **Región Yaque del Sur I**

Cuadro 3.41: Promedio de la nubosidad media mensual en Constanza

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad, 1967-2004 (octa)													
Cuenca Yaque del Sur							Estación : Constanza						
Latitud : 18 54 40				Longitud : 70 43 0				Elevación : 1,215					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.42: Promedio de la nubosidad media mensual en San Juan de la Maguana

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad, 1967-2004 (octa)													
Cuenca Yaque del Sur							Estación: San Juan de la Maguana						
Latitud : 18 45 27				Longitud : 71 9 2				Elevación : 378					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.43: Promedio de la nubosidad media mensual en El Peñón, Barahona

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad, 1967-2004 (octa)													
Cuenca Yaque del Sur							Estación : El Peñón						
Latitud : 18 17 47				Longitud : 71 11 18				Elevación : 4					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del agua en la República Dominicana.

- **Región Yaque del Sur II**

Cuadro 3.44: Promedio de la nubosidad media mensual en Angostura

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad, 1976-2004 (octa)													
Cuenca lago Enriqueillo							Estación: Angostura						
Latitud : 18 16 12				Longitud : 71 23 46				Elevación : 35					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del agua en la República Dominicana.

- **Región Ozama-Nizao**

Cuadro 3.45: Promedio de la nubosidad media mensual en Engombe

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad, 1977-2004 (octa)													
Cuenca Haina							Estación: Engombe						
Latitud : 18 27 0				Longitud : 70 0 7				Elevación : 10					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.46: Promedio de la nubosidad media mensual en Medina

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad, 1979-2004 (octa)													
Cuenca Haina							Estación: Medina						
Latitud : 18 32 6				Longitud : 70 8 40				Elevación : 150					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.47: Promedio de la nubosidad media mensual en El Naranjal, Ocoa

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad 1985-2004 (octa)													
Cuenca Ocoa							Estación: El Naranjal - Ocoa						
Latitud : 18 32 46				Longitud : 70 26 86				Elevación : 600					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del agua en la República Dominicana.

- **Región Este**

Cuadro 3.48: Promedio de la nubosidad media mensual en El Seibo

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad (octa)													
Cuenca Soco							Estación : El Seibo						
Latitud : 18 46 0				Longitud : 69 02 00				Elevación : 87					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6

Fuente: Febrillet, JF. Análisis climático de la República Dominicana, 1982.

Cuadro 3.49: Promedio de la nubosidad media mensual en Higüey

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad (octa)													
Cuenca Yuma							Estación : Higüey						
Latitud : 18 36 0				Longitud : 68 42 00				Elevación : 106					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Fuente: Febrillet, JF. Análisis climático de la República Dominicana, 1982.

Cuadro 3.50: Promedio de la nubosidad media mensual en Cabo Engaño

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad (octa)													
Cuenca Anamuya							Estación : Cabo Engaño						
Latitud : 18 37 0				Longitud : 68 19 0				Elevación : 7					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Fuente: Febrillet, JF. Análisis climático de la República Dominicana, 1982.

Cuadro 3.51: Promedio de la nubosidad media mensual en Sabana de la Mar

Valores mensuales del parámetro: Nubosidad (octa)													
Cuenca Yabón							Estación : Sabana de la Mar						
Latitud : 19 3 0				Longitud : 69 25 0				Elevación : 3					
Meses	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Prom	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6

Fuente: Febrillet, JF. Análisis climático de la República Dominicana, 1982.

3.3.5 Presión atmosférica

La variación diurna de la presión se caracteriza por una doble onda, registrándose el valor máximo primario alrededor de las 10:00 a.m., en tanto que el valor mínimo primario ocurre próximo a las 4:00 p.m.; el máximo secundario ocurre hacia las 10:00 p.m. y el mínimo secundario hacia las 4:00 a.m., con oscilación entre 1.2 y 2.1 milibares (Febrillet, 1982).

La variación anual normal tiene una amplitud de 4 milibares (mbs) y guarda estrecha relación con el desplazamiento de los sistemas de alta presión del Atlántico norte y los desplazamientos de los ciclones tropicales, ondas del este, vaguadas, sistemas frontales, etc.

La presión media sobre la isla es de 1,015 mbs. Registros de sus valores extremos presentan una máxima de 1,027.2 mbs, el 9 de febrero de 1976 en Cabo Engaño, y un mínimo de 988 mbs el 31 de agosto de 1979 en Barahona.

3.3.6 Evaporación

La distribución de la evaporación en el país es contraria a la distribución de la humedad, ya que aumenta de Este a Oeste, principalmente hacia las zonas más resguardadas de los vientos alisios.

Valores superiores a los 2,000 mm de evaporación media anual se observan en la cuenca del Yaque del Norte, planicie de Azua, valle de Neyba y porción oeste del valle de San Juan, lo que coincide con la aridez de esas áreas y con los mayores requerimientos de agua para riego.

Los totales extremos registrados, medios anuales, son: 2,905 mm en el Sisal, Azua y 1,373 mm en Constanza. La variación de los valores medios mensuales oscila entre 40 mm en Valdesia y 130 mm en Santiago, con valor máximo de 292.3, para el mes de julio, en El Sisal, Azua.

Los meses de menor evaporación son noviembre y diciembre y los de mayor evaporación marzo y abril, aunque los mayores extremos ocurren en julio, en términos generales.

A título de ilustración se presentan, por región hidrográfica, las estadísticas de los registros de la evaporación, de una a tres estaciones seleccionadas en cada región, en milímetros.

- **Región Atlántica**

Cuadro 3.52: Estadísticas de la evaporación mensual [mm] en La Isabela

Cuenca: Bajabonico				Estación: La Isabela				Ubicación: 285285E,2194000 N				
Meses	Ene	Feb	Mar	Código (0602)				Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
prom	131.6	137.0	166.8	175.7	185.5	204.9	227.5	237.3	227.6	194.9	150.9	145.1
std	29.0	23.4	18.6	23.0	46.6	27.2	45.8	38.9	33.8	41.4	34.5	38.7
max	176.9	182.1	190.1	231.9	329.2	252.7	348.8	314.1	290.9	271.8	211.2	232.5
min	78.7	101.1	129.6	134.7	129.5	161.4	185.6	189.4	185.7	132.2	96.0	88.5
cv	0.2	0.2	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.53: Estadísticas de la evaporación mensual [mm] en Los Jengibres

Cuenca: Boba				Estación: Los Jengibres				Ubicación: 391521E, 2149743N					
Meses	Ene	Feb	Mar	Código (1501)				Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
prom	77.9	84.6	121.8	125.7	127.9	131.7	134.9	127.9	119.3	107.4	84.4	73.7	71.2
std	9.2	14.4	17.9	22.2	17.6	22.9	18.0	14.9	15.9	11.0	9.3	12.9	8.1
max	103.1	119.3	152.5	179.3	150.0	205.8	183.7	160.4	161.1	132.3	100.8	116.0	87.1
min	65.5	43.6	98.4	85.9	98.0	104.4	105.0	106.0	94.0	90.1	70.2	58.6	62.2
cv	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- **Región Yaque del Norte**

Cuadro 3.54: Estadísticas de la evaporación mensual [mm] en Tavera

Cuenca: Yaque del Norte				Estación: Tavera				Ubicación: 319454E, 2133098N					
Meses	Ene	Feb	Mar	Código (0402)				Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
prom	114.7	122.2	170.3	177.5	169.3	183.8	209.5	205.7	174.4	150.3	119.5	105.8	87.7
std	14.2	20.5	22.1	27.9	32.0	27.1	26.2	22.1	22.6	22.0	20.0	20.9	21.9
max	138.0	172.4	225.7	233.4	225.4	252.6	253.5	248.3	206.9	191.8	169.3	148.3	120.6
min	82.6	92.7	134.9	124.4	114.6	131.4	164.3	147.2	130.7	99.9	93.0	67.2	67.2
cv	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.55: Estadísticas de la evaporación mensual [mm] en Santiago, Isa

Cuenca: Yaque del Norte				Estación: Santiago Isa				Ubicación: 316716E, 2151115N					
				Código (0404)									
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
prom	133.5	136.1	191.7	191.9	202.3	229.0	236.5	230.7	211.2	170.1	148.6	124.7	111.5
std	26.8	20.6	34.6	31.1	41.0	41.5	39.3	41.5	53.5	37.3	51.0	33.9	26.2
max	199.4	180.4	298.7	254.2	273.9	326.4	329.1	365.8	329.3	285.4	308.9	251.9	141.7
min	86.8	97.2	140.8	100.2	117.8	159.8	185.7	179.8	143.4	127.4	94.5	82.1	85.6
cv	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.56: Estadísticas de la evaporación mensual [mm] en La Antona

Cuenca: Yaque del Norte				Estación: La Antona				Ubicación: 248012E, 2172709N					
				Código (0408)									
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
prom	144.3	155.7	206.0	218.4	209.3	205.9	237.1	236.1	197.4	167.3	137.5	128.8	128.9
std	21.1	22.0	30.0	33.7	35.7	33.0	66.7	32.0	22.3	21.3	24.1	25.4	22.9
max	193.5	195.9	283.0	300.3	281.2	295.9	306.5	305.5	234.1	213.2	188.0	177.2	177.2
min	91.0	116.4	166.2	149.9	150.0	153.5	-100.0	132.7	149.6	115.6	87.3	81.2	81.2
cv	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- **Región Yuna**

Cuadro 3.57: Estadísticas de la evaporación mensual [mm] en Juma, Bonao

Cuenca: Yuna				Estación: Juma Bonao				Ubicación: 354007E, 2090360N					
				Código (1802)									
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
prom	113.0	123.7	165.4	161.9	160.9	180.1	170.8	159.5	153.3	129.5	112.9	103.6	103.6
std	17.9	29.9	16.8	29.9	65.5	40.0	38.6	48.2	37.8	38.3	26.6	19.0	19.0
max	142.2	164.6	209.4	210.2	233.6	236.3	219.2	211.2	212.6	158.4	156.9	128.1	128.1
min	78.6	33.4	143.7	121.6	35.0	37.2	53.6	31.8	42.1	27.5	66.9	71.3	71.3
cv	0.2	0.2	0.1	0.2	0.4	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.58: Estadísticas de la evaporación mensual [mm] en Barraquito

Cuenca: Yuna				Estación: Barraquito				Ubicación: 417022E, 2113949N					
				Código (1814)									
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
prom	87.6	100.9	133.4	145.1	151.9	148.1	145.6	139.4	125.3	112.8	89.0	75.5	80.2
std	7.6	11.5	18.5	21.7	25.7	25.3	25.4	10.4	15.6	10.4	9.7	8.8	10.2
max	99.8	127.6	174.3	214.4	194.1	207.7	198.6	159.9	157.1	129.6	107.7	92.2	92.2
min	70.4	75.1	103.3	96.3	85.9	114.2	64.6	119.9	86.4	93.0	66.8	65.1	68.0
cv	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- Región Yaque del Sur I**

Cuadro 3.59: Estadísticas de la evaporación mensual [mm] en Guayabal, Padre Las Casas

Cuenca: Yaque del Sur				Estación: Guayabal P de las C				Ubicación: 221647E, 2058023N				
				Código (4916)								
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
prom	128.3	140.7	166.0	167.5	154.3	159.6	168.3	170.3	137.4	137.5	118.2	121.2
std	15.7	22.1	15.7	14.4	19.3	11.2	11.0	15.4	18.2	11.0	12.2	16.1
max	171.8	206.7	193.3	202.4	193.3	179.3	186.5	201.6	173.6	153.9	143.4	162.9
min	107.9	99.2	128.6	151.7	121.8	147.4	140.4	148.9	113.5	122.5	102.1	99.9
cv	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.60: Estadísticas de la evaporación mensual [mm] en San Juan de la Maguana

Cuenca: Yaque del Sur				Estación: San J de la Maguana				Ubicación: 273335E, 2075389N				
				Código (4903)								
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
prom	130.8	132.3	170.3	178.0	165.7	170.3	170.1	162.2	154.2	147.4	118.4	125.9
std	20.9	31.2	40.5	47.1	53.6	49.3	53.0	50.3	31.3	26.4	30.9	31.2
max	183.1	188.2	240.3	260.9	265.0	258.7	250.9	239.5	217.3	183.8	201.2	228.1
min	98.6	66.5	85.0	80.9	67.8	46.1	64.5	68.4	88.2	81.3	69.2	85.9
cv	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.61: Estadísticas de la evaporación mensual [mm] en El Sisal

Cuenca: Tábara				Estación: El Sisal				Ubicación: 305721E, 2033605N					
				Código (4701)									
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
prom	196.3	194.2	229.0	230.0	231.5	224.5	243.2	245.2	214.5	202.8	194.6	192.4	2495.7
std	29.3	26.6	37.8	35.8	45.1	30.6	79.3	38.4	34.9	27.0	28.4	36.3	215.9
max	288.9	267.3	313.7	297.3	338.9	313.8	351.7	346.6	332.1	248.0	261.1	279.6	2810.4
min	140.3	135.1	165.1	168.6	160.5	174.8	-100.0	178.0	158.0	154.3	149.7	132.1	2164.6
cv	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- **Región Yaque del Sur II**

Cuadro 3.62: Estadísticas de la evaporación mensual [mm] en Angostura

Cuenca: Lago Enriquillo				Estación: Angostura				Ubicación: 246660E, 2021743N					
				Código (5312)									
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
prom	158.5	170.5	220.0	204.8	193.0	193.5	245.1	218.9	190.9	169.5	156.2	157.2	158.6
std	27.5	21.9	28.5	33.3	46.1	45.8	27.8	66.8	41.8	21.2	26.4	25.8	26.3
max	202.1	207.9	256.9	234.8	264.6	274.9	277.4	308.9	253.2	208.1	208.6	199.8	199.8
min	98.2	120.2	161.0	105.7	116.6	110.6	193.3	49.5	107.9	139.4	112.6	120.9	120.9
cv	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- **Región Ozama-Nizao**

Cuadro 3.63: Estadísticas de la evaporación mensual [mm] en Engombe

Cuenca: Haina				Estación: Engombe				Ubicación: 394195E, 2040291N				
				Código (3401)								
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
prom	81.6	92.5	121.4	123.3	120.2	102.4	122.9	114.2	105.7	96.8	98.0	79.5
std	29.8	35.2	46.5	52.7	50.7	71.5	41.7	37.3	40.3	31.1	27.6	21.6
max	125.8	147.4	185.1	193.8	177.0	169.3	166.5	158.3	146.3	136.3	122.9	117.0
min	39.6	45.9	53.8	60.2	57.4	-100.0	66.6	75.8	67.2	51.2	47.6	49.5
cv	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.7	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.64: Estadísticas de la evaporación mensual [mm] en Medina

Cuenca: Haina				Estación: Medina				Ubicación: 380447E, 2060845N					
				Código (3402)									
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
prom	110.4	120.2	165.3	164.5	159.4	150.7	156.6	160.2	144.1	134.0	109.2	104.6	1633.4
std	14.6	14.9	18.0	17.9	20.2	20.6	18.1	16.1	18.3	12.6	20.7	17.7	124.8
max	141.2	160.7	195.9	198.0	205.9	192.6	192.4	186.8	175.8	157.1	155.8	154.6	1834.8
min	83.7	94.8	120.4	137.9	119.0	107.3	115.8	123.0	114.0	113.4	75.7	83.6	1521.8
cv	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

Cuadro 3.65: Estadísticas de la evaporación mensual [mm] en Valdesia

Cuenca: Nizao				Estación: Valdesia				Ubicación: 364737E, 2035865N					
				Código (3802)									
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
prom	161.8	154.0	178.4	183.7	178.6	172.3	196.7	181.6	173.0	167.5	159.5	166.3	2061.2
std	27.5	14.3	30.6	30.8	23.1	35.4	24.3	61.7	23.8	21.4	21.2	28.5	173.3
max	204.1	180.6	239.0	238.4	228.5	236.9	265.8	250.4	219.1	194.5	194.1	243.0	2225.5
min	77.4	116.2	97.3	104.0	132.9	96.7	143.0	-100.0	122.6	102.1	104.7	99.8	1864.7
cv	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

- **Región Este**

Cuadro 3.66: Estadísticas de la evaporación mensual [mm] en Naranjo de China

Cuenca: Chavón				Estación: Naranja de China.				Ubicación: 517632E, 2067237N				
				Código (2603)								
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
prom	95.1	105.8	122.4	112.9	113.6	112.1	125.4	124.8	108.7	118.5	108.1	101.6
std	12.8	20.7	29.3	33.5	24.2	17.6	25.3	33.0	16.7	23.2	21.1	17.7
max	113.3	138.8	174.7	181.1	162.5	152.8	192.9	194.6	134.3	163.9	154.3	135.3
min	70.5	71.8	86.1	63.1	90.2	83.9	104.1	90.2	91.6	87.1	77.4	78.9
cv	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

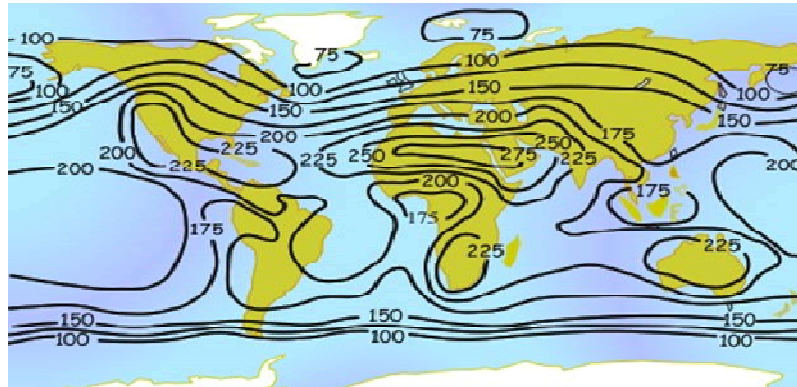
3.3.7 Radiación solar

La radiación solar es la fuente principal de energía de nuestro planeta y como consecuencia, la responsable de los procesos que determinan el ciclo hidrológico y la conformación del clima mundial y local.

Se denomina “constante solar” a la intensidad del flujo de radiación solar que incide verticalmente sobre un plano circular de diámetro igual al del planeta Tierra y situado en el tope de la atmósfera, a una distancia igual a la distancia media entre el sol y la tierra. En la actualidad ese flujo es de aproximadamente 1,370 W/m², con oscilación de 1.2 W/m² en su ciclo normal. Esta radiación solar se distribuye sobre la superficie esférica de la Tierra, que es cuatro veces el área de ese círculo, por lo que el flujo medio incidente en el tope de la atmósfera es un cuarto de la constante solar, o sea 342 W/m², que se reduce a unos 170 W/m² sobre la superficie de la Tierra por los fenómenos de reflexión y absorción de dicha radiación.

En la **Fig. 3.12** se presenta la distribución de la radiación solar recibida sobre la superficie terrestre en W/m², con máximo de 275 W/m², mínimo de 75 W/m² y media de 170 W/m². Puede observarse que los valores máximos coinciden con la ubicación de las grandes zonas áridas.

Fig. 3.12: Distribución de la radiación solar media sobre la superficie de la Tierra



Un estudio desarrollado por INDOTEC en 1979, realizado por el Sr. José Ramón Acosta, basado en correlaciones entre la radiación solar extraterrestre, las horas de sol y la nubosidad de la ciudad de Santiago de los Caballeros, con las informaciones disponibles en 26 estaciones climáticas del país. Las validaciones en ningún momento superaron el 10%.

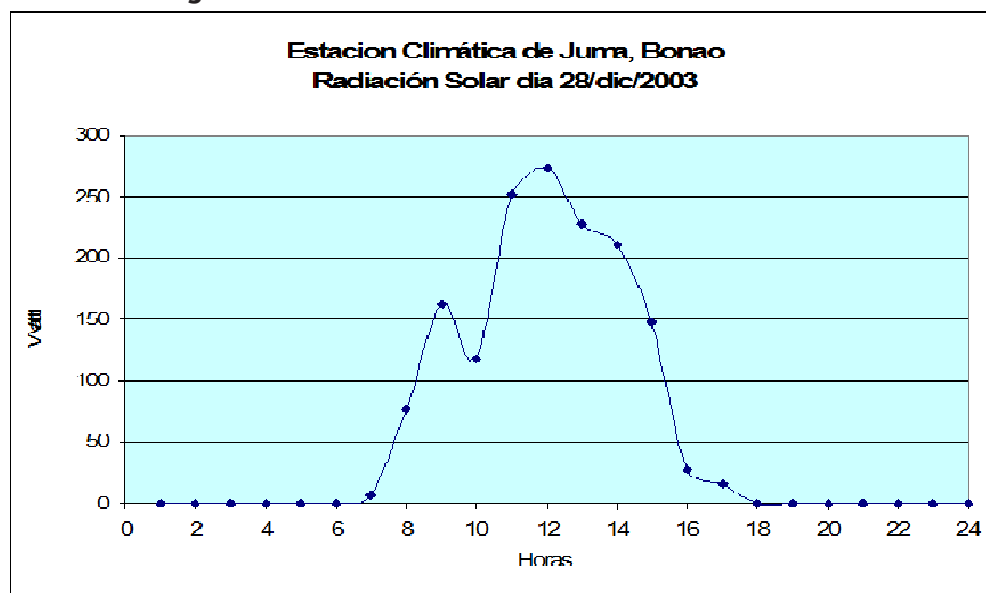
Para el análisis utilizó mediciones de actinómetro tipo Robitzch y heliógrafo tipo Campbell Stokes. Las estaciones utilizadas fueron Jarabacoa, Tavera, San José de las Matas, Santiago, Valverde, Santiago Rodríguez, La Antona, Hatillo, San Francisco de Macorís, El Limón, Higüey, El Seibo, Nizao, Valdesia, Peralta, Resolí, El Sisal, Valle Nuevo, Constanza, San Juan de la Maguana, Peñón, Barahona, Neyba, Puerto Escondido, Matayaya y Juma.

La distribución de la radiación global media diaria sobre la República Dominicana es bien contrastada. Aumenta del este al oeste y presenta sus máximos valores hacia la zona fronteriza, coincidiendo con las zonas más áridas del país. (Ver **Fig. 3.13**)

La de mayor intensidad coincide con el valle de Azua, seguida por la península sur de Barahona, la porción oeste del valle de San Juan, hacia la cuenca del Macasía y hacia la desembocadura del río Yaque del Norte.

Los escasos registros disponibles, del 1976 al 1985, se ajustan a la distribución teórica, aunque con algunas diferencias en los valores absolutos. El máximo valor de radiación mensual se presenta para el mes de septiembre, en Neyba, con 633 cal/cm²/día y el mínimo en febrero, en Barraquito, con 104 Ly/día. (Langley = Ly = 1 cal/cm²). (Ver **Cuadro 3.67**)

Fig. 3.13 Distribución de la radiación solar en un día



La radiación total diaria resulta de la integración del área bajo la curva de la distribución horaria en una estación climática determinada.

Cuadro 3.67: Valores mensuales de radiación Solar (cal/cm²/día)

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Don Miguel	194.3	269.1	358.9	366.3	323.8	451.0	388.3	377.7	347.1	N/D	149.6	227.1
Santiago	197.8	383.8	246.4	314.2	238.1	350.4	241.2	191.7	344.6	201.6	295.7	183.8
Mao	270.1	353.6	337.0	368.7	360.6	447.8	406.2	401.5	280.8	345.3	249.2	250.0
Mata Grande	259.7	277.6	239.7	324.1	302.2	354.6	366.6	352.6	293.9	300.8	235.3	239.9
Barraquito	151.5	178.8	223.7	268.5	248.5	226.5	254.6	225.6	217.4	195.4	244.5	196.0
El Novillo	199.5	N/D	N/D	265.1	412.4	391.3	375.8	435.7	N/D	N/D	224.1	257.1
San Juan	244.9	332.1	257.8	408.4	314.7	408.8	294.6	220.2	337.3	222.0	293.5	245.4
El Peñón	244.9	302.6	189.2	354.8	326.7	339.2	336.6	389.2	305.7	317.9	250.0	251.7
Los Valencios	180.7	N/D	N/D	379.1	322.8	333.9	248.6	195.2	266.2	219.8	214.6	172.3
Neyba	257.9	374.8	281.3	440.9	272.6	490.4	293.4	291.8	398.0	245.8	344.8	230.3

Fuente: Departamento de Hidrología.

3.4 Distribución multianual de la precipitación

El régimen pluviométrico de la República Dominicana es el más complejo de Las Antillas, como consecuencia principalmente de su accidentado relieve. El promedio anual de lluvia es de unos 1,500 milímetros en aproximadamente 110 días lluviosos.

El origen de las lluvias obedece a tres causas principales (Febrillet, 1982):

- A los fenómenos meteorológicos de desplazamiento, tales como huracanes, frentes, vaguadas, ondas del este, entre otros.
- Al ascenso orográfico del aire húmedo.
- A la convección o ascenso por calentamiento del aire sobre áreas llanas y bajas.

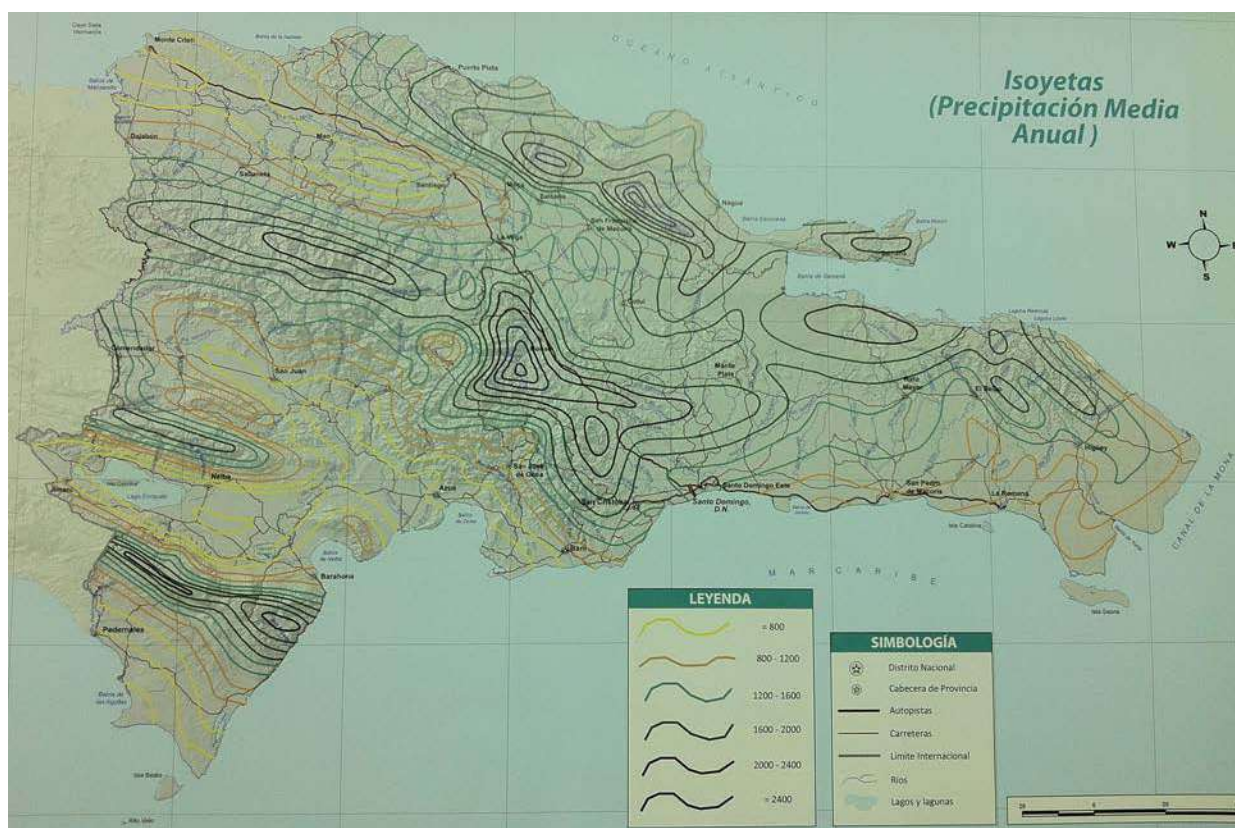
3.4.1 Distribución temporal y espacial de la precipitación

La variación anual de la precipitación es bien contrastada, presentando valores menores de 400 mm y menos de 50 días de lluvia hacia la desembocadura del río Yaque del Norte y llanura de Azua y extendiéndose hacia el Bajo Yaque del Norte, Bajo Yaque del Sur y Valle de Neyba con menos de 600 mm y menos de 100 días de lluvia.

Valores de precipitación superiores a los 2,000 mm (**Fig. 3.14**) y a los 150 días de lluvia (**Fig. 3.15**), se presentan en tres regiones:

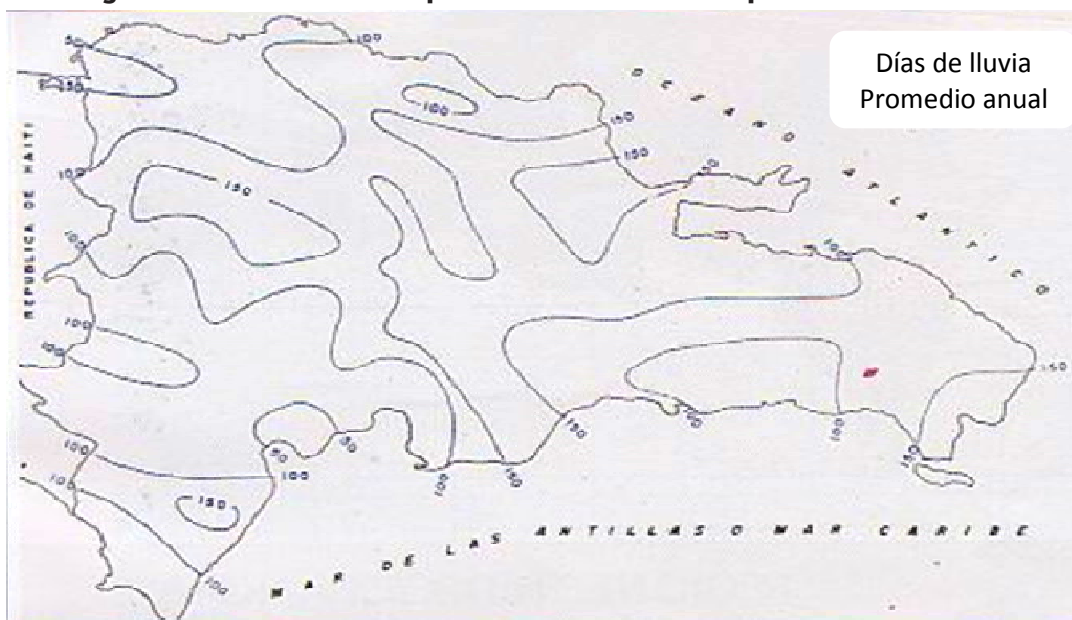
- La Nordeste, hacia los nacimientos de los ríos Bajabonico y Yásica, península de Samaná hasta el Yabón y Jovero, extendiéndose hacia el nacimiento del río Ozama e Isabela.
- La cordillera Central, hacia el nacimiento de los ríos Yuna, Yaque del Norte, Bao, Mao, Artibonito y Joca.
- La sierra de Bahoruco, sobre la cuenca del Nizaito.

Figura 3.14: Precipitación media, normal, anual de la República Dominicana, en mm



Fuente: Oficina Nacional de Meteorología.

Figura 3.15: Días de lluvia promedio anual de la República Dominicana



Fuente: Febrillet, JF. y Saldaña, JF. Material básico para Ponencias, 2003.

La variación mensual presenta dos regímenes de lluvia definidos por los fenómenos meteorológicos de translación. Uno de ellos corresponde al de las regiones norte y porción oriental de la Nordeste o sea al norte de las cordilleras Septentrional y Oriental, presentando una época lluviosa en el otoño e invierno climático y época seca en la primavera y verano, con valores superiores a los 600 mm en el otoño y superiores a 300 mm en el invierno climático. El Alto Yuna presenta la misma situación.

El otro régimen corresponde al resto de la República Dominicana, con sequía en el invierno climático, menos de 200 mm, y con época lluviosa en la primavera y el verano con valores superiores a los 600 mm sobre los Haitises, las cuencas del Ozama, Isabela, Haina, Alto Yuna, Alto Nizao, Las Cuevas, sierra de Bahoruco y porción occidental de la sierra de Neyba en el verano y para la primavera sobre Los Haitises, las cuencas del Yuna, Ozama, Isabela, Haina, Mahomita, Alto Yaque del Norte, Guanajuma, Jagua, Bao, Mao, Guayubín, Joca, San Juan, Alto Yaque del Sur y Artibonito o sea hacia la cordillera Central.

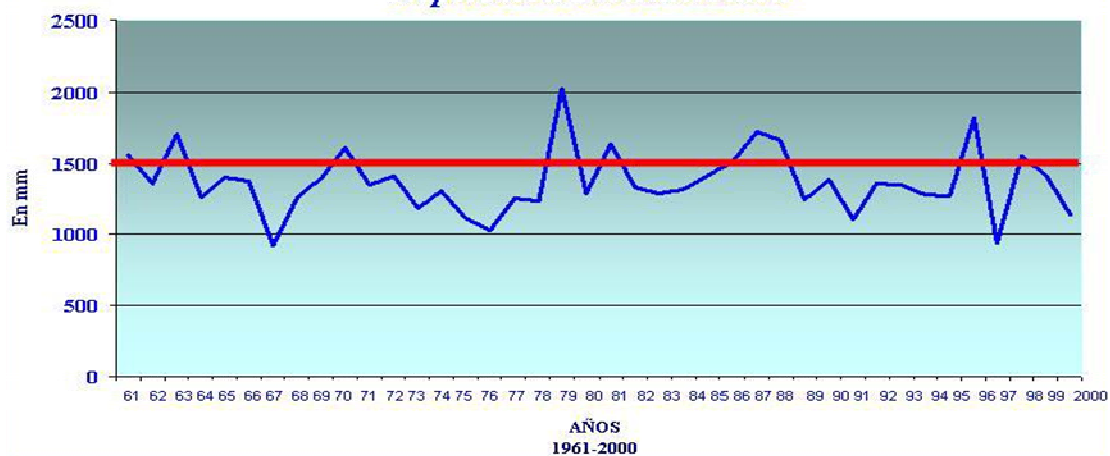
Para la costa norte el mes más lluvioso es noviembre, en tanto que para el resto de la República mayo es el mes más lluvioso y marzo el más seco, en términos generales.

Durante los días 31 de agosto, 1 y 2 de septiembre de 1979, el huracán David produjo en la República Dominicana, una precipitación media de 216.0 mm, equivalente a 10.5 km³, aproximadamente la séptima parte del volumen medio anual precipitado sobre el país. (Febrillet, 1981).

En las **Figuras 3.16, 3.17 y 3.18** se presentan las variaciones de la precipitación media para el período 1961 a 1990, tomadas como referencia en el informe sobre cambio climático del país y sus desvíos en el tiempo.

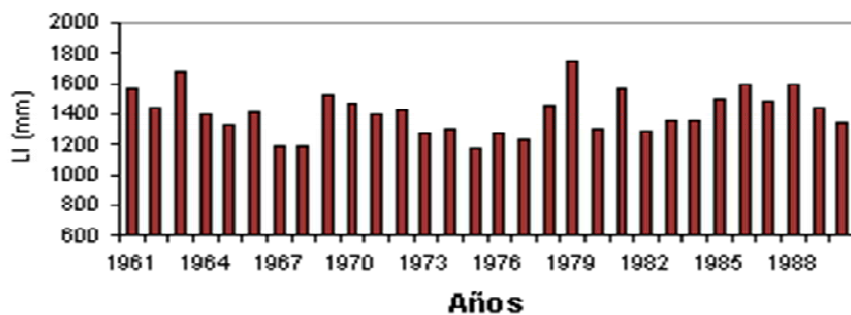
Figura 3.16: Precipitación media anual de la República Dominicana

*Registro de Lluvias en los últimos 40 Años
República Dominicana*



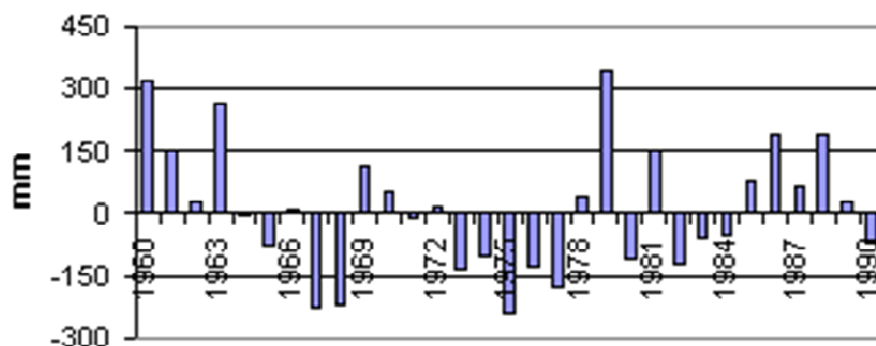
Fuente: INDRHI, Departamento de Hidrología.

Figura 3.17: Precipitación media anual de la República Dominicana



Fuente: SEMARN, Informe sobre el cambio climático.

Figura 3.18: Desvíos de la precipitación media anual en la República Dominicana
Anomalías de la lámina anual de lluvia. Período 1961-1990



Fuente: SEMARN, Informe sobre el cambio climático.

3.4.2 Distribución de la precipitación por región hidrográfica

- **Región Atlántica**

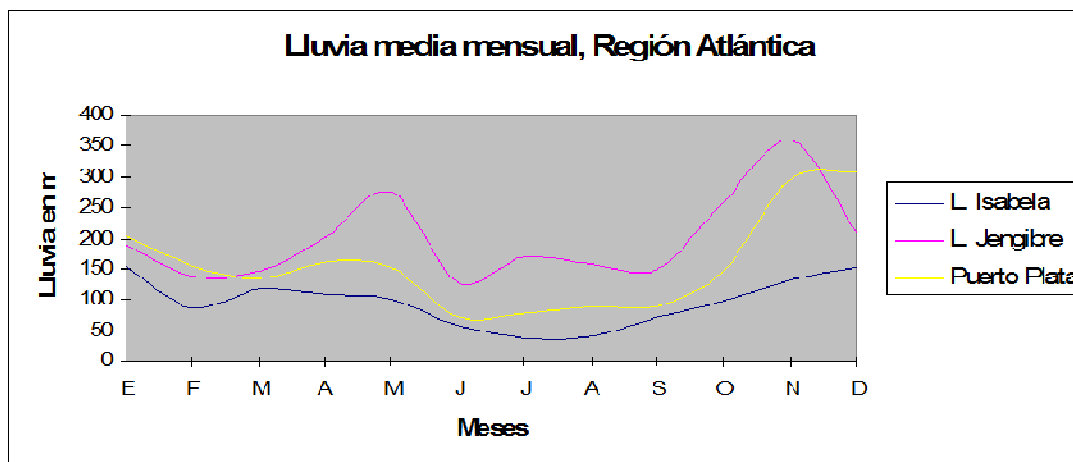
La región Atlántica está influenciada por los fenómenos de desplazamiento del Norte y por tanto presentan su máximo en los meses de noviembre, diciembre y enero. En tanto que su mínimo coincide con junio, julio y agosto. La estación Los Jengibres obedece a ambos tipos de fenómenos, de invierno y verano, por lo que no es representativa de esta región.

Cuadro 3.68: Lluvia media mensual, en región Atlántica

Lluvia Media mensual Región Atlántica													
Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
L. Isabela	155.3	85.7	116.7	109.7	99.8	56.5	38.2	40.4	71.3	98.3	131.4	152.1	1157.5
L. Jengibre	189.0	139.3	146.9	202.6	274.9	126.3	169.0	158.3	148.7	258.1	360.5	209.8	2453.1
Puerto Plata	203.0	156.0	135.0	160.0	152.0	73.0	78.0	88.0	88.0	147.0	297.0	309.0	1,886.0

Fuente: INDRHI, Departamento de Hidrología.

Figura 3.19: Lluvia media mensual en la región Atlántica



- **Región Yaque del Norte.**

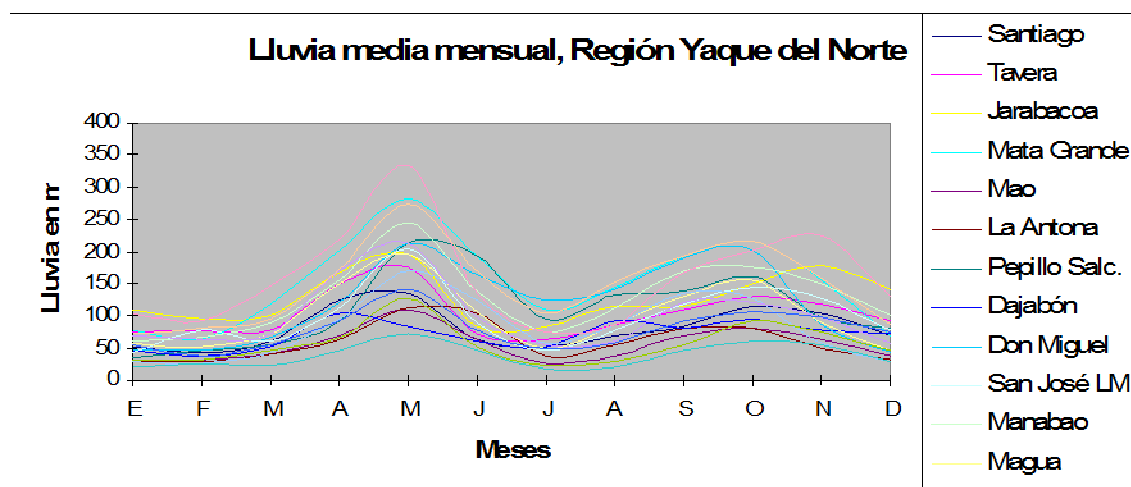
En la región del Yaque del Norte la distribución de la precipitación presenta dos máximos, un máximo principal hacia el mes de mayo y un máximo secundario hacia octubre. En sentido general, las precipitaciones disminuyen de las montañas al valle y desde el Este hacia el Oeste. Las mínimas precipitaciones se concentran hacia la desembocadura del Yaque del Norte y hacia la confluencia de los ríos Inoa y Amina.

Cuadro 3.69: Luvia media mensual en la región Yaque del Norte

Lluvia Media Mensual Región Yaque del Norte													
Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Santiago	53.1	44.3	61.4	122.7	136.6	63.7	50.5	70.1	84.1	114.2	104.7	69.9	973.6
Tavera	75.7	77.3	76.9	148.6	175.8	72.1	63.3	86.7	109.5	130.3	117.5	92.5	1203.6
Jarabacoa	108.4	94.2	100.9	167.8	196.3	84.1	83.7	114.4	115.6	148.4	177.8	140.2	1507.0
Mata Grande	76.3	64.1	117.4	200.3	281.7	193.0	110.2	142.6	192.7	215.3	154.3	68.2	1772.8
Mao	31.7	30.8	39.9	69.6	109.8	64.1	26.0	36.6	69.4	80.2	62.7	38.0	647.2
La Antona	29.4	29.1	39.6	64.5	111.3	104.3	38.4	55.8	81.2	81.0	49.9	33.0	709.81
Pepillo Salc.	35.9	47.2	53.7	92.2	213.9	193.4	95.1	132.6	138.0	161.7	97.6	80.6	1341.8
Dajabón	45.2	36.3	51.9	103.5	82.8	60.2	52.0	92.0	79.2	95.9	78.7	72.4	850.0
Don Miguel	45.1	46.0	67.1	122.2	212.2	163.0	122.4	141.3	190.1	201.6	87.3	43.5	1431.2
San José LM	43.5	76.8	61.6	112.9	204.5	88.2	46.3	76.9	117.6	143.6	125.6	78.1	1175.6
Manabao	59.0	65.2	90.4	154.6	243.7	137.0	75.0	111.3	169.1	175.8	148.6	99.9	1545.5
Magua	56.3	52.1	71.4	149.2	196.4	107.5	48.5	87.5	129.3	154.8	88.9	45.1	1090.9
Guayubín	29.5	27.2	42.7	94.8	170.5	123.9	57.5	87.1	135.2	125.3	58.1	29.6	1090.9
Janey	102.6	90.8	147.3	219.8	333.5	134.9	74.0	86.8	166.5	200.1	223.1	129.5	1828.8
La Cana	68.2	62.7	71.6	170.2	212.4	97.7	55.8	59.5	121.4	122.3	98.7	57.9	1195.4
La Ciénaga	72.8	80.1	94.7	173.3	272.9	168.8	104.1	152.3	192.0	217.1	159.4	85.8	1663.4
Quinigua	56.0	38.5	55.3	92.8	140.9	77.3	47.9	56.3	91.5	105.9	96.8	74.7	946.7
Jinamagao	21.2	24.5	23.7	45.6	72.6	45.6	17.0	19.9	47.2	59.8	54.5	29.0	467.3
Cañeo	32.5	31.0	47.2	66.1	126.3	51.7	21.9	28.6	55.7	92.4	74.2	45.5	670.1

Fuente: INDRHI, Departamento de Hidrología.

Figura 3.20: Lluvia media mensual en la región Yaque del Norte



- **Región Yuna**

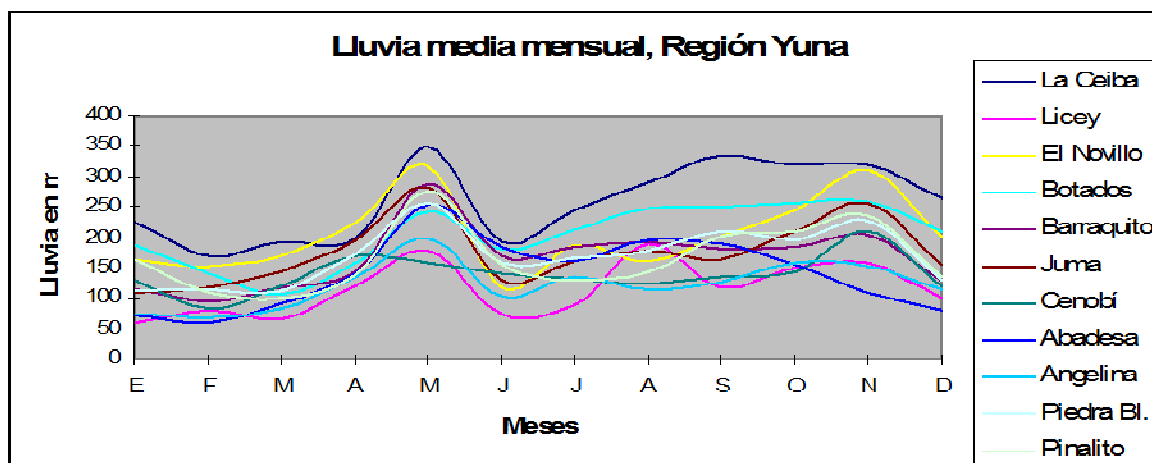
Esta región del Yuna presenta dos mínimos y dos máximos, coincidiendo el mínimo principal con el mes de febrero y el secundario con junio, en tanto que el máximo principal se presenta hacia el mes de mayo y el secundario hacia el mes de noviembre. En términos generales, las máximas precipitaciones se concentran en la zona montañosa al oeste de Bonao.

Cuadro 3.70: Lluvia media mensual en la región Yuna

Lluvia Mensual Región Yuna													
Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
La Ceiba	224.6	170.7	193.7	197.4	347.5	192.5	244.2	290.7	334.7	320.3	318.3	264.0	3285.8
Licey	60.5	80.0	65.4	121.2	178.9	76.2	88.1	190.8	118.1	148.8	157.3	99.8	1397.0
El Novillo	165.2	153.7	169.5	224.2	316.2	117.6	187.2	162.4	201.8	244.2	310.8	202.3	2605.5
Botados	186.3	142.4	105.1	159.5	242.6	182.5	213.7	248.6	250.2	256.7	258.9	210.9	2394.6
Barraquito	114.4	93.9	117.0	142.6	287.9	169.1	185.3	192.6	180.4	183.6	205.2	128.3	2010.8
Juma	109.3	119.2	144.5	195.4	282.8	129.4	161.0	178.7	165.4	210.0	256.0	154.2	2063.6
Cenoví	129.6	82.8	121.5	169.6	159.7	140.2	131.4	124.1	134.1	143.3	210.1	121.0	1090.9
Abadesa	72.2	61.5	91.0	141.2	252.7	185.6	161.9	194.9	191.0	156.1	110.6	81.2	1702.8
Angelina	76.1	69.1	83.0	134.5	200.0	104.7	136.1	116.3	126.9	157.7	151.1	114.5	1479.6
PiedraBlanca	111.9	114.3	113.0	171.9	256.1	157.4	166.9	178.9	210.9	195.4	226.9	128.8	2009.6
Pinalito	163.3	109.5	100.5	137.5	275.6	156.2	129.8	143.9	201.3	210.5	237.1	136.2	1986.1

Fuente: INDRHI, Departamento de Hidrología.

Figura 3.21: Lluvia media mensual en la región Yuna



- **Región Yaque del Sur I**

Las precipitaciones en el valle de San Juan aumentan de este a oeste, iniciando con 659 mm anuales en San Juan y aumentando a 1776 mm en Elías Piña. La precipitación media en la cuenca se estima en 1,250 mm anuales, con un período seco de diciembre a marzo cuando se precipita sólo un 7% de la media anual y dos períodos lluviosos, uno entre los meses de

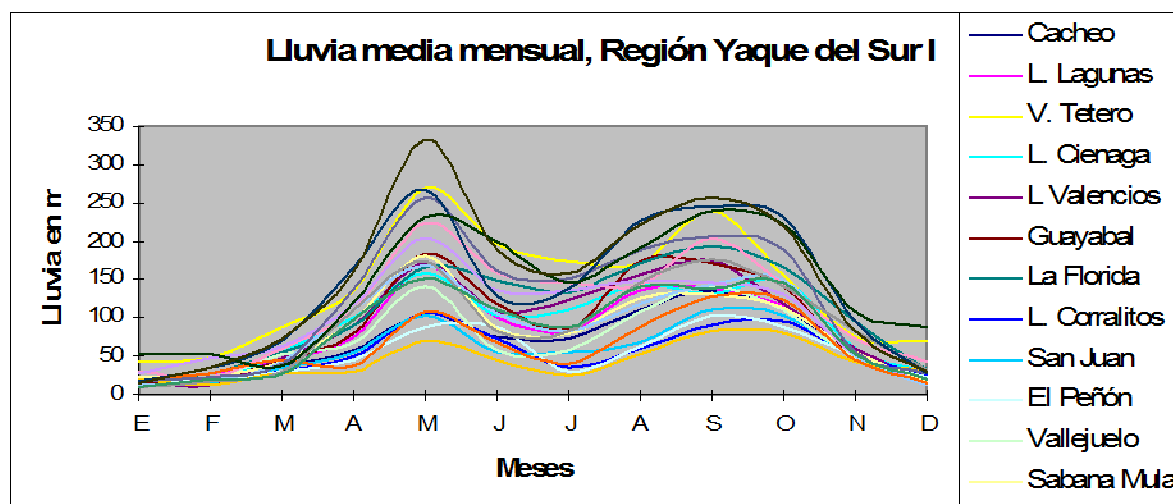
mayo a junio y el otro entre agosto y octubre, como puede apreciarse en el **Cuadro 3.71**. Por lo general, las máximas precipitaciones coinciden con los meses de mayo y septiembre, y los mínimos con los meses de enero y julio.

Cuadro 3.71: Lluvia media mensual en la Región Yaque del Sur

Lluvia Media Mensual Región Yaque del Sur													
Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Cacheo	14.9	21.5	38.0	58.5	107.0	76.0	73.3	110.6	135.2	110.9	58.3	17.8	843.0
L. Lagunas	20.8	27.5	45.6	74.8	167.3	100.2	84.3	137.1	139.6	115.1	57.1	22.0	900.3
V. Tetero	42.1	46.6	89.2	136.1	269.0	195.8	172.5	170.1	240.0	155.2	75.1	71.0	1438.3
L. Ciénaga	19.7	17.3	55.4	99.8	157.4	104.4	111.0	144.5	131.3	149.3	60.7	27.2	1101.7
L. Valencios	18.0	13.6	48.4	90.1	170.5	109.4	122.8	157.0	172.9	117.5	60.1	17.7	1193.2
Guayabal	15.7	20.4	41.9	80.2	185.0	118.0	86.6	173.8	172.2	141.4	48.7	21.2	1005.8
La Florida	19.5	28.5	56.6	90.9	166.3	148.6	134.6	170.5	194.1	166.3	95.1	32.0	1270.6
L. Corralitos	17.9	21.3	30.6	50.7	107.0	74.0	34.5	59.7	90.1	94.9	50.1	25.6	695.2
San Juan	11.1	13.9	35.0	55.8	102.2	56.4	54.9	69.2	111.9	102.8	48.8	12.8	694.6
El Peñón	16.6	18.7	29.2	45.5	87.9	88.5	29.6	62.1	102.1	87.8	49.5	23.7	642.0
Vallejuelo	11.8	19.8	53.9	68.2	140.1	58.3	58.1	107.5	141.3	110.8	47.8	20.1	855.0
Sabana Mula	22.0	21.6	43.4	97.0	181.3	85.3	80.5	125.4	131.9	113.2	56.6	18.7	812.0
Matayaya	13.7	16.5	42.8	111.7	167.9	104.5	82.8	117.5	144.7	148.6	49.2	11.5	999.6
Catanamatías	31.2	22.2	59.8	111.1	224.0	157.4	145.3	143.2	205.1	142.8	72.7	42.6	1156.2
Cajuilito	28.0	47.4	62.5	119.1	204.1	136.4	135.2	147.5	147.0	131.4	53.7	15.3	1268.3
El Sisal	20.5	13.3	27.8	30.3	69.8	44.2	25.7	53.0	83.8	81.7	42.5	33.5	555.3
Estebanía	17.2	28.2	45.9	37.1	108.3	67.7	40.1	89.0	127.5	123.1	44.9	16.1	714.0
Bánica	16.4	23.3	40.1	137.4	257.8	161.6	151.2	190.1	207.5	187.7	56.6	28.6	1458.0
El Cercado	11.0	17.0	30.0	112.0	175.0	83.0	82.0	145.0	177.0	140.0	83.0	33.0	1088.0
Hondo Valle	16.7	35.9	70.8	166.4	265.8	127.7	138.8	226.5	244.9	230.6	96.9	28.5	1649.5
LM Farfán	11.0	19.0	27.0	99.0	150.0	111.0	87.0	142.0	139.0	146.0	54.0	19.0	1004.0
Restauración	53.5	52.7	37.6	121.7	231.1	198.3	146.5	192.4	239.6	221.6	107.2	87.6	1719.8
Elías Piña	15.5	34.8	73.2	161.1	331.5	188.5	159.4	220.8	258.0	220.1	83.8	29.3	1776.0

Fuente: INDRHI, Departamento de Hidrología.

Figura 3.22: Lluvia media mensual en la Región Yaque del Sur



- **Región Yaque del Sur II**

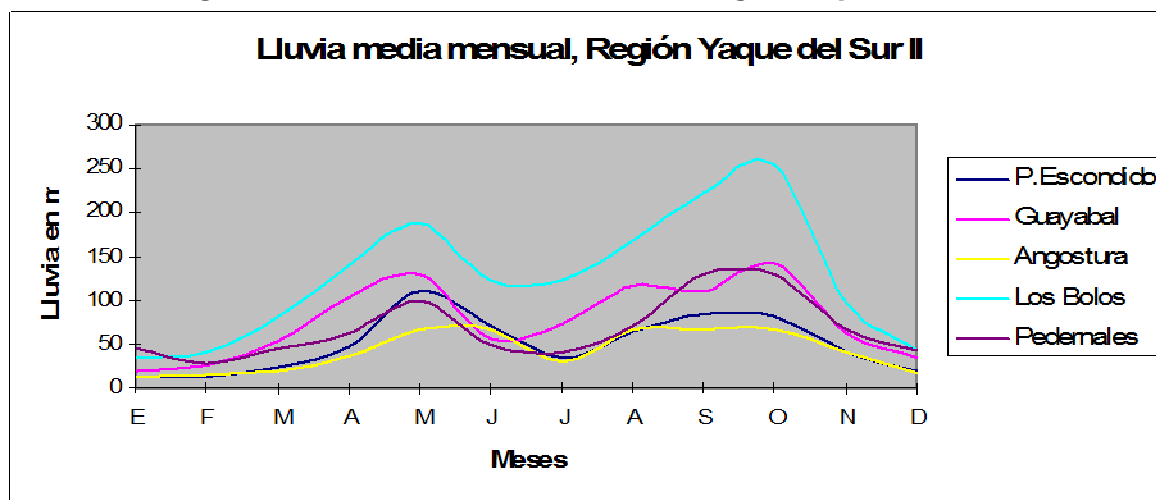
En la hoya del Lago Enriquillo y la zona sur de la península de Barahona, incluyendo Pedernales, la distribución de la precipitación es bastante contrastada por las subcuencas que la integran, disminuyendo hacia el valle de Neyba y la planicie de Jaquimeyes y aumentando hacia las sierras de Neyba y Bahoruco. Por lo general, las máximas precipitaciones coinciden con los meses de mayo y septiembre, y los mínimos con los meses de enero y julio.

Cuadro 3.72: Lluvia media mensual en la región Yaque del Sur II

Lluvia Media Mensual Región Yaque del Sur II													
Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
P. Escondido	12.9	13.4	22.7	47.8	110.7	70.3	34.2	64.8	83.7	82.8	41.4	20.0	610.0
Guayabal	19.4	26.7	54.8	102.8	130.2	55.6	72.5	117.1	110.0	143.5	63.6	34.3	1027.9
Angostura	12.1	15.5	18.6	37.0	67.1	67.0	29.4	66.6	66.6	66.0	41.2	18.2	540.1
Los Bolos	35.3	40.7	82.9	140.7	186.7	123.3	123.5	167.6	221.9	254.2	98.0	44.1	1484.4
Pedernales	45.3	27.1	44.7	62.1	98.8	50.7	40.4	70.8	130.4	129.2	67.6	44.0	699.3

Fuente: INDRHI, Departamento de Hidrología.

Figura 3.23: Lluvia media mensual en la región Yaque del Sur II



- **Región Ozama-Nizao**

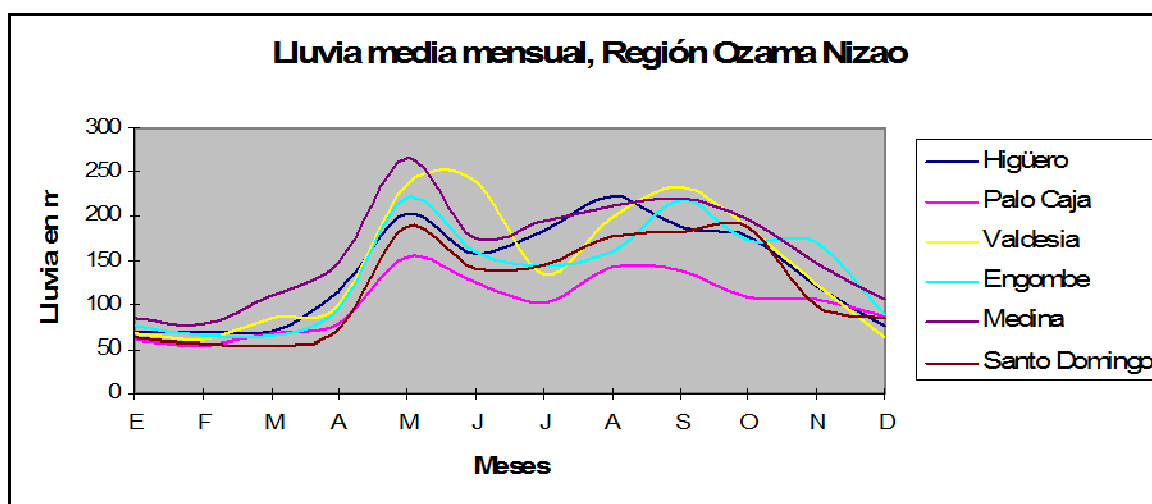
La precipitación en esta región aumenta de este hacia el oeste y presenta dos máximos, el principal en mayo y el secundario en septiembre. Los mínimos ocurren en los meses de febrero y julio.

Cuadro 3.73: Lluvia media mensual en la región Ozama-Nizao

Lluvia Media Mensual Región Ozama Nizao													
Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Higüero	68.6	69.0	69.6	115.3	202.8	158.4	183.6	222.4	188.3	176.9	121.3	75.5	1615.8
Palo Caja	61.4	53.7	66.5	78.4	152.6	125.6	102.5	141.8	137.3	108.9	105.5	86.5	1245.1
Valdesia	67.9	60.9	83.1	98.4	234.7	239.1	133.3	197.6	232.7	187.6	124.1	62.2	1750.1
Engombe	75.2	64.8	65.4	95.6	219.1	160.6	144.2	160.3	217.5	173.3	171.1	88.1	1637.0
Medina	85.0	78.2	111.0	146.5	265.7	174.1	195.2	211.9	219.6	196.0	146.8	104.7	1932.5
Santo Domingo	63.0	57.0	54.0	72.0	188.0	140.0	145.0	177.0	181.0	187.0	100.0	84.0	1,448.0

Fuente: INDRHI, Departamento de Hidrología.

Figura 3.24: Lluvia media mensual en la región Ozama-Nizao



- **Región Este**

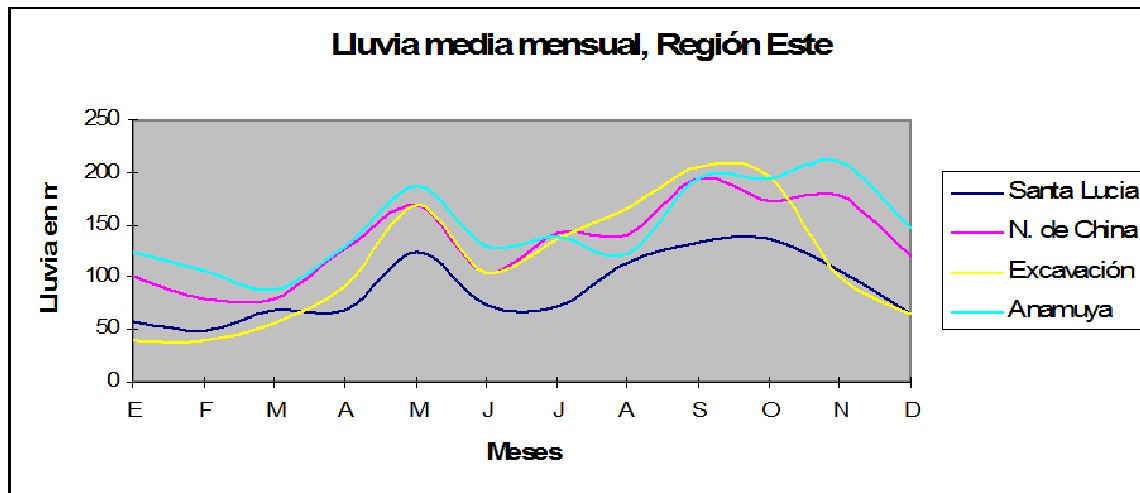
En la Región Este el máximo de precipitación mensual se desplaza al mes de septiembre y el máximo secundario ocurre en el mes de mayo, en tanto que los valores mínimos se presentan en los meses de febrero y junio. Las mayores precipitaciones anuales se concentran hacia la ladera norte la cordillera Oriental y los valores mínimos se presentan hacia las zonas de las playas del litoral este y sur de la región.

Cuadro 3.74: Lluvia media mensual en la región Este

Lluvia Media Mensual Región Este													
Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Santa Lucía	56.7	47.8	69.1	67.8	124.8	73.6	72.6	113.5	133.2	136.5	106.5	65.4	1091.9
N. de China	101.5	78.6	78.4	127.7	168.7	104.0	141.2	140.1	193.8	171.9	178.5	120.5	1699.1
Excavación	40.3	40.1	55.3	91.2	169.1	103.8	136.4	166.2	204.9	196.9	101.4	64.4	1411.5
Anamuya	125.0	106.6	89.0	130.3	187.0	130.2	139.2	122.8	194.9	194.4	209.8	147.5	1856.9

Fuente: INDRHI, Departamento de Hidrología.

Figura 3.25: Lluvia media mensual en la región Este



3.4.3 Precipitaciones extremas.

- Variación extrema anual

La dispersión extrema anual es bien marcada, variando entre 4,652 mm en Restauración para el año 1960, y 119 mm en Tamayo para el año 1991, como puede apreciarse en el **Cuadro 3.75**. La desviación porcentual es superior al 80% en la mayoría de las estaciones.

Es digno de mención que durante los once (11) días transcurridos desde el 30/8/79 al 9/9/79 cuando ocurrieron los fenómenos del huracán David y la tormenta tropical Federico, en la comunidad de Azua las lluvias alcanzaron el 127.6% (851.9 mm) de la precipitación media en esa comunidad.

Cuadro 3.75: Precipitación extremas de la República Dominicana, en mm

Precipitación Extremas de la Republica Dominicana				
LOCALIDAD	AÑO MÁS LLUVIOSO		AÑO MENOS LLUVIOSO	
	Precipitación	Año	Precipitación	Año
Restauración	4,652	1960	716	1941
La Ceiba, R. Blanco	4,628	1993	1,764	1983
Cenoví, Santa Ana	4,615	1986	511	1997
Elías Piña	4,467	1956	1,108	1952
Samaná	4,128	1931	1,064	1967
Nagua	4,327	1956	1,101	1967
Polo	4,242	1958	703	1986
Villa Riva	4,236	1970	926	1967
Villa Altagracia	4,090	1960	1,074	1967
Tireo, Pinalito	3,729	1996	1,224	1983
Licey, Naranjal	3,699	1979	703	1983
Pimentel	3,673	1979	912	1934
Los Botados	3,526	1988	706	1994
El Novillo	3,383	1988	1,408	1994
Los Jengibres	3,280	1996	1,571	1976
Juma, Bonaó	3,218	1979	1,177	1997
Barraquito	3,145	1979	1393	1997
Barahona	3,115	1958	475	1947
Puerto Plata	2,958	1956	1,052	1918
La Vega	2,839	1931	788	1967
Manabao	2,528	1981	864	1997
Santo Domingo	2,232	1979	866	1949
Partido	2,225	1980	125	1985
Enriquillo	2,008	1969	199	1951
La Romana	1,865	1931	519	1967
Santiago	1,839	1931	449	1977
Constanza	1,528	1943	752	1941
Azua	1,475	1963	242	1957
Tamayo	951	1972	119	1991

Fuente: Febrillet, JF. y Saldaña, JF. 2003, actualizado.

Intensidad máxima horaria

Los paradigmas de intensidad máxima horaria, utilizados para el cálculo de los sistemas de drenajes, fueron rotos paulatinamente a partir del 1979. Hasta esa fecha se utilizaba como parámetro de diseño 60 mm/h, intensidad máxima registrada en la estación central de Meteorología. El huracán David elevó esa intensidad a 80 mm/h, registrada el 31 de septiembre de 1979 en Guayabal, Padre las Casas. Posteriormente, el huracán Georges modificó este paradigma de diseño, al registrar una intensidad de 103.5 mm el pluviógrafo de El Platón, Villa Nizao, Paraíso, el 23 de septiembre de 1998, como puede apreciarse en los **Cuadros 3.76 y 3.77**.

Cuadro 3.76: Intensidades máximas, huracán David, República Dominicana

Intensidades Máximas, Huracán David			
Estación	Precipitación	Hora	Día
Guayabal, Padre las Casas	80 mm	23/24	31-08-79
Valdesia, Ocoa	76 mm	20/21	31-08-79
Palo de Caja, Nizao-Ocoa	56 mm	19/20	31-08-79
El Seybo	54 mm	18/19	31-08-79
La Angelina, Cotuí	52 mm	06/07	01-09-79
Engombe	51 mm	15/16	31-08-79
El Río, Constanza	50 mm	14/15	31-08-79
Jarabacoa	48 mm	17/18	31-08-79

Fuente: Febrillet, JF. y Pichardo, S. El Recurso Agua, 1981.

Cuadro 3.77: Intensidades máximas, huracán Georges, República Dominicana

Intensidades Máximas Huracán Georges			
Estación	Precipitación	Hora	Día
El Platón, Villa Nizao	103.5 mm	00/01	23-09-98
El Cruce del 15, Azua	85.3 mm	23/24	22-09-98
Juancho, Enriquillo	72.8 mm	00/01	23-09-98
Comate, Bayaguana	72.4 mm	15/16	22-09-98
El Peñón, Barahona	66.2 mm	14/15	22-09-98
Batey Triple, Ozama	65.5 mm	19/20	22-09-98
Sabaneta, San Juan	54.6 mm	01/02	23-09-98
El Naranjal, Higüey	43.4 mm	12/13	22-09-98

Fuente: INDRHI-AQUATER, Estudio Hidrogeológico Nacional, Fase I, 2000.

Intensidad máxima en 24 horas

Las intensidades máximas en 24 horas están asociadas a perturbaciones de la zona intertropical de convergencia, seguida por las intensidades de los huracanes David y Georges.

La mayor intensidad en 24 horas registrada en la República Dominicana, ocurrió el 16 de junio de 1972 en el Batey Santa Elena con 635 mm, provincia Bahoruco. La segunda intensidad máxima ocurrió el mismo día, 16 de junio de 1972, en Tamayo, provincia de Bahoruco, con 575.4 mm. En el **Cuadro 3.78** se aprecian las máximas intensidades en 24 horas caídas en la República Dominicana.

Cuadro 3.78: Intensidades máximas en 24 horas en la República Dominicana

Intensidades de Lluvias Máximas en 24 horas en la Republica Dominicana			
Estación	Precipitación	Día	Causa
Batey Santa Elena	635.0 mm	16-06-1972	C. Intertropical
Tamayo, Bahoruco	575.4 mm	16-06-1972	C. Intertropical
El Platón, Villa Nizao	529.8 mm	23-09-1998	H. Georges
Valle Nuevo	517.5 mm	31-09-1979	H. David
Pico Duarte	445.1 mm	31-09-1979	H. David
Los Quemados, Bonao	422.8 mm	31-09-1979	H. David
Batey Triple, Ozama	357.4 mm	23-09-1998	H. Georges
Guayabal, Padre Las Casas	350.1 mm	31-09-1979	H. David
Constanza	343.8 mm	31-09-1979	H. David
El Río, Constanza	300.8 mm	31-09-1979	H. David

Fuente: Febrillet, JF., Análisis Climático de la República Dominicana e INDRHI-AQUATER, Estudio Hidrogeológico Nacional, Fase I, 2000.

Aprovechamos para recordar que un milímetro de lluvia equivale a un litro de agua distribuido uniformemente en un metro cuadrado de superficie.

3.4.4 Análisis de precipitación

Usando el programa FUNDIST, se ajustaron las series de precipitaciones a una función de distribución específica y se definieron los años tipo secos, medios y húmedos usando como límite inferior la probabilidad de 0.35 y como límite superior la de 0.65. separados los valores se define año tipo seco a la media de los secos, al año tipo medio a la media de los medios y al año tipo húmedo a la media de los húmedos. Información básica usada del informe EPTISA 2004.

- **Región Atlántica**

Cuadro 3.79: Año tipo seco, medio, húmedo, Región Atlántica, República Dominicana

Región	Código	Estación	Año Seco	Año Medio	Año Húmedo
Atlántica	0602	La Isabela	692.1	1065.4	1469.1
	1501	Los Jengibres	1831.0	2393.6	2961.0
	1071	Samaná	1671.0	2176.0	2718.0
	1071	Sánchez	1372.3	1819.9	2376.3
	Media			1391.6	1863.7

- **Región Yaque del Norte**

Cuadro 3.80: Año tipo seco, medio, húmedo, región Yaque del Norte, Rep. Dominicana

Región	Código	Estación	Año Seco	Año Medio	Año Húmedo
Yaque del Norte	0101	Don Miguel	1187.5	1431.9	1683.3
	0401	Jarabacoa	1173.3	1511.1	1934.7
	0402	Tavera	928.6	1211.7	1506.5
	0403	San José de las Matas	1003.2	1522.8	2140.1
	0404	Santiago- Isa	649.0	961.2	1273.6
	0405	Quinigua	667.9	935.2	1237.8
	0406	Mao-Valverde	481.5	638.7	832.6
	0408	La Antona	531.0	718.4	939.8
		Media	827.8	1116.4	1443.6

- **Región Yuna.**

Cuadro 3.81: Año tipo seco, medio, húmedo, región Yuna, República Dominicana

Región	Código	Estación	Año Seco	Año Medio	Año Húmedo
Yuna	1802	Juma-Bonao	1593.2	2062	2656.5
	1816	José Contreras	1215.5	1603.4	2004.3
	1814	Barraquito	1624.4	2007.1	2329.7
	1811	Abadesa	1271.8	1676.2	2108.8
	1814	Barraquito	1624.4	2007.1	2329.7
	1815	La Angelina	1114.2	1439.3	1782.7
			Media	1407.3	1799.2

- **Región Yaque del Sur**

Cuadro 3.82: Año tipo seco, medio, húmedo, región Yaque del Sur, Rep. Dominicana.

Región	Código	Estación	Año Seco	Año Medio	Año Húmedo
Yaque del Sur	4986	Barahona	678.5	921.9	1 224.6
	4924	Los Valencio	822.5	1134.9	1119.7
	4903	San Juan De La Maguana	416.2	683.9	919.3
	4915	Vallejuelo	571.6	849.2	1093.1
	5301	Neyba	387.2	556.9	752.5
	5307	Los Bolos	839.8	1466.2	2203.1
	5313	Guayabal-Postrer	638.3	908.8	1188.7
	5314	Los Guineos	1251	1692.9	2017.8
	5320	La Descubierta (Met)	419.8	630	861.5
	5322	Majagual	313	505.8	711.5
	5401	Matayaya	850	1003.5	1242.3
	5408	Catanamatías	873.5	1311.5	1687.4
	5410	Naranjito	1431.4	1943.8	2591.8
	5101	Villa Nizao	1875.4	2298.5	2 795.0
	5103	Polo (Met)	879.4	1536.6	2 050.3
	5201	Pedernales	467.7	724	1 022.2
	5202	Enriquillo (Met)	N/D	2411	N/D
	5302	Puerto Escondido	401.4	614.7	777.5
	5312	Angostura	324.2	528	697.6
5321	Jimaní (Met)	679.5	991.6	1 248.7	
		Media	706.0	1135.7	1841.7

- **Región Ozama-Nizao**

Cuadro 3.83 Año tipo seco, medio, húmedo, región Ozama-Nizao, República Dominicana.

Región	Código	Estación	Año Seco	Año Medio	Año Húmedo
Ozama - Nizao	3402	Medina	1489.8	1895.3	2316.8
	3802	Valdesia	1327.6	1717.4	2080.2
	4401	El Naranjal-Ocoa	856.5	1078.1	1304.9
	4425	El Memiso	820.9	1082.6	1338.7
			Media	1123.7	1443.4

- **Región Este**

Cuadro 3.84: Año tipo seco, medio, húmedo, región Este, República Dominicana.

Región	Código	Estación	Año Seco	Año Medio	Año Húmedo
Este	2401	Salvaleón del Higüey	N/D	1382.2	N/D
	2603	Naranjo de China	1239.7	1610.8	2017.5
	3001	El Seibo	N/D	1308.2	N/D
			Media	N/D	1433.7

3.5 FENÓMENOS METEOROLÓGICOS QUE AFECTAN LA REPÚBLICA DOMINICANA

3.5.1 Fenómenos de verano

Desde finales de primavera, verano y principios de otoño, predominan los fenómenos que se desplazan del este al oeste, tales como: ciclones tropicales o huracanes, ondas del este, ondas tropicales, vaguadas y bajas presiones en los niveles superiores de la atmósfera, convergencia en el flujo de los alisios y aumento del espesor de la capa húmeda hasta el nivel de 500 milibares.

Estos fenómenos producen precipitaciones intensas y fuertes vientos que ocasionan severo daños, principalmente sobre el litoral Sur del país.

La frecuencia de huracanes oscila entre 2 y 21 por año, de los cuales los que más nos afectan se forman en agosto o septiembre, según puede apreciarse en el **Cuadro 3.85**, donde tenemos un resumen de la frecuencia mensual de los ciclones, para el período 1851-2000.

Cuadro 3.85: Distribución mensual de incidencia de tormentas y huracanes en R.D.

Distribución Mensual de Incidencia de Tormentas y Huracanes en R. D.						
Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
2	0	4	20	38	11	1

Fuente: Reporte de Hidrología, Ing. C. Cruz et al. INTEC.

3.5.2 Fenómenos de invierno

Para finales de otoño, invierno y principios de primavera, predominan los fenómenos que se desplazan de oeste a este, tales como: frentes fríos, vaguadas polares, líneas de cizalladura, altas presiones en superficie, vaguadas y bajas presiones en altura (Febrillet, 1982).

Estos fenómenos concentran su actividad sobre las regiones norte y sólo en años excepcionales, su actividad se deja sentir en la porción sur del país. La frecuencia de los sistemas frontales varía entre 11 y 30 por año, disipándose en su mayoría sobre la cordillera septentrional.

3.5.3 Otros fenómenos

Las sequías afectan al país con bastante frecuencia, registrándose las de mayor intensidad cada diez años, principalmente hacia el septimo año, iniciando por lo general en el invierno climatológico (diciembre, enero, febrero y marzo) y continuando hasta la primavera o inicio del verano, excepcionalmente.

Las tormentas eléctricas son frecuentes y ocasionan considerable número de muertes y daños a la propiedad. En ocasiones se producen trombas o tornados asociados a nubes de desarrollo vertical.

3.6 CLASIFICACIÓN CLIMATOLÓGICA DE LA REPÚBLICA DOMINICANA

Los diversos métodos para clasificar el clima de una región determinada se basan en la variación temporal y espacial de la precipitación y la temperatura, fundamentalmente. Algunos métodos combinan estas variables climatológicas con otras de naturaleza geográfica y climática, tales como la evapotranspiración, altitud, latitud y otras.

3.6.1 Clasificación de Holdridge

La clasificación bioclimática de L. R. Holdridge, 1925, es una de las más utilizadas en la República Dominicana y está basada en la clasificación natural del clima, la vegetación y las montañas. De acuerdo con este método, en el país existen nueve Zonas Ecológicas o Zonas de Vida, según el mapa ecológico de la República Dominicana, OEA 1967, las cuales pueden apreciarse en la **Fig. 3.26** y su resumen en el **Cuadro 3.86**.

El 82% del país se encuentra entre las clasificaciones de bosque seco, húmedo y muy húmedo subtropical, correspondiendo al bosque húmedo subtropical (47%), al bosque seco subtropical (21%) y al bosque muy húmedo subtropical (14%).

Cuadro 3.86: Extensión de las zonas de vida de la República Dominicana

Extensión de Zonas de Vida de la República Dominicana				
No.	Zona de Vida	Abreviación	Extensión en Km ²	
1	Monte espinoso subtropical	me-S	2%	1,001
2	Bosque seco subtropical	bs-S	21%	9,962
3	Bosque húmedo subtropical	bh-S	47%	22,794
4	Bosque muy húmedo subtropical	bmh-S	14%	6,834
5	Bosque pluvial subtropical	bp-S	<1%	56
6	Bosque húmedo montano bajo	bh-MB	7%	3,480
7	Bosque muy húmedo montano bajo	bmh-MB	7%	3,577
8	Bosque pluvial montano bajo	bp-MB	<1%	36
9	Bosque muy húmedo montano	bmh-M	1%	303

Fuente: Febrillet, JF., Saldaña, JF. Ecología, liderazgo y cristiandad, 2003.

Los parámetros utilizados por zona de vida, se presentan en el **Cuadro 3.87**. Estos parámetros incluyen la elevación, la biotemperatura, la precipitación y la evapotranspiración. Además, se incluye el tipo de vegetación característica de esas zonas en el país.

Cuadro 3.87: Resumen zonas de vida y su vegetación típica en la República Dominicana

Zonas de Vida y Vegetación Típica en la República Dominicana						
No.	Elevación	Temp.	Precipitación	ETP	Zonas	Características
1	<700 m	18-24°C	<500 mm	>130P	me-S	Bosque seco, espinoso, cactus
2	<700 m	18-24°C	500-1000	>60 P	bs-S	Bosque heterogéneo, cítricos, caña
3	<700 m	18-24°C	1000-2000	<20 P	bh-S	Bosque hojas anchas, caoba, Palma Real
4	<700 m	18-24°C	2000-4000	<60 P	bmh-S	Bosque hojas anchas, frutales, hule-plagas
5	<700 m	18-24°C	>4000	<75 P	bp-S	Forestal, ganadero, helechos
6	>700 m	12-18°C	1000-2000	~ P	bh-MB	Bosque de pino, flores, hortalizas
7	700-2100	12-18°C	2000-4000	<55 P	bmh-MB	Bosque combinado, pino y hojas anchas
8	700-2100	12-18°C	>4000	<76 P	bp-MB	Bosque hojas anchas, helechos
9	>2100	06-12°C	1000-2000	<60 P	bmh-M	Pino Occidental, pajón

Fuente: Febrillet, JF., Saldaña, JF. Ecología, Liderazgo y Cristiandad, 2003.

Figura 3.26: Zonas de vida de la República Dominicana



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

3.6.2 Otras clasificaciones

La variación temporal de las precipitaciones y temperaturas a lo largo del año, favorece la disponibilidad natural del agua requerida por las plantas y las cantidades precisas para el ciclo vital de las distintas especies que habitan en los diversos ecosistemas.

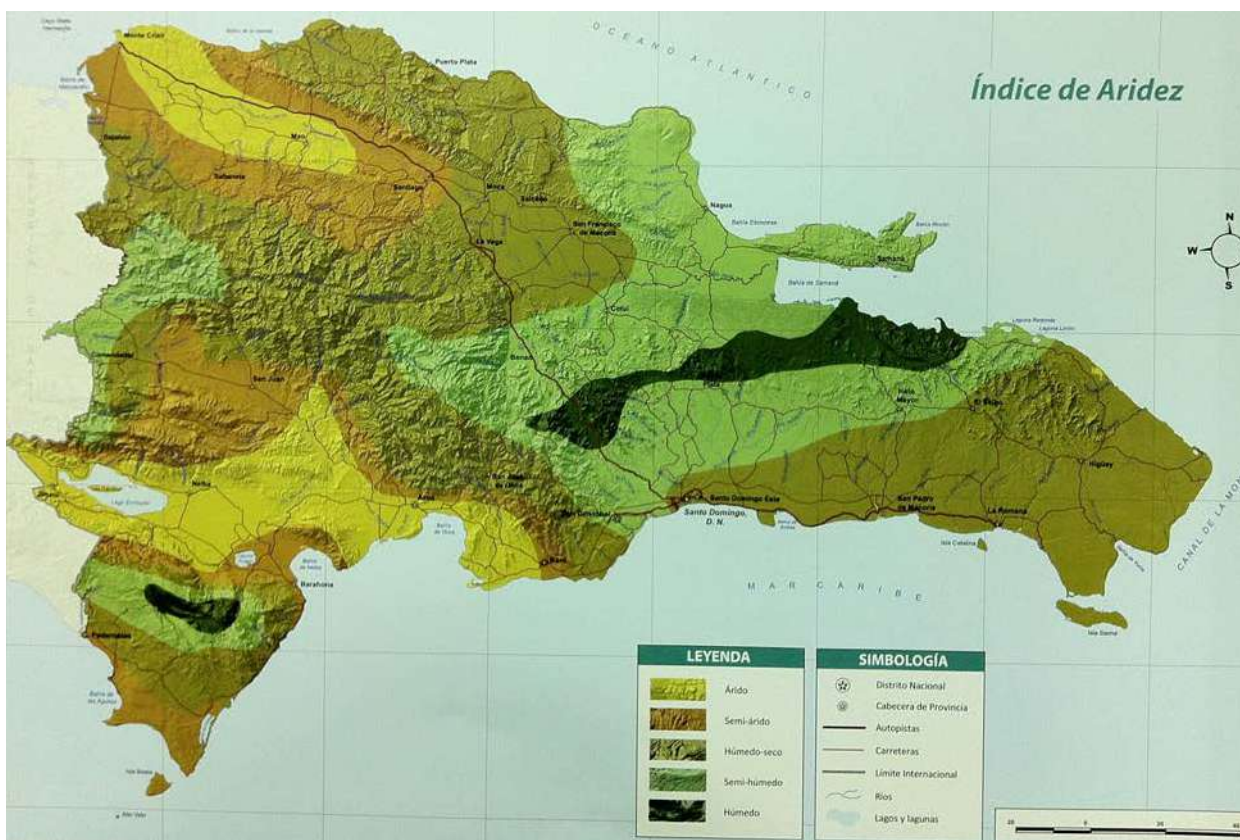
El Programa Hidrológico Internacional (PHI) de UNESCO, ha sugerido a los países de América Latina y El Caribe utilizar el método del Índice de Aridez, cociente entre precipitación y evapotranspiración potencial que utiliza para la clasificación y delimitación de las tierras, los criterios propuestos por Hassan y Dregne (1997), usados en el Atlas Mundial de Desertificación (UNEP, 1997) presentados en el **Cuadro 3.88**. Este Cuadro y la **Fig. 3.27** nos muestra la caracterización para el país.

Cuadro 3.88: Áreas y porcentajes de las categorías climáticas de la R. D.

Áreas y Porcentajes de las Categorías Climáticas de la República Dominicana			
Categoría	P/ETo	Área (km ²)	Porcentaje
Hiperáridas	<0.05	0	0.0
Áridas	0.05 a <0.20	5,981.37	12.2
Semiáridas	0.20 a < 0.50	7,292.43	15.2
Subhúmedas secas	0.50 a < 0.65	20,126.89	42.2
Semi-húmedas	0.65 a < 1	12,513.37	26.2
Húmedas	> 1	2,108.82	4.2

Fuente: SEMARN, Atlas de los Recursos Naturales, 2004.

Figura 3.27: Mapa del índice de aridez



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente.

Como puede apreciarse en la **Figura 3.27**:

- La zona árida se extiende desde la zona de Azua hacia el oeste hasta la zona fronteriza, y a lo largo de La Vega, del río Yaque del Norte, cubriendo el 12.2% del país.
- La zona con clima semi-árido, con 15.2% del territorio nacional, se presenta en la porción sur de la península de Barahona, al pie de monte norte de la sierra de Bahoruco, al lado norte de la sierra de Neyba y la porción este del valle de San Juan y la cuenca del río Yaque del Norte.
- La zona de clima húmedo-seco predomina en la mayor parte del país, 42.2%, presentándose en la región oriental, en línea con la desembocadura del río Nizao, extendiéndose hacia el noroeste hacia el nacimiento del Artibonito, porción oeste del valle del Yuna, vertiente Atlántica desde Gaspar Hernández hasta Luperón y las laderas norte y sur de la sierra de Bahoruco.
- La zona con clima semi-húmedo, 26.2% de la superficie nacional, se localiza en la porción oriental de la vertiente Atlántica, incluida la península de Samaná, cuenca del río Yuna, una franja desde Miches hacia el nacimiento del Haina, la zona Artibonito-Macasia, y la zona alta de la sierra de Bahoruco.
- La zona de clima húmedo, 4.2%, está limitado a la cima de la sierra de Bahoruco y una franja desde Sabana de la Mar hasta Villa Altagracia.

3.7. REFERENCIAS

- Rodríguez, H. y Febrillet, J.F., 2006. *Potencial Hidrogeológico de la República Dominicana*. Boletín Geológico y Minero, Volumen 117. Madrid, España, 225 pp, 187-200.
- INDRHI, 2006. Estadísticas del Agua en la República Dominicana, 744 pp.
- INDRHI-EPTISA, 2004. *Estudio Hidrogeológico Nacional de la República Dominicana, Fase II*. Memoria de Proyecto, 11 volúmenes.
- SEMARN, 2004. *Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana. 93 pp.
- Febrillet, J.F. y Saldaña, J.F., 2003. *Ecología, Liderazgo y Cristiandad*. Programa Cultura del Agua, PCA-05-04.2, Santo Domingo, República Dominicana, 54 pp.
- Febrillet, J.F. y Saldaña, J.F., 2001. *Material Básico para Ponencias*. Programa Cultura del Agua, PCA-05-01.2, Santo Domingo, República Dominicana, 30 pp.
- INDRHI-AQUATER. 2000. *Estudio Hidrogeológico Nacional de la República Dominicana, Fase I*. Memoria de Proyecto, 7 volúmenes.
- INDRHI-TAHAL, 1983. *Plan Nacional de Investigación, Aprovechamiento y Control de Aguas Subterráneas*, PLANIACAS. Memorias de Proyecto, 7 volúmenes.
- Febrillet, J.F. y Ventura, R.D., 1982. *Análisis Climático de la República Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana, 36 pp.
- Febrillet, J.F. y Pichardo, S., 1981. *El Recurso Agua*. Seminario de Pedagogía Ambiental, Santo Domingo, República Dominicana, 86 pp.
- Febrillet, J.F. y Martínez, E., 1979. *Incidencia del Clima en las Obras de Ingeniería Sanitaria*. Santo Domingo, República Dominicana, 44 pp.
- INDOTEC (Acosta, J. R.), 1979. *Estimación de la Distribución de la Radiación Solar en la República Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana. 25 pp.
- Núñez, L. 1968. *El Territorio Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana, 188 pp.

CAPÍTULO

4

DISPONIBILIDAD DE AGUA

4.1 INFORMACION DISPONIBLE

Conocer la disponibilidad de agua implica realizar tareas de cuantificación de los recursos hidrológicos, tarea que involucra los conceptos de hidrometría, hidrología superficial y subterránea, cuenca hidrográfica, necesidades de los ecosistemas y población.

La disponibilidad media anual neta de agua superficial en un punto de la cuenca hidrográfica es la diferencia entre el volumen medio anual de escurrimiento en ese punto y el volumen anual actualmente comprometido aguas abajo. La disponibilidad media anual neta de agua subterránea es el volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de una unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga material comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas.

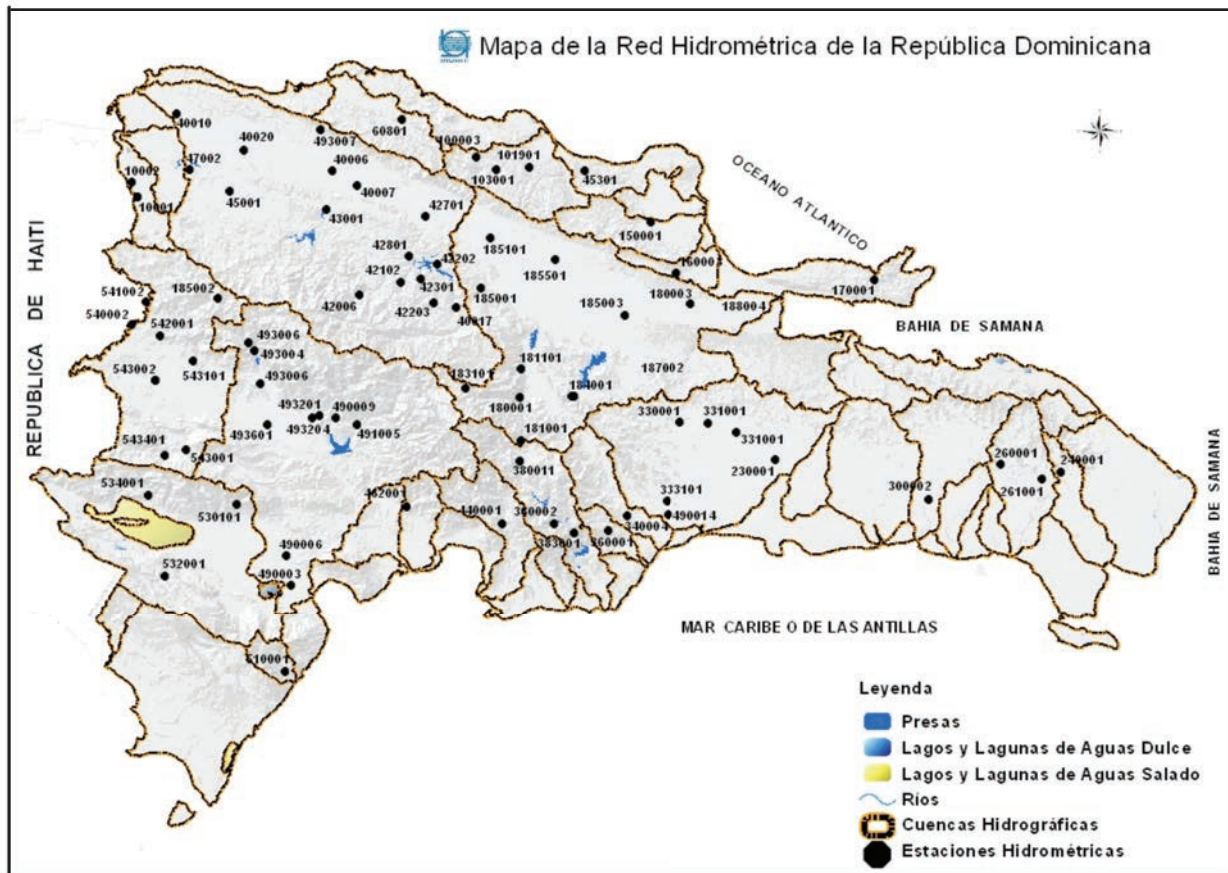
Los datos hidrológicos utilizados han sido suministrados por el Departamento de Hidrología del INDRHI, a través del Banco de Datos Hidrológicos, quien es el administrador de dicha red. Las estaciones hidrométricas se dividen en cuatro tipos según la instrumentación y capacidad de la estación. Las del tipo 1 son estaciones que disponen de limnógrafos y de instalaciones de teleférico para realizar mediciones durante crecidas; las del tipo 2 cuentan con limnógrafos y se localizan sobre puentes para realizar mediciones desde la plataforma del puente; las de tipo 3 son estaciones que cuentan con limnógrafos; y las de tipo 4 son estaciones que solo cuentan con miras para la lectura de los niveles del cauce.

La información analizada para la cuantificación de la disponibilidad de agua proviene de la red de estaciones hidrométrica en las distintas regiones hidrográficas como se indica en el **Cuadro 4.1**.

Cuadro 4.1: Estaciones hidrométricas de la red del INDRHI consideradas

Región	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	TOTAL
	Operando	Operando	Operando	Operando	
Yaque del Norte	9	6	1	9	25
Atlántica	0	2	0	2	4
Yuna	3	1	0	11	15
Este	2	0	0	2	4
Ozama-Nizao	3	2	0	6	11
Yaque del Sur	4	11	0	11	26
TOTAL	21	22	1	41	85

Figura 4.1: Mapa de la red hidrométrica de la República Dominicana



Fuente: INDRHI, 2006. Estadísticas del agua en la República Dominicana

4.2 DISPONIBILIDAD DE AGUA SUPERFICIAL

El objetivo principal del presente capítulo es determinar en forma global y detallada, a nivel de cuencas y subcuencas, la situación en que se encuentra la disponibilidad de los recursos hídricos superficiales de la República Dominicana.

Al realizar el levantamiento de la demanda a nivel de cuenca, se ha tomado en cuenta, en forma ordenada y detallada, el nivel de compromiso de los recursos superficiales de dichas cuencas, para que se pueda planificar la posibilidad de asignar nuevos compromisos de aprovechamiento superficial sin afectar los existentes ni al medio ambiente.

4.2.1 Metodología

Para las estimaciones de escurrimientos fueron seleccionadas las estaciones hidrométricas con series representativas y se determinaron los caudales específicos correspondientes. Posteriormente fueron ponderados por área y precipitación media para ajustar los caudales específicos de cuencas sin registros adecuados. Finalmente, se determinaron las disponibilidades de las cuencas totales por ponderación de las áreas aportantes y los caudales específicos medios.

4.2.2 Disponibilidad según análisis estadístico

En el **Cuadro 4.2** se presenta el resumen de los volúmenes superficiales disponibles por región hidrográfica, mientras que en el Anexo 2 se presenta su disponibilidad por cuenca hidrográfica.

Cuadro 4.2: Disponibilidad de agua superficial

Región hidrográfica	Disponibilidad de agua superficial (MM ³)
Yaque del Norte	2,905.46
Atlántica	4,634.73
Yuna	3,600.96
Este	3,125.95
Ozama-Nizao	4,459.08
Yaque del Sur	4,771.51
Total disponible	23,497.69

4.2.3 Diagramas topológicos

Es la esquematización de las redes de las corrientes de aguas superficiales para cada región hidrográfica. En los mismos se presentan incluidos los ríos con la ubicación de las estaciones hidrométricas y su caudal medio, los canales de riego con su caudal de operación así como las estructuras hidráulicas más importantes tales como: presas, diques, derivadoras.

Por región hidrográfica se han incluido dos diagramas topológico, en el primero se incluye los ríos y las estaciones hidrométricas y en el segundo a los caudales de las estaciones hidrométricas se les suman las extracciones de las derivaciones aguas arriba de dicha estación.

En las **Figuras 4.2** hasta **4.8**, se muestran los diferentes diagramas. Para el caudal total de la cuenca sin información hidrométrica se utilizó el ajuste por medio del caudal específico de cuencas adyacentes.

Figura 4.2 Topológico región Yaque del Norte

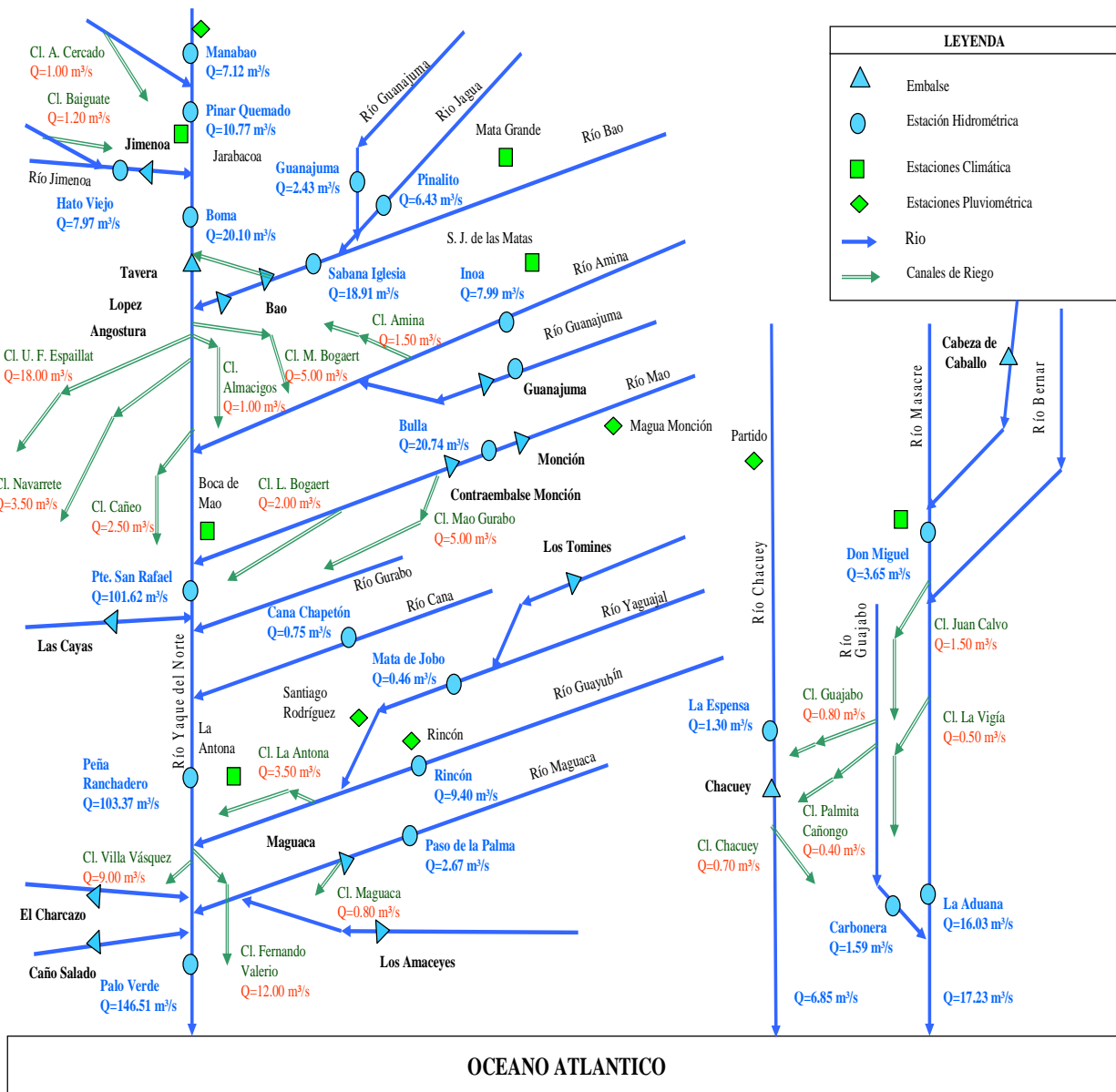


DIAGRAMA TOPOLOGICO II
DE LA REGION HIDROGRAFICA YAQUE DEL NORTE

Figura 4.3 Topológico Región Atlántica.

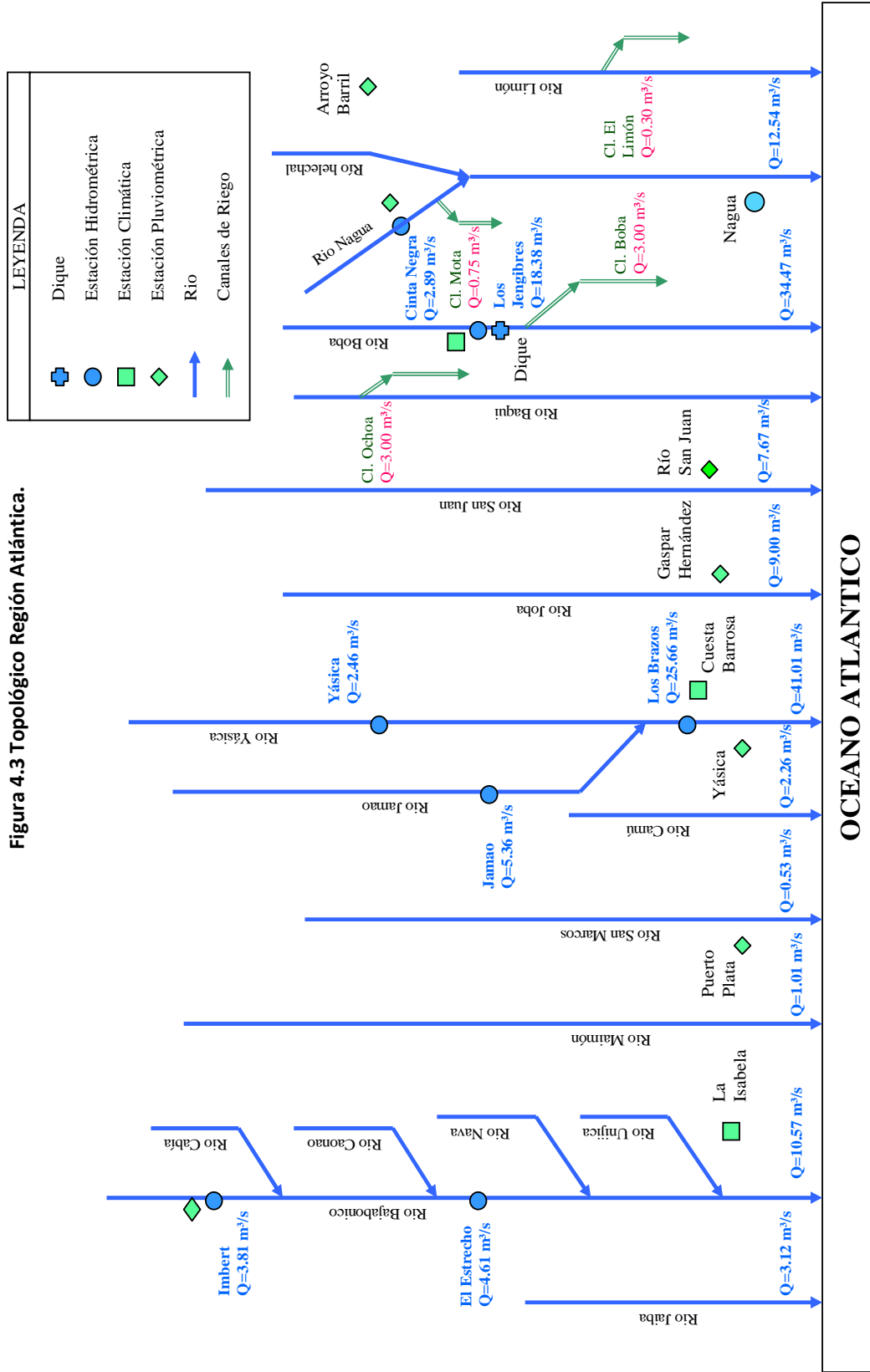
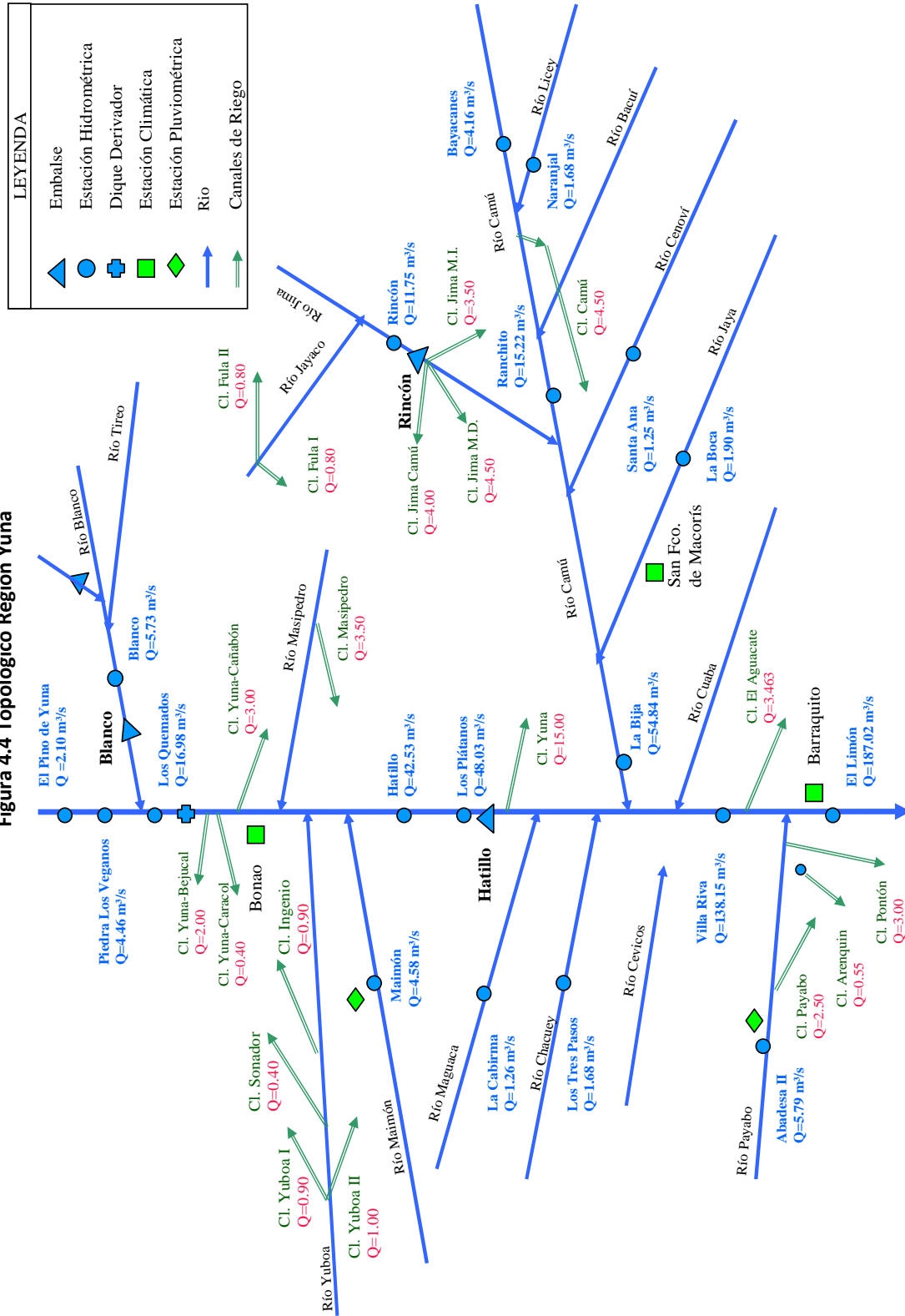


Figura 4.4 Topológico Región Yuna



BAHIA DE SAMANÁ

ESQUEMA TOPOLOGICO II
DE LA REGION HIDROGRAFICA YUNA

LEYENDA	
●	Estación. Hidrométrica
■	Estación Climática
◆	Estación Pluviométrica
↑	Rios

Figura 4.5 Topológico Región Este.

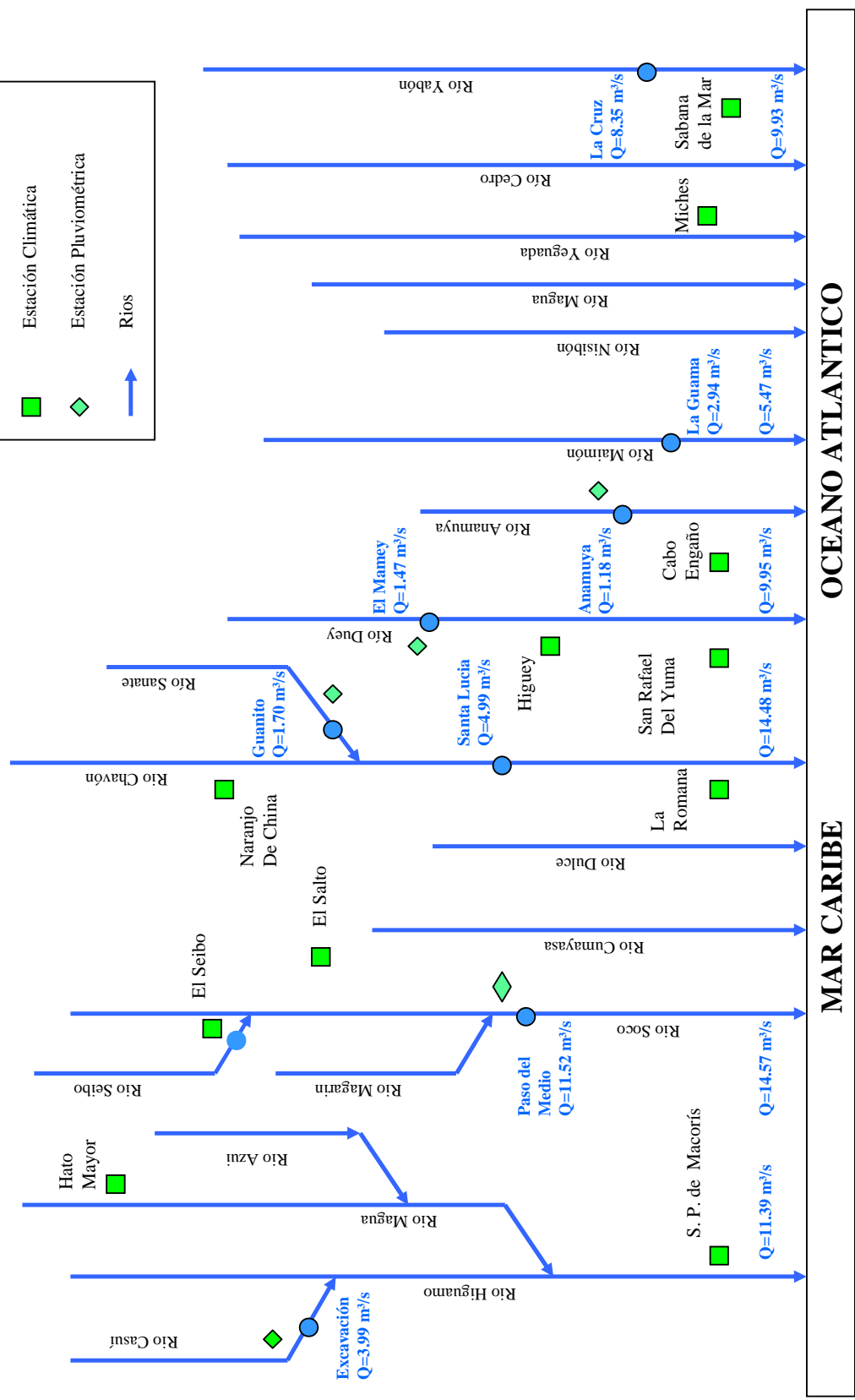
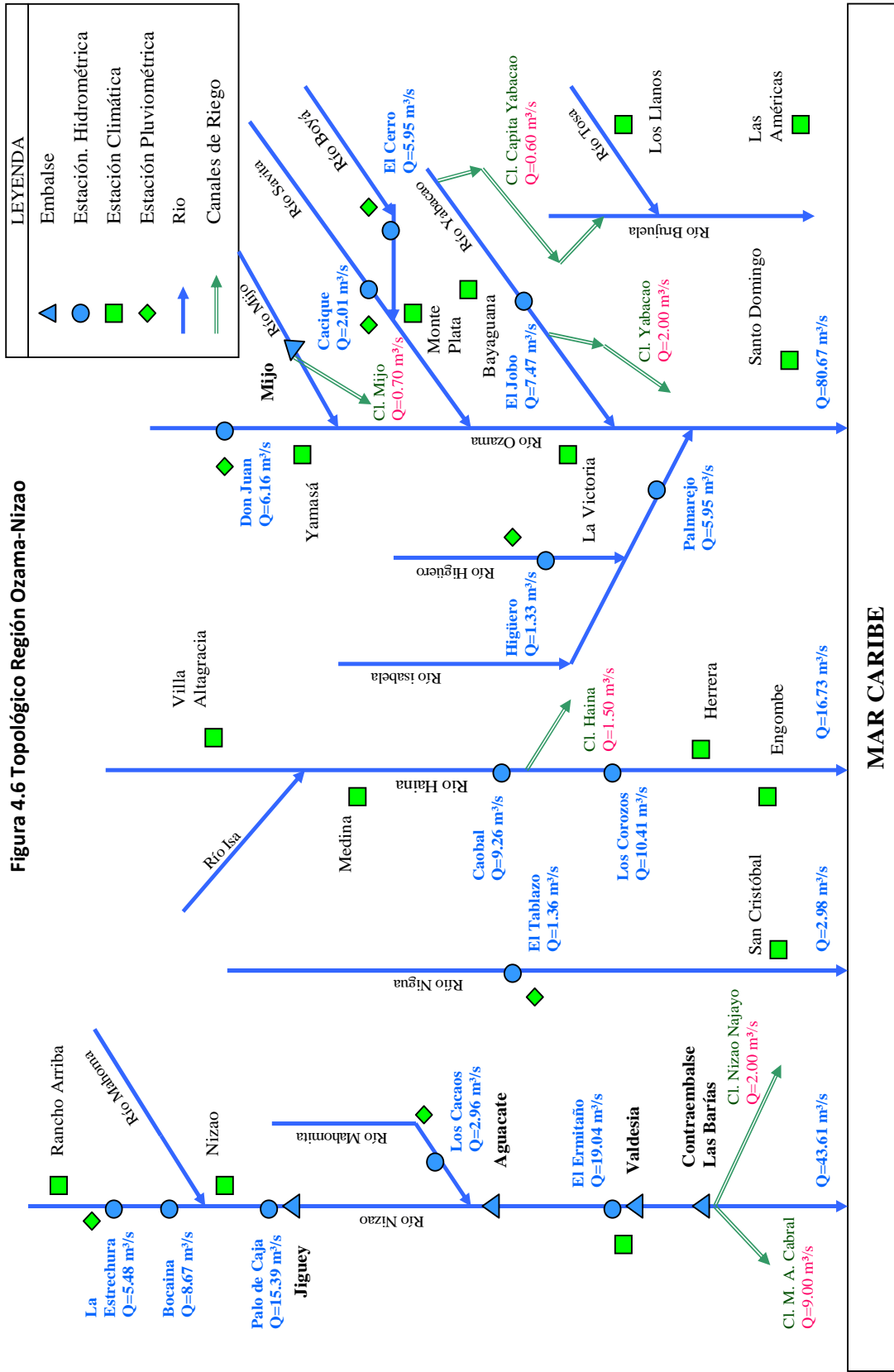
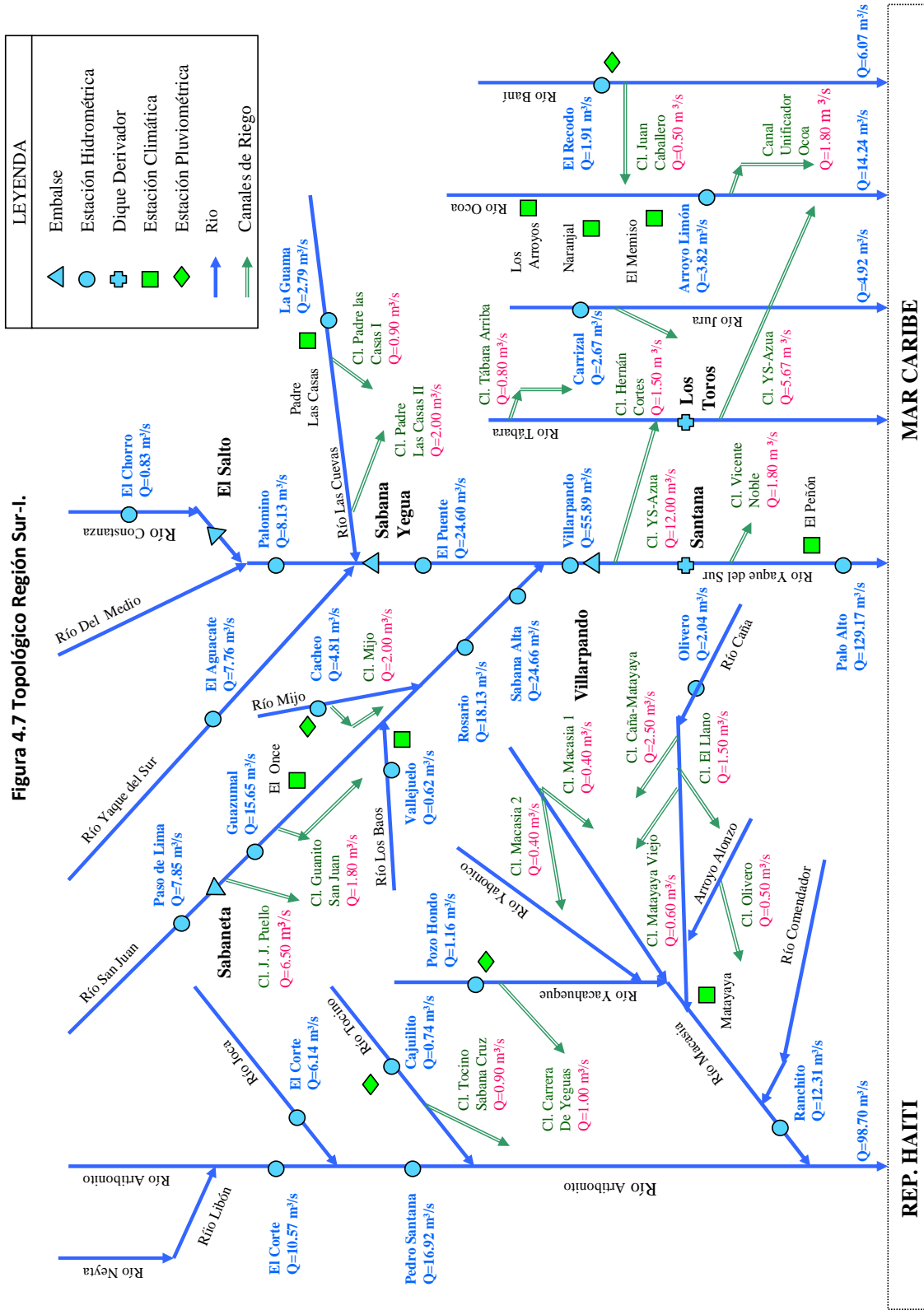


DIAGRAMA TOPOLOGICO II
DE LA REGION HIDROGRAFICA ESTE



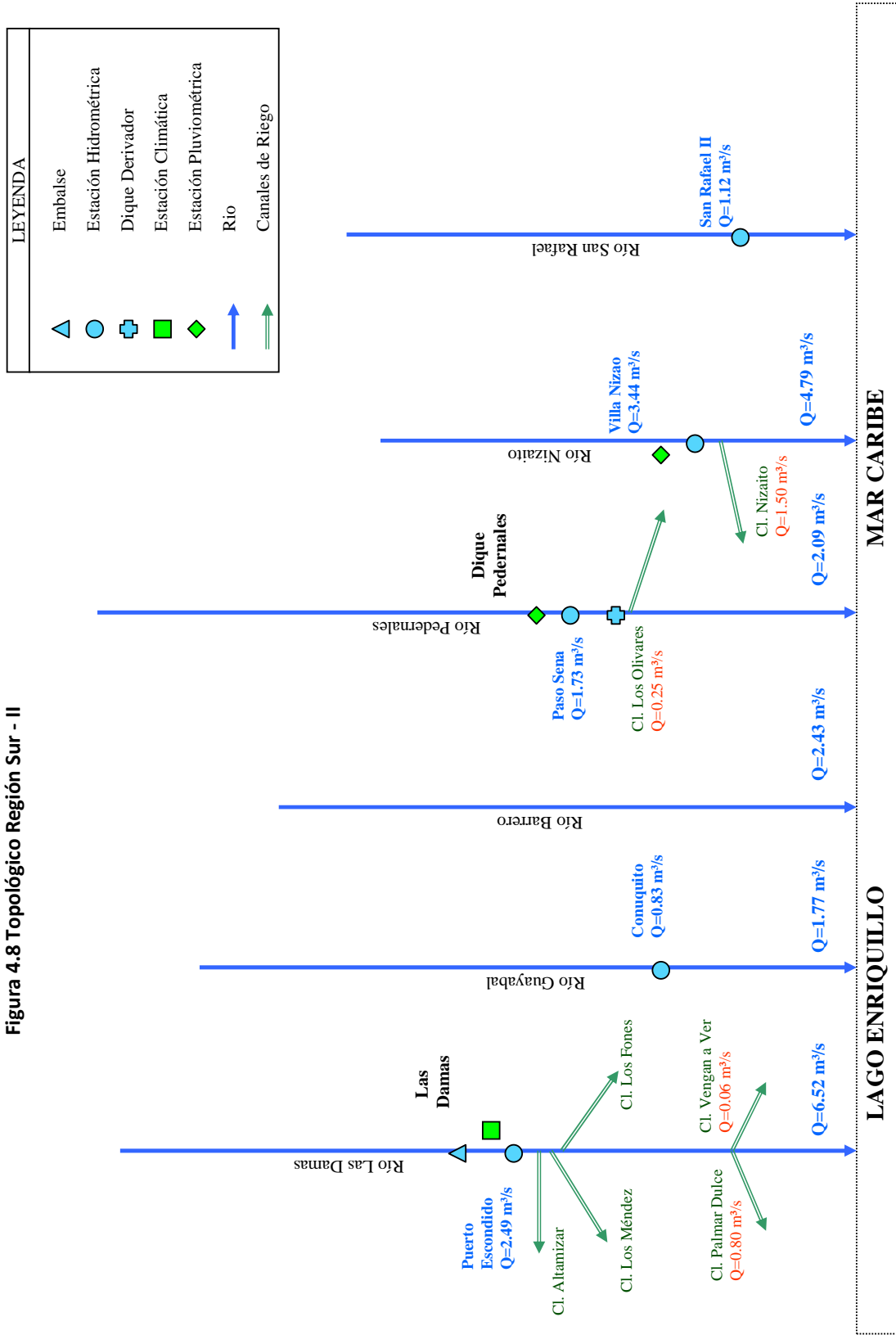
**DIAGRAMA TOPOLOGICO II
DE LA REGION HIDROGRAFICA OZAMA NIZAO**

Figura 4.7 Topológico Región Sur-I.



ESQUEMA TOPOLOGICO II
DE LA REGION HIDROGRAFICA YAQUE DEL SUR I

Figura 4.8 Topológico Región Sur - II



**ESQUEMA TOPOLOGICO II
DE LA REGION HIDROGRAFICA YAQUE DEL SUR II**

4.3 DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRANEAS

4.3.1 Información disponible

La información hidrogeológica disponible está relacionada con los proyectos: “Plan Nacional de Investigación Aprovechamiento y Control de las Aguas Subterráneas”, conocido por sus siglas como PLANIACAS (INDRHI-TAHAL, 1983), realizado con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo, BID, (abril 1981 - abril 1983).

Otras informaciones se encuentran en el “Estudio Hidrogeológico Nacional en la República Dominicana”, que dentro del marco del Proyecto de Desarrollo Geológico y Minero en la República Dominicana, SYSMIN-RD, fue ejecutado con cargo al Fondo Europeo de Desarrollo, correspondiendo su primera fase, mayo 1997 - febrero 2000 (INDRHI-AQUATER, 2000), a la investigación del 30% del territorio nacional, en concreto las regiones hidrogeológicas: planicie costera Oriental, planicie de Baní, planicie de Azua, valle de San Juan, valle de Neyba y una porción de la península Sur de Barahona y en su segunda fase, (junio 2003 – noviembre 2004), cuando se estudiaron las restantes zonas hidrogeológicas (INDRHI-EPTISA, 2004).

Además de los estudios mencionados fue utilizado el documento “Potencial Hidrogeológico de la República Dominicana”, (Rodríguez Morrillo, H. y Febrillet Huertas, J.F.) publicado en el Boletín geológico y minero del Instituto Geológico Minero Español, IGME, en su volumen 117, del 2006, editado con motivo del IV Foro Mundial del Agua.

Características acuíferas de las formaciones

Los acuíferos en la República Dominicana han sido divididos en tres grandes grupos de acuerdo a su importancia, (PLANIACAS, 1983):

- Acuíferos regionales: 25.462 Km²
- Acuíferos con extensión reducida: 3.239 Km²
- Acuíferos locales: 19.810 Km²

Los acuíferos regionales están formados por:

- Caliza arrecifal cuaternaria: 5.703 Km²
- Calizas terciarias: 14.768 Km²
- Aluvión reciente: 4.991 Km²

Los acuíferos con extensión reducida, están integrados por:

- Sedimentos terciarios: 568 Km²
- Areniscas: 1.126 Km²
- Conglomerados: 225 Km²
- Calizas intercaladas con Lutitas: 1.320 Km²

A los acuíferos locales corresponden las:

- Lentas de material aluvial entre capas de arcilla: 5.682 Km²
- Zonas de fallas (fracturas, pliegues) en rocas ígneas: 14.128 Km²

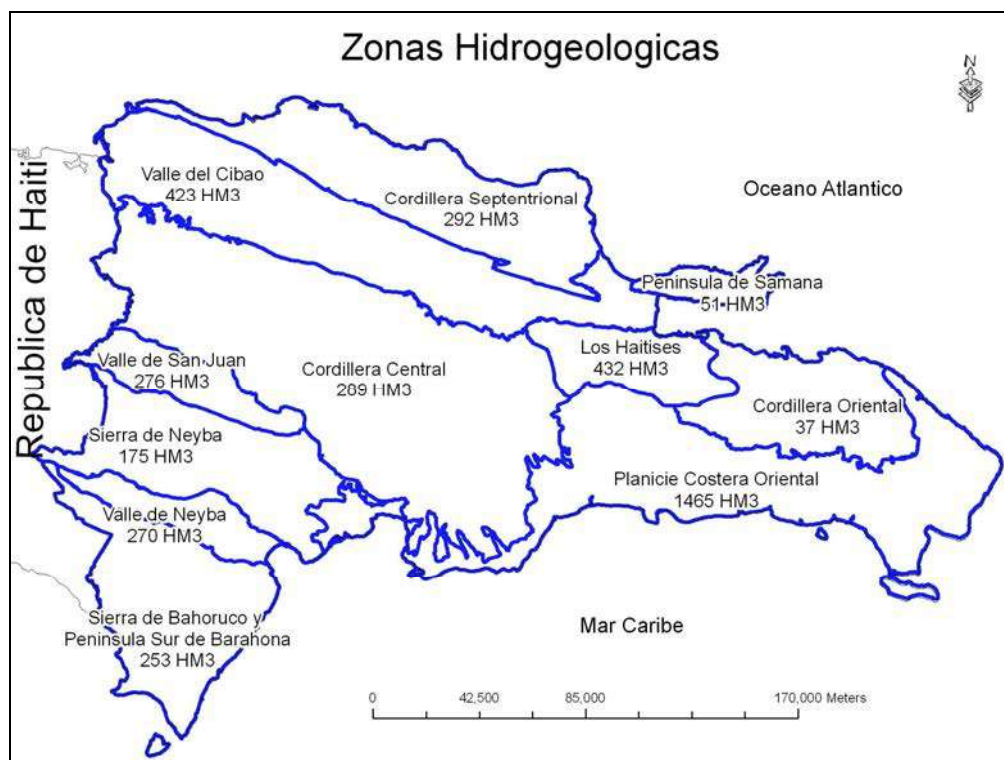
Zonas hidrogeológicas

Desde 1982, el INDRHI ha dividido al país en 14 zonas hidrogeológicas (**Cuadro 4.3** y **Figura 4.9**). Algunas de estas zonas constituyen unidades morfotectónicas evidentes, en tanto que las otras son zonas geomorfológicas definidas. En ambos casos, la definición de las regiones tienen un significado hidrogeológico claro, donde las sierras representan las principales regiones de recarga, en tanto que los valles, tectónicos y geomorfológicos, constituyen las vías de drenaje, (PLANIACAS).

Cuadro 4.3: Zonas hidrogeológicas de la República Dominicana

No.	Zona	No.	Zona
1	Planicie Costera Oriental	8	Valle de San Juan
2	Cordillera Oriental	9	Sierra de Neyba
3	Los Haitises	10	Valle de Neyba
4	Samaná	11	Sierra de Bahoruco
5	Cordillera Septentrional	12	Península Sur de Barahona
6	Valle del Cibao	13	Planicie de Azua
7	Cordillera Central	14	Planicie de Baní

Figura 4.9: Zonas Hidrogeológicas de la República Dominicana (INDRHI-TAHAL, 1983)



Fuente: Rodríguez, H. y Febrillet, J.F., 2006. Potencial hidrogeológico de la Rep. Dom. Boletín Geológico y Minero, Volumen 117.

Relación entre las regiones hidrológicas y las zonas hidrogeológicas

Las regiones hidrológicas coinciden con las principales cuencas hidrográficas o con conjuntos de cuencas que drenan hacia una misma vertiente, separadas por la divisoria de aguas superficiales y por tanto no necesariamente coinciden con las zonas hidrogeológicas que constituyen zonas geomorfológicas definidas, teniendo las sierras como zonas de recarga y los valles como zonas de drenaje, (**Figura 4.9**).

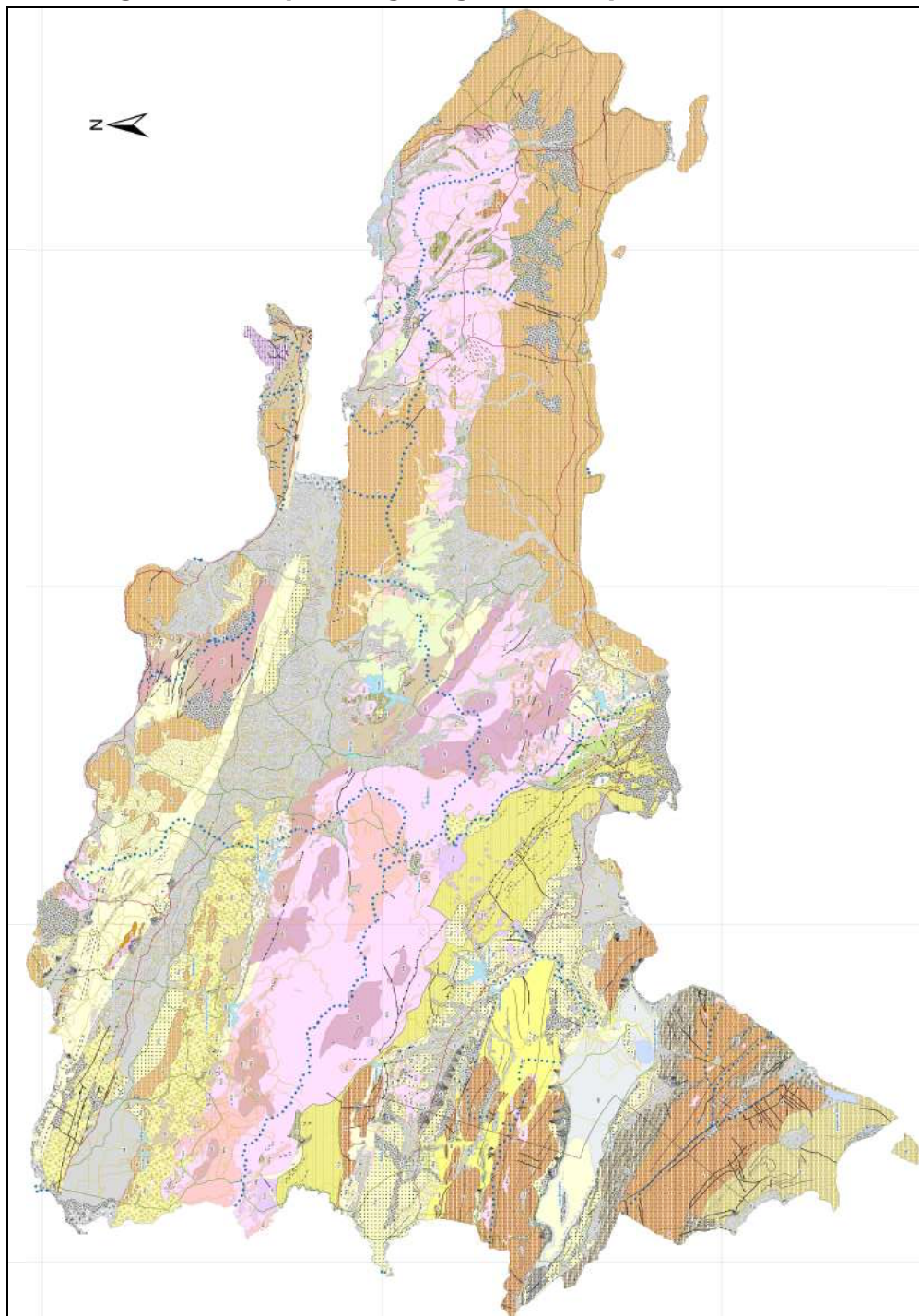
Cuadro 4.4: Relación Regiones Hidrológicas y Zonas Hidrogeológicas

Región Hidrológica	Zona Hidrogeológica
Yaque del Norte	5 parcial, 6 parcial (Oeste Valle del Cibao), 7 parcial (Cord. Central)
Atlántica	4 (Samaná) y 5 parcial (Vertiente norte Cord. Septentrional)
Yuna	5 parcial, 6 parcial (Este Valle Cibao), 7 parcial, 3 parcial (Los Haitises)
Este	1 parcial (Este Planicie Oriental), 2 (Cordillera Oriental), 3 parcial
Ozama-Nizao	7 parcial, 1 parcial (Oeste Planicie Costera Oriental), 3 parcial (Haitises)
Yaque del Sur	7 parcial, 8 (Valle de San Juan), 9 (Sierra de Neyba), 10 (Valle de Neyba), 11 (Sierra de Bahoruco), 12 (Península de Barahona), 13 (Planicie de Azua), 14 (Planicie de Baní).

Mapa Hidrogeológico

Durante la segunda fase del proyecto “Estudio Hidrogeológico de la República Dominicana” fue preparado el mapa hidrogeológico que se presenta en la **Figura 4.10**. Además se presentan las líneas del flujo subterráneo.

Figura 4.10: Mapa Hidrogeológico de la República Dominicana



Fuente: Estudio hidrogeológico de la R. D. (INDRHI-EPTISA, 2004)

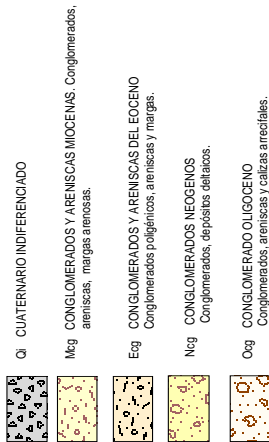
LEYENDA HIDROGEOLOGICA

FORMACIONES CON PERMEABILIDAD POR POROSIDAD INTERSTICIAL

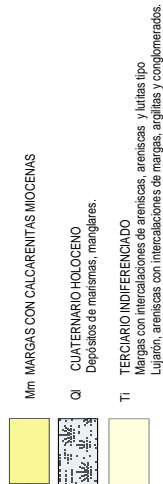
Formaciones porosas con permeabilidad y productividad (potencialidad real de explotación) elevadas:



Formaciones porosas con permeabilidad variable y productividad (potencialidad real de explotación) media:

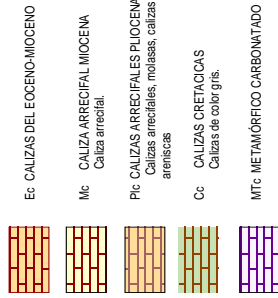


Formaciones porosas con permeabilidad variable y productividad (potencialidad de explotación) baja:



FORMACIONES CON PERMEABILIDAD POR FISURACIÓN: CARSTIFICACIÓN

Formaciones fisuradas de gran extensión superficial y alta permeabilidad y productividad:



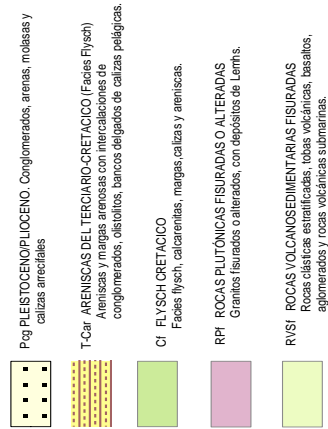
Formaciones fisuradas de extensión superficial limitada (local o discontinua) y permeabilidad y productividad moderada o variable:



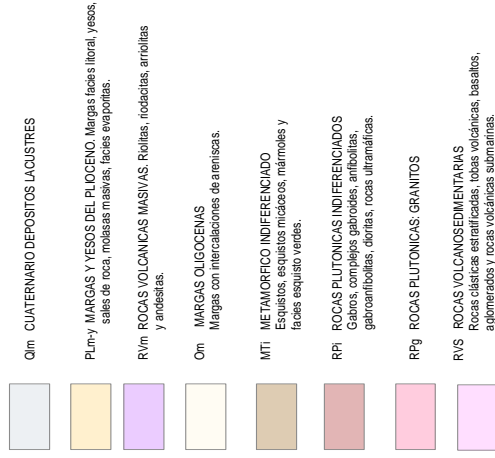
Formaciones fisuradas con permeabilidad variable y productividad (potencialidad de explotación) baja:



FORMACIONES DE TIPO MIXTO CON PERMEABILIDAD MEDIA POR FISURACIÓN Y/O POROSIDAD INTERSTICIAL



FORMACIONES DE BAJA PERMEABILIDAD O CON EXTENSIÓN SUPERFICIAL MUY REDUCIDA QUE SE CONSIDERAN COMO NO ACUIFERAS O CON ACUIFEROS MUY PUNTUALES Y DE ESCASA O NULA POTENCIALIDAD DE EXPLOTACIÓN



Flujo base

En el **Cuadro 4.5** se muestra el flujo base nacional y el potencial hidrogeológico aprovechable determinado durante el proyecto PLANIACAS con el modelo hidrogeológico MM08, que resume toda la información geológica e hidrogeológica, los estudios hidrometeorológicos y los balances hidrogeológicos.

Cuadro 4.5: Flujo base promedio y potencial subterráneo por región

Región	Flujo base (MM ³ /a)	Potencial subterráneo (MM ³ /a)
Yaque del Norte	3,440	45
San Juan-Artibonito	1,360	50
Azua	125	565
Yaque del Sur	1,060	75
Yuna	2,470	225
Ozama-Nizao	3,240	550
Total	11,695	1,510

Fuente: PLANIACAS (INDRHI-TAHAL, 1983)

Recarga y potencial aprovechable

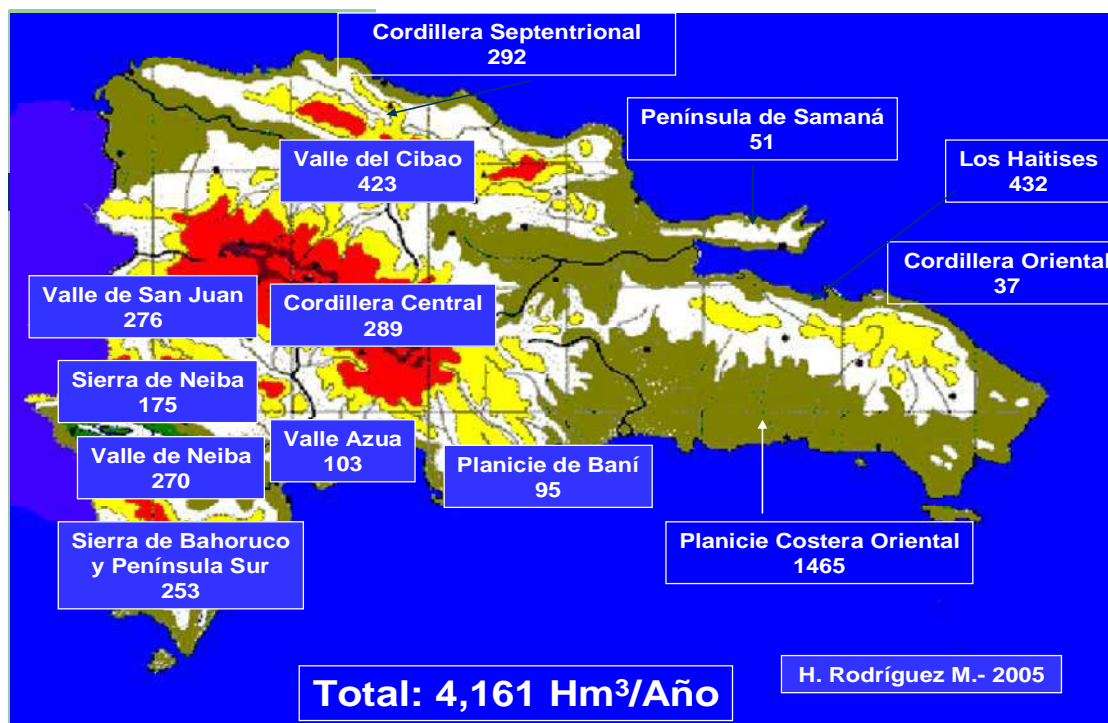
Resumiendo los estudios anteriores, EPTISA y AQUATER, la División de Hidrogeología del Instituto Nacional de Recursos Hídricos, INDRHI, ha adoptado los valores mostrados en el **Cuadro 4.6** y **Figura 4.11**, como representativos de la recarga y del potencial aprovechable de los acuíferos del país.

Cuadro 4.6: Recarga total y potencial aprovechable de los acuíferos de la República Dominicana

Zona	Unidad hidrogeológica	Área (km ²)	Tipos de acuíferos	Recarga (MM ³ /a)	Potencial aprovechable (MM ³ /a)
1	Planicie Costera Oriental	6.534	Aluvión y Caliza cuaternaria	1.465	921
2	Cordillera Oriental	3.127	Aluvión y roca volcánica	37	23
3	Los Haitises	1.823	Caliza Oligocena	432	272
4	Península de Samaná	651	Caliza y aluvión	51	32
5	Cordillera Septentrional y Costa Atlántica	4.774	Calizas y aluvión	292	184
6	Valle del Cibao	6.642	Aluvión	423	266
7	Cordillera Central	12.240	Rocas volcánicas, calizas y aluvión	289	182
8	Valle de San Juan	1.600	Aluvión	276	166
9	Sierra de Neyba	3.800	Caliza terciaria	175	114
10	Valle de Neyba	2.200	Aluvión y caliza	270	170
11-12	Sierra de Bahoruco y Península Sur	4.100	Caliza eocena- oligocena	253	64
13	Valle de Azua	560	Aluvión	103	43
14	Planicie de Baní	460	Aluvión	95	32
	TOTAL	48.511	TOTAL	4.161	2.469

Fuente: Rodríguez, H. y Febrillet, J.F., 2006. Potencial hidrogeológico de la Rep. Dom. Boletín Geológico y minero, volumen 117.

Figura 4.11: Recarga de agua subterránea (MM3/a) de la República Dominicana



Fuente: Rodríguez, H. y Febrillet, J.F., 2006. Potencial hidrogeológico de la Rep. Dom. Boletín Geológico y minero, volumen 117.

En el **Cuadro 4.7** se presenta la disponibilidad de agua subterránea por región hidrográfica.

Cuadro 4.7: Recarga y potencial subterráneo por región hidrográfica

No.	Región	Recarga (MM ³ /a)	Potencial Aprovechable
2	Yaque del Norte	224	181
1	Atlántica	343	216
3	Yuna	438	236
4	Este	1,212	758
5	Ozama-Nizao	767	457
6	Yaque del Sur	1,177	621
Total		4,161	2,469

Extracciones de agua subterráneas:

En **Cuadro 4.8** se aprecian las extracciones de agua subterráneas y en el **Cuadro 4.9** las extracciones de los campos de pozos administrados por la CAASD en la zona oriental.

Cuadro 4.8: Resumen de volumen de agua subterránea extraído en MMC

Zona	Unidad hidrogeológica	Planiacas 1983	Karanjac (1998)	Aquater 2000	Eptisa 2004	Potencial Planiacas
1	Planicie Costera Oriental	160	250	340		510
2	Cordillera Oriental	2	2		10	-
3	Los Haitises	1	1			100
4	Península de Samaná	1	1		4	2
5	Cordillera Septentrional	11	11		31	25
6	Valle del Cibao	15	15		210	70
7	Cordillera Central	6	6		81	80
8	Valle de San Juan	2	2	5		50
9	Sierra de Neyba	0	0		16	80
10	Valle de Neyba	17	17	17		270
11-12	Sierra de Bahoruco y Península Sur	8	8		32	220
13	Valle de Azua	17	17	39		83
14	Planicie de Baní	6	6	3		19
TOTAL, MMC/año		246	336	404	384	1,510

Cuadro 4.9: Explotación campos de pozos de la CAASD

Campo de pozos	Total pozos	Explotación 2001-2003 l/seg	Explotación recomendada l/seg	Pozos a operar	Pozos cuyo bombeo se debe interrumpir
Brujuelas Casui	22	Nuevo campo	1,000	Todos	-
La Joya II	en perforación	Nuevo campo	400	Todos	-
La Joya	12	1,163	460	7,8,11,12	1,2,3,4,5,6,9,10
La Catalina	6	366	245	1,3,5,6	2, 4
Los Marenos	14	973	845	3 hasta 14	1,2
Naranja/Cabreto	4	257	120	1,3	2,4
La Caleta	2	182	182	1,2	-

Fuente: Proyecto agua subterránea campo de pozos (CAASD-TAHAL, 2004)

4.4 CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO EN EMBALSES

Los embalses de agua pueden clasificarse en presas, lagunas naturales y lagunas artificiales. En cuanto al tamaño de las presas de la República Dominicana, la mayoría están dentro del rango de grandes presas, de acuerdo a la nomenclatura del Comité Internacional de Grandes Presas (ICOLD). Resulta de acuerdo a la nomenclatura de este comité que República Dominicana posee 24 grandes presas, 7 medianas y 3 pequeñas, dicho en otros términos el 74 % de la presas en el país entran en el renglón de grandes presas.

4.4.1 Información disponible

Almacenamiento en presas

Las presas son las obras hidráulicas que garantizan la disponibilidad de agua para satisfacer las demandas de los diferentes usuarios, incluidos los sistemas de riego. Las principales presas del país se muestran en el **cuadro 4.10** En el **cuadro 4.11** se muestran los volúmenes almacenados por región hidrográfica.

Cuadro 4.10: Presas de la República Dominicana

Nombre del embalse	Tipo de presa	Altura de la presa (m)	Área de la cuenca (km ²)	Fecha construcción	Capacidad de embalse (MM ³)	Área del embalse (ha)	Capacidad aliviadero (m ³ /seg)	Drenaje de fondo (m ³ /seg)	Capacidad instalada (MW)
Jigüey	Arco-gravedad	110,0	535	1992	167,25	494	11,910	138	98
Aguacate	Gravedad	51,5	747	1992	4,30	35	3,720	0	52
Valdesia	Contrafuerte	78,0	887	1976	137,60	700	7,200	80	54
Las Barías	Tierra	22,0	887	1976	3,00	97	7,200	0	0
Hatillo	Enroscamiento	50,8	1192	1984	435,00	3,100	650	153,0	8
Rincón	Gravedad	54,0	159	1978	75,00	690	504	27,5	10,1
Río Blanco	Gravedad	43,0	172	1996	0,68	6,4	2,160	135	25
Tavera	Enroscamiento	80,0	785	1973	173,00	620	6,860	95	82
Bao	Enroscamiento	110,0	887	1984	244,00	1,000	4,000		0
López	Enroscamiento	23,5	51	1987	4,40	40	3,410	90	18
Sabana Yegua	Tierra	76,0	1,676	1979	356,00	2,100	7,000	598	13,8
Sabaneta	Tierra	70,0	464	1981	70,50	296	4,080	56	6,3
Las Damas	Gravedad	15,0	90	1967	0,04	1	180	35	7,5
Jimenoa	Gravedad	14,5	310	1954	0,03	0,9	390	12,5	8,4
Maguaca	Tierra	26,0	125	1979	15,60	280	775	6	0
Chacuey	Tierra	31,0	106	1979	13,70	270	740	10	0
Cabeza de Caballo	Tierra	18,0	3,1	1988	0,60	12	10	0,4	0
Mijo	Tierra	17,0	50	1990	2,26	45	254		0
Guanajuma	Tierra	19,0	70	1999	2,00	37	300	1,4	0
Monción	Enroscamiento	122,0	622	2001	365,00	1,100	5,750	155	49
Contra embalse Monción	HCR/Tierra	28,0	713	2001	7,50	120	5,750	1350	2,1
Mejita	Tierra	84,0	4	1979	33,00	100	20	0	0
Las Lagunas	Tierra	66,0	1	1992	6,00	30	0	0	0
Arroyo Hondo	Enroscamiento	25,0	2,5	1990	0,65	8	80	0	0

Fuente: Estudio de vulnerabilidad de las grandes presas. Halcrow-COR Ing. S.A.

Cuadro 4.11: Volúmenes almacenados en embalses y lagunas (MMC)

Región hidrográfica	Volúmenes almacenados en	
	Embalses	Lagunas
Yaque del Norte	786.18	0.53
Atlántica	0.00	0.00
Yuna	550.33	0.05
Este	0.00	0.00
Ozama-Nizao	314.41	0.05
Yaque del Sur	426.54	0.42
Total disponible	2,077.46	1.04

Almacenamiento en lagunas

El cuadro 4.12 muestra una relación de las principales lagunas para uso agrícola y/o ganadero, existentes en los distritos de riego.

Cuadro 4.12: Lagunas para uso agrícola y/o ganadero, por distritos de riego.

Distrito de Riego	Cantidad	Vol. (m ³)	Área Beneficiada (Tareas)	Familias Beneficiadas
Alto Yaque del Norte	57	270,000	28,000	525
Bajo Yaque del Norte	38	260,000	24,000	300
Bajo Yuna	---	---	---	---
Yuna Camú	91	45,000	2,000	50
El Este	---	---	---	---
Ozama Nizao	01	54,000	7,000	350
Valle de Azua	20	50,000	1,400	30
Valle de San Juan	---	---	---	---
Yaque del Sur	5	180,000	23,000	1,200
Lago Enriquillo	4	185,000	72,000	2,000
Totales	216	1,044,000	157,400	4,445

Fuente: Fuente: INDRHI, Estadísticas del agua en la República Dominicana.

4.5 RE-USO DE AGUA

Las aguas utilizadas en la agricultura y para uso potable retornan a los cursos de agua, produciendo su re-uso aguas debajo de los mismos, razón por la cual debemos tener en cuenta estos valores al realizar el balance de las cuencas hidrográficas.

4.5.1 Metodología utilizada

Para determinar el volumen de agua que retorna de los sistemas de riego y aprovechamiento potable a los cursos de agua fue determinado asumiendo el retorno del 20 al 46% de los volúmenes de riego, dependiendo del sistema, y asumiendo que el retorno del agua potable asciende al 80%.

En el **Cuadro 4.13** se presentan los volúmenes que retornan del riego y del agua potable por región hidrográfica.

Cuadro 4.13: Volúmenes del retorno agrícola y potable

No.	Región	Retorno Riego	Retorno Potable	Retorno Total
1	Yaque del Norte	463.27	85.66	548.93
2	Atlántica	9.11	34.15	43.26
3	Yuna	83.98	65.30	149.28
4	Este	5.03	51.31	56.34
5	Ozama - Nizao	14.03	250.14	264.17
6	Yaque del Sur	442.73	57.32	500.05
Total		1,018.15	543.88	1,562.03

4.6 DEMANDA PROYECTADA

Las demandas proyectadas han sido determinadas por diferentes métodos, dependiendo del tipo de la misma, así la demanda:

- a. **Potable**, estimó sus proyecciones por el aumento progresivo y proyectado de la población, según la Oficina Nacional de Estadística.
- b. **Riego**, estimó su variación introduciendo retos de mejoramiento de la eficiencia, por sistema de riego.
- c. **Ecológica** no fue afectada de variación debido a que se determinó como el caudal correspondiente a un caudal de permanencia en la cuenca.
- d. **Industrial**, su proyección obedece a la expansión del sector, de acuerdo a criterios del Ministerio de Industria y Comercio.
- e. **Pecuaría**, su proyección obedece al dato de crecimiento según el último censo.
- f. **Turística**, su proyección obedece a la expansión del sector, de acuerdo a criterios del Ministerio de Turismo.

Los Cuadros 4.14 al 4.19 muestran las proyecciones de la demanda, por Región Hidrográfica.

Cuadro 4.14: Proyección demanda de agua potable

Región hidrográfica	Demanda de agua potable (MM ³)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Yaque del Norte	107.08	119.63	132.50	145.60	158.66
Atlántica	42.69	47.71	52.85	58.09	63.31
Yuna	81.63	91.74	102.15	112.82	123.51
Este	64.14	72.23	80.59	89.16	97.76
Ozama-Nizao	312.67	348.90	385.99	423.73	461.30
Yaque del Sur	71.65	80.55	89.72	99.11	108.53
Sub-total	679.86	760.76	843.80	928.50	1,013.08

Cuadro 4.15: Proyección demanda de agua para riego

Región hidrográfica	Demanda de agua para riego (MM ³)		
	2005	2015	2025
Yaque del Norte	2,380.72	1,158.96	835.50
Atlántica	78.04	40.32	28.98
Yuna	882.53	506.19	381.71
Este	7.11	4.07	3.16
Ozama-Nizao	190.03	107.59	77.59
Yaque del Sur	2,891.41	1,510.81	1,133.96
Sub-total	6,429.85	3,327.95	2,460.90

Cuadro 4.16: Proyección demanda de agua ecológica

Región hidrográfica	Demanda de agua ecológica (MM ³)
	2005
Yaque del Norte	216.38
Atlántica	323.64
Yuna	991.39
Este	420.38
Ozama-Nizao	587.40
Yaque del Sur	1,136.41
Sub-total	3,675.60

Cuadro 4.17: Proyección demanda de agua industrial

Región hidrográfica	Demanda de agua industrial (MM ³)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Yaque del Norte	40.65	113.28	126.43	135.47	148.79
Atlántica	15.99	42.38	47.53	51.30	56.57
Yuna	30.61	36.93	43.70	50.87	58.33
Este	24.96	30.14	35.70	41.59	47.71
Ozama-Nizao	119.60	330.44	367.65	392.34	429.77
Yaque del Sur	27.29	32.89	38.88	45.24	51.85
Sub-total	259.10	586.07	659.88	716.80	793.01

Cuadro 4.18: Proyección demanda de agua para pecuaria

Región hidrográfica	Demanda de agua pecuaria (mm ³)					
	1998	2005	2010	2015	2020	2025
Yaque del Norte	17.31	86.74	136.34	185.93	235.52	285.12
Atlántica	14.85	84.28	133.87	183.47	233.06	282.65
Yuna	23.74	93.17	142.76	192.35	241.94	291.54
Este	30.52	99.95	149.54	199.13	248.73	298.32
Ozama-Nizao	16.31	85.738	135.33	184.92	234.52	284.11
Yaque del Sur	18.93	88.36	137.96	187.55	237.14	286.73
Sub-total	121.66	538.24	835.80	1,133.35	1,430.91	1,728.47

Cuadro 4.19: Proyección demanda de agua para el turismo

Región hidrográfica	Demanda de agua turística (MM ³)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Yaque del Norte	2.15	1.27	1.43	1.63	1.90
Atlántica	13.20	5.51	6.59	8.05	10.02
Yuna	0.82	0.80	0.83	0.87	0.94
Este	22.07	81.95	109.64	147.03	197.50
Ozama-Nizao	4.82	4.44	5.94	7.96	10.68
Yaque del Sur	0.65	0.32	0.37	0.44	0.53
Sub-total	43.71	94.29	124.80	165.98	221.57

4.6.1 Interpretación de Resultados

En el **Cuadro 4.20** se presentan las demandas por sector y su proyección cada 5 años. Para fines de comparación se incluye en el **Cuadro 4.21** el potencial de agua superficial determinado en el PLANIACAS y el determinado en el Plan Hidrológico Nacional, PHN, donde puede apreciarse que la diferencia se encuentran, principalmente, en las áreas no tratadas por el PLANIACAS y en la forma de agrupar las cuencas regionales. (Ver **Figura 4.12.**)

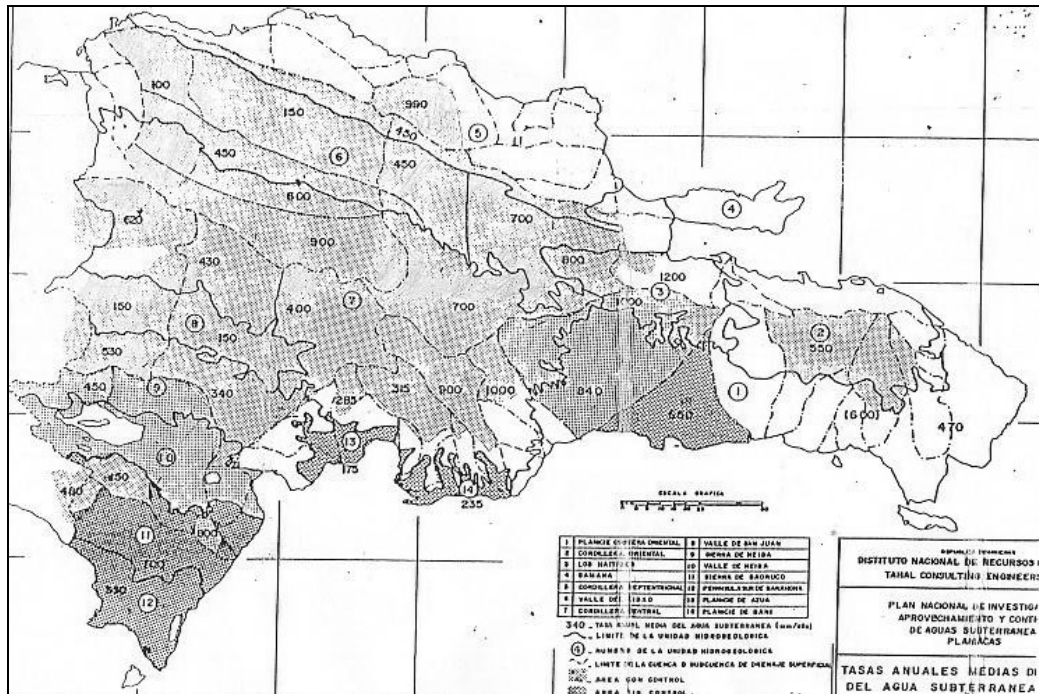
Cuadro 4.20: Proyección de la demanda de agua por sector

SECTOR	DEMANDA DE AGUA (mm ³)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Agua Potable	679.86	760.76	843.80	928.50	1,013.08
Riego	6,429.85	4,878.90	3,327.95	2,894.43	2,460.90
Pecuaria	538.24	835.80	1,133.35	1,430.91	1,728.47
Ecológica	3,675.60	3,675.60	3,675.60	3,675.60	3,675.60
Industrial	259.10	586.07	659.88	716.80	793.02
Turismo	43.71	94.29	124.80	165.98	221.57
SUB-TOTAL	11,626.36	10,831.42	9,765.38	9,812.22	9,892.64

Cuadro 4.21: Resumen del potencial de agua superficial en la República Dominicana

Región	Río	PLANIACAS		PHN		Observaciones (del PLANIACAS)
		Flujo Base Prom. ¹		Flujo Total Prom.		
		m ³ /s	10 ⁶ m ³	m ³ /s	10 ⁶ m ³	
Yaque del Norte	Yaque del Norte	111.0	3,500.0	68.63	2,185.94	
	Otros	70.0	2,200.0	23.44	719.52	
	Total	181.0	5,700.0	92.07	2,905.46	
Atlántica	Yásica			41.01	1,294.22	
	Otros			105.86	3,340.51	
	Total			146.87	4,634.73	
Yuna-Camú	Yuna	100.0	3,150.0	76.09	2,401.07	
	Camú	52.0	1,630.0	38.02	1,199.89	
	Total	152.0	4,780.0	114.11	3,600.96	
Este	Chavón	13.0	420.0	17.26	544.83	
	Otros	26.0	800.0	81.80	2,581.12	
	Total	187.0	5,890.0	99.06	3,125.95	
Ozama-Nizao	Nizao	30.0	945.0	31.92	1,007.41	
	Ozama	89.0	2,810.0	76.27	2,406.83	
	Haina	22.0	685.0	15.23	480.51	
	Ocoa	7.0	230.0	6.70	211.31	
	Otros			17.88	564.33	
	Total			148.00	4,670.39	
Azuá ²	Varios	7.0	220.0	19.53	616.42	
Yaque del Sur	Yaque del Sur	40.0	1,250.0	50.61	1,597.16	No incluye San Juan. Incluye manantiales Valle de Neyba, etc.
	Otros	39.0	1,240.0	22.50	710.01	
	Total	79.0	2,490.0	73.11	2,307.17	
San Juan	San Juan	29.0	900.0	15.20	479.67	Afluente del Yaque del Sur. Parte dominicana solamente
	Artibonito	32.0	1,015.0	36.66	1,156.93	
	Total	61.0	1,915.0	51.86	1,639.60	
TOTAL GENERAL		667.0	20,995.0	744.60	23,497.69	
(1) Flujos "naturales" (obtenidos por Simulación Hidrometeorológica) que escurrirían por los ríos en ausencia de toda interferencia. Los valores son promedios interanuales.						
(2) Valores estimados de los flujos naturales.						

Figura 4.12: Áreas trabajadas por PLANIACAS, tasa de recarga media anual



En la página 239 del PNORHI, OEA-INDRHI, 1994, dice “En otras cuencas hidrográficas no existen datos de escurrimientos medios medidos, tampoco caudales específicos estimados. Por tal motivo, la cuenca del río Brujuelas, la provincia de Samaná y el área desde la provincia de Pedernales hasta la provincia Enriquillo, no fueron incluidas para los fines de estos balances”.

Como puede observarse las diferencias entre los caudales disponibles en las cuencas hidrográficas de la República Dominicana, han sido diferentes por no contabilizar la totalidad del territorio nacional.

ANEXO 1:
Demandas por sistema de riego

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS
(INDRHI)
Inventario de canales de los distritos de riego

DISTRITOS DE RIEGO BAJO YAQUE DEL NORTE							
ZONA DE LAS MATAS							
No.	Canal	Longitud (Km.)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Fernando Valerio	27.000	16.50	12.00	305,773	Río Yaque del Norte	
2	Chacuey	10.500	0.80	0.70	18,714		Presa Chacuey
3	Maguaca o Invasión	2.870	1.00	0.80	5,724		Presa Maguaca
4	La Antona	10.840	6.00	3.50	54,553	Río Guayubín	
TOTAL		51.210	24.30	17.00	384,764		

VILLA VÁSQUEZ							
No.	Canal	Longitud (Km.)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Villa Vásquez	9.440	18.00	9.00	163,118	Río Yaque del Sur	
2	Roselia	19.200	4.00	3.00	48,749	Río Yaque del Sur	
TOTAL		28.640	22.00	12.00	211,867		

ZONA DAJABÓN							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Juan Calvo	16.700	2.00	1.50	58,274	Río Masacre	
2	Guajabo-Carbonera	12.750	0.90	0.80		Río Guayabo	
3	La Aduana (La Vigía)	7.300	0.60	0.50		Río Masacre	
4	El Coco	4.000	2.00	1.00		Río Masacre	
5	Cañonguito	1.200	0.50	0.40			
6	Finca Mella (Don Pedro)	2.700	1.50	0.80		Río Masacre	
7	Hermanos Socias	1.200	2.00	1.00		Río Masacre	
8	Veterano I	1.600	1.00	0.50		Río Masacre	
9	Veterano II	2.200	1.00	0.50		Río Masacre	
10	Veterano III	1.900	1.00	0.50		Río Masacre	
11	Francisco Cordero	1.400	1.00	0.50	716	Río Masacre	
12	Río Limpio I	2.250	0.50	0.40	526	Río el Valle	
13	Río Limpio II	2.000	0.50	0.40	584	Río el Valle	
14	Monte Higo I y II	2.300	0.50	0.30	359	Río Monte Higo	
15	Manuel Bueno	2.300	0.50	0.40	337	Río Manuel Bueno	
16	Guayajayuco	5.000	0.60	0.40	254	Arroyo Guayajayuco	
17	Hermanos Rivas	4.100	2.00	1.00	785	Río Masacre	
TOTAL		70.900	18.10	10.90	61,835		

DISTRITOS DE RIEGO ALTO YAQUE DEL NORTE							
ZONA DE RIEGO DE SANTIAGO							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Ulises Fco. Espailat (UFE)	96.900	32.00	18.00	390,568		Presa de Tavera
2	Monsier Bogart	37.000	6.00	5.00	136,486		Presa de Tavera
3	Amina	14.000	4.00	1.50	35,123	Río Amina	
4	Los Almácigos	9.000	4.00	1.00	8,236		Presa de Tavera
5	La Isabela	10.440	1.000	0.500	41,248	Río Jabonico	
TOTAL		167.340	47.00	26.00	611,661		

ZONA DE ESPERANZA							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Jicome (UFE)	42,400(UFE)	12.50	7.00	78763(UFE)		Presa de Tavera
2	Guayacanes (UFE)	21,500(UFE)	11.70	6.00	36845(UFE)		Presa de Tavera
3	Cañeo	15.000	5.00	2.50	34,650		Presa de Tavera
4	Los Coroneles	10.000	3.000	2.00	11,497		Presa de Tavera
5	Guayacanes Viejo	9.000	2.000	1.50	27,526	Dren Mayor	
6	Prolongación Cañeo	18.000	3.00	2.00	33,108		Presa de Tavera
TOTAL		52.000	13.00	8.00	106,781		

ZONA DE MAO							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Mao Gurabo	28.500	6.00	5.00	171,338		Presa de Monción
2	Luis Bogaert	6.800	4.00	2.00			Presa de Monción
3	Guanajuma (Bomba)				2,147	Río Guanajuma	
4	Tartabón (Bomba)				28,127	Río Mao	
TOTAL		35.300	10.00	7.00	201,612		

DISTRITOS DE RIEGO YUNA-CAMÚ							
ZONA DE LA VEGA							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Camú	19.000	4.76	4.50	123,432	Río Camú	
2	Jima Margen Derecha	13.170	5.00	4.50	67,066		Presa Rincón
3	Jima Margen Izquierda	28.000	5.00	3.50	42,087		Presa Rincón
4	Jima-Camú	26.800	4.50	4.00	62,980		Presa Rincón
5	Arroyo Cercado (Jarabacoa)	5.700	1.30	1.00	3,228	Arroyo Cercado	
6	Baiguate (Jarabacoa)	7.000	1.50	1.20	4,627	Río Camú	
7	Sabana Rey (Bomba)	3.000	0.63	0.50	3,832	Río Cenovi	
8	La Rosa (Bomba)			0.70	5,387	Río Camú	
9	Hato Viejo			0.66	5,042	Río Camú	
TOTAL		102.670	22.69	20.56	317,681		

ZONA DE BONAÓ							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Yuboa I	8.000	1.00	0.90	49,338	Río Yuboa	
2	Yuboa II	4.500	1.20	1.00		Río Yuboa	
3	Ingenio	5.000	1.00	0.90		Arroyo Ingenio	
4	Yuna-Caracol	10.500	0.44	0.40		Río Yuna	
5	Yuna Cañabon	8.300	4.00	3.00		Río Yuna	
6	Jayaco -Jatubey	3.500	1.00	0.80		Río Jayaco	
7	Cercadillo	8.150	1.00	0.80			
8	Loma Los Barros	2.500	1.20	1.00			
9	Río Masipedro	3.800	1.80	1.40		Río Masipedro	
10	Yuna Bejucal	10.900	2.50	2.00	7,910	Río Yuna	
11	Palero (Arroyo Rosendito)	0.500	0.20	0.20	1,418	Arroyo Palero	
12	Fula I	4.500	1.00	1.00	1,680	Río Jayaco	
13	Fula II	3.200	1.00	1.00	1,158	Río Jayaco	
14	Rancho Nuevo	2.000	0.50	0.40	700		
15	Masipedro	2.850	5.00	3.50	4,482	Río Masipedro	
16	Sonador	4.000	0.50	0.40	732	Río Sonador	
TOTAL		82.200	23.34	18.70	67,418		

ZONA DE COTUÍ							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Yuna (Alto Yuna)	3.200	28.00	15.00	227,497	Río Yuna	
2	Sebayo (Bomba)				2,387	Río Yuna	
TOTAL		3.200	28.00	15.00	229,884		

ZONA DE CONSTANZA							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Constanza	14.000	1.50	1.00	25,774	Río Constanza	
2	Pantuflas	3.760	0.50	0.40	4,500	Arroyo Pantuflas	
3	Palero Arroyo	0.500	0.20	0.150	1,495	Arroyo Palero	
4	Puerca Gorda (La Culata izq.)	8.500	0.137	0.100	2,528	Río Puerca Gorda	
5	Arroyo Prieto/Las Palmas	0.900	0.900	0.060	273	Arroyo Prieto	
6	Palero (La Culata derecha)	3.800	1.07	0.90	1,418	Arroyo Palero	
7	Palo de Viento	6.000	1.07	0.90	2,973	Río Palero	
8	Puerca Gorda	4.000	0.14	0.10	2,528	Río Puerca Gorda	
9	Río Tireo	12.000			20,718	Río Tireo	
TOTAL		53.460	5.52	3.61	62,207		

DISTRITOS DE RIEGO BAJO YUNA							
ZONA DE NAGUA							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Aglipo II	1.500	10.50	7.00	108,692	Río Yuna	
2	Boba	28.000	3.50	3.00	48,606	Río Boba	Observación
3	Boba-Baqui-Caño Grande	11.240			8,538		Observación
4	Los Naranjos (Bomba)	4.500	0.30	0.20	4,785	Río Baqui	
5	Arroyo del Medio	2.000			11,317	Arroyo Almedio	
6	Payita	6.000	1.00	0.85	16,902	Río Payabo	
7	Minaya Guayabo	2.000	1.50	1.30	47,045	Arroyo Almedio	
8	El Limón (Samaná)	10.000	0.540	0.300	4,293	Arroyo Limón	
	TOTAL	65.240	17.34	12.65	250,178		

ZONA DE AGLIPO I							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Aglipo I (Principal No. 1Bomba)	24.000	5.50	4.50	77,672	Río Yuna	
2	El Pino	7.100	2.00	1.50	17,744	Río Helechal	
3	Compuerta 1-2	3.090	1.70	1.20	6,598	Río Nagua	
4	Bombeo #2	1.390	0.29	0.20	5,381	Dren Gran Estero	
5	Bombeo #4	4.000	0.495	0.450	7,155	Río Nagua	
6	La Cimarra	4.600	0.76	0.45	16,616	Río Helechal	
7	Mota Ozoria	4.200	1.00	0.75	9,143	Río Nagua	
8	Río Nagua	10.000			5,311	Río Nagua	
9	El Factor	2.500	0.400	0.250	6,535	Río el Factor	
10	Yuna-Ríote	0.500	1.210	1.000	4,993	Río Ríote	
	TOTAL	61.380	13.36	10.30	157,148		

ZONA DE LIMÓN DEL YUNA							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Los Hernández 1	4.500	0.32	0.25	8,000	Laguna de Cristal	
2	Los Hernández 2	2.500	0.40	0.30	7,286	Laguna de Cristal	
3	Guaraguao(Aglipo III)	5.500	5.00	4.00	37,874		
4	La Cuevas (Aglipo III)	4.500	1.00	0.80	7,139	Cachón La Cueva	
5	Payabo I (Aglipo III)	6.000			9,286	Río Payabo	
6	Payabo II Bombeo (Aglipo III)	4.212			4,675		
7	Arenguín (Aglipo III)	3.500	0.65	0.55	10,415	Caño Arengobe	
8	Los Contreras	4.000	2.00	1.60	2,964	Laguna de Cristal	
9	Caño Azul	2.550			4,691		
10	Barracote	3.130			14,421		
11	Baqui Caño Claro	6.340			12,450		
12	Cristal (Aglipo III)	3.500			11,941	Laguna de Cristal	
	TOTAL	50.232	9.37	7.50	118,692		

ZONA DE VILLA RIVA							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Pontón	13.000	3.50	3.00	33,326	Caño Pontón	
2	Caño Pontón (Bomba)	3.000	0.060	0.050	477	Caño Pontón	
3	Arenguín	4.000	0.80	0.70	5,895	Caño Arenguín	
4	Azucey-Catamey	5.000	0.060	0.053	28,461	Río Catamey	
5	Aglipo III (Yuna por bombeo)				18,015	Río Yuna	
TOTAL		25.000	4.42	3.80	86,174		

AGLIPO II							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Aglipo II	1.500	10.50	9.50	163,690	Río Yuna	

DISTRITOS DE RIEGO DEL ESTE							
ZONA DE NISIBÓN							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Yonu	2.800	1.50	0.90	7,123	Río Yonu	
2	La Mina	1.500	1.10	0.90	2,576		
3	Nisibón	2.600	1.00	0.90	3,164	Río Nisibón	
4	Cuaron	3.400	1.50	0.90	6,614	Río Cuaron	
5	La Mina	1.500	1.10	0.90	2,576	Arroyo Claro	
6	Los Jobitos I (B)			2.678	7,664	Acuífero	
7	Los Jobitos II (B)						
8	Baigüa I (B)						
9	Baigüa II (B)						
10	Baigüa III (B)						
11	Los Naranjos I (B)						
12	Los Naranjos II (B)						
13	El Cascajal (B)						
14	Caño Prieto (B)						
15	La Guama (B)						
TOTAL		11.800	6.20	7.18	29,717		

ZONA DE SABANA DE LA MAR							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Las Cejas	5.300	1.00	0.80	9,810	Arroyo Piedra	
2	Magua-Cañita	4.000	1.00	0.80	7,235	Río Magua	
3	Arroyo Rico I	0.800	0.70	0.50	3,148	Canal Magua-Cañita	
4	Caño Hondo II	1.500	1.00	0.50	700	Río Caño Hondo	
5	La Culebra I	1.700	1.00	0.80	3,164	Río Culebra	
6	La Culebra II	0.900	0.90	0.75	895	Río Culebra	
7	La Gina	5.000	1.50	1.30	5,406	Río Jagua	
8	Caño Hondo III	1.600	1.00	0.50	700	Río Jibale	
9	Caño Hondo I	1.400	1.00	0.40	700	Río Chiquito	
TOTAL		22.200	9.10	6.35	31,758		

DISTRITO DE RIEGO VALLE DE AZUA							
ZONA DE AZUA							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Ysura-La Ceibita	59.000	25.000	12.000	180,274		Presa Sab. Yegua
2	Azua II	5.700	2.40	2.40	93,858	Canal Ysura	
3	Irabón - Higüerito	2.000	0.24	0.20	5,400	Río Irabón	
4	Hernán Cortes	7.500	2.00	1.50	3,005	Río Jura	
5	Tábara Arriba	5.000	0.94	0.80	2,703	Arroyo Tavera	
6	Villarpando (T.D. Ysura)	3.000	0.30	0.25	2,131		Toma directa del Canal Ysura
7	Periquito	4.500	0.60	0.50	3,609		Presa Sab. Yegua
8	El Muey	3.000	1.50	1.50	4,200		Presa Sab. Yegua
9	Syboro (Cebero)	2.000	0.20	0.15	2,019		Presa Sab. Yegua
10	Charcos los Toros	1.200	0.10	0.09	1,558		Presa Sab. Yegua
11	Orégano Chiquito	1.500	0.22	0.20	2,162		Presa Sab. Yegua
12	Juan Sánchez	4.700	0.20	0.15	1,034		Presa Sab. Yegua
13	Los Corrales	1.500	0.30	0.20	970		Presa Sab. Yegua
14	Los Corozos	2.500	1.00	0.90	1,161		Presa Sab. Yegua
15	Orégano Grande	7.000	0.50	0.40	2,814		Presa Sab. Yegua
16	Arroyo Canilla	5.000			1,352		Arroyo Canilla
17	Monte Grande	2.700	0.30	0.25	1,145		Presa Sab. Yegua
18	Magueyal (T.D. Ysura)	2.700	0.25	0.20	2,592		Toma directa del Canal Ysura
19	Los Bancos	3.000	0.50	0.40	3,991		Presa Sab. Yegua
20	Las Hormigas	3.500	0.10	0.08	3,784		Presa Sab. Yegua
21	Jose Ovalle	2.350	0.15	0.12	1,685		Presa Sab. Yegua
22	Bastida (Toma D. del canal Y.)	4.500		0.14	1,955		Presa Sab. Yegua
23	Justino Crespo	2.000	0.20	0.15	1,892	Río Jura	
24	La Acequia (Bomba)	3.000	0.10	0.08	1,125	Acuífero	
25	Palmarejo-Concordia	2.500	0.50	0.40	4,436	Río Jura	
26	La Artesana (Bomba)	2.000	0.10	0.08	795	Acuífero	
27	La Baitoa (Bomba)	3.000	0.10	0.08	900	Acuífero	
28	Drenaje Poliman	3.000	0.25	0.20	9,015	Drenaje	
29	Cachón Rosario	1.000	0.03	0.02	600	Cachón Rosario	
30	Barrero	4.100	0.20	0.18	2,660	Canal Ysura	
31	Amiama Gomez	4.500	0.25	0.20	3,737	Canal Ysura	
32	Biafara (Bomba)	12.253	2.00	1.50	23,404	Canal Ysura	
33	Bastida (Toma D. Del Río Y.)	7.884	0.50	0.30	1,956	Caño Bastida	
34	Arroyo Salado	2.110		0.14	938	Arroyo Salado	
35	Los Regoleros	2.786		0.18	1,145		
36	Charcos Los Toros	1.200		0.70	1,558		
37	Prolongacion Ysura	9.886		5.67	44,170		
38	Arroyo Grande	3.200		0.20	447	Arroyo Grande	
39	Los Toros (Hid. Sif.)	1.200		0.10	3,657	Canal Ysura	
40	Río Grande	5.700	0.60	0.45	12,000	Río Grande	
41	Hato Nuevo	3.000		0.16	4,198		
42	H. N. Garabito	1.021		0.03	684		
43	Vuelta Grande			0.05	1,431		
44	Río Jura	5.277		0.23	6,201		
TOTALES		214.47	41.63	33.53	450,351		

ZONA DE PADRE LAS CASAS							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Padre las Casas No.1	4.000	1.00	0.90	6,758	Río Las Cuevas	
2	Padre las Casas No.2	11.000	3.50	2.00	30,926	Río Las Cuevas	
3	Las Yayas de Viajamas	7.800	0.94	0.70	3,323	Arroyo Viajama	
4	Bohechío	4.000	0.50	0.30	5,581	Río Almedio	
	TOTAL	26.800	5.94	3.90	46,588		

DISTRITO DE RIEGO VALLE DE SAN JUAN							
ZONA DE SAN JUAN							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	José J. Puello	25.000	8.000	6.500	164,597		Presa de Sabaneta
2	Hato del Padre	7.600	4.25	3.00	33,072		Presa de Sabaneta
3	San Juan - Jinova	11.126	6.00	2.50	51,150		Presa de Sabaneta
4	Guanito San Juan	18.000	2.00	1.80	17,585		Presa de Sabaneta
5	Mijo	7.700	2.50	2.00	52,486	Río Mijo	
6	Mijo MI-Sabana Piedra	6.605		0.35	5,279		
7	Los Santiles	2.600	0.80	0.70	10,685	Río Maguana	
8	El Donao	4.000	1.00	0.70	9,700	Arroyo el Donao	
9	Los Burros-Guanito Sab. Alta	19.420		1.29	17,871		Presa de Sabaneta
10	Yabano	3.600	0.50	0.40	2,489	Arroyo Yabano	
11	Vallejuelo I	12.000	1.40	1.30	3,673	Río Los Bao	
12	Vallejuelo II	9.400	1.40	1.25	3,609	Río Los Bao	
13	Vallejuelo por bombeo	4.578		1.71	4,945		
14	Los Bancos (Bomba)	0.400	0.113	0.113	3,991		Presa de Sabaneta
15	Sabana Grande (Bomba)	1.310	0.189	0.150	3,000	Acuífero	
16	Monte Café (Bomba)	2.000	0.076	0.030	1,018		Presa de Sabaneta
17	Pérez Bobea (Bomba)	0.320	0.021	0.018	400	J. J. Puello	
18	Río la Maguana(La Maguana)	3.900	0.500	0.400	3,260	Río La Maguana	
19	Arroyo Camponche	2.891		1.66	1,670	Río La Maguana	
20	T. D. Río Caña	0.906		0.58	588		
21	Río Caño (Bomba)	3.103		0.62	620		
22	Río San Juan(T.D. Norte)	3.405		3.00	3,021	Río San Juan	
23	Jinova No. 1 (H. Dique)	9.535	2.20	1.50	18,698	Río Jinova	
24	Jinova No. 2 (D. Dique)	7.925	1.12	0.80	16,631	Río Jinova	
25	T.D. Río San Juan Oeste	4.580		0.12	2,449	Río San Juan	
26	T.D. Río San Juan Sur	15.000		0.35	7,378		
27	Río San Juan Oeste T.D.I.	7.958		0.38	7,822		
28	Los Fundos			0.11	2,200	Canal J. J. Puello	
29	Arroyo Doña María	2.615		0.09	1,924		
	TOTAL	197.477	32.07	33.42	451,811		

ZONA DE LAS MATAS DE FARFÁN							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Yacahuete	7.600	0.700	0.550	2,624	Río Yacahuete	
2	Macasias I	12.700	1.00	0.40	5,088	Río Macasias	
3	Macasias II	11.000	1.00	0.40	8,952	Río Macasias	
4	Carrera de Yeguas	12.000	2.00	1.00	32,865	Río Yacahuete	
5	Rinconcito Macasias	17.000	2.50	2.00	9,683	Río Macasias	
6	Yabonico	5.000	1.00	0.20	14,008	Arroyo Grande	
7	Pinal I	12.700	1.00	0.70	5,963	Río Vallejuelo	
8	Pinal II	11.000	1.00	0.80	3,419	Río Vallejuelo	
9	Caña Matayaya	21.300	5.00	2.50	28,064	Río Caña	
10	Matayaya Viejo	3.500	0.70	0.60	3,514	Río Caña	
11	Olivero	12.000	0.70	0.50	6,758	Arroyo Alonso	
12	Cercadillo - La Cruzada	1.000	0.80	0.65	1,113	Río Artibonito	
13	El Llano	3.700	2.00	1.50	22,801	Río Caña	
14	Rebozo	3.000	0.25	0.20		Arroyo Alonso	
15	Mamoncito	3.500	0.25	0.20		Arroyo Mamoncito	
16	La Yoya	2.000	0.25	0.20		Arroyo Alonso	
17	Tocinos Sabana Cruz	6.831	1.00	0.90	4,659	Río Yacahuete	
18	Los Jovos/Miguel M. (Bomba)	1.400		0.58	3,021	Río Macasias	
19	El Hoyo (Bomba)	1.700		0.15	800	Río Artibonito	
20	Sabana Larga (Bomba)	1.500		0.33	1,700	Río Macasias	
21	Pedro Santana (Bomba)	2.000		0.19	986	Río Artibonito	
22	Guayabal (Bomba)	2.000		0.39	2,000	Río Artibonito	
23	Río del Padre (Bomba)	1.500		0.30	1,566	Río Macasias	
24	Calabozo La Piedra (B)	6.997		0.00	11.575	Río la Ceiba	
25	Batista			0.29	1,500	Río San Juan	
26	Guaroa (Bomba)	2.130		0.19	986	Río Artibonito	
27	Sabaneta II (Macasias Bomba)	1.700		0.12	600	Río Macasias	
28	Sabaneta I (Artibonito Bomba)	2.000	0.189	0.925	3,000	Río Artibonito	
29	Cercadillo-La Cruzada (Bomba)		0.076	0.343	1,113	Río Artibonito	
30	Guayabo (Bomba)	3.400	0.180	0.277	900	Río Macasias	
31	Mijo M.I./Sabana Piedra	6.605		1.627	5,279		
32	Escondido (B)			0.200	650	Río Yacahuete	
33	El Barrero	4.000	0.700	0.500	1,622	Arroyo Barrero	
34	Las Dos Bocas	1.700	0.800	0.800	900	Río Artibonito	
35	El Cercado I	5.100		3.455	3,887	Río Vallejuelo	
36	El Cercado II	4.300		2.070	2,329	Río Vallejuelo	
37	Río Vallejuelo (El Cercado)	0.906		0.381	429		
38	Saltadero	0.703		0.297	334		
39	La Isleta	0.459		0.367	413		
40	La Jagua-Dajay	0.959		0.001	1.018		
41	Toma directa del Río Macasias	10.625		0.003	3.323		
42	Ranchito	0.850		0.203	228	Río Vallejuelo	
	TOTAL	208.365	23.10	27.29	199,670		

DISTRITO DE RIEGO YAQUE DEL SUR							
ZONA DE BARAHONA							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Fondo Negro (Bomba)	4.000		0.791	4,023		Presa Sab. Yegua
2	Arroyo Grande (Bomba)	2.000		0.295	1,500		Presa Sab. Yegua
3	Arroyo Grande (Gravedad)	3.600	0.38	0.30	1,526		Presa Sab. Yegua
4	Fondo Negro (Gravedad)	6.000	0.47	0.40	18,501		Presa Sab. Yegua
5	Vicente Noble	13.000	2.27	1.80	24,009		Presa Sab. Yegua
6	Palo de Leche (Bomba)	3.500		0.41	5,517		Presa Sab. Yegua
7	Jaquimeyes (Bomba)	3.500		0.21	2,830		Presa Sab. Yegua
8	Palo Alto (Bomba)	3.200		0.20	2,719		Presa Sab. Yegua
9	Peñón I (Bomba)	3.500		0.15	1,940		Presa Sab. Yegua
10	Peñón II (Bomba)	4.309		0.32	4,309		
11	Fundación I (Bomba)	4.000	0.03	0.03	12,815		Presa Sab. Yegua
12	Fundación II (Bomba)	1.500	0.03	0.03			Presa Sab. Yegua
13	Fundación III (Bomba)	1.200		0.03			Presa Sab. Yegua
14	La Guinea	1.500	0.19	0.15	763		Presa Sab. Yegua
15	Hato Viejo (Pescadería)	3.500	0.32	0.30	1,431		Presa Sab. Yegua
16	Majagual	2.341	0.25	0.20	1,936	Cachónes	
17	La Lista / Salina	8.600	0.50	0.40	5,422	Cachónes	
18	Los Saladillos	4.000	0.22	0.20	6,288	Río Lemba	
19	La Salinas	1.000	0.50	0.40	4,309	Río Lemba	
20	La Isleta	2.000		0.59	2,178		Presa Sab. Yegua
21	Uvero	2.000	0.45	0.35	1,300	Cachón la Pañuela	
22	Habanero 1 (Bomba)	3.500	0.30	0.25	1,622		Presa Sab. Yegua
23	Habanero I/AC 107	1.525		0.76	4,913		
24	La Hoya (Bomba)	3.500		0.20	1,320		Presa Sab. Yegua
25	Quita Coraza	5.000	2.30	1.80	2,894		Presa Sab. Yegua
26	Arroyo Grande (Bomba)	3.600	0.16	0.12	1,500		Presa Sab. Yegua
27	Isleta - Cadena	2.000		0.51	6,414		Presa Sab. Yegua
28	Bombita (Bomba)	7.000	0.55	0.40	1,972		Presa Sab. Yegua
29	Helena 1	1.200	0.14	0.12	1,940		Presa Sab. Yegua
30	Helena II	1.941		0.09	1,479		Presa Sab. Yegua
31	Mena Peñón	4.500	1.50	1.20	7,235		Presa Sab. Yegua
32	Oswaldo Feliz (B)	0.846		0.18	1,113		Presa Sab. Yegua
33	Las Veras - Pescadería	1.405		0.67	4,038		Presa Sab. Yegua
34	C.E.A. / Barahona	10.395		4.30	25,917		Presa Sab. Yegua
35	Los Callejones			0.03	180		Presa Sab. Yegua
36	Mata Hambre			0.83	5,000		Presa Sab. Yegua
37	Juan Benito	2.556		1.01	6,074		Presa Sab. Yegua
38	Las Lajitas 2 (Bomba)	5.000	1.00	0.80	3,069		Presa Sab. Yegua
39	Uvillita	2.329		0.39	1,500		Presa Sab. Yegua
40	Rincón Thomas(B)			7.05	4,200	Cachón el Manguito	
41	El Naranjo	2.400		1.49	890		
42	El Jobo	4.000	0.70	1.00	596		Presa Sab. Yegua
43	Los Cocos	1.500		0.00	1.113		
44	Los Robles / Mena	4.583		0.00	2.655		
45	Los Suizos			0.00	1.320		
46	La Reforma (B Vicente N.)			0.00			
47	Bao	1.103		0.69	413		
48	Proyecto Dunit	1.561		1.31	779		
	TOTAL	149.694	12.26	32.76	193,462		

ZONA DE PEDERNALES							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Los Olivares	9.000	0.330	0.250	14,608	Río Pedernales	
2	Los Brujos	4.000		0.06	3,783	Río Pedernales	
3	Tres Puentes	2.865		0.00	6.853		
4	Los 30	3.400		0.03	1,901	Río Pedernales	
5	La Playa	2.000		0.02	1,000	Río Pedernales	
6	Paso Sena			0.01	850	Acuífero	
TOTAL		21.265	0.33	0.37	28,995		

ZONA DE RIEGO: NIZAITO							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Nizaito	52.000	4.00	1.50	50,832	Río Nizao	

DISTRITO DE RIEGO LAGO ENRIQUILLO								
ZONA DE NEYBA								
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes		
			Diseño	Operación		Directa	Regulación	
1	Cambronal - Las Lajitas	4.500	2.000	1.800	31,037	Río Majagual		
2	Las Lajitas - Majagual	3.000	1.00	1.80	4,328	Río Majagual		
3	Indesur - Ojeda	4.000	0.30	0.20	3,240	Cachón INDESUR		
4	Las Marías - Pozos Roberto	4.500	1.00	0.80	4,715	Cachón Las Marías		
5	Don Juan (Bomba)	6.200	0.50	0.35	8,316	Cachón Don Juan		
6	Panzo - La María	8.000	0.90	0.40	7,060	Río Panzo		
7	Cachón Pocilga, Villa Jaragua	3.800	0.75	0.50	4,404	Cachón Pocilga		
8	Plaza Cacique - El Manguito	2.000	1.20	1.00	16,282	Río el Manguito		
9	Cachón Mamey - Sonador	4.000	0.30	0.20	6,646	Cachón Mamey		
10	Los Ríos - Clavellina	7.000	120.00	1.00	14,946	Río Barrero		
11	Las Alitas - Mamón Talle			0.19	2,800			
12	Guayacanal - Los Ríos			0.22	3,243			
13	Cristobal (Bomba y gravedad)	16.958		1.90	28,334			
14	Guaraguao - Arroyo Dren	12.000	15.00	12.00	57,933			
15	Las Clavellinas (Bomba)	9.000		0.39	5,804			
16	Las Clavellinas (Gravedad)	3.385		0.00				
17	Cristobal (Lat. Neyba)			0.00				
18	Cachón Grande Neyba	4.000		0.00				
19	Las Marías (G)	3.455		0.20	2,942			
20	Boca de Cachón II	2.500		0.30	4,484			
21	Los Conuquitos	3.200		0.06	922			
22	Los Habitantes	3.500		0.23	3,419			
23	Piedra Gorda	3.000		0.18	2,687			
24	Cachón de Agustín	8.888		1.34	20,002			
25	Cachón de Agustín			0.00				
26	Cachón Mocho			0.00				
27	Cachón de Pascual			0.00				
28	Cachón Grande			0.00				
29	Cachón la Caobita			0.00				
30	Cachón Pedro Toni			0.00				
31	Cachón de Moño			0.00				
32	Cachón de Pastor Cuevas			0.00				
33	Cachón El Tanque			0.00				
34	Cachón En Medio			0.00				
35	Los Grajos			0.00	11.500			
36	Guazumilla			0.00	5.200			
37	Baitoa Seca			0.00	10.600			
38	Porvenir	2.500	1.00	0.04	636			
TOTAL		119.386	143.95	25.10	261,480			

DISTRITO DE RIEGO LAGO ERIQUILLO							
TAMAYO							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	San Ramón (G)	11.000	1.000	0.600	5,104		Presa Sab. Yegua
2	C.E.A. Lago Enriquillo	10.087	25.00	12.00	222,330		Presa Sab. Yegua
3	El Cojo Vuelta Grande	14.000	1.00	0.80	4,800		Presa Sab. Yegua
4	Honduras Viejo	6.000		0.42	2,496		Presa Sab. Yegua
5	Honduras Nuevo	4.000					
6	Arroyo Seco	2.000	2.00	1.80	906		Presa Sab. Yegua
7	Barranca / Altamira	6.000			6,901		Presa Sab. Yegua
8	Charco Blanco	8.000	1.80	1.50	5,000		Presa Sab. Yegua
9	La Guaba - Mena (Bomba)	1.400			2,373		Presa Sab. Yegua
10	Las 300 Conuquito	3.200	0.16	0.10	922		Presa Sab. Yegua
11	Angostura (Bomba)	6.671					
12	Bayahondal	3.000			2.703		
13	Boca de Cachón I	4.000			9.365		
14	Anón Uvilla	6.200	2.10	1.50	5,215		Presa Sab. Yegua
15	Los Cacheos Cabeza Toro				2,980	Acuífero	
16	San Ramón (Bomba) I.A.D	5.000			413		Presa Sab. Yegua
17	San Ramo (Bomba) A.S.C	5.000			2,194		Presa Sab. Yegua
18	Guanarate (Bomba)				3,400	Acuífero	
19	Barranca (Bomba)	4.300			333		Presa Sab. Yegua
20	D. Guaraguao				15,000		
21	Tabila				15,000		Presa Sab. Yegua
22	1 - Sur - Cristobal	9.055			18,142		Presa Sab. Yegua
23	Caño Trujillo	5.000	25.00	20.00	2,687		
24	Santana	24.000			10,510		
25	El Granadero (B)	2.000		0.30	1,002	Acuífero	
26	Barranca (G)	4.300		0.91	3,005		
27	Aguacatico	10.500	1.00	0.90	2,957	Canal San Ramón	
	TOTAL	154.713	59.06	40.83	345,738		

DUVERGÉ							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Palma Dulce	7.000	1.000	0.800	4,000	Río Las Damas	
2	Piedra Gorda (Bomba)	3.000		0.54	2,687	Río Las Damas	
3	Vengana Ver (San Jose)	5.000	1.00	0.85	1,052	Río Las Damas	
4	Los Carrascos	3.000	1.00	0.80	2,000	Río Las Damas	
5	Gran Plena	3.000	0.10	0.80	3,100	Río Las Damas	
6	Los Buenes	4.000	0.25	0.20	1,410	Río Las Damas	
7	Puerto Escondido	1.500		2.04	10,192		
8	Las Baitoas	3.000	1.00	0.80	2,000	Manantial	
9	Angostura Mella	9.000		2.21	11,034		
10	Cachón La Tuna	3.000	0.30	0.25	3,700	Manantial	
11	Cachón Nuevo	6.000	0.30	0.25	4,100	Cachón Nuevo	
12	Cachón Meregildo	7.000		0.61	3,050	Manantial	
13	Cachón Mocho	3.500		1.04	5,200	Manantial	
14	Cachón los Cocos	8.000	0.66	0.40	2,500	Cachón los Cocos	
15	Cachón los Charcos	7.000			7,050	Manantial	
16	Guaraguao-Cristobal Mella	30.000			4,000		
17	Cristobal - La Colonia	23.000	25.00	20.00	12,000	Laguna de Rincón	
18	Charco Largo				10,500	Cachón Charco Largo	
19	Guaraguao-Japón	20.000			9,500	Río Japón	
20	Paso Real	2.500	0.60	0.45	4,276		
21	Los fones			0.56	5,367		
22	Cachón grande			0.22	2,100	Cachón Grande	
23	Cachón gran plena			0.33	3,100	Cachón Gran Plena	
24	Vengan a ver (B)			0.08	800		
25	Alcantarilla Regajón			0.30	2,850		
26	INDESUR	10.000		0.00		Cachón INDESUR	
27	Los Carrasco	3.000		0.21	2,000		
	TOTAL	161.500	31.21	33.74	119,568		

JIMANÍ							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Jimani	7.000	2.00	1.50	6,837	Río Solieot	
2	Bomba El Limón	2.500	0.15	0.10	2,242	Acuífero	
3	Boca de Cachón I	5.000	1.00	0.80	9,365	Boca de Cachón	
4	Cachón Grande	4.000	0.70	0.50	2,923	Cachón Grande	
5	Las Barías (La Descubierta)	11.600	3.00	2.00	23,898	Cachón las Barías	
6	Habitación	2.000	0.10	0.08	1,256	Río Las Barías	
7	Bayahondal	2.000	3.00	2.50	2,703	Río Las Barías	
8	Granadero	1.500	2.50	2.30	1,001	Río Las Barías	
9	La Resaca	2.000	2.00	1.60	1,208	Río Las Barías	
10	Los Cerros	2.500	0.45	0.40	1,200	Río Guayabal	
11	Los Indios	4.500	0.50	0.40	1,351	Río Guayabal	
12	Guayabal (Bomba)	4.500	0.20	0.15	3,570	Río Guayabal	
13	Vengan a Ver			0.06	1,500	Río Las Damas	
14	Boca de Cachón II	2.500	1.00	0.80	4,484	Cachón	
	TOTAL	51.600	16.60	13.19	63,538		

DISTRITO DE RIEGO OZAMA - NIZAO							
ZONA DE BANÍ							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Marcos A. Cabral	56.575	12.00	9.00	155,295		Presa de Valdesia
2	Juan Caballero	18.850	0.60	0.50	12,752	Río Baní	
3	Honduras - Galeón	10.000	0.10	0.09	2,584	Arroyo Bahía	
4	Unificador Ocoa	19.000	2.50	1.80	12,164	Río Ocoa	
5	Río Ocoa	30.000		5.74	38,764	Río Ocoa	
6	Sistema La Guama	3.000	0.50	0.30	5,915	Arroyo La Guama	
7	Río Nizao / San Jose de Ocoa (La Cienega)	2.230		0.69	2,290	Río Nizao	
TOTAL		129.655			227,180		

ZONA DE SAN CRISTÓBAL							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Haina	14.000	3.00	1.50	5,199	Río Haina	
2	Nizao - Najayo	37.000	3.10	2.00	38,796		Presa de Valdesia
TOTAL		51.000			43,995		

ZONA DE BAYAGUANA							
No.	Canal	Longitud (Kms)	Caudal (m3/s).		Área de influencia (tas).	Fuentes	
			Diseño	Operación		Directa	Regulación
1	Capita-Yabacao	8.600	0.80	0.60	30,814	Río Capita-Yabacao	
2	Yabacao	9.710	2.85	2.00	36,003	Río Yabacao	
3	Mijo	11.360	0.80	0.70	11,194		Presa Mijo
4	La Tita (B)	3.000	0.70	0.50	720	Río Ozama	
5	El 24 (B)	1.200	0.70	0.60	600	Río Ozama	
TOTAL		33.870			79,331		

Anexo 2: Disponibilidad de agua superficial por cuenca hidrográfica

Cuecas Principales y Ríos	Estación	Código	Caudal medio [M ³ /S]	Área estación [km ²]	Caudal específico [l/s/km ²]	Área cuenca [km ²]	Caudal total cuenca [M ³ /S]	Volumen [MMC]		Caudal total regiones [m ³ /s]
								Cuenca	Región	
REGIÓN HIDROGRÁFICA: Yaque del Norte									2,905.46	92.07
Masacre						739.00	17.29	545.48		
Masacre	Don Miguel	010001	3.65	156.00	23.41					
	La Aduana	010002	7.55	323.00	23.37					
Chacuey						279.00	6.15	194.04		
Chacuey	La Espensa	020001	1.30	59.00	22.04					
Yaque del Norte						6,964.00	68.63	2,165.94		
Yaque del Norte	Palo Verde	040010	66.21	6,718.00	9.86					
	Puente San Rafael	040008	60.92	4,254.00	14.32					
	Pinar Quemado	040002	9.77	320.00	30.53					
	Manabao	040001	7.12	197.00	36.14					
Jimenoa	Hato Viejo	041001	6.73	277.00	24.30					
Bao	Sabana Iglesia	042002	18.91	894.00	21.15					
Ámina	Inoa	043001	7.99	322.00	24.81					
Mao	Bulla	044001	20.74	625.00	33.18					
Guayubín	Rincón	045001	9.40	520.00	18.08					
Maguaca	Paso de la Palma	047002	2.60	89.00	29.21					
REGIÓN HIDROGRÁFICA: Atlántica									4,634.73	146.87
Encantamiento						31.00	4.60	145.17		
Jaiba						21.00	3.12	98.34		
Río Caño Miguel						56.00	8.31	262.25		
Bajabonico						712.00	10.57	333.43		
Bajabonico	Imbert	060001	3.81	231.00	16.50					
	El Estrecho	060002	4.61	350.00	13.18					
Guzmán						48.00	0.71	22.48		
Maimón						68.00	1.01	31.84		
San Marcos						36.00	0.53	16.86		
Muñoz						34.00	0.50	15.92		
Camú						152.00	2.26	71.18		
Sosua						92.00	1.37	43.08		
Yásica						898.00	41.01	1,294.22		
Yásica	Los Brazos	100002	25.66	658.00	38.99					
	Yásica	100003	2.46	96.00	25.58					
Jamao	Jamao	101001	5.36	74.00	72.43					
Joba						197.00	9.00	283.92		
Río San Juan						168.00	7.67	242.13		
Baquí						326.00	16.55	522.22		
Boba						620.00	31.47	993.18		
	Los Jengibres	150001	18.38	362.00	50.76					
Nagua						252.00	8.19	258.49		
	Cinta Negra	160003	2.89	89.00	32.50					
REGIÓN HIDROGRÁFICA: Yuna									3,600.96	114.11
Yuna						5,668.00	114.11	3,600.96		
Yuna	El Limón	180004	103.12	5,122.00	20.13					
Blanco	Blanco	183001	5.73	204.00	28.09					
Maimón	Maimón	184001	4.58	149.00	30.74	2,328.00	38.02	1,199.89		
Camú	La Bija	185003	37.81	2,315.00	16.33					
Licey	Naranjal	185101	1.68	338.00	4.97					
Jima	Rincón	185201	10.15	143.00	70.98					
Cenoví	Santa Ana	185502	1.25	120.00	10.42					
Payabo	Abadesa II	187002	5.79	217.00	26.68					
Chacuey	Los Tres Pasos	188002	1.68	80.00	21.00					
Maguaca	La Cabirma	188003	1.62	151.00	10.73					

REGIÓN HIDROGRÁFICA: Este							3,125.95	99.06
Yabón						368.00	9.93	313.48
	La Cruz	200001	7.10	263.00	26.99			
Magua						64.00	1.51	47.71
Culebra						25.00	0.59	18.64
Jayan						49.00	1.16	36.53
Yeguada						52.00	1.23	38.76
Jovero						45.00	1.06	33.54
Cuaron						102.00	2.41	76.03
Cedro						40.00	0.94	29.82
Nisibón						62.00	1.46	46.22
Maimón						270.00	5.47	172.52
	La Guama	220001	2.92	144.00	20.25			
Anamuya						158.00	4.42	139.54
	Anamuya	230001	1.18	42.00	27.98			
Duey						406.00	9.95	314.13
	El Mamey	240001	1.47	60.00	24.52			
Chavón						822.00	17.26	544.83
	Santa Lucia	260001	4.98	237.00	21.00			
Sanate	Guanito	261001	1.68	118.00	14.24			
Dulce						112.00	1.97	62.28
Cumayasa						560.00	7.71	243.22
Soco						1,059.00	14.57	459.94
	Paso del Medio	300002	11.52	837.00	13.76			
Higuamo						1,174.00	17.39	548.77
Casi	Excavación	311001	4.00	270.00	14.81			
REGIÓN HIDROGRÁFICA: Ozama - Nizao							4,459.08	141.30
Brujuelas	Brujuelas					283.00	9.33	294.31
Ozama						3,150.00	76.27	2,406.83
	Don Juan	330001	5.97	275.00	21.72			
Savita	Cacique	331001	2.06	104.00	19.81			
Yabacao	El Jobo	332001	7.25	220.00	32.95			
Isabela	Palmarejo	333001	6.13	274.00	22.37			
Haina						563.00	15.23	480.51
	Los Corozos	340004	10.40	430.00	24.19			
	Caobal	340002	9.27	310.00	29.90			
Nigua						227.00	2.98	94.15
	El Tablazo	360001	1.12	85.00	13.14			
Nizao						1,076.00	31.92	1,007.41
	Bocáina	380011	8.47	206.00	41.12			
	Palo de Caja	380002	14.71	576.00	25.54			
	El Ermitaño	380003	20.09	873.00	23.01			
Mahomita	El Cacao	383001	2.93	101.00	29.01			
Baní						190.00	5.57	175.88
	El Recodo	400001	1.91	65.00	29.33			
REGIÓN HIDROGRÁFICA: Yaque del Sur I							4,061.50	128.70
Ocoa						701.00	6.70	211.31
	Arroyo Limón	440001	3.84	402.00	9.55			
Jura						239.00	6.58	207.79
	Carrizal	462001	2.67	97.00	27.55			
Tábara						470.00	12.95	408.63
Yaque del Sur						5,051.00	65.81	2,076.83
	El Aguacate	490011	7.76	332.00	23.37			
	El Puente	490001	21.70	1,683.00	12.89			
	Villarpando	490002	42.69	3,720.00	11.48			
Del Medio						677.00		
	Palomino	491005	8.13	594.00	13.69			
Las Cuevas						584.00		
	La Guama	492002	2.79	282.00	9.89			
San Juan						2,027.00	15.20	479.67
	Sabana Alta	493007	14.36	1,915.00	7.50			
Mijo						224.00		

	El Cacheo	493201	4.81	215.00	22.37					
Los Baos						392.00				
	Vallejuelo	493802	0.62	204.00	3.04					
Artibonito						2,642.00	36.66	1,156.93		
	El Corte	540001	7.77	452.00	17.19					
	Pedro Santana	540002	16.53	1,029.00	16.06					
Joca						288.00				
	El Corte	541002	6.14	245.00	25.06					
Macasia						3,214.00				
	Ranchito	543002	5.41	1,174.00	4.61					
Yacahueque						93.00				
	Pozo Hondo	543101	1.16	73.00	15.89					
Caña						472.00				
	Olivero	543202	2.04	459.00	4.44					
REGIÓN HIDROGRÁFICA: Yaque del Sur II								710.01	22.50	
Bahoruco						62.00	1.76	55.43		
San Rafael						17.00	3.68	116.24		
	San Rafael I	509001	1.30	6.00	216.67					
	San Rafael II	509002	1.12	3.00	373.60					
Nizaito						153.00	4.33	136.79		
	Villa Nizao	510001	3.29	116.00	28.33					
Pedernales						362.00	2.10	66.42		
	Paso Sena	520002	1.73	298.00	5.81					
Guayabal						87.00	1.43	45.23		
	Conuquitos	534001	0.82	50.00	16.47					
Barrero						142.00	2.34	73.82		
Las Damas						352.00	6.85	216.08		
	Puerto Escondido	532001	2.47	127.00	19.45					
TOTAL								23,497.69	744.60	

CAPÍTULO

5

DEMANDA DE AGUA

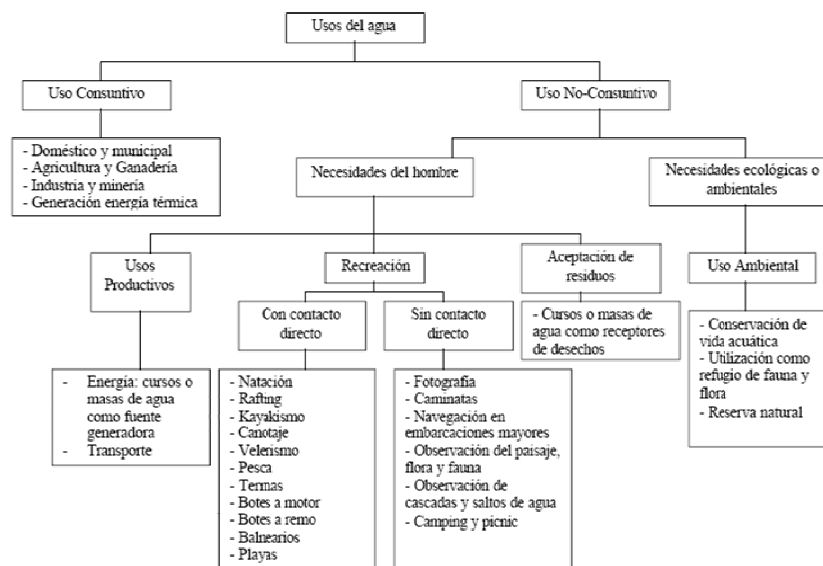
5.1 USOS DEL AGUA

Los usos de agua pueden separarse en dos grandes grupos:

- Usos consuntivos, en los cuales el agua es transportada a su lugar de uso y la totalidad o parte de ella no regresa al cuerpo de origen.
- Usos no-consuntivos, en los cuales el agua se utiliza en el mismo cuerpo de agua o con un desvío mínimo, como en el caso de las centrales hidroeléctricas.

En la **Figura 5.1** pueden apreciarse los diferentes tipos de usos que intervienen en las clasificaciones de consuntivas y no-consuntivas.

Figura 5.1: Tipos de usos del agua



Usos consuntivos

Los usos consuntivos son aquellos en los que se realiza la extracción de agua de su lugar de origen para facilitar su consumo. En esta categoría de uso se tienen:

- a) **Usos agrícolas:** El consumo agrícola se debe al riego de los campos de cultivo y le corresponde el mayor porcentaje de consumo en el país. Las necesidades de agua dependen directamente del clima, el tipo de suelo y los tipos de cultivo de cada zona.
- b) **Usos pecuarios:** Engloba los requerimientos de agua para la alimentación de los animales y para su adecuado desarrollo como la limpieza, la refrigeración y la humectación ambiental.
- c) **Usos municipales (potable):** El abastecimiento urbano abarca las necesidades de agua de las viviendas, es decir, el uso doméstico, turismo, comercios, centros y servicios públicos.
- d) **Usos industriales y mineros:** El agua que utilizada en la industria se aprovecha como materia prima, refrigerante, depósito de vertidos y agente de transporte. En la minería, el agua se usa para separar los minerales de las rocas. Centrales de energía térmica.

Usos no consuntivos

Los usos no consuntivos son aquellos que consumen el agua en su lugar de origen. Entre los casos de aprovechamiento de agua que no consume o extrae el recurso agua de su punto de ocurrencia están:

- a) **Usos energéticos:** Principalmente para la producción de energía eléctrica. Los saltos de agua son un sistema muy eficaz para producir energía eléctrica.
- b) **Navegación:** El transporte de mercancías y de personas permite la comunicación entre regiones, países y continentes.
- c) **Usos recreativos:** El agua es utilizada en numerosas actividades deportivas, como navegación a vela, remo o motor, camping, natación, deportes de playa y lagos, entre otros.
- d) **La pesca:** Considera la extracción de peces con fines comerciales y recreativos.
- e) **Usos ambientales:** Los ecosistemas acuáticos necesitan un aporte de agua mínimo, agua ecológica.

5.2 DEMANDA DE AGUA POTABLE

La demanda de agua para consumo humano está definida, entre otros factores, en función de la población (cantidad de habitantes) y sus patrones de consumo, que a su vez está influenciado por niveles socioeconómicos, aspectos socio-culturales y la tecnología de suministro de agua. Para la determinación de la población se parte de datos de censos y de proyecciones estadísticas matemáticas. Para los patrones de consumo de la población se aplican indicadores o dotaciones promedios (litros por habitantes por día), en consideración de ubicación y contexto de los asentamientos humanos (urbana o rural), disponibilidad de redes de distribución y conexiones domiciliarias o públicas.

5.2.1 Proyección de población

La Oficina Nacional de Estadísticas (ONE) ha publicado proyecciones nacionales de población para el período 1980-2050 (ONE, 2007), presentado la proyección del crecimiento de la población dominicana sustentados en el análisis de las variables demográficas. Este documento publicado por la ONE, constituye la fuente más confiable y actualizada en el tema demográfico, que sirve de apoyo a la planificación económica y social, en los niveles de gestión de distintos sectores. La ONE ha facilitado las proyecciones provinciales de manera preliminar, y obviamente se espera una próxima publicación de la ONE cuando se procesen los datos del censo nacional de Población de 2010. Otros estudios importantes que han servido de apoyo a las proyecciones nacionales de la ONE consultadas para este trabajo son: el VIII Censo de Nacional Población y Vivienda realizado en el año 2002 (ONE, 2004), y los resultados de la Encuesta Demográfica y de Salud ENDESA de los años 1991, 1996 y 2002.

Un asunto crítico en la realización de las proyecciones de población es el método elegido para ello. Lo cual dependerá de la data disponible y del tamaño de la población estudiada, del alcance del estudio y del área geográfica.

Los métodos de proyección son extrapolaciones de los datos históricos (población versus tiempo) en el futuro. La precisión de la proyección se considera directamente proporcional al tamaño de la población y la tasa histórica de crecimiento, e inversamente proporcional a la longitud de tiempo de la proyección. En otras palabras, habrá más confiabilidad en las proyecciones si el horizonte de tiempo es corto, si la población es grande y si históricamente se observa un crecimiento alto. Por el contrario, se tendrá menos confiabilidad cuando el horizonte de tiempo es grande, la población es pequeña y se tiene un crecimiento histórico bajo.

Entre los métodos matemáticos de proyección demográfica se destacan el de correlación y de los componentes. El método matemático de los componentes es un modelo comúnmente empleado por la ONE, que analiza los componentes y su relación con los aspectos culturales, sociales y económicos. Estas proyecciones de población se basan en el método de los componentes, en el cual el crecimiento de la población es estimado en relación a las tasas de natalidad, mortalidad y los cambios migratorios. Las proyecciones matemáticas se basan en un modelo idealizado de crecimiento que puede ser de tres tipos: exponencial, lineal, y decreciente. El método se basa en la ecuación siguiente:

Proyección población = (crecimiento natural) +/- (balance migratorio)

Donde: Crecimiento natural = (natalidad – mortalidad), y
Balance migratorio = (inmigración – emigración)

Las tendencias reales de la población pueden diferir significativamente de estos modelos matemáticos. Debido a las incertidumbres asociadas y ya mencionadas, solo se ha trabajado con las proyecciones a nivel provincial y no a nivel de municipio, aún cuando el INDRHI ha

aportado proyecciones independientes a nivel de municipio. La desagregación/agregación de las proyecciones provinciales a nivel de cuencas y regiones hidrográficas, se ha realizado en base a la proporción del área de las provincias que quedan comprendidas dentro de una región. Eso tiene el inconveniente de que asume una densidad espacial uniforme dentro de las provincias e igualmente las regiones. A pesar de que esta suposición obviamente no es cierta, ha sido adoptada debido a que no se dispone de suficiente base para localizar geográficamente todos los puntos de centros poblados y al mismo tiempo hacer proyecciones detalladas a nivel de municipios, parajes y secciones.

Las proyecciones del crecimiento de la demanda de agua, se ha basado en las proyecciones de crecimiento de población suministradas para este PHN por la ONE. Debido a la no disponibilidad de micro-mediciones domiciliarias en la mayoría de las provincias, no es posible disponer de estimados cuantitativos precisos clasificados por usos, y las variaciones estacionales. El **Cuadro 5.1** contienen las proyecciones de población por provincia de estimaciones de la ONE y las asumidas por el INDRHI por provincia y región hidrográfica para el cálculo del consumo de agua para necesidades humanas.

Cuadro 5.1: Proyección de población por provincia 2005 a 2050 (ONE)

PROVINCIA	AÑO									
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Distrito Nacional	1,009,845	1,084,918	1,157,149	1,226,253	1,290,249	1,346,916	1,395,804	1,436,582	1,469,904	1,496,130
Santo Domingo	2,009,386	2,158,761	2,302,481	2,439,978	2,567,331	2,680,085	2,777,360	2,858,503	2,924,797	2,976,980
Peravia	187,773	201,731	215,162	228,010	239,911	250,448	259,538	267,121	273,316	278,192
San Cristóbal	589,057	632,847	674,979	715,287	752,621	785,675	814,191	837,979	857,413	872,710
Monte Plata	199,392	214,214	228,476	242,119	254,757	265,945	275,598	283,650	290,228	295,406
San José De Ocoa	68,943	74,068	78,999	83,717	88,086	91,955	95,293	98,077	100,351	102,142
El Seibo	98,671	106,006	113,064	119,815	126,069	131,606	136,383	140,367	143,622	146,185
La Altagracia	201,209	216,167	230,558	244,326	257,079	268,369	278,110	286,235	292,873	298,099
La Romana	242,985	261,048	278,428	295,054	310,455	324,089	335,852	345,665	353,681	359,991
San Pedro de Macoris	333,555	358,351	382,208	405,032	426,172	444,889	461,037	474,507	485,511	494,173
Hato Mayor	96,869	104,070	110,999	117,627	123,767	129,203	133,892	137,804	141,000	143,515
Duarte	313,724	337,046	359,485	380,952	400,836	418,440	433,628	446,297	456,647	464,794
María Trinidad Sánchez	150,036	161,189	171,920	182,187	191,696	200,115	207,378	213,437	218,387	222,283
Salcedo	106,514	114,432	122,051	129,339	136,090	142,067	147,223	151,524	155,038	157,805
Samaná	101,561	109,111	116,375	123,324	129,761	135,460	140,377	144,478	147,828	150,466
La Vega	425,699	457,345	487,793	516,922	543,903	567,790	588,399	605,589	619,634	630,689
Sánchez Ramírez	167,117	179,540	191,493	202,928	213,520	222,897	230,988	237,736	243,250	247,589
Monseñor Nouel	185,289	199,063	212,315	224,994	236,738	247,135	256,105	263,587	269,700	274,512
Españillat	248,821	267,318	285,114	302,140	317,910	331,873	343,918	353,966	362,175	368,637
Puerto Plata	345,672	371,369	396,093	419,746	441,655	461,052	477,786	491,745	503,149	512,126
Santiago	1,004,000	1,078,636	1,150,446	1,219,147	1,282,780	1,339,118	1,387,722	1,428,265	1,461,390	1,487,463
Dejábón	68,587	73,686	78,591	83,285	87,632	91,480	94,801	97,570	99,833	101,614
Monte Cristi	122,717	131,840	140,617	149,014	156,792	163,678	169,619	174,575	178,623	181,810
Santiago Rodríguez	65,915	70,815	75,530	80,040	84,218	87,917	91,108	93,769	95,944	97,656
Valverde	174,981	187,988	200,504	212,477	223,567	233,386	241,857	248,923	254,696	259,240
Azuá	230,875	248,038	264,551	280,349	294,982	307,937	319,114	328,437	336,054	342,050
Elias Piña	70,613	75,863	80,913	85,745	90,220	94,183	97,601	100,453	102,782	104,616
San Juan	266,523	286,336	305,399	323,636	340,528	355,484	368,386	379,149	387,942	394,863
Bahoruco	101,124	108,641	115,874	122,794	129,203	134,878	139,773	143,857	147,193	149,819
Barahona	198,135	212,864	227,035	240,593	253,151	264,269	273,861	281,862	288,399	293,544
Independencia	56,192	60,369	64,388	68,233	71,795	74,948	77,668	79,937	81,791	83,250
Pedernales	23,443	25,185	26,862	28,466	29,952	31,267	32,402	33,349	34,122	34,731
Total	9,465,223	10,168,855	10,845,852	11,493,529	12,093,426	12,624,554	13,082,772	13,464,995	13,777,273	14,023,080

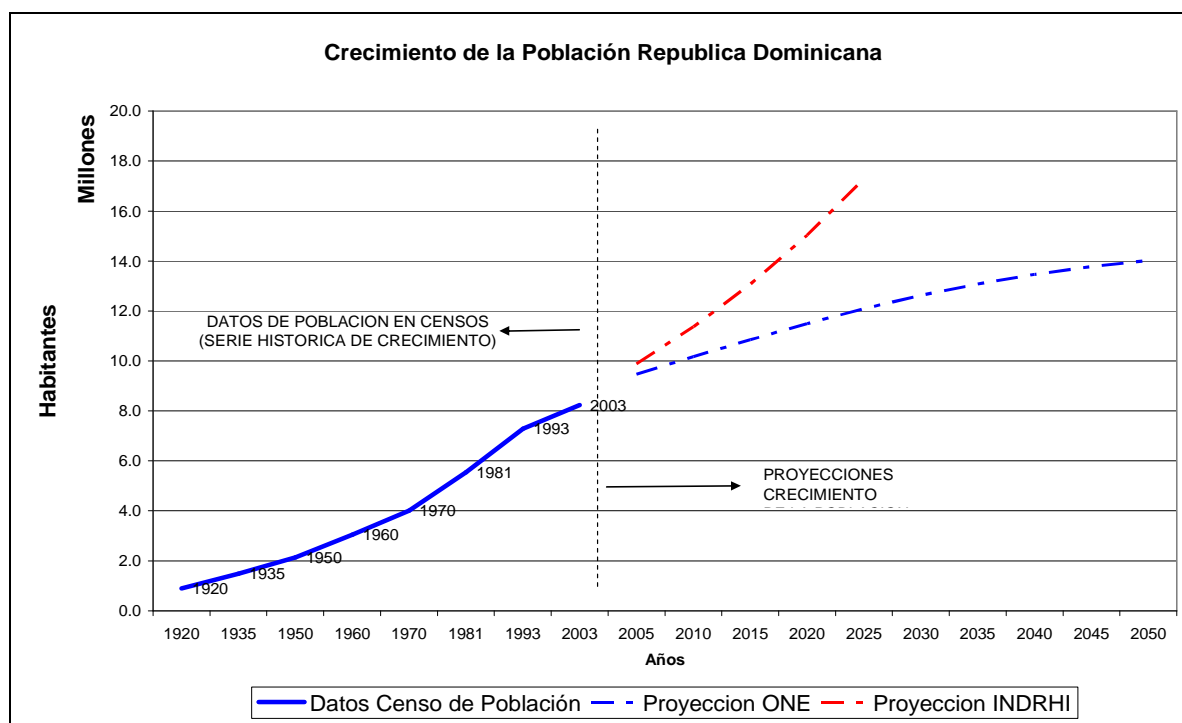
Fuente: Oficina Nacional de Estadística (ONE) Estimaciones preliminares de población por provincia. 13/02/2007.

Las diferencias entre las proyecciones de población de la ONE y del INDRHI son significativas y su divergencia radica en los métodos de cálculos aplicados y criterios o condiciones de frontera aceptadas. Mientras que las estimaciones de la ONE corresponden a datos suministrados de forma preliminar y se basa en unas tasas de crecimiento que se derivan de los incrementos inter-censales, las estimaciones del INDRHI contemplan aspectos de crecimiento demográfico distintos. En el **Cuadro 5.2** y en la **Figura 5.2** se comparan las estimaciones de proyección de población de ambas fuentes.

Cuadro 5.2: Comparación proyección población ONE-INDRHI

Año	Población Proyectada por ONE (Habitantes)	Población Asumida INDRHI (Habitantes)
2005	9,465,223	9,882,091
2010	10,168,855	11,364,407
2015	10,845,852	13,069,064
2020	11,493,529	15,029,429
2025	12,093,426	17,283,839

Figura 5.2: Comparación de proyección de población 2005 a 2050 ONE-INDRHI



5.2.2 Dotación o consumo de agua

Cuando se dispone de medición real de consumo, la demanda de agua se estima proyectando las cifras de consumo de agua, pero en la República Dominicana no existen suficiente medios de medición de volúmenes de uso doméstico de agua en la mayoría de los sistemas. Otra

opción para determinar el consumo de agua es la multiplicación de la población por la dotación o consumo asignada para los fines de planificación o diseño. Debido a que en el país no se cuenta con muchas estadísticas de medición de consumo, se ha optado por utilizar el segundo método. Las dotaciones por su lado se basan en normas o guías aceptadas, que fueron elaboradas tomando en cuenta mediciones realizadas para grupos de población específicos que permitan establecer normas o estándares para fines de planificación.

El consumo de agua depende de varios factores: sociales y ambientales. Entre los factores sociales se puede destacar que a mayor nivel de desarrollo económico, se incrementa el consumo. Entre los factores ambientales está el clima, que condiciona no solo los niveles de consumo, sino también la distribución de la variación anual o estacional. Las más altas temperaturas del verano, pueden hacer aumentar los niveles de consumo a nivel doméstico.

El consumo puede ser condicionado por el costo del agua y la política tarifaria, que usada correctamente es un buen instrumento en la gestión del agua y el manejo de la demanda de agua. En las condiciones actuales del país, la mayor parte de los sistemas operan con tarifas subsidiadas que no reflejan los verdaderos costos de producción de agua potable y que tampoco incentivan el ahorro de agua. No obstante, existe un amplio espacio de mejora en la medición para relacionar el pago por el agua por volumen consumido y en los mecanismos y estrategias de facturación y recaudación, lo que podría contribuir a mejorar la gestión financiera de los sistemas de agua potable.

La definición de los consumos medios determina consecuentemente la magnitud de los valores de la demanda de agua, haciendo esta definición muy crítica en el ejercicio de estimar la demanda.

El consumo de agua debe considerar además del consumo doméstico, el agua no contabilizada que incluye pérdidas y fugas en la red, los usos y conexiones no autorizadas, las lecturas y calibraciones incorrectas de los contadores, los contadores mal dimensionados y los sistemas de control inadecuados. Estudios reportan que esta categoría de consumo puede representar alrededor del 20% del agua abastecida. El **Cuadro 5.3** muestra valores promedios típicos de consumo en litros por habitante por día.

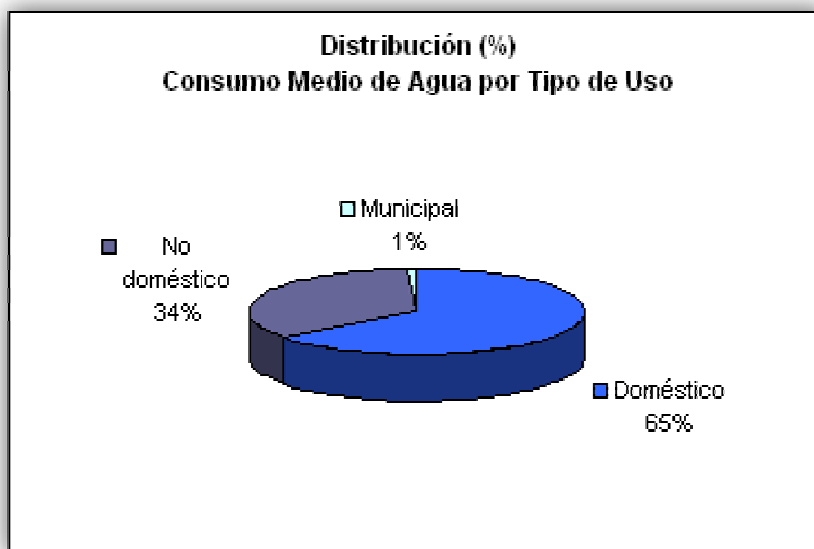
Cuadro 5.3: Valores promedio de consumo humano de agua (Litros/habitante/día)

Rango de Población (Habitantes)	Doméstico	Industrial	S. Municipal	Fugas	Total
Hasta 1000	60	5	10	25	100
1000 a 6000	70	30	25	25	150
6000 a 12000	90	50	35	25	200
12000 a 50000	110	70	35	25	250
50000 a 250000	125	100	50	25	300
Más de 250000	165	150	60	25	400

Fuente: MOPTMA.

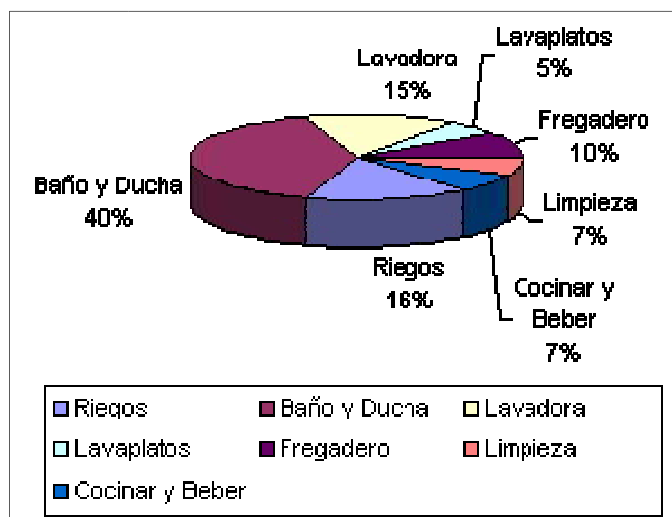
El consumo humano de agua ocurre en un 65% en el ambiente del hogar y está destinado a cubrir necesidades domésticas. A otros usos humanos del agua no domésticos se le atribuye el 34% y los usos de carácter municipal colectivos se estiman en un 1% del consumo total de agua. La **Figura 5.3** muestra los valores promedio porcentuales de consumo de agua humano.

Figura 5.3: Distribución porcentual del consumo humano de agua por localización de actividades



A lo interno del ambiente doméstico, el mayor consumo de agua se verifica en los baños y duchas (40% - aseo e higiene personal) y en la cocina (17%). La **Figura 5.4** ilustra una composición típica de consumo de agua en el hogar.

Figura 5.4: Composición típica consumos de agua doméstica por actividades



Para los fines de las estimaciones de la demanda de agua, las dotaciones asumidas se han asignado por provincias de acuerdo al grado de desarrollo urbano/rural observado. Se establecieron tres clasificaciones de desarrollo: alto, medio y bajo. Las dotaciones se incrementan con el tiempo a una tasa de incremento anual de 5 y 10 litros por habitante por día adicionales. El rango de variación de la dotación entre los años 2005 y 2050 es de 180 a 350 lts/hab/día para las áreas urbanas y de 120 a 205 lts/hab/día para las áreas rurales, según se muestra en el **Cuadro 5.4**.

Cuadro 5.4: Dotaciones de agua potable por grado de urbanización (en litros por habitante por día)

URBANA	ALTA	MEDIA	BAJA	RURAL	ALTA	MEDIA	BAJA
Crecimiento	10	10	10	Crecimiento	5	5	5
AÑO				AÑO			
2005	260	200	180	2005	160	140	120
2010	270	210	190	2010	165	145	125
2015	280	220	200	2015	170	150	130
2020	290	230	210	2020	175	155	135
2025	300	240	220	2025	180	160	140
2030	310	250	230	2030	185	165	145
2035	320	260	240	2035	190	170	150
2040	330	270	250	2040	195	175	155
2045	340	280	260	2045	200	180	160
2050	350	290	270	2050	205	185	165

Estos valores están por encima de las dotaciones utilizadas como normas para los países industrializados (Europa y USA).

A pesar de que en informes de las compañías prestadoras de servicios se han citado reportes de muestreo de mediciones que indican consumos de hasta 900 lts/hab/día, esos consumos parecen obedecer más bien a una cifra general basada en la capacidad instalada de los sistemas de captación de agua. Estos reportes no necesariamente representan la situación promedio, ni reflejan la realidad sobre la calidad del servicio (continuidad en el suministro y presión en las redes). Por otro lado, la planificación debe estar orientada a un escenario realista en el que se prevean las pérdidas (agua no contabilizada), pero en el cual también se consideren dotaciones en las que se tenga presente que los consumos de agua deben reducirse o controlarse a fin de lograr un uso racional del recurso.

5.2.3 Estimación demanda agua potable (Doméstica)

Habiendo establecido las dotaciones para cada grupo poblacional y conociendo las cifras de población por provincia, el cálculo de la demanda es el producto de estos. El **Cuadro 5.5** indica la categoría de desarrollo asignada a cada provincia para definir la dotación correspondiente. En adición, se ha considerado el porcentaje de la población por provincia que es urbana o rural.

Cuadro 5.5: Categoría de dotación de agua por grado de desarrollo de urbanización de las provincias

Provincia	Categoría	Provincia	Categoría
Distrito Nacional	Alta	Sánchez Ramírez	Baja
Santo Domingo	Alta	Monseñor Nouel	Media
Peravia	Media	Españillat	Media
San Cristóbal	Media	Puerto Plata	Alta
Monte Plata	Baja	Santiago	Alta
San José de Ocoa	Baja	Dajabón	Baja
El Seibo	Baja	Monte Cristi	Baja
La Altagracia	Media	Santiago Rodríguez	Baja
La Romana	Media	Valverde	Baja
San Pedro de Macorís	Media	Azua	Media
Hato Mayor	Baja	Elias Piña	Baja
Duarte	Baja	San Juan	Media
María Trinidad Sánchez	Baja	Bahoruco	Baja
Salcedo	Baja	Barahona	Media
Samaná	Baja	Independencia	Baja
La Vega	Media	Pedernales	Baja

El **Cuadro 5.6** presenta el resumen de estos resultados por regiones hidrográficas. El volumen de agua requerido para abastecer la población crecerá de 760.76 a 1013.08 millones m³/año de 2020 a 2025.

Cuadro 5.6: Resumen de resultados por regiones hidrográficas

Región hidrográfica	Demanda de agua potable (Millones m ³ /año)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Yaque del Norte	107.08	119.63	132.5	145.6	158.66
Atlántica	42.69	47.71	52.85	58.09	63.31
Yuna	81.63	91.74	102.15	112.82	123.51
Este	64.14	72.23	80.59	89.16	97.76
Ozama-Nizao	312.67	348.9	385.99	423.73	461.3
Yaque del Sur	71.65	80.55	89.72	99.11	108.53
Total	679.86	760.76	843.8	928.5	1,013.08

La región Ozama-Nizao tiene alrededor del 50% de la demanda de agua potable por el hecho de tener a la provincia de Santo Domingo y el Distrito Nacional que juntas representan un alto porcentaje de la población del país. En magnitud del consumo humano le sigue la Región Yaque del Norte, que incluye a la ciudad de Santiago, segunda en el país en tamaño de la población.

Puede observarse en el **Cuadro 5.7** que la demanda es bastante menor que las estimaciones realizadas tanto en el PNORHI (1992-1994) como las estimaciones por el INDRHI (revisadas en 2003). Mientras que las proyecciones más actualizadas indican resultados de 1,095.26 Millones m³/año para el 2025, el PNORHI estimó una demanda de 2,931.92 Millones m³/año. La diferencia se debe básicamente, como se indicó anteriormente, a que la proyección de crecimiento de la población sobre-estimó en más de 5 millones la población para el año 2025.

Cuadro 5.7 Proyección Demanda de Agua Potable PNORHI 1994

REGION	Demanda de Agua Potable (millones m ³ /año)			
	1995	2000	2015	2025
Yaque de Norte	130.81	181.46	333.42	434.72
Atlántica	43.93	61.00	112.21	146.35
Yuna	102.95	143.13	263.66	344.01
Este	80.50	111.68	205.21	267.57
Ozama - Nizao	406.50	563.11	1,032.95	1,346.17
Yaque del Sur	119.75	165.31	301.98	393.10
Total	884.44	1,225.69	2,249.43	2,931.92

Fuente: Plan de Ordenamiento de los Recursos Hidráulicos (PNORHI) OEA-INDRHI, 1994.

5.3 DEMANDA DE AGUA COMERCIAL, INDUSTRIAL Y MUNICIPAL

5.3.1 Dotaciones y consumo de agua para comercio, industrias y municipios

Las aguas de **uso no doméstico** incluyen:

- a) **Aguas industriales:** Las aguas industriales se utilizan en los procesos de fabricación y manufactura, que en algunos casos pueden ser grandes volúmenes. Las industrias que son grandes consumidoras de agua (refinerías, industrias químicas y conserveras) se abastecen usualmente al margen de las redes públicas de abastecimiento de agua. En cambio, todas aquellas industrias cuyo consumo de agua es menor se abastecen directamente de las redes públicas. En cualquiera de los casos, el agua industrial debe ser contabilizada por separado del abastecimiento doméstico.
- b) **Aguas comerciales no industriales:** El agua consumida en los comercios se utiliza para fines higiénicos y sanitarios. Evidentemente, el consumo realizado por una gasolinera no es el mismo que el llevado a cabo por un restaurante o una tienda.
- c) **Aguas de uso municipal:** El agua destinada a los servicios públicos representa el menor de los componentes del uso público del agua e incluye el abastecimiento de los edificios públicos o municipales (instalaciones deportivas, hospitales, escuelas y el mantenimiento de las infraestructuras, parques). Las aguas de servicio municipal también deben contemplar las boca-tomas (hidrantes) para incendios, la irrigación de espacios verdes y las tomas de agua para regar espacios de áreas verdes.

Existen estimaciones que permiten el cálculo del consumo de agua en función del tipo de establecimiento comercial. En el **Cuadro 5.8** se muestran algunos de esos valores típicos. Para la demanda de agua municipal el **Cuadro 5.9** presenta dotaciones para distintas actividades en la vía pública.

Cuadro 5.8: Valores típicos de caudales para establecimientos comerciales

USUARIO	UNIDAD	VALOR TÍPICO DE CAUDAL (L / unidad * día)
Estación de servicio	Empleado Coche servido	50 a 40
Pensión	Persona	150
Hotel	Cliente Empleado	190 40
Lavandería	Lavadora	2.100
Oficina	Empleado	55
Restaurante	Cliente	10

Fuente: Ingeniería de Aguas Residuales, Metcalf & Eddy, 1995.

Cuadro 5.9: Dotaciones de agua para actividades municipales

Tipo de actividad	Dotación (L /m ² día)
Limpieza de red viaria	1 a 1,5
Limpieza de red de alcantarillado	15 a 25 L /m* día
Riego de jardines en zonas húmedas	1,5 a 3
Riego de jardines en zonas semi-húmedas	3 a 6
Riego de jardines en zonas secas	6 a 9
Jardines públicos en época estival	2,0
Jardines privados en época estival	4,0

Fuente: Ingeniería de Aguas Residuales, Metcalf & Eddy, 1995.

5.3.2 Estimación de la demanda de agua para uso industrial

Existen varias maneras de estimar los volúmenes de agua requeridos para los usos industriales. La primera de ellas es la de estimar el uso industrial basándose en mediciones de los volúmenes de agua requeridos para los usos industriales, y hacer el análisis estadístico para conocer el comportamiento y tendencias observables. Dado que actualmente no se cuenta con un sistema de medición a nivel nacional, no podría aplicarse este método.

La segunda manera de hacer la estimación es multiplicando el número de unidades producidas por unidad de tiempo, por la cantidad de agua proyectada para producir cada unidad del producto, como se expresa en la ecuación siguiente:

$$\text{USO INDUSTRIAL } (t_1) = \text{consumo agua } (t_1) * \text{tasa de producción } (t_1)$$

Los volúmenes destinados al uso industrial no son fáciles de predecir por las condiciones muy cambiantes del comercio y la industria (globalmente). Se requiere además un conocimiento muy preciso del número y tipo de las industrias y los niveles de producción. Algunas cifras útiles para ilustrar el consumo de agua en los procesos industriales de varios productos, se muestran en el **Cuadro 5.10** con datos de Dingman:

Cuadro 5.10 Volumen de agua para varios productos de la industria

Producto	Unidades Métricas	Unidades Inglesas
Cerveza	15 l/l	15 gal/gal
Pulpa y Papel	236,000 l/ton	56,500 gal/ton
Gasolina	8 l/l	8 gal/gal
Algodón (textil)	1 l/m	1 gal/yda
Lana	400,000 l/ton	95,900 gal/ton
Automóviles	38,000 l/cu	10,000 gal/cu
Acero	86,600 l/ton	21,000 gal/ton
Cemento	900 l/ton	210 gal/ton
Electricidad Termoeléctrica (con reciclaje)	2.5 l/kwh	0.7 gal/kwh
Electricidad Termoeléctrica (sin reciclaje)	125 l/kwh	33 gal/kwh

Fuente: Dignman.

La tercera forma y referencia útil encontrada en la literatura es la aplicada en los Reglamentos y Plan Hidrológico de la Confederación Hidrográfica de la Cuenca del Guadiana, en España, en la que se asignan diferentes dotaciones de agua por habitantes según sea su actividad industrial y comercial, clasificados en alto, mediano o bajo. Este enfoque se adapta a la planificación con escasa información de los distintos tipos de usos y en particular del desarrollo industrial. También permite hacer una proyección basándose solamente en la población que es información más fácilmente disponible (ver **Cuadro 5.11**).

Cuadro 5.11 Dotaciones máximas (en Litros/habitante/día) para población por nivel de actividad industrial en el área geográfica servida por el sistema de abastecimiento

POBLACION Número de Habitantes	Actividad Industrial ALTA	Actividad Industrial MEDIA	Actividad Industrial BAJA
Menos de 10,000	260-280	230-250	200-220
10,000 a 50,000	290-310	260-280	230-250
50,000 a 250,000	340-360	290-330	260-300
Mas de 250,000	410-410	360-380	310-350

Fuente: Dotación Industrial (Confederación Hidrográfica del Guadiana, España)

Las estimaciones de demanda de agua industrial también pueden diferenciar el tipo de industria y (ver **Cuadro 5.12**) estimar los volúmenes requeridos por el número de habitantes en la localidad en que están presentes las plantas industriales (ver **Cuadro 5.13**).

Es importante señalar que en ambos cuadros las cifras mostradas aplican a dotación por habitante por día y que se suman a las demandas para consumo doméstico. En los casos donde la misma red sirve a usuarios en sus acometidas domiciliarias y también a los comercios e industrias, esta manera de estimar la demanda industrial es muy aplicable por la particularidad de integrar ambos usos.

Cuadro 5.12 Dotación de la demanda industrial en metros cúbicos por empleado por día

Actividad Tipo de Industrias	Tipo de productos	Dotación (m ³ /empleado por día)
Refinerías de petróleo		14.8
Industria química	Productos básicos –sin incluir farmacéuticos	16.0
Industria química	Otras	5.9
Fabricación de alimentos	alcoholes, vinos y derivados de harinas	0.5
Fabricación de alimentos	Resto	7.5
Papel	Pasta de papel, papel y cartón	20.3
Papel	Artes gráficas y edición)	0.6
Curtidos		3.3
Construcción	Materiales	2.7
Caucho		1.8
Textiles	Seco	0.6
Textiles	Ramo del agua	9.2
Metálicos		0.6
Resto		0.6

Fuente: Dotación Industrial (Confederación Hidrográfica del Guadiana, España)

Cuadro 5.13: Dotación de agua para usos industriales según tamaño de la población (lts/hab/día)

URBANA	ALTA	MEDIA	BAJA	RURAL	ALTA	MEDIA	BAJA
Crecimiento	10	10	10	Crecimiento	5	5	5
2005	100	80	70	2005	60	50	40
2010	110	90	80	2010	65	55	45
2015	120	100	90	2015	70	60	50
2020	130	110	100	2020	75	65	55
2025	140	120	110	2025	80	70	60
2030	150	130	120	2030	85	75	65
2035	160	140	130	2035	90	80	70
2040	170	150	140	2040	95	85	75
2045	180	160	150	2045	100	90	80
2050	190	170	160	2050	105	95	85

Fuente: Dotación Industrial (Confederación Hidrográfica del Guadiana, España)

Estas dotaciones han servido de referencia para establecer consumos de agua para las distintas actividades industriales de nuestro país. En el **Cuadro 5.14** se detalla el resultado de los cálculos de estimaciones de demanda de agua para la industria de la República Dominicana, para cada provincia y región hidrográfica en el período 2005 a 2050, basada en el tamaño de la población. El **Cuadro 5.15** presenta un resumen de esta demanda de agua industrial proyectada de 2005 a 2025.

Cuadro 5.14: Demanda de agua para usos industriales por provincia y región hidrográfica en República Dominicana

Región hidrográfica y provincias	Porcentaje territorio provincial en región hidrográfica	Demanda de agua industrial (millones m ³ /año)									
		2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
REGIÓN OZAMA - NIZAO		2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Distrito Nacional	100%	36.86	102.96	114.04	120.85	131.86	137.65	147.75	152.06	160.95	174.75
Santo Domingo	100%	63.93	204.87	226.91	240.46	262.38	273.9	293.98	302.57	320.27	347.71
Peravia	20%	0.91	1.09	1.28	1.48	1.69	1.91	2.12	2.34	2.54	2.74
San Cristóbal	100%	14.05	16.85	19.83	22.99	26.27	29.59	32.91	36.18	39.39	42.5
Monte Plata	100%	3.84	4.69	5.59	6.56	7.56	8.59	9.62	10.64	11.64	12.62
Sub-total		119.59	330.46	367.65	392.34	429.76	451.64	486.38	503.79	534.79	580.32
REGIÓN YAQUE DEL SUR		2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Peravia	80%	3.62	4.34	5.11	5.93	6.78	7.64	8.5	9.34	10.17	10.98
Elias Piña	100%	1.31	1.6	1.91	2.23	2.57	2.92	3.27	3.62	3.96	4.29
San Juan	100%	6.25	7.48	8.8	10.19	11.64	13.11	14.58	16.02	17.44	18.81
Bahoruco	100%	2.08	2.54	3.03	3.56	4.11	4.67	5.23	5.79	6.33	6.87
Barahona	100%	5.25	6.32	7.46	8.68	9.94	11.22	12.5	13.77	15.01	16.22
Independencia	100%	1.2	1.47	1.76	2.07	2.39	2.72	3.05	3.37	3.69	4.01
Pedernales	100%	0.52	0.63	0.76	0.89	1.03	1.17	1.31	1.45	1.59	1.73
San José de Ocoa	100%	1.41	1.72	2.05	2.41	2.78	3.16	3.54	3.91	4.28	4.64
Dajabón	5%	0.07	0.08	0.1	0.12	0.13	0.15	0.17	0.19	0.21	0.22
Azua	100%	5.59	6.71	7.9	9.16	10.47	11.8	13.13	14.44	15.73	16.97
Sub-total		27.3	32.89	38.88	45.24	51.84	58.56	65.28	71.9	78.41	84.74
REGIÓN ESTE		2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
El Seibo	100%	1.85	2.25	2.69	3.15	3.63	4.12	4.61	5.1	5.58	6.05
La Altagracia	100%	5.12	6.16	7.26	8.44	9.65	10.89	12.13	13.35	14.54	15.7
La Romana	100%	6.82	8.23	9.74	11.34	13.01	14.7	16.4	18.08	19.72	21.32
San Pedro de Macorís	100%	9.05	10.9	12.89	15	17.19	19.42	21.65	23.85	26	28.1
Hato Mayor	100%	2.13	2.6	3.11	3.66	4.23	4.8	5.39	5.96	6.53	7.09
Sub-total		24.97	30.14	35.69	41.59	47.71	53.93	60.18	66.34	72.37	78.26
REGIÓN YUNA		2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Españlat	80%	4.46	5.32	6.25	7.23	8.25	9.28	10.31	11.32	12.31	13.27
Monseñor Nouel	100%	4.61	5.54	6.53	7.58	8.67	9.78	10.88	11.97	13.04	14.08
Duarte	100%	6.58	8.05	9.62	11.3	13.04	14.83	16.62	18.39	20.14	21.84
Salcedo	100%	1.84	2.23	2.66	3.11	3.58	4.06	4.54	5.01	5.48	5.93
La Vega	100%	9.85	11.79	13.86	16.05	18.33	20.63	22.93	25.2	27.42	29.58
Sánchez Ramírez	100%	3.28	4	4.77	5.6	6.46	7.34	8.22	9.09	9.95	10.78
Sub-total		30.62	36.93	43.69	50.87	58.33	65.92	73.5	80.98	88.34	95.48
REGIÓN ATLANTICA		2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Samaná	100%	1.83	2.23	2.66	3.12	3.59	4.07	4.56	5.04	5.51	5.97
María T. Sánchez	100%	2.93	3.58	4.27	5.01	5.78	6.56	7.35	8.13	8.89	9.64
Españlat	20%	1.11	1.33	1.56	1.81	2.06	2.32	2.58	2.83	3.08	3.32
Puerto Plata	100%	10.11	35.24	39.03	41.37	45.14	47.12	50.57	52.05	55.09	59.82
Sub-total		15.98	42.38	47.52	51.31	56.57	60.07	65.06	68.05	72.57	78.75
REGIÓN YAQUE DEL NORTE		2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Santiago	100%	31.72	102.36	113.38	120.15	131.1	136.86	146.89	151.18	160.02	173.74
Dajabón	95%	1.29	1.57	1.88	2.2	2.54	2.88	3.23	3.57	3.91	4.24
Monte Cristi	100%	2.43	2.97	3.54	4.16	4.8	5.45	6.1	6.75	7.39	8.01
Santiago Rodríguez	100%	1.28	1.56	1.86	2.18	2.51	2.85	3.2	3.54	3.87	4.19
Valverde	100%	3.94	4.82	5.77	6.78	7.84	8.92	10	11.07	12.13	13.16
Sub-total		40.66	113.28	126.43	135.47	147.69	156.96	169.42	176.11	187.32	203.34
Total		259.12	586.08	659.86	716.82	661.9	847.08	919.82	967.17	1033.8	1120.89

Cuadro 5.15: Proyección de la demanda de agua industrial 2005 a 2025

Región Hidrográfica	Demanda de agua industrial (Millones m ³ /año)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Yaque del Norte	40.65	113.28	126.43	135.47	148.79
Atlántica	15.99	42.38	47.53	51.3	56.57
Yuna	30.61	36.93	43.7	50.87	58.33
Este	24.96	30.14	35.7	41.59	47.71
Ozama-Nizao	119.6	330.44	367.65	392.34	429.77
Yaque del Sur	27.29	32.89	38.88	45.24	51.85
Total	259.1	586.07	659.88	716.8	793.01

5.4 REQUERIMIENTOS DE AGUA CONSERVACIÓN AMBIENTAL

5.4.1 Aspectos conceptuales

La gobernabilidad eficaz del agua debe basarse en un sistema que sitúe en condiciones de igualdad los usos del agua con la preservación de los valores ambientales, sociales y económicos de la zona. La gestión de agua en la cuenca hidrográfica debe respetar y conjugar adecuadamente todas estas características.

Los caudales ecológicos han sido diseñados para mantener un hábitat fluvial con capacidad para sostener la vida de la ribera y del medio acuático. Estos caudales se pueden justificar por muchos motivos como por ejemplo:

- Para preservar especies autóctonas de fauna y flora
- Para conservar la pesca
- Para mantener la calidad estética de un paraje fluvial
- Para proteger tramos de interés científico o cultural

Sin embargo, la necesidad de aprovechar el recurso agua para multitud de usos demandados por la sociedad, obliga a pensar no ya en unos caudales ecológicos óptimos, sino más bien en unos caudales ecológicos mínimos, definidos como aquellos que mantengan las poblaciones naturales del río y sus valores ecológicos, y que cualquier disminución de su cuantía implique una pérdida marcada de los mismos. La fijación de estos caudales mínimos deberá tener en cuenta cuestiones diversas, para asegurar niveles aceptables de temperatura del agua, del oxígeno disuelto o de la salinidad en una zona particular del río, entre otros factores.

En el régimen de caudales ecológicos también se incluye crecidas artificiales, que se planifican para remover sedimentos finos acumulados en el lecho, arrastrar vegetación acuática, detritus, aguas excesivamente salinas, conservar la morfología fluvial del cauce o provocar inundaciones para mantener la cubierta vegetal de las riberas, cuando no haya población y propiedades en riesgo. El caudal ecológico es el caudal mínimo que debieran tener los ríos para mantener los ecosistemas presentes, preservando la calidad ecológica.

Para estimar este caudal mínimo se pueden utilizar distintas metodologías, las cuales dependiendo del grado de información requerida se pueden agrupar obedeciendo a diferentes criterios básicos, como los presentados a continuación.

5.4.2 Métodos para determinar el caudal ecológico

Las metodologías para determinar el caudal ecológico se agrupan, de acuerdo a bases teóricas descritas por la Comisión Mundial de Embalses (King et al., 1999), en los siguientes tipos:

1) Métodos hidrológicos

- a) Método de Curva de Permanencia
- b) Método de caudal mínimo de 7 días con período de ocurrencia de 10 años
- c) Método de Tennant
- d) Método de Aproximación por Rangos de Variabilidad (Range of Variability Approach - RVA)

2) **Métodos hidráulicos:** Método del Perímetro Mojado.

3) **Métodos de simulación de hábitat:** Instream Flow Incremental Methodology.

4) Métodos holísticos

- a) Método de Building Block~ Aproximación *Bottom-up*:
- b) Método de Building Block~ Aproximación *Top-Down*.

Otra referencia de la Dirección General de Aguas (DGA) de Chile, especifica la metodología de cálculo, definida mediante la Resolución DGA 1503 del 31 de mayo de 2002, considerando apropiados los siguientes métodos hidrológicos para la determinación del caudal ecológico, basado en un determinado porcentaje del caudal natural del río:

- a) **Qeco** = 10% del caudal medio anual
- b) **Qeco** = 50% del caudal mínimo del estiaje del año 95%
- c) **Qeco** = Caudal que es excedido al menos 330 días al año = Q_{330}
- d) **Qeco** = Caudal que es excedido al menos 347 días al año = Q_{347}

Método estadístico utilizado para la demanda de agua ecológica en RD

Para el cálculo de la demanda de agua ecológica, se procedió a determinar mediante criterios estadísticos la variable que denominaremos Caudal al 95% (Q_{95}), tomando el registro de las series de datos diarios de las estaciones seleccionadas próximo a la desembocadura de cada río al mar, considerando el total de área aportante en la cuenca.

Con dicho valor determinado, Q_{95} para cada estación de interés, se procedió a sumar cada valor para toda la cuenca, y esto se hizo para cada región hidrográfica. En el caso de no obtener el caudal mediante la serie histórica de la estación por falta de ella, se procedió a determinarlo mediante la co-relación de área aportante con la estación más próxima.

Este Caudal al 95%, no es más que el caudal que permanece por lo menos 347 días en el transcurso del año a través del cauce del río. Este método es usado en otros países de la

región, para obtener el caudal ecológico mediante análisis estadístico, como manera de tener un parámetro de referencia.

Para cada estación de interés, se analizaron el caudal medio, la cantidad de años de registro, la cantidad de datos, la cantidad de datos faltantes, los parámetros estadísticos estándar, las cifras correspondientes a los percentiles (80-85-90-95 %), los valores máximos y mínimos de caudal para cada serie, los caudales específicos y el caudal ecológico, tomando de la referencia, el criterio citado anteriormente.

El volumen y caudal ecológico para la República Dominicana, por región hidrográfica se muestra en el **Cuadro 5.16**. Además, se incluyen los volúmenes y caudales totales de cada región.

**Cuadro 5.16: Probabilidades de ocurrencia de caudales y estimaciones
Caudales ecológicos por regiones**

Región hidrográfica	Área región (Km ²)	Volumen escurrimiento Superficial región (Millones m ³ /año)	Caudal medio Total de la región (m ³ /s)	Caudal y volumen probables	
				Caudal Q 95 % (m ³ /s)	Volumen agua 95 % (millones m ³ /año)
Yaque del Norte	779.70	2,905.46	92.07	6.86	216.38
Atlántica	5,038.90	4,634.73	146.87	10.26	323.64
Yuna	5,258.40	3,600.96	114.11	31.42	991.39
Este	8,201.80	3,125.95	99.06	13.32	420.38
Ozama – Nizao	6,207.80	4,459.08	141.30	18.61	587.40
Yaque del Sur I	8,402.00	4,061.50	128.70	28.37	895.05
Yaque del Su II	7,158.40	410.01	12.99	7.65	241.36
Total		23,197.69	735.10	116.49	3,675.60

5.4.3 Demanda de agua ecológica proyectada

La planificación hidráulica se proyecta en el tiempo por varios años en el futuro, que aún con sus incertidumbres, puede definirse con escenarios posibles, medios y pasos viables para llegar a esos escenarios y los potenciales riesgos asociados a estos planes. La definición adoptada para el caudal ecológico o la demanda de agua ambiental o ecológica, es el caudal que permanece por lo menos 347 días en el transcurso del año a través del cauce del río (probabilidad al 95 %). Este caudal está asociado a la probabilidad de ocurrencia de un caudal disponible. Como el caudal disponible no cambia, no es necesaria su proyección en el tiempo. Los caudales ecológicos por región hidrográfica así definidos se mantienen constantes, por lo que la demanda de agua para estos fines será igual a través del tiempo, como se presenta en **Cuadro 5.17**. Las hipótesis que determinan estos volúmenes de agua para los ecosistemas y el ambiente yacen más en el plano de las políticas de gestión de recursos hídricos, por lo que su sustento dependerá de cuán firmes puedan ser los medios para implementar el control en las asignaciones y derivaciones de agua de los ríos.

Cuadro 5.17 Proyección de la Demanda de Agua Ecológica 2005 a 2025

Región hidrográfica	Demanda de agua ecológica (Millones m ³ /año)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Yaque del Norte	216.38	216.38	216.38	216.38	216.38
Atlántica	323.64	323.64	323.64	323.64	323.64
Yuna	991.39	991.39	991.39	991.39	991.39
Este	420.38	420.38	420.38	420.38	420.38
Ozama-Nizao	587.4	587.4	587.4	587.4	587.4
Yaque del Sur	1,136.41	1,136.41	1,136.41	1,136.41	1,136.41
Total	3,675.60	3,675.60	3,675.60	3,675.60	3,675.60

5.5 REQUERIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO

5.5.1 Situación actual de los distritos y zonas de riego

El territorio de la República Dominicana ha sido dividido, en términos de las delegaciones territoriales del INDRHI o desconcentraciones del Instituto, en diez (10) unidades operativas denominadas “Distritos de riego”, donde se operan canales de riego que abastecen una superficie de 4,794,439 tareas (302,488.26 ha), correspondiente al 50%, aproximadamente, de los suelos con aptitud para la irrigación y con disponibilidad de fuentes de agua. La infraestructura existente está compuesta de 2,033.92 km de canales principales, 1,757.40 km de canales secundarios, 1,575.61 km de drenajes y 21 presas (obras de almacenamiento con propósito de riego, que suministran agua para la agricultura) que almacenan 1,900 millones de metros cúbicos de agua. La demanda actual es de 6,415 hm³. Los usuarios de riego ascienden a 89,317 agricultores con sus cultivos en 31 zonas de riego, sirviéndose de agua de una red conformada por 381 sistemas de riego.

La **Figura 5.5** muestra el mapa de las áreas bajo riego y la división territorial correspondientes a los diez Distritos de Riego. El **Cuadro 5.18** muestra las zonas de Riego.

Figura 5.5: Distritos de riego y área bajo riego de la República Dominicana



Fuente: Departamento Distrito de Riego, INDRHI.

Las delimitaciones de los diez Distritos de riego existentes la República Dominicana no coinciden de manera exacta con los límites de las regiones hidrográficas, existiendo en algunas de ellas ciertas coincidencias.

Cuadro 5.18: Regiones hidrográficas, distritos y zonas de riego

Región hidrográfica	Distrito de riego	Zonas de riego
Yaque del Norte	Bajo Yaque del Norte	Las Matas de Santa Cruz
		Villa Vásquez
		Dajabón
	Alto Yaque del Norte	Santiago
		Esperanza
		Mao
Atlántica		Isabela
Yuna	Bajo Yuna	Nagua
		Aglipo
		Limón de Yuna
		Villa Riva
	Yuna-Camú	La Vega
		Cotuí
Yaque del Sur		Bonao
		Constanza
Este	Este	Higüey
		Sabana de la Mar
Ozama-Nizao		Bayaguana
	Ozama-Nizao	Baní
		San Cristóbal
Yaque del Sur	Valle de Azua	Azua
		Padres Las Casas
	Yaque del Sur	Barahona
		Pedernales
		Nizaito
	Lago Enriquillo	Tamayo
		Neyba
		Duvergé
		Jimaní
	Valle de San Juan	San Juan
		Las Matas de Farfán

5.5.2 Áreas actuales bajo riego

En el **Cuadro 5.19** se muestra la evolución histórica de las áreas de riego en la República Dominicana y el número de usuarios de las mismas, con un incremento de 48,988 tareas en 1930 a 4,794,439 tareas en el año 2004.

Cuadro 5.19: Evolución del área bajo riego y usuarios en Rep. Dominicana

Años	Superficie bajo Riego (Hectáreas)	Superficie bajo Riego (Tareas)	Cantidad Usuarios
1930	3,090.73	48,988	
1941	32,100.95	508,800	
1946	51,634.38	818,405	
1954	132,416.40	2,098,800	
1980	200,630.91	3,180,000	
1985	207,606.31	3,290,560	48,866
1990	206,460.32	3,272,396	63,523
1991	245,066.25	3,884,300	64,453
1992	247,053.06	3,915,791	64,920
1993	249,688.58	3,957,564	65,840
1994	252,061.01	3,995,167	66,163
1995	259,946.31	4,120,149	72,571
1996	261,836.91	4,150,115	75,677
1997	266,161.45	4,218,659	75,694
1998	267,603.79	4,241,520	76,072
1999	269,619.68	4,273,472	80,734
2000	276,838.74	4,387,894	80,536
2001	279,827.76	4,435,270	85,133
2002	276,838.74	4,387,894	80,536
2003	289,999.50	4,596,492	87,029
2004	302,488.26	4,794,439	86,026

Fuente: Estadísticas del Agua INDRHI (2005).

Para el año 2007, en las áreas controladas por los distritos de riego y las juntas de regantes (89,317 usuarios), la superficie utilizada alcanzó las 291,666.46 ha (4,661,628 tareas), superficie que corresponde al área neta a la cual debe proporcionársele agua para la producción de alimentos, como puede apreciarse en el **Cuadro 5.20**. En dichos valores no se incluyen las áreas cultivadas de caña.

Cuadro 5.20: Área neta de cultivos en zonas de riego de Rep. Dominicana al 2007

Zona de riego	Área (ha.)
Azua	15,757.63
Padre Las Casas	2,186.00
San Juan	24,548.13
Las Matas De Farfán	3,127.94
Barahona	4,647.15
Pedernales	331.50
Nizaito	948.75
Neyba	3,396.50
Tamayo	17,425.19
Duvergé	2,690.06
Jimaní	1,612.31
Las Matas de Sta. Cruz	29,260.13
Villa Vásquez	18,572.44
Dajabón	2,487.38
Santiago	12,122.81
Esperanza	22,515.44
Mao	11,038.63
La Isabela	701.38
La Vega	27,187.00
Bonao	3,926.81
Cotuí	26,115.88
Constanza	3,682.75
Nagua	7,748.00
Aglipo	18,462.19
Limón Del Yuna	11,501.44
Villa Riva	5,498.38
Baní	7,171.19
San Cristóbal	3,743.81
Nisibón	1,720.69
Sabana de la Mar	605.44
Bayaguana	933.56
TOTAL	291,666.46

Fuente: Estadísticas Distritos de Riego INDRHI 2007.

5.5.3 Eficiencia de los sistemas de riego

La eficiencia de los sistemas de riego tiene diferentes componentes:

- i. Eficiencia de conducción: relación del agua entregada con el agua derivada de la fuente.
- ii. Eficiencia de aplicación: relación del agua entregada con el agua que llega al suelo.
- iii. Eficiencia del uso del agua: relación del agua disponible para el cultivo con el agua aplicada al suelo.

Las pérdidas en los sistemas de conducción se deben a filtraciones y evaporación; las pérdidas en la aplicación del riego en las parcelas, al viento, a la evaporación y al drenaje; y las pérdidas en el suelo, al agua en exceso que el cultivo no puede aprovechar.

La eficiencia puede incrementarse de diferentes formas. Las pérdidas en los sistemas de conducción pueden evitarse mediante el uso de tuberías o de revestimiento de canales. La eficiencia en la aplicación del riego varía con el sistema de irrigación y puede incrementarse, por ejemplo, cambiando el riego de surcos por el de aspersión o por el de goteo. La calendarización del riego puede usarse para determinar de manera exacta las cantidades de agua que necesita el cultivo y esto representa también una forma de ahorrar agua.

La eficiencia global de riego comprende las eficiencias de conducción, de aplicación y de uso del agua a las parcelas. La eficiencia global de riego se refiere a la cantidad de agua que es derivada desde la fuente de abastecimiento y llega a la zona radicular del cultivo y que es aprovechada por las plantas.

Las eficiencias de uso de agua en el riego utilizadas en los cálculos de la demanda de agua se presentan en el **Cuadro 5.21**, las cuales fueron suministradas por el Departamento de Distrito de Riego del INDRHI. Estas son eficiencias promedios, existiendo sistemas que son operados con mayor eficiencia. Los valores de eficiencia incluyen la eficiencia de la red de distribución y de la aplicación en la parcela. Los argumentos en favor de utilizar valores más elevados de eficiencia y las proyecciones de posibles mejoras en la eficiencia, son atendibles. No obstante, debe notarse en cuenta que mayores valores de la eficiencia pueden conducir a subestimar la demanda de agua y ser muy optimista podría resultar en imprevisiones no deseables.

Se entiende que las mejoras en eficiencia sobre las cifras que presenta el Cuadro 5.23 podrán generar ahorros de agua que pueden ser utilizados para expandir el área bajo riego. Las acciones tendientes a aumentar la productividad de los cultivos, el rendimiento en la producción para cada zona de riego, el buen uso y gerencia del recurso agua, así como la mejoría en todo lo relacionado a infraestructura y tecnología para riego en República Dominicana, contribuirán a expandir la frontera actual de la superficie bajo riego.

Cuadro 5.21: Eficiencia en sistemas de riego de Rep. Dominicana

Región hidrográfica	Zona de riego	Eficiencia conducción y distribución (%)	Eficiencia aplicación (%)	Eficiencia global (%)
Valle de Azua	Azua	0.77	0.36	0.28
	Padre las Casas	0.65	0.3	0.2
Valle de San Juan	San Juan de la Maguana	0.81	0.31	0.25
	Las Matas de Farfán	0.64	0.31	0.2
Yaque del Sur	Barahona	0.8	0.25	0.2
	Pedernales	0.81	0.4	0.32
	Nizaïto	0.81	0.4	0.32
Lago Enriquillo	Neyba	0.9	0.22	0.2
	Tamayo	0.9	0.22	0.2
	Duvergé	0.7	0.22	0.15
	Jimaní	0.85	0.22	0.19
Bajo Yaque del Norte	Las Matas de Sta. Cruz	0.8	0.25	0.2
	Villa Vásquez	0.85	0.24	0.2
	Dajabón	0.81	0.25	0.2
Alto Yaque del Norte	Santiago	0.86	0.32	0.28
	Esperanza	0.86	0.25	0.22
	Mao	0.78	0.25	0.2
	La Isabela	0.78	0.25	0.2
Yuna-Camú	La Vega	0.52	0.35	0.18
	Bonao	0.68	0.2	0.14
	Cotuí	0.68	0.29	0.2
	Constanza	0.39	0.4	0.16
Bajo Yuna	Nagua	0.76	0.26	0.2
	Agüipo	0.76	0.26	0.2
	Limón del Yuna	0.67	0.15	0.1
	Villa Riva	0.68	0.22	0.15
Ozama-Nizao	Baní	0.68	0.3	0.2
	San Cristóbal	0.54	0.3	0.16
Región Este	Higüey-Nisibón	0.72	0.35	0.25
	Sabana de la Mar	0.66	0.23	0.15
	Bayaguana	0.68	0.22	0.15
Promedio		0.74	0.28	0.2

5.5.4 Aspectos metodológicos

La utilización del agua, para consumo por los cultivos, entraña problemas de abastecimiento, tanto superficial como subterráneo, así como del uso y rentabilidad de los sistemas de riego. La metodología utilizada en las estimaciones del INDRHI para la demanda de agua de riego es la recomendada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en su "Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos" (FAO 56), en la que, como resultado de una reunión de expertos llevada a cabo en Roma en mayo de 1990, recomienda el método FAO Penman-Montheit como el método estándar para la definición y cálculo de la evapotranspiración de referencia ET_0 .

Determinada la evapotranspiración de referencia, se procede a afectarla por los coeficientes de los cultivos, para determinar la evapotranspiración del cultivo. Posteriormente se determina el requerimiento de agua del cultivo al considerar la precipitación efectiva y finalmente se realiza la programación del riego. Monteith (1965) desarrolló un modelo que incluye, en el modelo de Penman, la resistencia a la superficie de la cubierta vegetal. La ecuación utilizada por el SIAR para el cálculo de la ET_o , revisada y actualizada por R. G. Allen y L. S. Pereira según queda registrado en la publicación N° 56 FAO (1998), que es la que se presenta a continuación:

Fórmula para el cálculo de la ET_o :

$$ET_o = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{\Delta(Rn - G) + \rho_a c_p \frac{(e_s - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)} \right) \quad (1)$$

Donde:

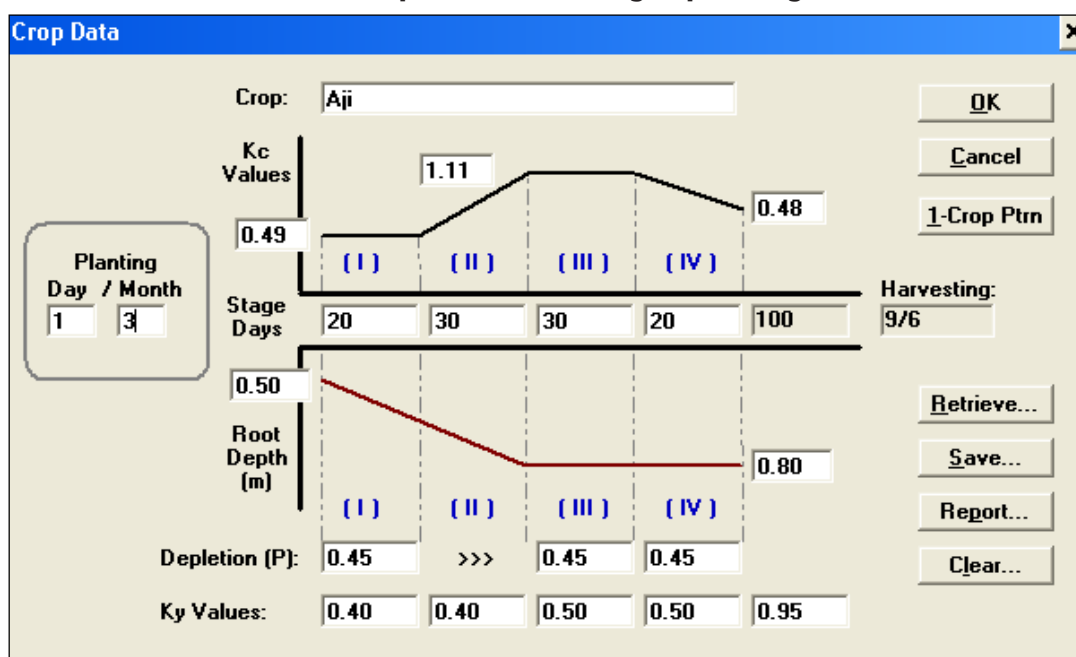
- ET_o = evapotranspiración de referencia según la ecuación de FAO Penman-Monteith (mm día^{-1}).
- λ = calor latente de vaporización (MJ kg^{-1}), epígrafe 1.5, fórmula (16).
- Δ = pendiente de la curva que relaciona la presión de vapor con la temperatura del aire ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$), epígrafe 1.6, fórmula (17).
- Rn = radiación neta en la superficie del cultivo ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$), epígrafe 1.7, fórmula (18).
- G = flujo térmico del suelo ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$), epígrafe 1.10, fórmula (27)
- ρ_a = densidad del aire seco a presión constante (kg m^{-3}), epígrafe 1.3, fórmula (12).
- C_p = calor específico del aire ($\text{MJ kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$), epígrafe 1.4, fórmula (13).
- $(e_s - e_a)$ = déficit de presión de vapor (kPa), e_a calculada en epígrafe 1.8, fórmula (21) y e_s calculado en epígrafe 1.12, fórmula (31).
 g = constante psicrométrica ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$), epígrafe 1.11, fórmula (29).
- r_s y r_a = resistencia superficial del cultivo de referencia y aerodinámica (s m^{-1}), r_a calculada en epígrafe 1.1, fórmula (2) y r_s calculado en epígrafe 1.2, fórmula (8).

El Programa **CROPWAT** en su versión 4.3 bajo Windows, es la que se ha utilizado en estas estimaciones, que es un instrumento muy útil y de fácil manejo, desarrollado en la Universidad de Southampton, por Derek Clarke, Martin Smith y Khaled El-Askari. La versatilidad de esta aplicación reside en sus capacidades de entrada de datos, visualización y reportes, gráficos y cuadros para exhibir los resultados. El Cropwat puede tratar de cosechas múltiples con hasta 30 cultivos con un patrón del cultivo, considerando la programación de riego, que puede ser calculada para bloques individuales de cada cosecha, pudiendo seleccionar la base del tiempo para los resultados (diarios, semanal, mensual). El Cropwat maneja datos climáticos mensuales

solamente, y permite definir acontecimientos de la irrigación más la opción de realizar ajustes al cálculo del déficit de la humedad del suelo.

Para determinar la necesidad de agua de los cultivos se requiere información climática, del suelo y de los cultivos, como son: el tipo del cultivo, patrón de cultivo (la época de siembra y cosecha), duración de las diferentes etapas de crecimiento del cultivo, los coeficientes del cultivo (K_c) en las diferentes etapas de desarrollo, la profundidad de las raíces, durante su desarrollo, el agotamiento permisible, y el factor de repuesta de rendimiento. (Ver **Figura 5.6**)

Figura 5.6: Ilustración del procesamiento con coeficientes de cultivo para el cálculo de requerimientos de agua para riego



Fuente: Pantalla del Cropwat - versión 4.3.

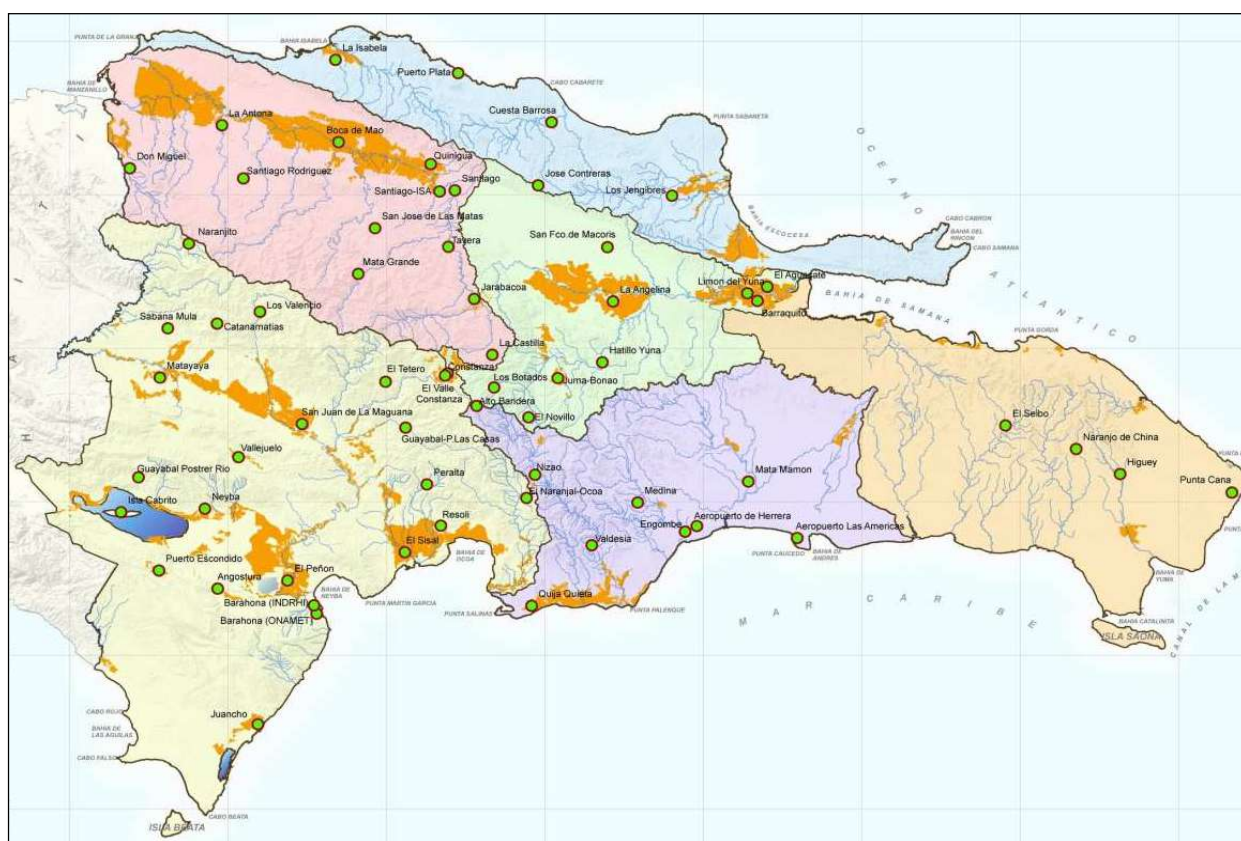
Para la determinación de la demanda de agua agrícola la información de patrones de Cultivos, incluyendo la duración y el área progresiva ocupada por los cultivos fue suministrada por el departamento de Distrito de Riego del INDRHI. Para la información sobre suelos, fueron empleados los datos de librería del Cropwat, seleccionando los valores promedios considerados más aplicables a la situación en cada zona de riego (humedad total disponible, tasa de infiltración máxima, profundidad máxima de las raíces, porcentaje inicial de humedad del suelo. La información disponible fue facilitada por el Departamento de Hidrología del INDRHI, e incluye las informaciones climáticas de las estaciones listadas en la **Figura 5.7**, que incluyen: la evapotranspiración potencial de referencia (ET_0).

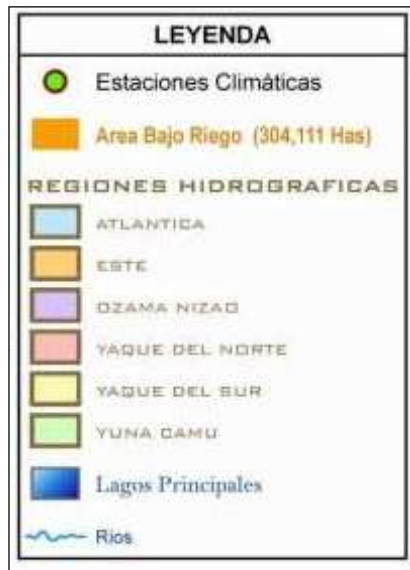
El porcentaje del área cultivada, los coeficientes del cultivo (K_c), la evapotranspiración del cultivo ($ET_c = K_c \times ET_0$), y la precipitación media mensual. El programa calcula la precipitación

efectiva (P_{ef}), y la demanda o necesidad de irrigación del cultivo en lámina ($NR = ET_c - P_{ef}$) y en caudal requerido para riego. La evapotranspiración de referencia, ET_o , fue procesada por varios métodos, utilizando el sistema de Cálculo de Índices del Régimen Hídrico (CIRH de CAZALAC-PHI/UNESCO), facilitados por el Departamento de Hidrología, contemplando varios métodos de cálculo incluyendo el Penman original, Turc, Tur corregido, Ivanov, Thornthwaite, de Evaporímetro, el de Hargreaves y el método mejor evaluado. Para la mayoría de las estaciones climáticas se trabajó con el método de Penman-Monteih en la mayoría de los casos, eligiendo otros métodos cuando faltaban datos para calcular la ET_o por dicho método.

Las estaciones seleccionadas para la determinación de la demanda de riego, fueron elegidas por su cercanía a las zonas de riego estudiadas, lo cual puede corroborarse en la **Figura 5.7**.

Figura 5.7: Estaciones climática utilizadas y zonas de riego





Los criterios de riego que definen la demanda de agua se fundamentan en tres factores, que de un modo más decisivo influyen sobre el momento más oportuno de dar un riego son: a-) Las necesidades de agua de los cultivos; b-) La disponibilidad del agua para el riego; y c-) La capacidad de la zona radicular para almacenar agua.

Los cultivos, en su período de desarrollo, necesitan continuamente agua, pero la magnitud de sus necesidades varía con la clase de cultivo, edad del mismo, la temperatura y las condiciones atmosféricas, todos ellos factores variables. La frecuencia de los riegos que deben darse a los suelos de diferentes propiedades, para satisfacer de manera óptima las necesidades de los cultivos, es una cuestión a determinar prácticamente. El factor de mayor importancia para establecer la frecuencia y la duración más favorable de cada riego, es la necesidad de agua de cada cultivo.

La programación de riego es un elemento importante del CROPWAT, que permite diversas aplicaciones:

- i. Desarrollar programas de riego indicativos;
 - a. Para que un servicio de extensión agrícola promueva mejores prácticas de riego,
 - b. Para mejorar el programa de distribución de agua de un sistema de riego.
- ii. Evaluar las actuales prácticas de riego en cuanto a su eficacia y en condiciones de escasez de agua.
- iii. Evaluar la producción de un cultivo en condiciones de secano, para estimar la posibilidad de riego suplementario y para desarrollar programas de riego apropiados.
- iv. Desarrollar alternativas de distribución bajo condiciones de suministro restringido de agua.

Los cálculos de la programación se basan en el balance de agua del suelo, contabilizando las entradas y salidas de agua en la zona radicular y mantener en el terreno un nivel adecuado de humedad disponible para el desarrollo de la planta.

El abastecimiento de agua en un sistema o canal principal de riego, se calcula sumando las necesidades de cada área de cultivo, de acuerdo con el plan de cultivo. Estos resultados deben ser comparados con las disponibilidades de abastecimiento proveniente de una toma o de un embalse. La relación entre las necesidades estimadas del sistema y el suministro actual o futuro, es una estimación de la eficiencia del suministro y proporciona indicaciones para el ajuste complementario del plan de cultivo y riego.

5.5.5 Requerimientos de agua para riego

Esos requerimientos fueron determinados mediante la aplicación del programa de ordenador de FAO, CROPWAT, versión 4.3 bajo Windows. En la **Figura 5.8** puede apreciarse una pantalla del reporte sobre los requerimientos de agua del ají en la zona de Barahona. De manera similar fueron determinados todos los requerimientos para todos los cultivos que actualmente están sembrados o programados a sembrar en el año 2007, por zona y distrito de riego.

Figura 5.8: Ilustración de cálculos de demanda de agua para cultivo de ají en zona de riego de Barahona

Date	ET ₀ (mm/period)	Crop Area (%)	Crop K _c	CWR (ET _m) (mm/period)	Total Rain (mm/period)	Effect. Rain (mm/period)	Irrig. Req. (mm/period)	FWS (l/s/ha)
1/3	195.28	100.00	0.53	104.70	62.67	53.26	51.44	0.27
1/4	216.01	100.00	1.00	215.67	76.10	63.07	152.59	0.81
2/5	223.65	100.00	1.02	227.58	90.01	73.13	154.45	0.82
2/6	50.12	100.00	0.57	28.80	22.24	17.88	10.92	0.26
Total	685.06			576.76	251.02	207.35	369.41	[0.61]

Los resultados de las necesidades de agua de los sistemas de riego, por distritos y zonas de riego, para todos los cultivos en esas áreas, fueron determinados, mes por mes, mediante un procedimiento similar al ilustrado en la figura anterior con el programa Cropwat, cuyos valores resultantes se muestran en el **Cuadro 5.22**. El mes de mayo es el de máxima demanda de agua para los cultivos y el mes de enero el de mínima demanda de agua. El distrito Alto Yaque del Norte presenta el mayor consumo de agua seguido del distrito Lago Enriquillo, mientras que el distrito Este es la que presenta menores requerimientos, siendo la zona de Sabana de la Mar la de menor requerimiento de agua. Estos valores son considerando la eficiencia de aplicación en cada zona de riego.

Cuadro 5.22: Requerimientos netos mensuales de agua para riego por distrito y zona de riego

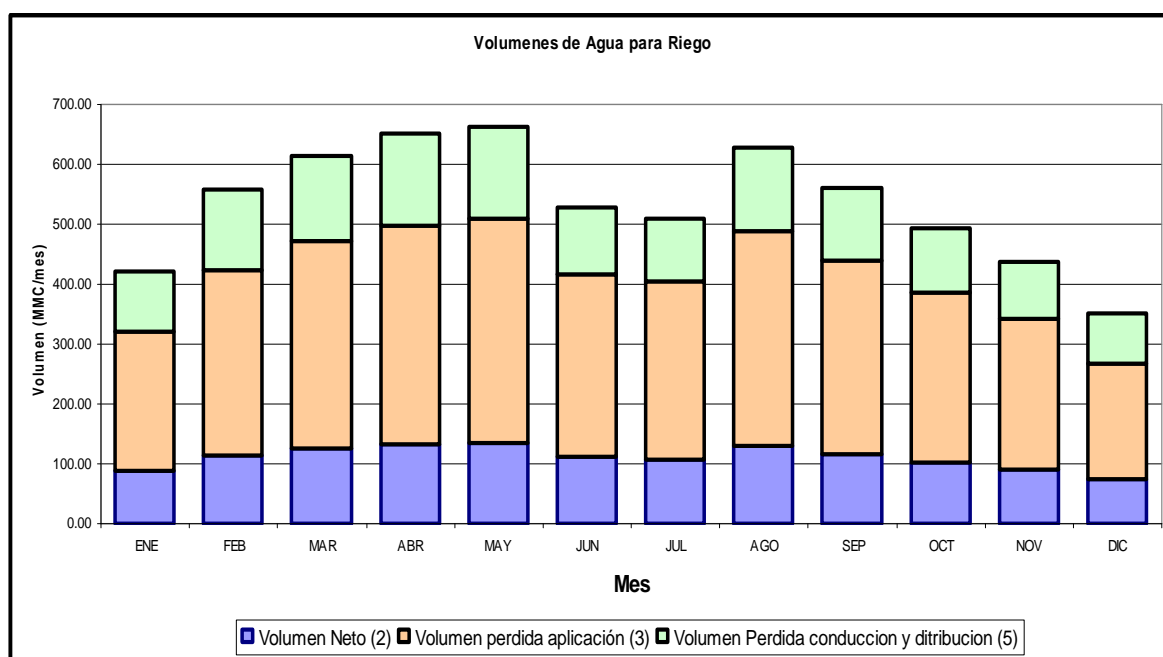
Distrito de riego	Zonas de riego	Área de riego (Hectáreas)		Volumen de agua requerido en riego (millones m ³ /año)			
		Actual	2015	Vol. pérdidas conducción	Vol. pérdidas aplicación	Vol. neto	Vol. global
Valle de Azua	Azua	15,757.63	16,963.08	101.43	217.33	122.25	441.01
	Padre las Casas	2,186.00	2,353.23	31.83	41.38	17.74	90.95
Valle de San Juan	San Juan	24,548.13	26,426.06	226.27	264.74	118.94	609.94
	Las Matas de Farfán	3,127.94	3,367.22	7.64	9.37	4.21	21.22
Yaque del Sur	Barahona	4,647.15	5,002.66	58.97	176.92	58.97	294.87
	Pedernales	331.5	356.86	1.41	3.6	2.4	7.42
	Nizaito	948.75	1,021.33	3.27	8.37	5.58	17.22
Lago Enriquillo	Neyba	3,396.50	3,656.33	1.81	12.69	3.58	18.08
	Tamayo	17,425.19	18,758.21	110.58	776.25	218.94	1,105.77
	Duvergé	2,690.06	2,895.85	47.55	86.54	24.41	158.51
	Jimaní	1,612.31	1,735.65	13.01	57.5	16.22	86.73
Bajo Yaque del Norte	Las Matas Sta. Cruz	29,260.13	30,576.83	107.09	321.27	107.09	535.45
	Villa Vásquez	18,572.44	19,408.20	51.71	222.69	70.32	344.72
	Dajabón	2,487.38	2,599.31	8.86	28.33	9.44	46.63
Alto Yaque del Norte	Santiago	12,122.81	12,668.34	42.35	176.92	83.26	302.53
	Esperanza	22,515.44	23,528.63	102.23	470.97	156.99	730.19
	Mao	11,038.63	11,535.36	92.67	246.41	82.14	421.21
	La Isabela	701.38	732.94	2.07	5.52	1.84	9.43
Yuna - Camú	La Vega	27,187.00	29,022.12	234.23	164.94	88.81	487.99
	Bonao	3,926.81	4,191.87	0	0	0	0
	Cotuí	26,115.88	27,878.70	73.93	111.55	45.56	231.04
	Constanza	3,682.75	3,964.48	24.21	9.29	6.19	39.69
Bajo Yuna	Nagua	7,748.00	8,096.66	16.47	38.59	13.56	68.62
	AGLIPO	18,462.19	19,708.39	39.24	91.95	32.31	163.5
	Limón de Yuna	11,501.44	12,019.00	0	0	0	0
	Villa Riva	5,498.38	5,869.52	0	0	0	0
Ozama - Nizao	Baní	7,171.19	7,977.95	49.07	72.99	31.28	153.34
	San Cristóbal	3,743.81	4,164.99	15.36	12.62	5.41	33.39
Este	Nisibón	1,720.69	1,898.78	1.62	2.71	1.46	5.79
	Sabana de la Mar	605.44	668.1	0.45	0.67	0.2	1.32
	Bayaguana	933.56	1,038.59	1.06	1.75	0.49	3.3
TOTAL		291,666.46	310,085.24	1,466.40	3,633.86	1,329.59	6,429.85

La distribución mensual de la desagregación de los volúmenes derivados, su pérdida en conducción, distribución y aplicación, y el volumen neto usado por los cultivos, se muestran en el **Cuadro 5.23** y la **Figura 5.9**. De los mismos se deduce la urgente necesidad de reducir las pérdidas y optimizar el uso eficiente y sustentable del recurso agua. Las pérdidas de agua en la agricultura son significativamente superiores a las aprovechables por los cultivos. Esto significa que deben adoptarse nuevas tecnologías y mejorar la infraestructura existente, pero también aplicar sólidos principios administrativos y completar el proceso de descentralización de los sistemas de riego y fortalecer la participación de los usuarios del agua en el funcionamiento y la gestión de los sistemas.

Cuadro 5.23: Volumen global mensual de agua para riego, para escenario actual (Millones m³/año)

VOLUMEN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Volumen Neto	88	115	126	133	136	111	107	130	116	103	92	75	1,330
Volumen perdida aplicación	233	308	346	364	373	305	298	359	322	283	250	194	3,634
Volumen Perdida cond. y dist.	103	138	144	155	155	114	106	139	124	109	96	84	1,466
Volumen Global	424	560	616	652	663	530	511	628	562	494	438	353	6,430

Figura 5.9: Distribución del volumen mensual del agua para riego, para escenario actual



El **Cuadro 5.24** presenta las necesidades totales actuales anuales, que contemplan los requerimientos brutos de agua (incluyendo pérdidas de conducción, distribución y aplicación), que ascienden a 6,429.85 millones de metros cúbicos (millones m³/año) a nivel nacional.

Cuadro 5.24: Requerimientos brutos anuales de agua para riego por distrito y zona de riego

Distrito de riego	Zonas de riego	Área de riego (hectáreas)		Volumen de agua requerido en riego (millones m ³ /año)			
		Actual	2015	Vol. pérdidas conducción	Vol. pérdidas aplicación	Vol. neto	Vol. global
Valle de Azua	Azua	15,757.63	16,963.08	101.43	217.33	122.25	441.01
	Padre las Casas	2,186.00	2,353.23	31.83	41.38	17.74	90.95
Valle de San Juan	San Juan	24,548.13	26,426.06	226.27	264.74	118.94	609.94
	Las Matas de Farfán	3,127.94	3,367.22	7.64	9.37	4.21	21.22
Yaque del Sur	Barahona	4,647.15	5,002.66	58.97	176.92	58.97	294.87
	Pedernales	331.5	356.86	1.41	3.6	2.4	7.42
	Nizaito	948.75	1,021.33	3.27	8.37	5.58	17.22
Lago Enriquillo	Neyba	3,396.50	3,656.33	1.81	12.69	3.58	18.08
	Tamayo	17,425.19	18,758.21	110.58	776.25	218.94	1,105.77
	Duvergé	2,690.06	2,895.85	47.55	86.54	24.41	158.51
	Jimaní	1,612.31	1,735.65	13.01	57.5	16.22	86.73
Bajo Yaque del Norte	Las Matas Sta. Cruz	29,260.13	30,576.83	107.09	321.27	107.09	535.45
	Villa Vásquez	18,572.44	19,408.20	51.71	222.69	70.32	344.72
	Dajabón	2,487.38	2,599.31	8.86	28.33	9.44	46.63
Alto Yaque del Norte	Santiago	12,122.81	12,668.34	42.35	176.92	83.26	302.53
	Esperanza	22,515.44	23,528.63	102.23	470.97	156.99	730.19
	Mao	11,038.63	11,535.36	92.67	246.41	82.14	421.21
	La Isabela	701.38	732.94	2.07	5.52	1.84	9.43
Yuna - Camú	La Vega	27,187.00	29,022.12	234.23	164.94	88.81	487.99
	Bonao	3,926.81	4,191.87	0	0	0	0
	Cotuí	26,115.88	27,878.70	73.93	111.55	45.56	231.04
	Constanza	3,682.75	3,964.48	24.21	9.29	6.19	39.69
Bajo Yuna	Nagua	7,748.00	8,096.66	16.47	38.59	13.56	68.62
	Aglipo	18,462.19	19,708.39	39.24	91.95	32.31	163.5
	Limón de Yuna	11,501.44	12,019.00	0	0	0	0
	Villa Riva	5,498.38	5,869.52	0	0	0	0
Ozama - Nizao	Baní	7,171.19	7,977.95	49.07	72.99	31.28	153.34
	San Cristóbal	3,743.81	4,164.99	15.36	12.62	5.41	33.39
Este	Nisibón	1,720.69	1,898.78	1.62	2.71	1.46	5.79
	Sabana de la Mar	605.44	668.1	0.45	0.67	0.2	1.32
	Bayaguana	933.56	1,038.59	1.06	1.75	0.49	3.3
TOTAL		291,666.46	310,085.24	1,466.40	3,633.86	1,329.59	6,429.85

Para la proyección de la demanda se contemplaron diversos escenarios a futuro, incluyendo las condiciones de mejoras de a futuro en la eficiencia en el uso del agua. Aún siendo muy justificada la exigencia para que el mayor sector consumidor de agua, comprometa esfuerzos dirigidos a lograr ahorros en el volumen de agua requerido, se ha optado por mantener la demanda actual de agua para riego para los años 2010 a 2025, asumiendo que toda eficiencia en el uso de agua alcanzada en este período, liberará agua para expandir el área bajo riego.

El **Cuadro 5.25** resume los volúmenes brutos demandados por región hidrográfica del año 2005 al 2025, adoptados como valores fijos en cada región, correspondiendo la mayor demanda a la Región Hidrográfica Yaque del Sur, seguida por la Región Yaque del Norte, mientras que la menor demanda corresponde la Región Este, seguida de la Región Atlántica.

Cuadro 5.25: Proyección de la Demanda de Agua para Riego 2005 a 2025

Región hidrográfica	Demanda de agua para riego (millones m ³ /año)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Yaque del Norte	2,380.72	2,380.72	2,380.72	2,380.72	2,380.72
Atlántica	78.04	78.04	78.04	78.04	78.04
Yuna	882.53	882.53	882.53	882.53	882.53
Este	7.11	7.11	7.11	7.11	7.11
Ozama-Nizao	190.03	190.03	190.03	190.03	190.03
Yaque del Sur	2,891.41	2,891.41	2,891.41	2,891.41	2,891.41
Total	6,429.84	6,429.84	6,429.84	6,429.84	6,429.84

5.6 DEMANDA DE AGUA PARA TURISMO

5.6.1 El Turismo en la República Dominicana

La República Dominicana ha pasado de ser una economía agro-exportadora y con inversión extranjera principalmente destinada a las plantaciones agrícolas (caña y frutas, café, tabaco) y la explotación minera (bauxita, ferroniquel, níquel, oro y plata), a una economía de servicios, más diversificada y con la construcción, el turismo y los servicios financieros jugando un papel más preponderante, y un repunte muy particular en los últimos años de las telecomunicaciones. El Turismo es una actividad multisectorial que requiere la concurrencia de diversas áreas productivas (agricultura, construcción, fabricación) y de los sectores públicos y privados para proporcionar los bienes y servicios utilizados por los turistas, áreas, sectores en todos los cuales se requiere algún volumen de agua implicado en sus procesos.

Como destino turístico, el Caribe desarrolla básicamente la vertiente recreativa en torno a la explotación de los recursos playeros (turismo de sol, playa y arena) y en particular el turismo de servicios todo incluido que se ha popularizado en los “resorts” de la República Dominicana, con las atracciones, áreas y actividades y facilidades de diversión y entretenimiento formando un complejo hotelero. Otras opciones de la oferta turística incluyen otras categorías como turismo de negocios y convenciones y el familiar, que algunos resorts contemplan también. Existen diferentes niveles de disponibilidad, calidad y costos de los productos y servicios turísticos en los polos de la región y a lo interno de la República Dominicana. Las garantías de crecimiento del turismo en la economía está sujeta a la sostenibilidad de los recursos naturales y en particular del agua y los servicios de agua. Aunque esto no se ha reconocido de manera práctica, es oportuno que la política de desarrollo incorpore estos conceptos de conservación y uso racional de las fuentes hídricas.

La República Dominicana ha emergido como el principal destino turístico en el Caribe (ver **Cuadro 5.26**), siendo nuestro principal mercado de origen o procedencia de los turistas los Estados Unidos de Norteamérica, seguido de Europa, según indican las cifras del **Cuadro 5.27**.

Cuadro 5.26: Cantidad de turistas en principales destinos del Caribe 2010 - 2011

No.	País	Cantidad Turistas (Ene-Dic 2010)	Observaciones
1	Bahamas	1,368,053	
2	Cancún (México)	2,106,485	Registros ingresos hotel de No residentes
3	Cuba	2,531,745	
4	Jamaica	1,921,678	Cifras preliminares
5	Puerto Rico	1,369,814	Registros ingresos hotel de No residentes
6	República Dominicana	4,124,543	Registro de arribos aeropuertos de No residentes

Fuente: Caribbean Tourism Organization Data Set 2010 and 2011 (2 Junio 2011).

Cuadro 5.27: Mercados principales turismo RD 2010 y 2011

País o Región de Origen	2010 (Ene - Dic)		2011 (Ene - Jun)	
	Cantidad visitantes	%	cantidad Visitantes	%
Estados Unidos de Norteamérica	1,226,367	29.73	1,088,019	30.70
Canadá	659,063	15.98	536,966	15.15
Europa	1,184,269	28.71	957,757	27.02
Otros	1,054,844	25.57	961,455	27.13
Total	4,124,543	100.00	3,544,197	100.00

Fuente: Caribbean Tourism Organization Data Set 2010 (2 Junio) y 2011 (1 Dic 2011)

El turismo de cruceros es de menor dimensión en nuestro país cuando se comparan las cifras de la "Caribbean Tourism Organization" (CTO) para esta actividad específica (2009: 496,728 turistas; 2010: 352,539 turistas; y Enero-Junio 2011: 214,160 turistas) con la cantidad de turistas que ingresan por avión y con estadías pernoctando en territorio dominicano.

La variación a lo largo del año con la distribución de arribos de no residentes (turistas) por mes, se muestra en el **Cuadro 5.28**, con los meses de Marzo, Julio y Diciembre sobre un 10.12 a 10.23 % de los visitantes anuales en esos meses; mientras que en los meses de Septiembre (5.20%), Mayo (7.21%) y Noviembre (7.21%), son los de menores cantidad de visitantes registrados en el año 2010 en las estadísticas de la CTO. En términos de demanda de agua estas cifras no muestran variaciones estacionales muy significativas.

Cuadro 5.28: Variación mensual de turistas en RD 2010

Mes	Cantidad Turistas (arribos aeropuertos de No residentes)	Mes	Cantidad Turistas (arribos aeropuertos de No residentes)
Enero	404,264	Julio	417,699
Febrero	395,779	Agosto	333,110
Marzo	421,829	Septiembre	219,292
Abril	331,521	Octubre	247,254
Mayo	297,019	Noviembre	297,036
Junio	348,375	Diciembre	411,365

Fuente: Caribbean Tourism Organization Data Set 2010 (2 Junio 2011).

5.6.2 Estructura y servicios de los establecimientos turísticos

Las estadísticas del Banco Central de la República Dominicana y de la Asociación Nacional de Hoteles y Restaurantes (ASONAHORES) indican que en el año 1980 operaban en el país hoteles con una capacidad de unas 5,394 habitaciones. Al 2004 el país contaba con 55,248 habitaciones (crecimiento de 10 veces la cantidad de habitaciones 24 años atrás) y al 2010 ya se disponía de 65,021 habitaciones. El **Cuadro 5.29** muestra la cantidad de habitaciones para los años 2004 a 2010 por municipio, provincia y región hidrográfica.

Las estadísticas revisadas del Banco Central (la misma base de datos del Ministerio de Turismo y de la ONE) y de ASONAHORES, para las cantidades de habitaciones, han sido organizadas por regiones de planificación hídrica (6 regiones hidrográficas) para lograr una mejor clasificación de aquellas zonas con mayor demanda de agua potable a futuro, aplicando las siguientes divisiones geográficas:

- a) Región Yuna: Está conformada por las provincias La Vega (exceptuando el municipio de Jarabacoa que pertenece a la región Yaque del Norte), Monseñor Nouel, Duarte y Espaillat (exceptuando el municipio Gaspar Hernández que pertenece a la región Atlántica).
- b) Región Yaque del Norte: Está conformada por las Provincias Santiago de los Caballeros, Valverde, Santiago Rodríguez, Dajabón y por el municipio Jarabacoa.
- c) Región Yaque del Sur: Está Conformada por las provincias Azua, Barahona, Pedernales, San Juan de la Maguana, Elías Piña e Independencia.
- d) Región Ozama-Nizao: Está conformada por las provincias Santo Domingo, Peravia, San José de Ocoa, San Cristóbal y Monte Plata.
- e) Región Este: Es la región con mayor crecimiento turístico del país y está conformada por las provincias San Pedro de Macorís, La Romana, La Altagracia (se encuentran las playas de Bávaro y Punta Cana, donde se concentra la mayor cantidad de habitaciones hoteleras del país), El Seibó y Hato Mayor, además del Municipio de Boca Chica.
- f) Región Atlántica: Es la segunda región con mayor desarrollo turístico del país y está conformada por las provincias Samaná, María Trinidad Sánchez, Puerto Plata y Monte Cristi y además por el municipio Gaspar Hernández.

Cuadro 5.29: Evolución Capacidad Hoteles (Habitaciones) 2004 a 2010

Región Río Yuna								
Año		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Provincia	Municipio	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab
La Vega	Concepción de la Vega	89	89	89	89	104	77	77
	Constanza	147	147	147	147	147	147	129
	Sub total	236	236	236	236	251	224	206
Monseñor Nouel	Bonao	77	111	111	111	111	111	111
	Sub total	77	111	111	111	111	111	111
Duarte	San Francisco Macorís	251	251	251	251	251	251	251
	Sub total	251	251	251	251	251	251	251
Espaillat	Moca	48	48	48	48	48	48	48
	Sub total	48	48	48	48	48	48	48
Totales		612	646	646	646	661	634	616

Región Yaque del Norte								
Año		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Provincia	Municipio	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab
La Vega	Jarabacoa	121	121	121	141	141	203	213
	Sub total	121	121	121	141	141	203	213
Santiago de los Caballeros	Santiago	1,015	1,015	1,015	1,304	1,346	1,303	1,303
	Sub total	1,015	1,015	1,015	1,304	1,346	1,303	1,303
Valverde	Mao	183	183	183	183	183	183	183
	Sub total	183	183	183	183	183	183	183
Santiago Rodríguez	Stgo. Rodríguez	66	66	66	66	66	66	66
	Sub total	66	66	66	66	66	66	66
Dajabón	Dajabón	114	114	114	114	114	114	114
	Sub total	114	114	114	114	114	114	114
Totales		1,499	1,499	1,499	1,808	1,850	1,869	1,879

Región Yaque del Sur								
Año		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Provincia	Municipio	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab
Barahona	Barahona	572	467	467	467	467	467	487
	Bahoruco	13	13	13	13	13	13	13
	Sub total	585	480	480	480	480	480	500
Pedernales	Pedernales	58	58	58	58	58	58	58
	Sub total	58	58	58	58	58	58	58
Azua	Azua	26	26	26	26	26	26	26
	Sub total	26	26	26	26	26	26	26
San Juan de la Maguana	San Juan de la Maguana	335	335	335	335	335	335	335
	Sub total	335	335	335	335	335	335	335
Elias Piña	Elias Piña	19	19	19	22	22	22	22
	Sub total	19	19	19	22	22	22	22
Independencia	Independencia	9	9	9	12	12	12	12
	Sub total	9	9	9	12	12	12	12
Totales		1,032	927	927	933	933	933	953

Región Ozama - Nizao								
Año		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Provincia	Municipio	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab
Distrito Nacional	Santo Domingo	4,427	3,183	3,623	3,623	4,705	4,854	4,690
	Sub total	4,427	3,183	3,623	3,623	4,705	4,854	4,690
Peravia	Baní	69	69	69	73	73	73	73
	Sub total	69	69	69	73	73	73	73
San Cristóbal	San Cristóbal	39	39	39	39	39	39	39
	Sub total	39	39	39	39	39	39	39
Monte Plata	Monte Plata	23	23	23	32	32	32	32
	Sub total	23	23	23	32	32	32	32
Totales		4,558	3,314	3,754	3,767	4,849	4,998	4,834

Región Este								
Año		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Provincia	Municipio	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab
San Pedro de Macorís	San Pedro de Macorís	4,274	3,183	3,623	3,623	3,623	3,510	3,510
	Sub total	4,274	3,183	3,623	3,623	3,623	3,510	3,510
La Romana	La Romana	597	597	597	597	649	727	727
	Sub total	597	597	597	597	649	727	727
La Altagracia	Bayahibe	2,893	2,893	2,893	2,893	2,893	2,893	2,893
	Arena Gorda	4,309	4,309	5,099	5,291	5,291	5,291	4,931
	Cabeza de Toro	2,122	2,266	2,328	2,328	2,809	2,809	2,809
	El Cortecito	4,721	5,095	5,753	6,413	6,613	6,637	5,979
	Playa Bávaro	7,499	8,948	9,418	9,508	10,783	9,662	10,802
	Punta Cana	814	1,004	1,064	1,064	1,064	1,064	1,064
	Uvero Alto	1,262	1,262	1,262	1,322	1,322	1,322	3,112
	Salvaleón de Higüey	271	271	271	271	271	271	271
	Sub total	23,891	26,048	28,088	29,090	31,046	29,949	31,861
Santo Domingo	Boca Chica	1,834	1,865	1,865	1,865	1,865	1,916	1,916
	Sub total	1,834	1,865	1,865	1,865	1,865	1,916	1,916
Hato Mayor	Hato Mayor	33	33	33	33	33	33	33
	Sub total	33	33	33	33	33	33	33
El Seibo	El Seibo	65	65	65	65	65	65	65
	Sub total	65	65	65	65	65	65	65
Totales		30,694	31,791	34,271	35,273	37,281	36,200	38,112

Región Atlántica								
Año		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Provincia	Municipio	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab
Samaná	Santa Barbara de Samaná	457	347	966	966	966	856	856
	Sánchez	38	38	38	38	38	38	38
	Las Terrenas	1,254	1,467	1,651	1,651	1,651	1,471	1,471
	Las Galeras	304	304	304	304	304	304	304
	Sub total	2,053	2,156	2,959	2,959	2,959	2,669	2,669
Puerto Plata	San Felipe, Puerto Plata	2,935	2,990	2,990	2,947	2,947	2,947	2,947
	Puerto Plata	177	177	177	177	177	177	177
	Costa Dorada	848	848	848	848	1,100	1,100	1,100
	Playa Dorada	848	4,655	4,655	4,658	4,201	3,440	3,440
	Sosúa	5,393	5,223	4,969	4,923	4,702	4,231	4,023
	Cabarete	1,126	1,012	1,063	1,063	792	792	792
	Cofresí	830	830	830	830	830	830	830
	La Isabela	65	65	65	65	65	65	65
	Luperón	429	429	429	429	429	429	429
Sub total	12,651	16,229	16,026	15,940	15,243	14,011	13,803	
María Trinidad Sánchez	Cabrera	1,123	1,123	1,123	1,123	1,123	1,123	1,123
	Nagua	744	744	744	750	750	750	750
	Rio San Juan	91	91	91	91	91	91	91
	Sub total	1,958	1,958	1,958	1,964	1,964	1,964	1,964
Espaillat	Gaspar Hernandez	48	48	48	48	48	48	48
	Sub total	48	48	48	48	48	48	48
Montecristi	Montecristi	143	143	143	143	143	143	143
	Sub total	143	143	143	143	143	143	143
Totales		16,853	20,534	21,134	21,054	20,357	18,835	18,627
Total nacional		55,248	58,711	62,231	63,481	65,931	63,469	65,021

La tasa de ocupación promedio que reportaron los establecimientos turísticos alcanzó la cifra de 70.3%, similar al resultado arrojado por otros estudios aplicados a la oferta hotelera. Las mayores tasas de ocupación se registraron en las zonas característicamente turísticas, debido a la preferencia de los visitantes a elegir estas zonas costeras, con el polo turístico Macao-Punta Cana registrando una tasa promedio de 76.7%, superando la tasa de ocupación nacional, en tanto que el polo de Puerto Plata obtuvo una tasa de 69.4%, similar al promedio nacional.

5.6.3 Aspectos metodológicos

La mayoría de los complejos turísticos del país se abastecen de acuíferos, que representa una alternativa viable para los desarrolladores turísticos, debido a ventajas en cuanto a la calidad de agua, pues el agua del subsuelo supone un filtrado inicial conveniente (tratamiento para potabilización simple y económico), cierta independencia de la fuente y de la operación de la captación, próxima al punto de consumo, y la disponibilidad de agua en muchas zonas superando las opciones de aguas superficiales en esas zonas. Para los hoteles que no están conectados a sistemas de redes municipales o de poblaciones o comunidades específicas, la regulación requerida es distinta a la de establecimientos que se abastecen de las redes de agua potable, siendo por el momento menos impreciso el ejercicio de determinar el consumo de agua exacto de los complejos turísticos del país.

La forma más aproximada para determinar la demanda de agua para uso turístico es emplear parámetros e indicadores medibles y para los cuales existen estadísticas como el crecimiento de la oferta hotelera en términos de las “Habitaciones”, y realizar proyecciones mediante métodos que prevean el crecimiento real, o descenso en su defecto, de esta variable.

La dotación adoptada para las estimaciones de demanda de agua es de 1,000 litros por habitaciones por día (1 m³/habitación por día). Para fines de abastecimiento de agua a la población, la dotación promedio es del orden de 250 a 350 litros por habitante por día, según sea la norma o convención en cada país y la manera de contemplar las eficiencias de uso de agua y las pérdidas de agua. En la República Dominicana se reportan cifras mayores para la dotación, atribuyéndose a la situación de las redes de distribución a las fugas y al agua no contabilizada parte del elevado nivel de consumo. En cuanto al sector turístico los aspectos que se toman en cuenta al fijar una dotación de 1,000 l/habitación por día, son el nivel mayor de consumo y los servicios que ofrecen los hoteles. Es frecuente que los hoteles de cierto nivel de servicio dispongan de piscinas, lavanderías, cocinas, restaurantes, jardines, fuentes de agua y otros espacios ornamentales que emplean agua, y otras facilidades, incluyendo campos de golf en algunos casos de hoteles más exclusivos. Debe considerarse que aunque la tasa de ocupación puede ser del orden del 60 % al 70%, en muchas ocasiones las habitaciones la ocupan frecuentemente más de una persona, y hay servicios que el hotel mantiene en áreas comunes, independientemente de la ocupación del momento.

La dotación aceptada para estimar las demandas de agua para los establecimientos turísticos (1,000 litros por habitación por día), es comparable con la dotación sugerida en diferentes estudios de ocupación hotelera y consumo estimado que se han realizado en otros países como México, Costa Rica y España. Con esta dotación, multiplicada por la cantidad de habitaciones en cada municipio, provincia o región, se obtendría la demanda de agua en esa localidad.

Para las proyecciones se ha analizado la tasa de crecimiento en el período 2004 a 2010, notándose que solamente la región Este exhibe una tendencia clara y sostenida de crecimiento, con aumento en la cantidad de habitaciones (incremento de 7,418 habitaciones en 7 años) de un 3.45% promedio anual para ese período. En las demás regiones hidrográficas se encuentran aumentos menores, con alzas y bajas de un año a otro y con decrecimiento en la cantidad de habitaciones para el período. Esto significa que la tasa de crecimiento no será de utilidad para proyectar los consumos de agua y que el crecimiento o decrecimiento obedece a varios factores no tan fácil de predecir.

Se entiende que en todo caso, las proyecciones deben fundamentarse en aspectos de la política de desarrollo para este sector. No se dispone de un plan actualizado que se pueda consultar y contenga este tipo de predicciones en el comportamiento de un indicador como la cantidad de habitaciones. Esto reduce las opciones de proyecciones en la demanda de agua, a supuestos del crecimiento deseado o esperado en las distintas regiones hidrográficas, basado en su potencial, tomando en cuenta la evolución de este indicador en el pasado reciente, y suponiendo sobretodo que habrá pautas políticas de desarrollo y mecanismos e incentivos que motiven y faciliten las inversiones para nuevos desarrollos en el sector turismo.

La República Dominicana se ha desarrollado como un destino de golf en el Caribe. Para los campos de Golf las estimaciones de demanda de agua corresponden a la de un cultivo (grama) y consecuentemente se considera el balance entre la evapotranspiración y la precipitación efectiva para determinar la demanda de agua. Obviamente, la ubicación del campo de golf y sus dimensiones son determinantes en las estimaciones de demanda de agua. A los fines de definir estas demandas se ha asumido que las dimensiones promedio de un campo de Golf (promedio de los 16,979 campos de golf en los Estados Unidos de Norteamérica) de 18 hoyos (profesional) son de 150 acres (60.7028 Ha) en área total y 100 acres (40.4685 Ha) del área de grama. Las referencias consultadas indican que lámina mínima de riego de un campo de golf para las condiciones de los estados Unidos debe ser de 14 pulgadas (0.35 m), pero señalan que dependiendo de la localidad y la lluvia de esa zona, el consumo de agua de un campo de golf puede variar entre 25 pulgadas (0.63 m) y 65 pulgadas (1.65 m) de requerimientos de la lámina de agua por año para el riego de la grama (100 acres). El volumen de agua mínimo que se demandaría sería de 143,096.20 m³/año, debiendo tenerse en cuenta que en función de la ubicación la demanda de agua puede variar entre 256,975.20 m³/año (año húmedo) y 668,135.93 m³/año (año seco).

En el interés de disponer de cifras promedios se ha seleccionado un lugar en la provincia Santo Domingo para determinar la demanda de agua en función de las condiciones de lluvia y evapotranspiración de esa localidad, concluyendo que la demanda anual de agua (calculada para cada mes y sumado para todo el año) es de 252,998.67 m³/año. Si esta zona es representativa en valores promedios de estas variables del clima a las condiciones que se encontrarían en otras zonas donde hay campos de golf en el país, entonces se puede asumir que esta estimación puede ser considerada como valor representativo del consumo de agua de un campo de golf en la República Dominicana. El área de grama de un campo de golf no es necesariamente proporcional a la cantidad de hoyos, de modo que de no conocerse las dimensiones exactas, se entiende razonable asumir que la demanda de agua será una fracción de la cifra anterior.

5.6.4 Estimaciones de la demanda de agua para el turismo

En el **Cuadro 5.30** se muestra el resultado de las estimaciones de demanda de agua para el sector turismo, por municipio, provincia y región hidrográfica en el período 2004 a 2010, basado en las estadísticas de la cantidad de habitaciones y la dotación asumida. Los **Cuadros 5.31** y **5.32** presentan las cifras, de manera resumida, para la cantidad de habitaciones y la demanda de agua por región hidrográfica respectivamente.

Cuadro 5.30: Demanda de agua en sector turismo por municipio, provincia y región hidrográfica 2004 a 2010

Región Río Yuna								
Año		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Provincia	Municipio	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
La Vega	Concepción de la Vega	89,000	89,000	89,000	89,000	104,000	77,000	77,000
	Constanza	147,000	147,000	147,000	147,000	147,000	147,000	129,000
	Sub total	236,000	236,000	236,000	236,000	251,000	224,000	206,000
Monseñor Nouel	Bonao	77,000	111,000	111,000	111,000	111,000	111,000	111,000
	Sub total	77,000	111,000	111,000	111,000	111,000	111,000	111,000
Duarte	San Francisco de Macorís	251,000	251,000	251,000	251,000	251,000	251,000	251,000
	Sub total	251,000	251,000	251,000	251,000	251,000	251,000	251,000
Espaillat	Moca	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000
	Sub total	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000
Totales		612,000	646,000	646,000	646,000	661,000	634,000	616,000

Región Yaque del Norte								
Año		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Provincia	Municipio	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
La Vega	Jarabacoa	121,000	121,000	121,000	141,000	141,000	203,000	213,000
	Sub total	121,000	121,000	121,000	141,000	141,000	203,000	213,000
Santiago de los Caballeros	Santiago	1,015,000	1,015,000	1,015,000	1,304,000	1,346,000	1,303,000	1,303,000
	Sub total	1,015,000	1,015,000	1,015,000	1,304,000	1,346,000	1,303,000	1,303,000
Valverde	Mao	183,000	183,000	183,000	183,000	183,000	183,000	183,000
	Sub total	183,000	183,000	183,000	183,000	183,000	183,000	183,000
Santiago Rodríguez	Santiago Rodríguez	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000
	Sub total	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000
Dajabón	Dajabón	114,000	114,000	114,000	114,000	114,000	114,000	114,000
	Sub total	114,000	114,000	114,000	114,000	114,000	114,000	114,000
Totales		1,499,000	1,499,000	1,499,000	1,808,000	1,850,000	1,869,000	1,879,000

Región Yaque del Sur								
Año		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Provincia	Municipio	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Barahona	Barahona	572,000	467,000	467,000	467,000	467,000	467,000	487,000
	Bahoruco	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000
	Sub total	585,000	480,000	480,000	480,000	480,000	480,000	500,000
Pedernales	Pedernales	58,000	58,000	58,000	58,000	58,000	58,000	58,000
	Sub total	58,000	58,000	58,000	58,000	58,000	58,000	58,000
Azua	Azua	26,000	26,000	26,000	26,000	26,000	26,000	26,000
	Sub total	26,000	26,000	26,000	26,000	26,000	26,000	26,000
San Juan de la Maguana	San Juan de la Maguana	335,000	335,000	335,000	335,000	335,000	335,000	335,000
	Sub total	335,000	335,000	335,000	335,000	335,000	335,000	335,000
Elias Piña	Elias Piña	19,000	19,000	19,000	22,000	22,000	22,000	22,000
	Sub total	19,000	19,000	19,000	22,000	22,000	22,000	22,000
Independencia	Independencia	9,000	9,000	9,000	12,000	12,000	12,000	12,000
	Sub total	9,000	9,000	9,000	12,000	12,000	12,000	12,000
Totales		1,032,000	927,000	927,000	933,000	933,000	933,000	953,000

Región Ozama - Nizao								
Año		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Provincia	Municipio	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Distrito Nacional	Santo Domingo	4,427,000	3,183,000	3,623,000	3,623,000	4,705,000	4,854,000	4,690,000
	Sub total	4,427,000	3,183,000	3,623,000	3,623,000	4,705,000	4,854,000	4,690,000
Peravia	Baní	69,000	69,000	69,000	73,000	73,000	73,000	73,000
	Sub total	69,000	69,000	69,000	73,000	73,000	73,000	73,000
San Cristóbal	San Cristóbal	39,000	39,000	39,000	39,000	39,000	39,000	39,000
	Sub total	39,000	39,000	39,000	39,000	39,000	39,000	39,000
Monte Plata	Monte Plata	23,000	23,000	23,000	32,000	32,000	32,000	32,000
	Sub total	23,000	23,000	23,000	32,000	32,000	32,000	32,000
Totales		4,558,000	3,314,000	3,754,000	3,767,000	4,849,000	4,998,000	4,834,000

Región Este								
Año		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Provincia	Municipio	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
San Pedro de Macorís	San Pedro de Macorís	4,274,000	3,183,000	3,623,000	3,623,000	3,623,000	3,510,000	3,510,000
	Sub total	4,274,000	3,183,000	3,623,000	3,623,000	3,623,000	3,510,000	3,510,000
La Romana	La Romana	597,000	597,000	597,000	597,000	649,000	727,000	727,000
	Sub total	597,000	597,000	597,000	597,000	649,000	727,000	727,000
La Altagracia	Bayahibe	2,893,000	2,893,000	2,893,000	2,893,000	2,893,000	2,893,000	2,893,000
	Arena Gorda	4,309,000	4,309,000	5,099,000	5,291,000	5,291,000	5,291,000	4,931,000
	Cabeza de Toro	2,122,000	2,266,000	2,328,000	2,328,000	2,809,000	2,809,000	2,809,000
	El Cortecito	4,721,000	5,095,000	5,753,000	6,413,000	6,613,000	6,637,000	5,979,000
	Playa Bávaro	7,499,000	8,948,000	9,418,000	9,508,000	10,783,000	9,662,000	10,802,000
	Punta Cana	814,000	1,004,000	1,064,000	1,064,000	1,064,000	1,064,000	1,064,000
	Uvero Alto	1,262,000	1,262,000	1,262,000	1,322,000	1,322,000	1,322,000	3,112,000
	Salvaleón de Higüey	271,000	271,000	271,000	271,000	271,000	271,000	271,000
Sub total	23,891,000	26,048,000	28,088,000	29,090,000	31,046,000	29,949,000	31,861,000	
Santo Domingo	Boca Chica	1,834,000	1,865,000	1,865,000	1,865,000	1,865,000	1,916,000	1,916,000
	Sub total	1,834,000	1,865,000	1,865,000	1,865,000	1,865,000	1,916,000	1,916,000
Hato Mayor	Hato Mayor	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000
	Sub total	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000
El Seibo	El Seibo	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000
	Sub total	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000
Totales		30,694,000	31,791,000	34,271,000	35,273,000	37,281,000	36,200,000	38,112,000

Región Atlántica								
Año		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Provincia	Municipio	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Samaná	Santa Bárbara de Samaná	457,000	347,000	966,000	966,000	966,000	856,000	856,000
	Sánchez	38,000	38,000	38,000	38,000	38,000	38,000	38,000
	Las Terrenas	1,254,000	1,467,000	1,651,000	1,651,000	1,651,000	1,471,000	1,471,000
	Las Galeras	304,000	304,000	304,000	304,000	304,000	304,000	304,000
	Sub total	2,053,000	2,156,000	2,959,000	2,959,000	2,959,000	2,669,000	2,669,000
Puerto Plata	San Felipe de Puerto Plata	2,935,000	2,990,000	2,990,000	2,947,000	2,947,000	2,947,000	2,947,000
	Puerto Plata	177,000	177,000	177,000	177,000	177,000	177,000	177,000
	Costa Dorada	848,000	848,000	848,000	848,000	1,100,000	1,100,000	1,100,000
	Playa Dorada	848,000	4,655,000	4,655,000	4,658,000	4,201,000	3,440,000	3,440,000
	Sosúa	5,393,000	5,223,000	4,969,000	4,923,000	4,702,000	4,231,000	4,023,000
	Cabarete	1,126,000	1,012,000	1,063,000	1,063,000	792,000	792,000	792,000
	Cofresi	830,000	830,000	830,000	830,000	830,000	830,000	830,000
	La Isabela	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000
	Luperón	429,000	429,000	429,000	429,000	429,000	429,000	429,000
Sub total	12,651,000	16,229,000	16,026,000	15,940,000	15,243,000	14,011,000	13,803,000	
María Trinidad Sánchez	Cabrera	1,123,000	1,123,000	1,123,000	1,123,000	1,123,000	1,123,000	1,123,000
	Nagua	744,000	744,000	744,000	750,000	750,000	750,000	750,000
	Río San Juan	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000
	Sub total	1,958,000	1,958,000	1,958,000	1,964,000	1,964,000	1,964,000	1,964,000
Espaillat	Gaspar Hernández	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000
	Sub Total	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000
Montecristi	Montecristi	143,000	143,000	143,000	143,000	143,000	143,000	143,000
	Sub total	143,000	143,000	143,000	143,000	143,000	143,000	143,000
Totales		16,853,000	20,534,000	21,134,000	21,054,000	20,357,000	18,835,000	18,627,000
Total general		55,248,000	58,711,000	62,231,000	63,481,000	65,931,000	63,469,000	65,021,000

Cuadro 5.31: Resumen evolución cantidad habitaciones por región hidrográfica 2004 a 2010

Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Región	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab	Hab
Yuna	612	646	646	646	661	634	616
Yaque del Norte	1,499	1,499	1,499	1,808	1,850	1,869	1,879
Yaque del Sur	1,032	927	927	933	933	933	953
Ozama Nizao	4,558	3,314	3,754	3,767	4,849	4,998	4,834
Este	30,694	31,791	34,271	35,273	37,281	36,200	38,112
Atlántica	16,853	20,534	21,134	21,054	20,357	18,835	18,627
Totales	55,248	58,711	62,231	63,481	65,931	63,469	65,021

Cuadro 5.32: Resumen evolución demanda de agua sector turismo por región hidrográfica 2004 a 2010

Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Región	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Yuna	612,000	646,000	646,000	646,000	661,000	634,000	616,000
Yaque del Norte	1,499,000	1,499,000	1,499,000	1,808,000	1,850,000	1,869,000	1,879,000
Yaque del Sur	1,032,000	927,000	927,000	933,000	933,000	933,000	953,000
Ozama Nizao	4,558,000	3,314,000	3,754,000	3,767,000	4,849,000	4,998,000	4,834,000
Este	30,694,000	31,791,000	34,271,000	35,273,000	37,281,000	36,200,000	38,112,000
Atlántica	16,853,000	20,534,000	21,134,000	21,054,000	20,357,000	18,835,000	18,627,000
Totales (l/día)	55,248,000	58,711,000	62,231,000	63,481,000	65,931,000	63,469,000	65,021,000
Totales (Millones m³/año)	20.17	21.43	22.71	23.17	24.06	23.17	23.73

Para la demanda de agua de los campos de golf, se ha consultado las estadísticas de la Federación Dominicana de Golf sobre los campos de golf existentes, las cuales se reproducen en el **Cuadro 5.33**, a partir del cual se han estimado las demandas de agua para los campos de golf por región hidrográfica, lo cual se muestra en el **Cuadro 5.34**.

Cuadro 5.33: Campos de golf en la República Dominicana

Zona y campo de golf	Cantidad hoyos	Zona y campo de golf	Cantidad hoyos
Zona Metropolitana Sto. Dgo.		Zona Este	
Santo Domingo Country Club	18	Metro Country Club, Los Marlins Resort	18
Campo Nacional de Golf Las Lagunas	18	Guavaberry Golf & Country Club	18
		Diente de Perro, Casa de Campo	18
Zona Norte		Dye Fore, Casa de Campo	18
Jarabacoa Golf Club	9	La Estancia Golf Course	18
Playa Dorada Golf Course	18	Cocotal Golf and Country Club	27
Playa Grande	18	Punta Espada Golf Course	18
Las Aromas Santiago Golf Club	18	Cana Bay	18
Los Mangos	9	Iberostate Bávaro Golf Club	18

Fuente: <http://www.fedogolf.org.do/campos-de-golf.aspx>

Cuadro 5.34: Demanda de agua para campos de golf en la República Dominicana

Región Hidrográfica	Campos de Golf			Demanda de Agua anual (millones m ³ /año)
	9 Hoyos	18 Hoyos	27 Hoyos	
Yaque del Norte	1	1	0	417,447.81
Atlántica	2	1	0	581,896.94
Yuna	0	0	0	0.00
Este	0	8	1	2,390,837.43
Ozama-Nizao	0	1	0	252,998.67
Yaque del Sur	0	0	0	0.00
Total	3	11	1	3,643,180.85

La proyección de la demanda de agua para el turismo se han estimado cada cinco años, basada en incrementos porcentuales del volumen de agua requerido por este sector en el 2010, asumiendo en cada región un patrón de crecimiento que toma en cuenta el comportamiento del quinquenio 2005 al 2010 y crece a medida en que se establezcan las facilidades para atraer y motivar más inversiones para la infraestructura hotelera, estimulado por supuesto por políticas consecuentes de desarrollo en las que necesariamente tendrá que diversificarse la oferta del producto turístico, en especial en aquellas regiones que poseen otros valores naturales y paisajísticos escasamente explotados. Aunque se ha tenido el cuidado de no crear expectativas de un dramático crecimiento de esta actividad, el volumen de agua para el turismo aumentará entre los años 2010 a 2025, de 27.38 a 84.85 millones m³/año, lo que representa un aumento de 3.10 veces en 15 años. (Ver **Cuadro 5.35**)

Cuadro 5.35: Proyección de la demanda de agua para el turismo

Región hidrográfica	Demanda de agua turismo (millones m ³ /año)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Yaque del Norte	0.55	1.11	1.38	1.73	2.60
Atlántica	7.49	7.38	8.86	11.07	19.38
Yuna	0.24	0.22	0.25	0.30	0.39
Este	11.60	16.31	21.20	31.80	55.65
Ozama-Nizao	1.21	2.01	2.52	3.40	5.77
Yaque del Sur	0.34	0.35	0.40	0.60	1.06
Total	21.43	27.38	34.62	48.91	84.85

5.7 REQUERIMIENTOS DEMANDA DE AGUA PARA LA ACTIVIDAD PECUARIA

5.7.1 Producción animal y la demanda de agua

La moderna producción pecuaria de vocación industrial depende de una base genética cada vez más reducida, especialmente para los animales lecheros, las aves de corral y los cerdos, lo que representa un peligro de depresión endogámica a la larga.

La globalización está acelerando la frecuencia, velocidad y alcance geográfico de los casos de enfermedades transfronterizas de los animales (como la epidemia reciente de la gripe aviar) y facilita el establecimiento de patógenos en entornos donde hasta ahora no estaban presentes. La índole transfronteriza de estas enfermedades y su capacidad de transmitirse entre especies y a las personas plantea serios desafíos que trascienden el sector pecuario y exigen cooperación internacional. La FAO señala que el factor principal que repercute en la zoodiversidad es la globalización de los mercados pecuarios. La mayor parte de la demanda en acelerado crecimiento de productos pecuarios se satisface a través de sistemas de producción intensiva, que utilizan unas cuantas especies y variedades que consumen muchos insumos y son muy productivas

La República Dominicana tiene el deber de fomentar el aumento de la producción, teniendo en cuenta estos retos, en forma coherente con el contexto de la dinámica de los mercados nacionales e internacionales y apuntando al potencial genético y tecnológico que se pueda

desarrollar, apoyado siempre por políticas e incentivos adecuados. La disponibilidad de agua puede repercutir en la ganadería bovina en particular, influenciada en cierta medida por las variaciones en su producción y calidad de la misma por las sequías y excesos de precipitaciones, y en especial por la carencia y existencia de medios de captación y suministro de agua.

5.7.2 Estadísticas disponibles sector agropecuario

Las estadísticas disponibles para definir la demanda de agua del sector pecuario se apoyan en el inventario de la población ganadera en sus distintos renglones, que se basan a la vez en censos que han sido realizados en el pasado para cada una de estas producciones. El **Cuadro 5.36** presenta los resultados de censos de ganado bovino, porcino, caprino, ovino y aves realizados durante el período 1990 a 2001. El **Cuadro 5.37** presenta el inventario de ganadería bovina según arrojaran los censos del 1950, 1960, 1971, 1981 y 1998.

Cuadro 5.36: Inventario de ganado bovino, porcino, caprino, ovino y aves

Tipo	Población (miles de cabezas)							
	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000 a/	2001 a/
Bovino	2,240	2,302	2,435	2,481	2,528	1,954	2,018	2,107
Porcino	431	950	950	960	960	540	539	566
Caprino	550	570	570	570	300	163	178	187
Ovino	115	135	135	135	135	105	105	106
AVES b/	32,800	33,500	42,952	42,952	37,698	42,000	46,000	47,380
TOTAL	36,136	37,457	47,042	47,098	41,621	44,762	48,840	50,346

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y de la FAO.

a/ Cifras preliminares

b/ Solamente gallinas y pollos.

Cuadro 5.37: Inventario ganadería bovina, por censos

Región y Provincia	Censo 1950	Censo 1960	Censo 1971	Censo 1981	Censo 1998
1.- Región Cibao Oriental					
Salcedo	5,798.0	6,773.0	12,581.0	18,098.0	16,576.0
Espailat	24,205.0	28,119.0	48,985.0	61,533.0	46,488.0
La Vega	62,437.0	60,622.0	205,510.0	79,633.0	50,166.0
Monseñor Nouel	0.0	0.0	0.0	52,484.0	49,768.0
Sánchez Ramírez	30,194.0	25,927.0	54,149.0	59,723.0	87,382.0
Duarte	38,619.0	39,329.0	106,264.0	108,588.0	124,461.0
María Trinidad Sánchez	25,665.0	34,458.0	73,232.0	83,252.0	122,130.0
Samaná	10,127.0	10,984.0	14,364.0	16,288.0	26,746.0
<i>Sub-total</i>				479,599.0	523,717.0
<i>Porcentaje</i>				26.5	27.5
2.- Región Cibao Occidental					
Puerto Plata	83,262.0	75,693.0	130,837.0	141,164.0	91,195.0
Santiago	55,521.0	40,132.0	76,677.0	81,442.0	49,748.0
Valverde	22,992.0	13,394.0	26,323.0	28,957.0	44,157.0
Santiago Rodríguez	22,674.0	13,693.0	25,781.0	28,957.0	43,293.0
Dajabón	18,168.0	17,441.0	32,827.0	38,005.0	65,023.0
Monte Cristi	30,679.0	25,816.0	36,637.0	43,436.0	65,199.0
<i>Sub-total</i>				361,961.0	358,615.0
<i>Porcentaje</i>				20.0	18.8
3.- Región Sur-Oeste					
Azua	18,187.0	14,822.0	25,094.0	27,148.0	44,184.0
Barahona	13,885.0	18,071.0	26,290.0	32,576.0	29,414.0
Pedernales	2,357.0	2,886.0	7,997.0	9,049.0	18,515.0
Bahoruco	5,964.0	3,129.0	7,725.0	9,049.0	18,491.0
Independencia	7,495.0	5,458.0	9,785.0	12,669.0	23,380.0
Elias Piña	12,356.0	9,301.0	13,674.0	9,049.0	25,039.0
San Juan	43,921.0	44,651.0	69,985.0	72,392.0	70,980.0
<i>Sub-total</i>				171,932.0	230,003.0
<i>Porcentaje</i>				9.5	12.1
4.- Región Santo Domingo					
Distrito Nacional	43,929.0	52,987.0	62,345.0	72,392.0	36,945.0
San Cristóbal	64,281.0	78,927.0	113,746.0	74,202.0	53,251.0
Peravia	16,978.0	19,671.0	38,322.0	45,245.0	53,764.0
Monte Plata	0.0	0.0	0.0	79,631.0	127,793.0
<i>Sub-total</i>				271,470.0	271,753.0
<i>Porcentaje</i>				15.0	14.3
5.- Región Este					
San Pedro	33,803.0	29,644.0	36,487.0	39,816.0	51,812.0
Hato Mayor	0.0	0.0	0.0	126,686.0	110,696.0
El Seybo	111,209.0	88,404.0	269,452.0	161,073.0	124,341.0
La Altagracia	80,281.0	78,705.0	142,292.0	168,312.0	222,103.0
La Romana	0.0	0.0	27,535.0	28,957.0	11,361.0
<i>Sub-total</i>				524,844.0	520,313.0
<i>Porcentaje</i>				29.0	27.3
TOTAL	884,987.0	839,037.0	1,694,896.0	1,809,806.0	1,904,401.0

Fuente: Frank A. Tejada C., Secretaría de Estado de Agricultura.

El **Cuadro 5.38** contiene un resumen del inventario de 1998, el último realizado por Ministerio de Agricultura, para ganadería caprina, ovina, cunícula y de equinos, por provincia. El **Cuadro 5.39** contiene un resumen similar para la crianza y producción porcina, abejas y de aves.

Cuadro 5.38: Resumen inventario ganado bovino-censo 1998, por provincia

Provincia	Caprino	Ovino	Cunícula	Equino (Caballar)
Distrito Nacional	1,224	1,502	20,389	3,296
Azua	10,697	7,662	163	9,000
Bahoruco	6,461	1,460	274	5,310
Barahona	4,008	1,848	216	5,065
Dajabón	2,858	5,528	541	3,727
Duarte	2,865	1,725	1,771	10,093
Elias Piña	9,465	6,678	789	6,214
El Seybo	925	434	177	5,559
Espailat	2,419	643	1,886	3,327
Independencia	5,023	503	630	2,529
La Altagracia	6,076	6,964	511	7,951
La Romana	4,389	878	0	740
La Vega	3,382	4,340	3,720	7,482
María Trinidad Sánchez	1,115	988	185	3,839
Monte Cristi	20,345	16,539	135	2,178
Pedernales	4,436	2,721	134	1,789
Peravia	16,014	8,660	11,376	10,185
Puerto Plata	2,104	3,042	816	6,669
Salcedo	2,566	251	930	3,235
Samaná	3,491	489	59	2,950
San Cristóbal	11,756	2,518	4,294	9,476
San Juan	10,149	10,378	583	17,480
San Pedro de Macorís	4,603	1,271	173	4,851
Sánchez Ramírez	4,039	3,777	444	6,450
Santiago	5,291	3,496	2,324	8,200
Santiago Rodríguez	2,182	891	128	4,085
Valverde	4,238	4,488	583	2,039
Monseñor Nouel	1,073	911	729	4,486
Monte Plata	7,369	3,572	1,191	14,768
Hato Mayor	2,926	1,297	152	6,994
Total	163,489	105,454	55,303	179,967

Cuadro 5.39: Resumen inventario (2) 1998, por provincia

Provincia	Porcino	Apícola	Aves crianza	Aves patio
Distrito Nacional	13,882	505	2,139,929	55,186
Azua	2,790	2,024	365	68,129
Bahoruco	1,168	579	32	70,692
Barahona	1,391	1,433	156	69,081
Dajabón	2,116	5,148	104,051	65,581
Duarte	28,577	4,009	59,270	206,757
Elias Piña	337	90	24	75,397
El Seybo	6,378	197	77	49,497
Españat	66,155	2,934	3,582,278	128,149
Independencia	491	673	6	31,310
La Altagracia	5,736	2,941	8,849	82,621
La Romana	4,480	27	19,599	9,747
La Vega	74,859	1,288	2,077,053	174,668
María Trinidad Sánchez	4,583	1,826	5,015	59,516
Monte Cristi	2,059	6,993	54	45,057
Pedernales	562	1,052	0	20,014
Peravia	14,472	6,217	317,726	136,738
Puerto Plata	18,320	3,897	38	120,407
Salcedo	25,883	6,930	266,185	104,651
Samaná	2,109	1,080	0	43,897
San Cristóbal	29,906	2,940	3,311,603	237,649
San Juan	6,157	697	6,689	151,614
San Pedro de Macorís	3,613	532	138,490	40,656
Sánchez Ramírez	8,883	2,195	78	110,934
Santiago	168,781	2,268	1,792,784	233,401
Santiago Rodríguez	4,600	2,562	110,500	80,572
Valverde	2,528	7,590	42	49,465
Monseñor Nouel	14,093	942	171,369	74,457
Monte Plata	14,682	2,791	1,115,352	178,017
Hato Mayor	9,008	2,294	36	71,528
Total	538,599	74,654	15,227,650	2,845,388

5.7.3 Estimación de la demanda de agua para distintos tipos de ganado

La dotación de agua requerida para la crianza y producción ganadera en sus distintas vertientes se muestra en el **Cuadro 5.40**, en la que se presentan las dotaciones en litros por cabeza de ganado por día. Estos valores fueron usados en la determinación de la demanda de agua pecuaria.

Cuadro 5.40: Dotaciones requeridas por el ganado, por día

Tipo de cabeza	Dotación
	l/cabeza/día
Vacuno	154
Porcino	9
Caprino	68
Ovino	3
Cunícola	68
Caballar	64
Apícola	0.05
Avícola	0.5
Crianza aves de patio	0.3

Fuente: Secretaría de Estado de Agricultura.

En base a las estadísticas disponibles se determinaron sus tendencias por tipo de ganado y se procedió a proyectarlas para períodos de cinco años, en base al último censo agropecuario (1998) y se multiplicaron por sus dotaciones individuales, obteniéndose como resultado los valores de volúmenes de agua que indica el **Cuadro 5.41**, para los años 1998, año del último censo, y su proyección al 2005, agrupados por región hidrográfica e indicando los factores que influyen en esa estimación de incremento.

Cuadro 5.41: Factores de incremento demanda de agua pecuaria por región hidrográfica 1998 a 2005

Región hidrográfica	Demanda de agua pecuaria (mm ³)	
	1998	2005
Yaque del Norte	17.314	86.744
Atlántica	14.851	84.281
Yuna	23.735	93.165
Este	30.517	99.947
Ozama-Nizao	16.308	85.738
Yaque del Sur	18.932	88.362
TOTALES	121.657	538.237

En el **Cuadro 5.42** se presentan las estimaciones de la demanda de agua anual proyectadas del 2005 al 2025.

Cuadro 5.42: Proyección estimaciones demanda de agua pecuaria por región hidrográfica 2005 a 2025

Región hidrográfica	Demanda de agua pecuaria (millones m ³ /año)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Yaque del Norte	86.74	136.34	185.93	235.52	285.12
Atlántica	84.28	133.87	183.47	233.06	282.65
Yuna	93.17	142.76	192.35	241.94	291.54
Este	99.95	149.54	199.13	248.73	298.32
Ozama-Nizao	85.74	135.33	184.92	234.52	284.11
Yaque del Sur	88.36	137.96	187.55	237.14	286.73
Total	538.24	835.8	1,133.35	1,430.91	1,728.47

De acuerdo con los resultados obtenidos, la región Este es la que presenta mayor demanda de agua pecuaria, seguida por la región Yuna, mientras que la región Atlántica es la que demandan menor cantidad de agua para el ganado, seguida de la región Ozama-Nizao. Como fue observado antes el ganado con mayor demanda de agua fue en vacuno, seguido del caballo y el caprino, mientras que las mínimas demandas correspondieron a la producción apícola, ovino y aves de patio.

5.8 RESUMEN GENERAL DE LA DEMANDA DE AGUA

El **Cuadro 5.43** muestra los valores de volúmenes de demanda anual de agua para los distintos sectores de usuarios en el período 2005 a 2025. El volumen total de la demanda de agua aumentará de 12,315.44 millones m³/año para el 2010, a 13,724.85 millones m³/año en el 2025.

Se aprecia que el sector riego seguirá siendo el principal consumidor de agua, advirtiéndose que se adopta una política de mantener el valor de 6,429.84 millones m³/año, como cifra tope, manifestándose con ello la política de limitar la asignación de agua a este sector, bajo la premisa de que se lograrán aumentos en la eficiencia en el uso de agua para riego que liberarán agua para la expansión del área bajo riego. El riego de este modo verá su proporción reducida con respecto a la demanda de otros sectores como el agua potable, la industria, la actividad pecuaria y el turismo, descendiendo de un 74.46% a un 63.91% (2005 a 2025) con respecto al total de estos cinco sectores de usuarios; y de 52.21% al 46.85%, cuando se considera además el volumen de agua que resulta del caudal ecológico.

Otro detalle que merece ser resaltado es que estos cálculos de demanda de agua han valorado los ecosistemas al nivel de otro sector y con un caudal significativo, el 31.75% al 26.78% de la demanda total de agua en los años 2005 a 2025 respectivamente.

Cuadro 5.43: Proyección de la demanda de agua por sector

Sector	Demanda de agua (millones m ³ /año)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Agua Potable	679.86	760.76	843.8	928.5	1,013.08
Riego	6,429.85	6,429.84	6,429.84	6,429.84	6,429.84
Ecológica	3,675.60	3,675.60	3,675.60	3,675.60	3,675.60
Industrial	259.1	586.07	659.88	716.8	793.01
Pecuaria	538.24	835.8	1,133.35	1,430.91	1,728.47
Turismo	21.43	27.38	34.62	48.91	84.85
Total	11,604.08	12,315.45	12,777.09	13,230.56	13,724.85

El **Cuadro 5.44** presenta el resumen general de la demanda de agua por región hidrográfica.

Cuadro 5.44: Proyección de la demanda de agua por región

Región Hidrográfica	Demanda de Agua (Millones m ³ /año)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Yaque del Norte	2,832.12	2,967.46	3,043.34	3,115.42	3,192.27
Atlántica	552.13	633.02	694.39	755.20	823.59
Yuna	2,079.57	2,145.57	2,212.37	2,279.85	2,347.69
Este	628.14	695.71	764.11	838.77	926.93
Ozama – Nizao	1,296.65	1,594.11	1,718.51	1,831.42	1,958.38
Yaque del Sur	4,215.46	4,279.57	4,344.37	4,409.91	4,475.99
Total	11,604.07	12,315.44	12,777.10	13,230.58	13,724.85

Las proyecciones sobre el uso global del agua son cada vez más complejas en cuanto a su enfoque, y cada vez más detalladas en cuanto a su escala en el espacio y en el tiempo. La mayor limitación para mejorar las tendencias futuras en el agua no surge de la capacidad de las computadoras, sino de las limitaciones en la calidad, disponibilidad y resolución regional de los datos sobre el agua y en las dificultades para hacer cierta clase de evaluaciones.

Los resúmenes de las proyecciones de demanda de agua por región hidrográfica para cada sector de usuario se muestran en los **Cuadros 5.45 a 5.50**.

Cuadro 5.45: Proyección de la demanda agua región Yaque del Norte

Sector	Demanda de Agua (Millones m ³ /año)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Pecuaría	86.74	136.34	185.93	235.52	285.12
Industrial	40.65	113.28	126.43	135.47	148.79
Riego	2,380.72	2,380.72	2,380.72	2,380.72	2,380.72
Agua Potable	107.08	119.63	132.50	145.60	158.66
Ecológica	216.38	216.38	216.38	216.38	216.38
Turismo	0.55	1.11	1.38	1.73	2.60
Total	2,832.12	2,967.46	3,043.34	3,115.42	3,192.27

Cuadro 5.46: Proyección de la demanda agua región Atlántica

Sector	Demanda de Agua (Millones m ³ /año)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Pecuaría	84.28	133.87	183.47	233.06	282.65
Industrial	15.99	42.38	47.53	51.30	56.57
Riego	78.04	78.04	78.04	78.04	78.04
Agua Potable	42.69	47.71	52.85	58.09	63.31
Ecológica	323.64	323.64	323.64	323.64	323.64
Turismo	7.49	7.38	8.86	11.07	19.38
Total	552.13	633.02	694.39	755.20	823.59

Cuadro 5.47: Proyección de la demanda agua región Yuna

Sector	Demanda de Agua (Millones m ³ /año)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Pecuaría	93.17	142.76	192.35	241.94	291.54
Industrial	30.61	36.93	43.70	50.87	58.33
Riego	882.53	882.53	882.53	882.53	882.53
Agua Potable	81.63	91.74	102.15	112.82	123.51
Ecológica	991.39	991.39	991.39	991.39	991.39
Turismo	0.24	0.22	0.25	0.30	0.39
Total	2,079.57	2,145.57	2,212.37	2,279.85	2,347.69

Cuadro 5.48: Proyección de la demanda agua región Este

Sector	Demanda de Agua (Millones m ³ /año)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Pecuaría	99.95	149.54	199.13	248.73	298.32
Industrial	24.96	30.14	35.70	41.59	47.71
Riego	7.11	7.11	7.11	7.11	7.11
Agua Potable	64.14	72.23	80.59	89.16	97.76
Ecológica	420.38	420.38	420.38	420.38	420.38
Turismo	11.60	16.31	21.20	31.80	55.65
Total	628.14	695.71	764.11	838.77	926.93

Cuadro 5.49: Proyección de la demanda agua región Ozama-Nizao

Sector	Demanda de Agua (Millones m ³ /año)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Pecuaría	85.74	135.33	184.92	234.52	284.11
Industrial	119.60	330.44	367.65	392.34	429.77
Riego	190.03	190.03	190.03	190.03	190.03
Agua Potable	312.67	348.90	385.99	423.73	461.30
Ecológica	587.40	587.40	587.40	587.40	587.40
Turismo	1.21	2.01	2.52	3.40	5.77
Total	1,296.65	1,594.11	1,718.51	1,831.42	1,958.38

Cuadro 5.50: Proyección de la demanda agua región Yaque del Sur

Sector	Demanda de Agua (Millones m ³ /año)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Pecuaría	88.36	137.96	187.55	237.14	286.73
Industrial	27.29	32.89	38.88	45.24	51.85
Riego	2,891.41	2,891.41	2,891.41	2,891.41	2,891.41
Agua Potable	71.65	80.55	89.72	99.11	108.53
Ecológica	1,136.41	1,136.41	1,136.41	1,136.41	1,136.41
Turismo	0.34	0.35	0.40	0.60	1.06
Total	4,215.46	4,279.57	4,344.37	4,409.91	4,475.99

5.9 REFERENCIAS

- ONE, “Proyecciones nacionales de población por sexo y grupos quinquenales, 1980-2050”, Secretariado Técnico de la Presidencia, Oficina Nacional de Estadística, Santo Domingo, Abril, 2006.
- Ayuntamiento de Bruselas? (E.C.E.S.A., M.A.C.E.S.A.,
- *The California Water Plan Update BULLETIN 160-98*, Chapter 4, Urban, Agricultural, and Environmental Water Use, 1998
- García-Valiñas, M. A., “Urban water demands: estimate for three spanish Municipalities”, University of Oviedo (Asturias), Department of Economics, 2003
- Thompson, Bee, “Comment on “Water demand and population growth” by CF Schutte and WA Pretorius, Water SA 23 (2), Palmer Development Group, South Africa. 268 ISSN 0378-4738, Water SA Vol. 24 No. 3 July 1998
- Demand estimates and projections, Appendix b, b-1, Draft Lower East Cost (LEC) Regional Water Supply Plan Appendices, Miami, April 3, 2000,
- HDR, “South central Texas regional water planning area, initially prepared regional water plan”, Volume III, 1.1 Demand Reduction (Water Conservation) (Option L-10), Texas, August 2000,
- Holloway, M.L., and Bob S. Ball, “Understanding trends in Texas per capita water consumption,” Southwest, Econometrics, Austin, Texas, 1991.
- Applied Water Demand and Supply, Department of Water Resources, Southern District, Water Resources of Arroyo Grande-Nipomo Mesa Area, 2000,
- Rosegrant, Mark W.; Cai, Ximing; Cline, Sarah A. Cline, “Global water outlook to 2025: Averting an impending crisis”, A 2020 Vision for Food, Agriculture, and the Environment Initiative International Food Policy Research Institute, Washington, D.C., U.S.A. International Water Management Institute Colombo, Sri Lanka, September 2002,
- Albiac, José; Tapia, Javier, “La gestión de la demanda de agua frente a la política de trasvase del Ebro”, Documento de Trabajo 01/02, Unidad de Economía Agraria, SIA-DGA, Zaragoza, 2001. pp.98
- Pacific Institute, “Formal comments on the public draft of bulletin 160-2005”, The California Water Plan, Oakland, California 94612, U.S.A, July 18, 2005, pp. 11,
- “Water efficiency manual for commercial, industrial, and institutional Facilities”, North Carolina Department of Environment and Natural Resources, North Carolina Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, North Carolina Division of Water Resources, Land-of-Sky Regional Council - WRATT Program, August 1998, pp. 129.
- USEPA, Water conservation plan guidelines, Part 5, Advanced guidelines for Preparing

- water conservation plans, U.S. Environmental Protection Agency, 1998, pp. 42.
- Estay Caballero, Ricardo; Manríquez Forjo, “El agua no contabilizada en sistemas de producción de agua potable”, Ana, E. M. O. S. S. A. ,Santiago – Chile,
 - Marshallsay, Dene, “Understanding domestic water use in the context of demand management and forecasting”, Demand Management, WRC PLC, UK, UK Environment Agency, Water Resources Planning Guidelines, February 2004, pp. 6.
 - O. N. E., “República Dominicana en cifras 2006”, Secretariado Técnico de la Presidencia, Oficina Nacional de Estadística, Santo Domingo, República Dominicana, pp. 174
 - Upali Amarasinghe, “Spatial variation in water supply and demand across the river basins of India”, Draft Research Report, International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, 2003, pp. 41.
 - Sotomayor Garza, Claudia; López Alcántara, Nonatzin; Jiménez Cisneros, Blanca, “Suministro confiable de agua para consumo humano en el distrito de riego”, Instituto de Ingeniería, UNAM, México, D.F. 2001, pp. 9.
 - Parry-Jones, Sarah; Cotton, Andrew; “Optimizing the selection of demand assessment techniques for water supply and sanitation projects”, Project/Task No: 207, , Final Report, October 1999, London School of Hygiene & Tropical Medicine, UK, WEDC, Loughborough University, UK, pp. 46.
 - “Water supply, water storage”, Army TM 5-813-4, Air Force Manual 88-10, vol. 4, Departments of the army and the air force ,September 1985, pp. 19.
 - Pinkham, Richard; Davis Bill; “North Central Arizona, Water Demand Study”, *INAL, June 2002, Phase I Report*, Rocky Mountain Institute, CO, , Planning and Management Consultants, Ltd., Coconino Plateau Water Advisory Council, pp. 178.
 - Gardner-Outlaw, Tom; Engelman, Robert; “Sustaining water, easing scarcity: A second update”, Revised Data for the Population Action International Report, Sustaining Water: Population and the Future of Renewable Water Supplies, Washington D.C., 1997, pp. 20.
 - Solley, Wayne B.; “ Estimates of water use in the Western United States in 1990 and Water-Use Trends 1960-90, *U.S. Geological Survey, Reston, Virginia*, Report to the Western Water Policy Review Advisory Commission, August 1997, pp.27.
 - WRIA 44/50, Basin Assessment, April 2003, PACIFIC GROUNDWATER GROUP,

CAPÍTULO

6

EL BALANCE HÍDRICO

6.1 ANTECEDENTES EN LA REALIZACIÓN DE LOS BALANCES HÍDRICOS

El balance hídrico actualizado es antecedido por otros estudios en los que se han realizado balances hídricos. Estos son:

PLANIACAS: El Plan Nacional de Aprovechamiento y Control de las Aguas Subterráneas (PLANIACAS) fue ejecutado por INDRHI-TAHAL, a inicio de la década de los 80, (abril 1981 - abril 1983), con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). El balance hídrico fue realizado para las zonas hidrogeológicas, con atención especial a la determinación del potencial de aguas subterráneas.

PNORHI: Bajo el auspicio de la Organización de los Estados Americanos (OEA), el INDRHI llevó a cabo el Plan Nacional de Ordenamiento de los Recursos Hídricos (1992-1994), cuyo objetivo era disponer de un instrumento de planificación.

Estudio Hidrogeológico Nacional Fase I: Este estudio (mayo 1997-febrero 2000) abarcó las cuencas y la franja costera de la vertiente sur del país (aproximadamente 7,194 Km²), realizándose el balance hídrico para esas cuencas. Fue desarrollado dentro del marco del Proyecto de Desarrollo Geológico y Minero en la República Dominicana, SYSMIN-RD, financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo.

Fase II del “Estudio Hidrogeológico Nacional”: La Fase II del “EHN” (junio 2003 – noviembre 2004) contempló una superficie total de 37,157 km² (77% de la superficie total del país) y su objetivo básico consistió en extender los trabajos ya realizados en la Fase I a las unidades hidrogeológicas del país no estudiadas en la parte norte, cubriendo zonas específicas Constanza, Samaná, Miches.

Los balances de agua realizados en los estudios anteriores han logrado aportar al conocimiento de la distribución cuantitativa de los diferentes componentes del ciclo hidrológico en las cuencas, regiones hidrográficas y unidades hidrogeológicas. La interpretación de sus resultados debe tomar en cuenta el carácter y los aspectos metodológicos de cada estudio.

El **Cuadro 6.1** resume los estudios mencionados y los clasifica de acuerdo a sus características más distintivas. Algunos de estos se enfocaron más en fijar el potencial de las aguas subterráneas, y por tal razón las zonas de estudios se definieron como las unidades hidrogeológicas, en lugar de aplicar el enfoque por cuencas hidrográficas. Unos utilizaron modelos de simulación hidrológica para representar la disponibilidad de los recursos de agua superficial, mientras que otros, como el PNORHI, se basaron simplemente en las estadísticas de los registros de caudales en los cauces principales. El PNORHI y el presente balance hídrico tienen un componente de planificación sectorial no contemplado en los demás. Los EHN-I y EHN-II fueron proyectos que incluyeron el monitoreo hidrológico e instalación de nuevas estaciones hidro-meteorológicas.

Cuadro 6.1 Resumen de estudios previos realizados con balance hídrico a nivel nacional y enfoque metodológico

Año	Estudio	Carácter Plan Sector	Modelamiento Hidrológico	Evaluación Recarga Agua Subterránea	Monitoreo Hidrológico - Instalación Estaciones	Referencia Asistencia Técnica
1981 - 1983	Plan Nacional de Aprovechamiento de las Aguas Subterráneas (PLANIACAS)		x	x	x	Organización de Estados Americanos (Tahal)
1992 - 1994	Plan Nacional de Ordenamiento de los Recursos Hídricos (PNORHI)	x				Organización de Estados Americanos
1998 - 2000	Estudio Hidrogeológico Nacional (Fase I)		x	x	x	Unión Europea (Aquater)
2003 - 2004	Estudio Hidrogeológico Nacional (Fase II)		x	x	x	Unión Europea (Etipsa)
2006 - 2007	Plan Hidrológico Nacional	x	x	x		Gobierno España (Grusamar)

6.2 TIPOS DE BALANCES HÍDRICOS Y FUENTES DE DATOS

En el **Plan Hidrológico Nacional (PHN)** se han aplicado tres enfoques distintos en la realización del balance, cuyos criterios técnicos se resumen a continuación:

- 1. Relación de las variables climáticas:** En este enfoque se comparan a nivel espacial la precipitación (P) y la evapotranspiración (ETP), buscando establecer en cuales regiones se tiene un excedente de humedad ($P > ETP$) y en cuales se tiene un déficit de humedad ($P < ETP$) y el recurso agua está limitado.

2. **Balance a nivel de cuenca:** Este enfoque aplica la simulación hidrológica para determinar la disponibilidad de agua considerando el conjunto de puntos de extracción o derivación de agua y estimando el porcentaje de veces que se satisface la demanda en esos distintos puntos.
3. **Contraste de la disponibilidad y demanda de agua por región:** Este enfoque evalúa la disponibilidad de agua y estima el consumo de agua por los diferentes sectores de usuarios, dando como resultado un “balance neto” de los recursos hídricos.

Los insumos para estos balances han sido las plataformas integrales de las redes de estaciones climáticas de la ONAMET y del INDRHI y la red de estaciones hidrométricas operadas por el INDRHI. El **Cuadro 6.2** muestra la información proporcionada por ONAMET (datos climáticos medios mensuales), que formaron parte de la base de datos primaria para el ejercicio del balance hídrico. En la **Figura 6.1** muestra las estaciones del INDRHI que aportaron datos hidrológicos para el balance.

Cuadro 6.2: Series de datos climáticos suministrados por ONAMET

Región Hidrográfica	Lluvia	Evaporación	Humedad Relativa	Temp. Máx.	Temp. Mín.
Yaque del Norte	11	2	3	11	11
Atlántica	13	0	4	12	13
Yuna	8	2	1	9	9
Este	11	0	3	11	10
Ozama – Nizao	9	2	4	9	9
Yaque del Sur I	14	2	3	11	13
Yaque del Sur II	9	1	2	9	9
Total	75	9	20	72	74

Figura 6.1: Mapa de la red hidrométrica de la República Dominicana



Fuente: INDRHI, 2006. Estadísticas del agua en la República Dominicana.

En el **Cuadro 6.3** se muestra un resumen del número y el tipo de las distintas estaciones hidrológicas del INDRHI que fueron examinadas e incorporadas en los cálculos del balance hídrico y su distribución en las regiones hidrográficas. Los parámetros climáticos suministrados por la ONAMET correspondiente a setenta y cinco (75) estaciones climáticas, mayormente disponen de datos de lluvias y temperaturas máximas y mínimas, y en menor porcentaje tienen datos de evaporación y humedad relativas.

Cuadro 6.3: Relación datos estaciones hidroclimáticas INDRHI

Datos hidroclimáticos	Estaciones vigentes Y suspendidas	Datos entregados	
		Mensuales	Diarios
Región Yaque del Norte			
Estaciones hidrométricas	47	47	30
Estaciones climáticas	10	10	8
Estaciones pluviométricas	40	40	0
Región Atlántica			
Estaciones hidrométricas	8	8	8
Estaciones climáticas	2	2	2
Estaciones pluviométricas	4	4	0
Región Yuna			
Estaciones hidrométricas	23	23	23
Estaciones climáticas	9	9	9
Estaciones pluviométricas	16	16	0
Región Este			
Estaciones hidrométricas	9	9	7
Estaciones climáticas	3	3	3
Estaciones pluviométricas	7	7	0
Región Ozama Nizao			
Estaciones hidrométricas	20	20	16
Estaciones climáticas	4	4	4
Estaciones pluviométricas	36	36	0
Región Yaque del Sur			
Estaciones hidrométricas	49	49	28
Estaciones climáticas	23	23	21
Estaciones pluviométricas	39	39	0
Totales			
Estaciones hidrométricas	156	156	112
Estaciones climáticas	51	51	47
Estaciones pluviométricas	142	142	0

6.3 BALANCE HÍDRICO CLIMÁTICO

La representación global, en el balance hídrico basado en variables climáticas, se determina mediante la siguiente ecuación:

$$ETP = P - Q,$$

En la que,

ETP = Evapotranspiración = E vegetación + E suelo;

P = Precipitación; y

Q = Escorrentía superficial

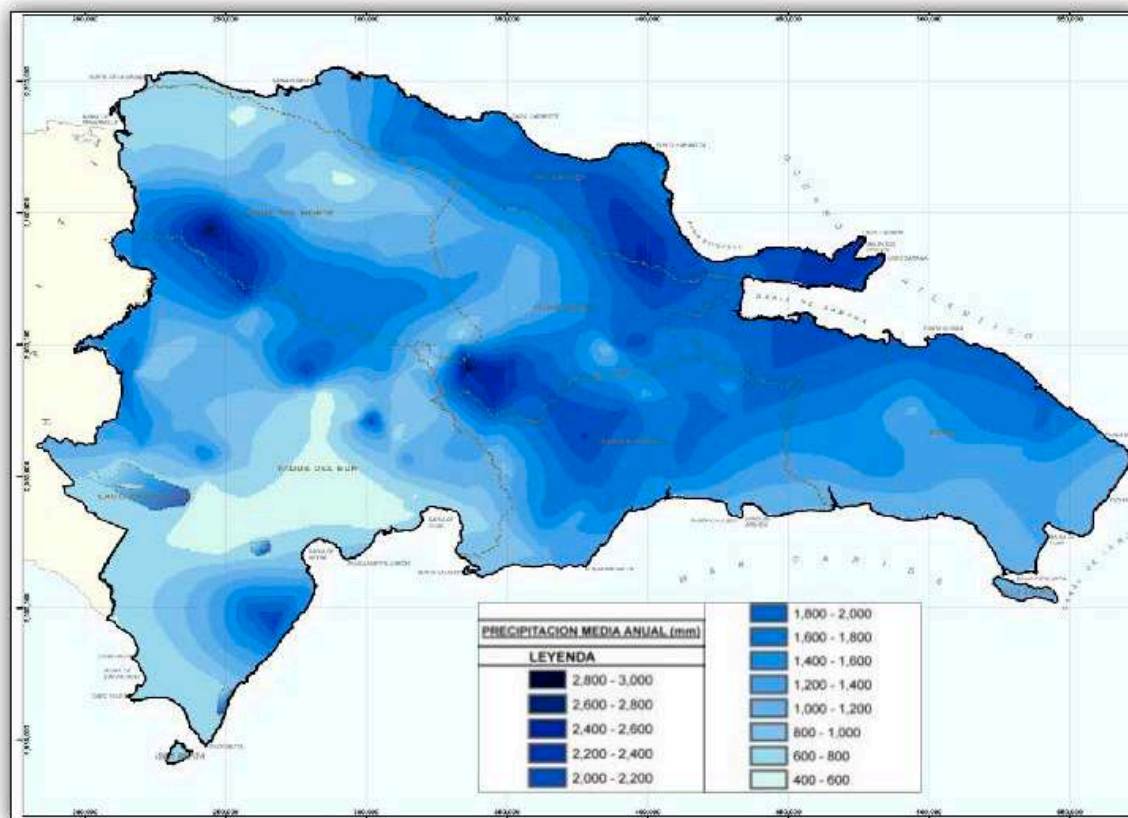
Cuando la evaporación real es igual a la evaporación potencial (ETR = ETP) se define que el sistema está limitado por energía. En esta condición hay agua presente para el sistema

evaporarla. En el caso contrario, que la evaporación Real sea menor que la evaporación Potencial ($ETR < ETP$), entonces se concluye que el sistema está limitado por agua. En este caso el sistema presenta un déficit de agua.

6.3.1 Estimación de la lluvia

Para la elaboración del mapa de Isoyetas anuales se utilizaron las estaciones pluviométricas y climáticas tanto de la red del INDRHI como de ONAMET, que en total sumaron 203 estaciones. En la **Figura 6.2** se muestran los resultados de la estimación de la lluvia promedio.

Figura 6.2: Mapa de lluvia media anual de la República Dominicana



En el **Cuadro 6.4** se indican las áreas por cada rango de valores de las precipitaciones, obtenidas del mapa de distribución de las precipitaciones, mientras que el **Cuadro 6.5** muestra la precipitación promedio por región hidrográfica.

En cuanto a valores promedios de precipitación, las regiones Atlántica y Yuna-Camú son las más lluviosas en los registros, y las regiones Yaque del Sur y Yaque del Norte son las menos lluviosas. Debe recordarse que esto corresponde a valores promedio de precipitaciones. Consecuentemente, en cada región hay sitios de valores promedios de lluvias mayores y menores que los valores que caracterizan la región a nivel de esas cuencas.

Cuadro 6.4: Lluvia media anual de la República Dominicana por rango de valores de precipitación

Rango precipitación (mm)		Área Km ²	P medio (mm)	(Ai/A) x Pi
Pa	Pb			
400	600	1992.70	500	20.43
600	800	5635.08	700	80.90
800	1000	4174.56	900	77.05
1000	1200	6949.54	1100	156.78
1200	1400	6383.84	1300	170.20
1400	1600	5681.98	1500	174.79
1600	1800	7636.87	1700	266.26
1800	2000	5936.80	1900	231.34
2000	2200	2898.47	2100	124.83
2200	2400	1095.11	2300	51.66
2400	2600	316.59	2500	16.23
2600	2800	51.37	2700	2.84
2800	3000	7.09	2900	0.42
		48760.00		1,373.74

Cuadro 6.5: Lluvia media anual por región de la República Dominicana

Región	Área km ²	P (mm)	(Ai/A) x Pi
Yaque del Norte	7,880.58	1,263.0	204.5
Atlántica	5,104.20	1,783.1	187.0
Yuna Camu	5,326.57	1,641.4	179.6
Este	8,308.17	1,534.7	262.0
Ozama Nizao	6,288.33	1,605.5	207.4
Yaque del Sur	15,762.15	1,028.4	333.1
	48,670.00		1373.6

6.3.2 Estimación de la evapotranspiración

El término evapotranspiración involucra los conceptos de evapotranspiración de referencia, evapotranspiración de cultivo y evapotranspiración real, los cuales se relacionan de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$ET_c = K_c * ETO$$

En la que

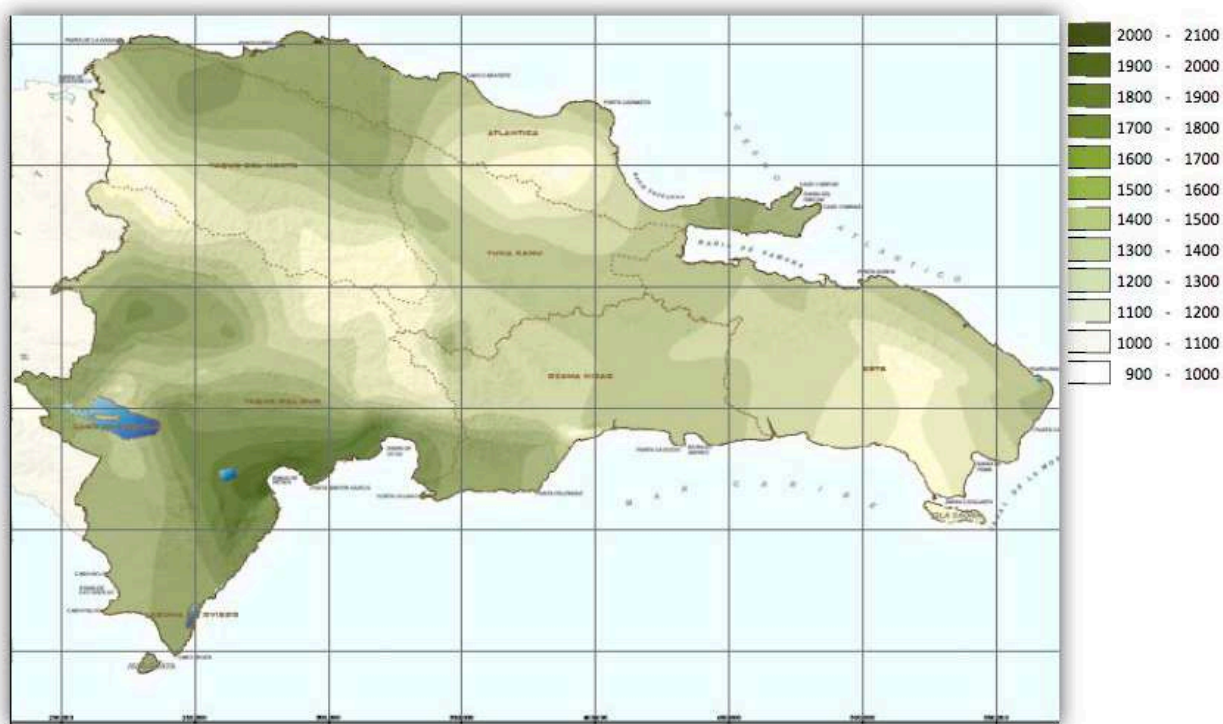
- ET_c = Evapotranspiración del cultivo en mm/día,
- ET₀ = Evapotranspiración de referencia en mm/día,
- K_c = Coeficiente (adimensional).

Para transformar la ETP potencial a ETP real se ha aplican tres coeficientes: el coeficiente de humedad de suelo, el de temperatura de Suelo y el de vegetación boscosa. El coeficiente de reducción (K_c) varía en el rango de 0.60 a 0.75 para diferentes tipos de cobertura.

Merece especial mención el aporte del Departamento de Hidrología del INDRHI que suministró la información de los cálculos que poseían del estudio para el Centro de Agua para Zonas Áridas de Latino América y el Caribe (CAZALAC), en el cual se compararon los siguientes métodos: Penman-Monteith, Penman Original, Turc, Ivanov, Thornthwaite, Evaporímetro, y Hargreaves.

Para la elaboración del mapa de ETP, se dio preferencia a los valores arrojados por el Método de Penman-Monteith y donde no fue posible obtener el dato por este método se utilizó el Método del Tanque Corregido, aplicando un valor de corrección de acuerdo a las características de la zona y el comportamiento de otra estación cercana, de 0.70. Los resultados se muestran en la **Figura 6.3** y en el **Cuadro 6.6**, con el mapa de la distribución espacial de la evapotranspiración potencial y los valores de ETP en cada región hidrográfica. En la **Figura 6.4** se muestra un ejemplo de su distribución temporal.

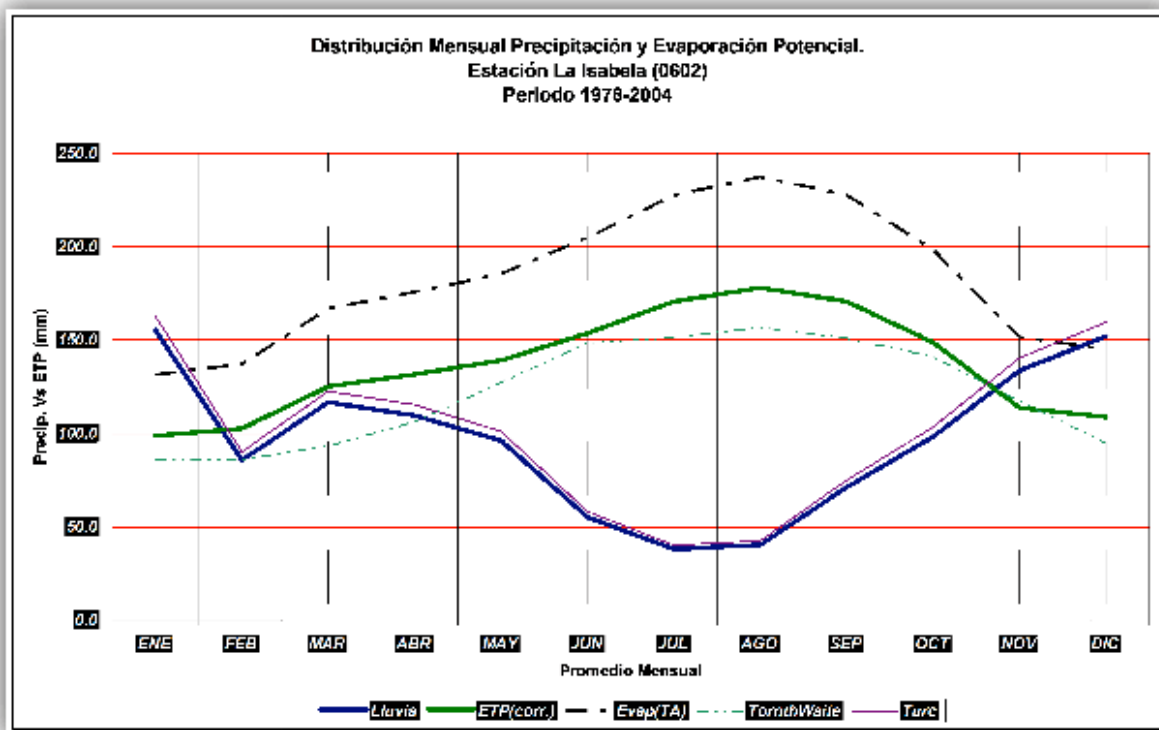
Figura 6.3: Mapa de evapotranspiración de referencia de la República Dominicana



Cuadro 6.6 Evapotranspiración potencial por región hidrográfica

Región	Área km ²	P (mm)	(Ai/A) x Pi
Yaque del Norte	7,880.58	1,263.0	204.5
Atlántica	5,104.20	1,783.1	187.0
Yuna	5,326.57	1,641.4	179.6
Este	8,308.17	1,534.7	262.0
Ozama - Nizao	6,288.33	1,605.5	207.4
Yaque del Sur	15,762.15	1,028.4	333.1
	48,670.00		1373.6

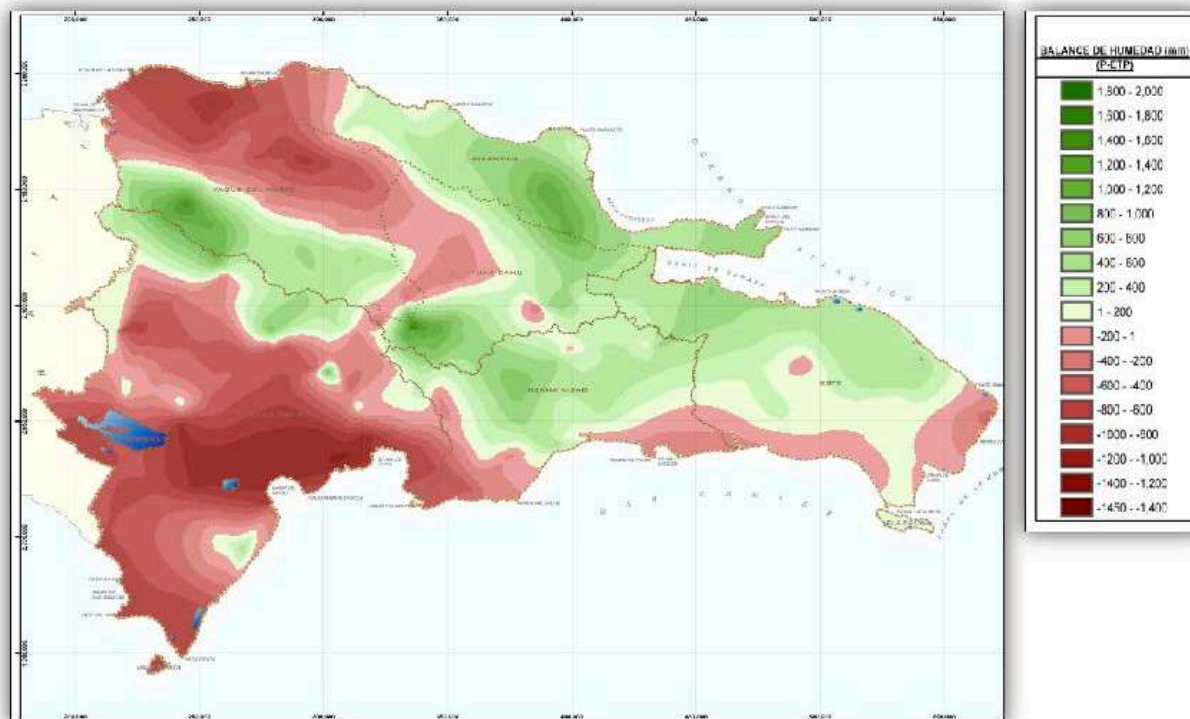
Figura 6.4: Ejemplo de distribución temporal de la evapotranspiración de referencia (Estación La Isabela)



6.3.3 Superposición de los Mapas de P y ETP

El resultado de la superposición de ambos mapas P – ETP se muestra en la **Figura 6.5**, donde pueden apreciarse las zonas con déficit y las que tienen un exceso de agua en la República Dominicana.

Figura 6.5: Mapa de balance de humedad de la República Dominicana



En el **Cuadro 6.7** se muestran los valores de humedad ($P - ETP$) para cada región hidrográfica. Nuevamente las regiones Yaque del Norte y Yaque del Sur exhiben condiciones de humedad inferiores a las del resto del país.

Cuadro 6.7: Valores de $P - ETP$ por región hidrográfica

Región	Área km ²	P - ETP mm	(A) _i x (P-ETP) _i
Yaque del Norte	7,916.07	-113.47	-18.5
Atlántica	5,049.79	378.07	39.2
Yuna	5,363.37	305.18	33.6
Este	8,275.89	240.00	40.8
Ozama - Nizao	6,298.93	223.03	28.9
Yaque del Sur	15,765.95	-494.19	-160.1
Total	48,670.00		-36.0

6.4 SIMULACIÓN HIDROLÓGICA

El objetivo del modelo de simulación es cuantificar la cantidad de agua naturalmente disponible bajo condiciones no alteradas y cuanto de esa agua es usada actualmente por actividades humanas. Los componentes del balance relacionados a disponibilidad de agua incluyen los elementos naturales del ciclo hidrológico y los elementos de las actividades del hombre en su intervención sobre el ciclo del agua. Estos podrían ser: precipitación, escurrimiento, almacenamiento de agua en embalses, agua subterránea y su potencial de extracción, agua importada de otras regiones (trasvases) y flujo de retorno.

Los componentes del balance relacionados a los usos de agua incluyen: las derivaciones y extracciones de las fuentes superficiales y subterráneas, los requerimientos de conservación de agua en el cauce y los usos consuntivos. Para describir el uso dado al recurso, se incluyen las siguientes categorías: usos agrícolas, municipales, industriales, flujos en el cauce y pérdidas naturales (evaporación y evapotranspiración).

6.4.1 Modelo PITTMAN

El modelo mensual lluvia-escorrentamiento de Pittman (Pittman, 1973) es utilizado para determinar la disponibilidad de recursos hídricos, y se ha popularizado mucho en Sudáfrica (Midgley et al., 1994), (Hughes, 1997; IHP, 1997). La versión actual del modelo contiene dos componentes de aguas subterráneas. La versión utilizada está basada en modificaciones añadidas durante la aplicación del modelo para la primera fase del programa FRIEND de la UNESCO de Sudáfrica (Hughes, 1997). El modelo se aplica utilizando un paquete de software de modelamiento integrado (SPATSIM: Spatial and Time Series Information Modelling; Hughes, 2002) que relaciona la data espacial con otros tipos de datos (tablas de parámetros y series de tiempo) e incluye una variedad de formatos de entrada y salida de datos y de subrutinas de análisis, así como enlaces a modelos de simulación hidrológica y de recursos hídricos. Se determinaron métodos para estimar series de tiempo de la recarga y descarga de agua subterránea a partir de datos disponibles e integrarlos con un enfoque de estimación de agua superficial que sería considerado aceptable dentro de un modelo hidrológico superficial.

El **Cuadro 6.8** provee una lista de los parámetros empleados en el uso del modelo de simulación Pitman. Datos requeridos por el modelo son: área de la cuenca, series de tiempo de la lluvia promedio sobre la cuenca, distribuciones estacionales de la evaporación (fracciones), demanda de agua para riego (mm), otras demandas de agua (fracciones) y factores de distribución mensual de esos parámetros. Datos opcionales para el modelo son: series de tiempo de la evaporación potencial promedio, flujos desde aguas arriba y flujos de transferencia.

Cuadro 6.8: Parámetros del modelo PITTMAN

Parámetro	Unidades	Descripción
RDF		Factor de distribución de lluvia. Controla la distribución de la lluvia total mensual a través de cuatro iteraciones del modelo
AI	Km2	Fracción impermeable de la sub-cuenca
PI1 y PI2	mm	Almacenamiento de la Intercepción para tipos de vegetación
AFOR	%	% área de la sub-cuenca bajo el tipo 2 de vegetación
FF		Cociente de la tasa de evaporación potencial para Veg2 en relación a Veg1
PEVAP	Mm	Evaporación potencial anual de la cuenca
ZMIN	mm/mes	Tasa mínima de absorción de la cuenca
ZAVE	mm/mes	Tasa promedio de absorción de la cuenca
ZMAX	mm/mes	Tasa máxima de absorción de la cuenca
ST	mm	Capacidad máxima de almacenamiento de humedad
SL	Mm	Almacenamiento de humedad mínimo por debajo del cual no ocurre escurrimiento
POW		Potencia de la ecuación almacenamiento de humedad-escurrimiento humedad
FT	mm/mes	Escurrimiento de almacenamiento de humedad a capacidad completa (ST)
GW	mm/mes	Escurrimiento máximo proveniente de agua subterránea
R		Parámetro de la relación Evaporación-almacenamiento de humedad
TL, GL	Meses	Retraso del escurrimiento (superficial y subterránea, respectivamente)
AIRR	Km2	Área de riego
IWR	Fracción	Fracción del Retorno del agua de riego
EFFECT	Mm	Fracción de la lluvia Efectiva
RUSE	MMC/año	Demanda de agua no-riego de río
MDAM	MMC	Capacidad de almacenamiento de embalse/presa
DAREA	%	% de la sub-cuenca por encima de las presas
A, B		Parámetros en la relación no-lineal de la presa (área-volumen)
IRRIG	km2	Área de riego desde as pequeñas presas
SL	Mm	humedad del suelo por debajo de la cual no hay recarga
GW	Mm	profundidad máxima de recarga a capacidad de humedad máxima
GPOW		potencia de la ecuación almacenamiento de humedad-recarga
DR	%	Zona de recarga directa como un % del área total de captación
DD	Km/km2	densidad de drenaje efectiva
T	m2/día	Transmisividad
S		Almacenabilidad
Pendiente		Pendiente de drenaje inicial de agua subterránea

El modelo hidrológico elegido calcula los componentes en la ecuación de balance en el espacio y en el tiempo. La simulación tiene el objetivo de evaluar el potencial de los recursos hídricos de una región o país y planificar cuales recursos pueden ser aprovechados y desarrollados para satisfacer la siempre creciente demanda de agua para fines doméstico, industrial y agrícola (BNWMP, 1991; NAMPAD, 2000). En un sentido ulterior, lo que se busca en un modelo de predicción para el balance hídrico es mejorar la toma de decisiones en torno a un problema hidrológico, tal como los que se presentan en los procesos de planificación de recursos hídricos, protección contra las inundaciones, mitigación de la contaminación o aprobación de permisos para uso de agua (Beven, 2005).

6.4.2 Procedimientos del modelo de PITTMAN

Este modelo de parámetros agregados simula el proceso de tránsito y conversión de la lluvia en escurrimiento a través de los almacenamientos, interceptación y humedad del suelo, haciendo las deducciones de las pérdidas por evaporación y transpiración. Este modelo cubre 8 pasos:

PASO 1: Definición de las regiones y cuencas hidrográficas, delineados de la divisoria de las cuencas en base a mapas digitales disponibles en el Laboratorio de Geomática del INDRHI, localización de las estaciones hidro-meteorológicas, (pluviométricas, climáticas e hidrométricas), localización de los puntos de infraestructura existentes, obra de toma para extracción o derivación y/o almacenamiento de agua y puntos de interés de desarrollos futuros.

PASO 2: Recopilación, análisis y procesamiento de los datos de lluvia suministrados por el INDRHI y ONAMET. La duración promedio de estas series de tiempo es de 50 años para los registros de las estaciones ONAMET y 30 años para las del INDRHI. Los registros de lluvias mensuales fueron rellenados utilizando el Programa HEC-4, desarrollado por el US Army Corps of Engineers (USACE).

PASO 3: Determinación de los promedios reales de lluvia sobre las cuencas y regiones hidrográficas. Con la distribución de las estaciones en las redes de medición se realizan las ponderaciones por la ubicación de cada estación.

PASO 4: Análisis de calidad de los datos a través de inspección visual de las gráficas, con el uso de una herramienta bajo SPATSIM y análisis de doble masas. Para los datos de caudales se utilizan la inspección visual de las gráficas de caudales mensuales y una evaluación de las estadísticas.

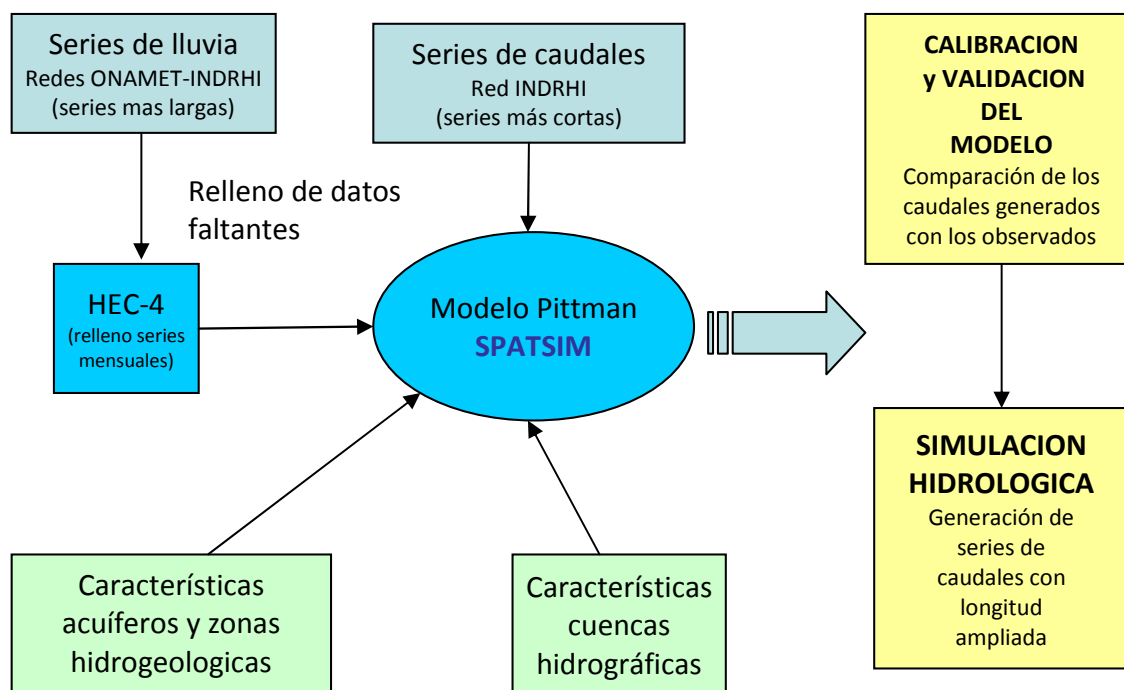
PASO 5: Compilación de información histórica de los usos de agua, presas (volúmenes de embalses y sus características), canales y zonas de riego, sistemas de abastecimiento de agua potable, entre otras.

PASO 6: Montaje del modelo de Pittman con los “shape-files” de las redes de estaciones, infraestructura hidráulica, las series de tiempo de las estaciones hidro-climatológicas.

PASO 7: Calibración y validación de modelamientos anteriores de las regiones hidrográficas, donde estén disponibles esos resultados, se fijan los parámetros de esos modelos.

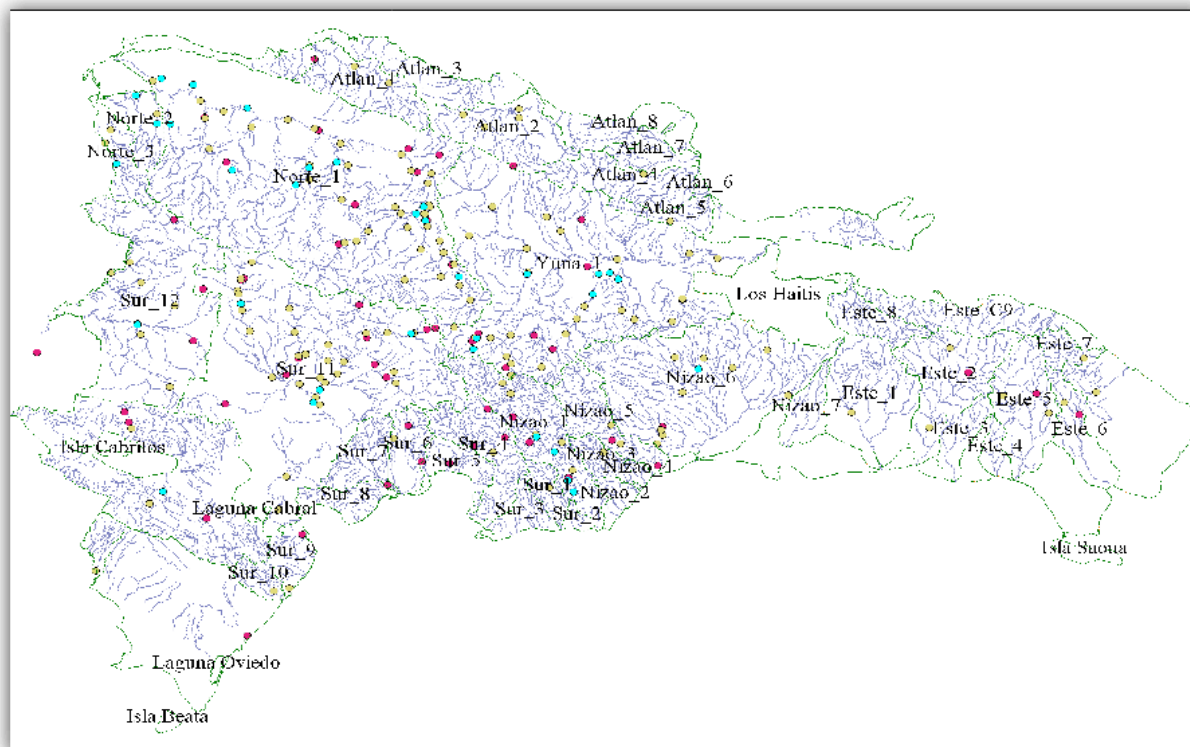
PASO 8: Análisis e interpretación de los resultados.

Figura 6.6: Esquema del modelo PITTMAN - SPATSIM de Calibración para el Balance Hídrico



La fase inicial del proceso de la calibración fue diseñada principalmente para: (i) evaluar cuán aplicable es el modelo a la República Dominicana; (ii) identificar cualquier problema con los datos disponibles; y (iii) intentar establecer guías para futuras y más refinadas calibraciones del modelo. (Ver **Figuras 6.6**)

Figura 6.7: Mapas de estaciones hidro-climáticas consideradas en el modelo de Simulación



6.4.3 Resultados simulación

A título de ejemplo se presentan los resultados obtenidos en la cuenca del río Yuna, la cual tiene un área de 5,668 km², un caudal medio de 114.11 m³/s próximo a su desembocadura al mar, y transporta un volumen total de 3,600 Millones m³/s al año. Se han considerado en esta evaluación los registros de las estaciones en sub-cuencas importantes del Yuna que son: Yuna-Los Plátanos (180007) (Ver **Figura 6.11**), río Maimón-Maimón (184001), río Yuna-Los Quemados (180001), río Yuna-Piedra Los Veganos (180011), río Blanco-Blanco (183001) y río Tireo-Pinalito (183102).

Las **Figuras 6.8** y **6.9** ilustran los resultados para la sub-cuenca del río Yuna-Los Plátanos, los cuales están claramente afectados por todas las simulaciones aguas arriba. La lluvia de entrada al modelo es algo más alta (2,240 mm/año) que lo que sugiere el mapa de Isoyetas (2000 – 2200 mm/año) y esto puede ser un resultado que permite mejorar la apreciación sobre la disponibilidad de agua y el balance hídrico en una escala más detallada. Durante este período analizado la correspondencia entre caudales observados y simulados es muy buena.

Figura 6.8: Caudales observados y simulados: Río Yuna - Los Plátanos
(Negro = observados, Azul = simulado)

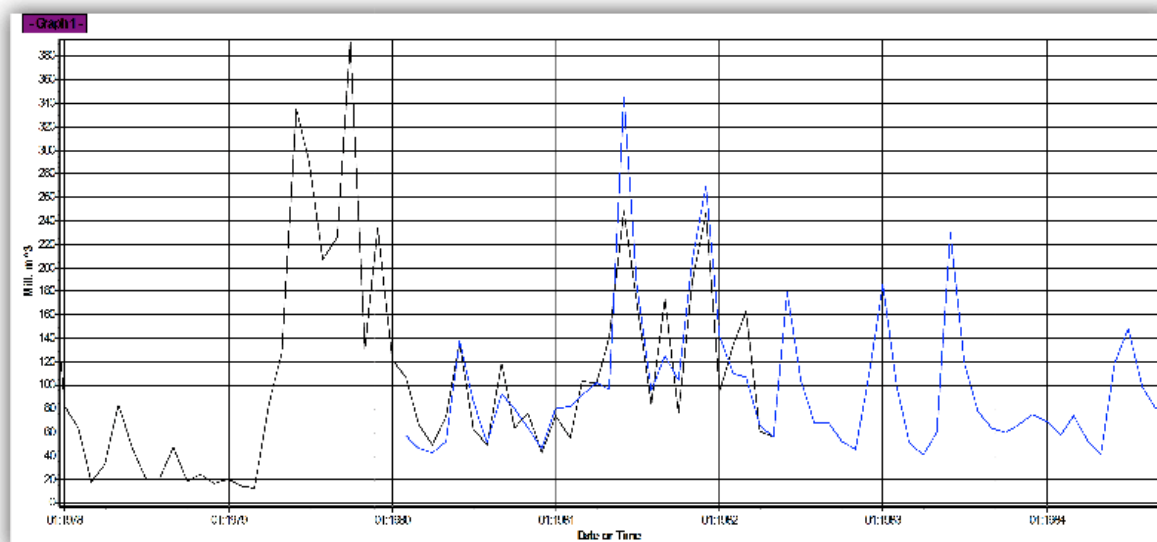
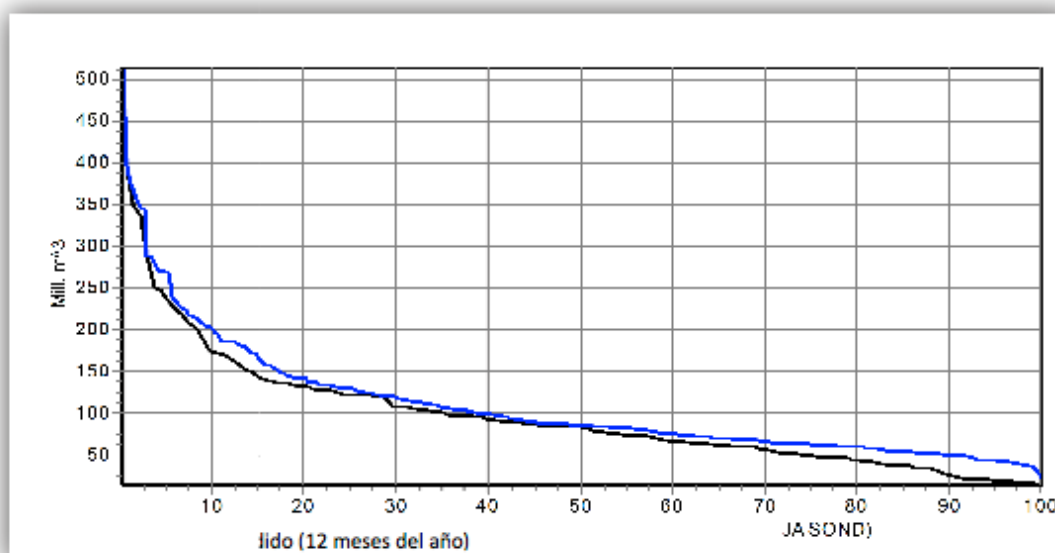


Figura 6.9: Curva de duración de caudales: Río Yuna-Los Plátanos
(Negro = observados, Azul = simulados)



Una comparación entre la curva de duración de caudales y los caudales observados muestra un acuerdo razonable pero con sobre-simulación de los caudales bajos (frecuencia de excedencia mayor de alrededor del 60%). Esto puede ser un reflejo de las extracciones de agua en esta parte de la cuenca y estas necesitan ser contabilizadas para los refinamientos posteriores de la calibración.

La **Figura 6.10** ilustra la curva revisada de duración de caudales simulados por el modelo, asumiendo una extracción constante (i.e. no hay variaciones estacionales y bombeo continuo 24 horas al día). Los caudales bajos se simulan ahora muy bien, pero los caudales moderados están sub-simulados. No es muy probable que estas extracciones sean continuas y se requiere más información para ajustar ya sea el volumen total anual de extracción o la distribución estacional.

Figura 6.10: Curva de duración de caudales revisada: Río Yuna-Los Plátanos
(Negro=observados, Azul = simulados sin extracciones, Rojos = simulados con extracciones)

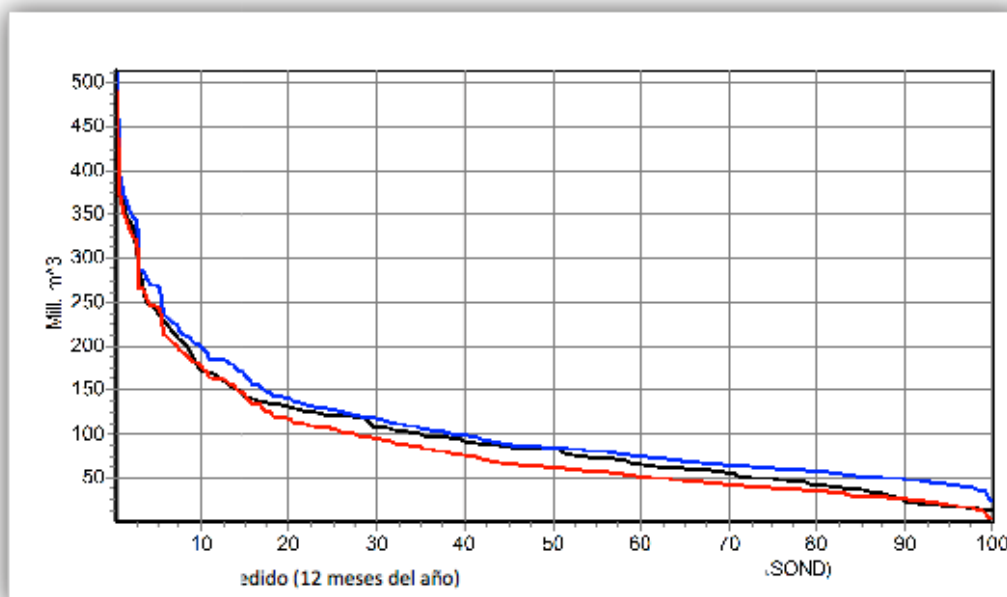
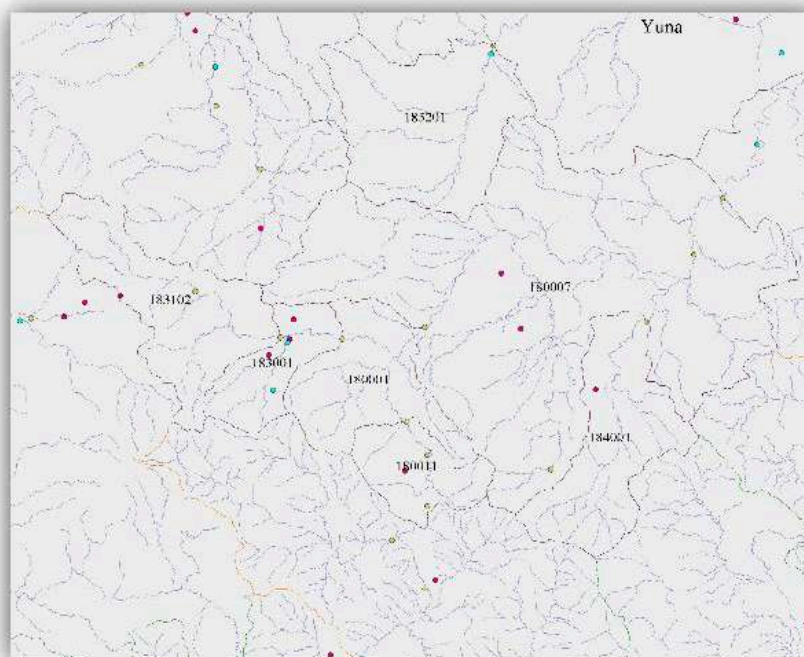


Figura 6.11: Sub-cuencas aguas arriba de la estación Yuna-Los Plátanos



De forma similar fueron tratadas las demás cuencas hidrográficas con resultados aceptables del proceso de la calibración. En sentido general para las regiones hidrográficas, los caudales bajos (de menor magnitud) parecen estar razonablemente bien simulados, mientras que los caudales más altos pueden estar sub-estimados en la simulación. El promedio de lluvia anual usado para entrada al modelo fue 2500 mm, tuvo que ser ajustado a los valores del mapa de isoyetas, ya que no se tiene una definición satisfactoria del promedio espacial de la lluvia de entrada al modelo, lo cual es debido a la ausencia de estaciones pluviométricas en las partes montañosas. Futuros trabajos para actualizar el balance hídrico y calibraciones sucesivas del modelo permitirán un mayor entendimiento de las propiedades físicas de las diferentes partes de la República Dominicana a ser usadas como base para parámetros de calibración y la estimación de parámetros en cuencas sin medición y un mayor entendimiento de los patrones espaciales e históricos de los usos de agua, de forma tal que los parámetros de extracción del modelo puedan ser cuantificados de manera realista durante el proceso de calibración.

6.5 CONTRASTE ENTRE DISPONIBILIDAD Y DEMANDA DE AGUA

En este tercer enfoque clásico de un balance hídrico se cuantifican los volúmenes de agua superficiales y subterráneas disponibles en cada una de las distintas regiones del estudio, y se comparan con el total de los volúmenes demandados por los distintos sectores que inciden de manera directa en dichas regiones. Para la estimación de la demanda se consideraron tanto los “usos consuntivos” para el “consumo humano” y las actividades municipales, turísticas, agrícolas, pecuarias, industriales, mineras, así como los usos no consuntivos, entre los que se destacan el ambiental y el de generación de hidroelectricidad.

El balance hídrico involucra la cuantificación de los parámetros que intervienen en el ciclo hidrológico y los referentes al consumo de agua por los diferentes sectores de usuarios, en una región o cuenca determinada, y su interrelación, lo que da como resultado un diagnóstico de las condiciones reales de los recursos hídricos en cuanto a su oferta, disponibilidad y demanda en dicha región.

Los resultados de las estimaciones y cálculos de la disponibilidad de agua y de la demanda de agua han sido presentados en los capítulos precedentes. La comparación entre ambas cifras para cada región hidrográfica arroja el balance que se muestra en el **Cuadro 6.9**, con el balance de entre disponibilidad y usos de agua por región, tomando el año 2005 como año base de la información hidrológica. El saldo general para el año base (2005) es positivo en aproximadamente el 50 % en valores promedios a nivel nacional. No obstante, en algunas regiones la demanda es prácticamente igual a la oferta, creando una situación crítica, como en el caso de la región Yaque del Norte, en la que se ha utilizado el 91.81 % de sus recursos hídricos.

Cuadro 6.9: Balance oferta-demanda de agua 2005 (Año Base)

Región Hidrográfica	Disponibilidad de Agua (Millones m3/año)	Usos o Demandas de Agua (Millones m3/año)	Balance (Millones m3/año)
Yaque Del Norte	3,086.46	2,832.12	254.34
Atlántica	4,850.73	552.13	4,298.60
Yuna	3,836.96	2,079.57	1,757.39
Este	3,883.95	628.14	3,255.81
Ozama-Nizao	4,916.08	1,296.65	3,619.43
Yaque Del Sur	5,392.51	4,215.46	1,177.05
Totales	25,966.69	11,604.07	14,362.62

La distribución por región hidrográfica del balance al año 2010 entre disponibilidad y los usos del agua en cada región, se muestra en el **Cuadro 6.10** El balance hídrico proyectado al 2025 se presenta en el **Cuadro 6.11** debajo. Si no se toman medidas oportunas de control de la demanda y se emprenden acciones de conservación, en el 2025 se presentará una situación muy crítica en la cuenca del río Yaque del Norte, proyectándose un saldo negativo en dicha cuenca, lo que significa que las demandas de agua superarán la disponibilidad. De lo contrario, las previsiones de caudal ecológico podrían probablemente ser ignoradas.

Cuadro 6.10: Balance oferta-demanda de agua 2010

Región hidrográfica	Disponibilidad de agua (millones m3/año)	Usos o demandas de agua (millones m3/año)	Balance (millones m3/año)
Yaque del Norte	3,086.46	2,967.46	119.00
Atlántica	4,850.73	633.02	4,217.71
Yuna	3,836.96	2,145.57	1,691.39
Este	3,883.95	695.71	3,188.24
Ozama-Nizao	4,916.08	1,594.11	3,321.97
Yaque del Sur	5,392.51	4,279.57	1,112.94
Totales	25,966.69	12,315.44	13,651.25

Cuadro 6.11: Balance oferta-demanda de agua proyectado al 2025

Región Hidrográfica	Disponibilidad de Agua (Millones m3/año)	Usos o Demandas de Agua (Millones m3/año)	Balance (Millones m3/año)
Yaque Del Norte	3,086.46	3,192.27	-105.81
Atlántica	4,850.73	823.59	4,027.14
Yuna	3,836.96	2,347.69	1,489.27
Este	3,883.95	926.93	2,957.02
Ozama-Nizao	4,916.08	1,958.38	2,957.70
Yaque Del Sur	5,392.51	4,475.99	916.52
Totales	25,966.69	13,724.85	12,241.84

6.6 INDICADORES HÍDRICOS Y CARACTERIZACIÓN DE LAS REGIONES HIDROGRÁFICAS

Disponer de indicadores sobre la disponibilidad de agua y el balance entre oferta y demanda es de mucha utilidad para apreciar la distribución de la disponibilidad el grado de presión sobre los recursos hídricos existentes o compromisos de demanda de agua en relación a la disponibilidad. La caracterización de las cuencas hidrográficas se analiza en función de los indicadores hídricos, entendiendo por indicador aquellos componentes de un sistema que son de naturaleza física, química o biológica (incluyendo los componentes de origen humano), que pueden ser observados y utilizados para revelar información sobre el estatus del sistema y sobre los cambios en el mismo.

Entre los indicadores considerados se presentan el de disponibilidad de agua per cápita, el de tensión hídrica y el grado de presión sobre los recursos hídricos.

6.6.1 Disponibilidad hídrica per cápita

La disponibilidad por habitante por año, para el año base (2005) es de 2,628 m³/año para el escurrimiento superficial y el potencial de aprovechamiento de aguas subterráneas. En el **Cuadro 6.12** se muestran los indicadores de disponibilidad por habitante, empleando las cifras de población proyectada en el año base (2005), mientras que en el **Cuadro 6.13** se tienen las cifras correspondientes al escenario proyectado en el año 2025.

Cuadro 6.12: Disponibilidad per cápita por región hidrográfica 2005 (Año Base)

Región Hidrográfica	Disponibilidad Hídrica (millones m ³ /año)	Población 2005	Disponibilidad Hídrica Per Cápita (m ³ /Hab/año)
Yaque del Norte	3,086.46	1,478,113	2,088
Atlántica	4,850.73	661,581	7,332
Yuna	3,836.96	1,579,036	2,430
Este	3,883.95	919,613	4,223
Ozama-Nizao	4,916.08	3,930,708	1,251
Yaque del Sur	5,392.51	1,313,040	4,107
Totales	25,966.69	9,882,091	2,628

Cuadro 6.13: Disponibilidad per cápita por región hidrográfica proyectada al 2025

Región hidrográfica	Disponibilidad hídrica (millones m ³ /año)	Población 2025	Disponibilidad hídrica per cápita (m ³ /Hab/año)
Yaque del Norte	3,086.46	2,585,228	1,194
Atlántica	4,850.73	1,157,110	4,192
Yuna	3,836.96	2,761,743	1,389
Este	3,883.95	1,608,409	2,415
Ozama-Nizao	4,916.08	6,874,833	715
Yaque del Sur	5,392.51	2,296,516	2,348
Totales	25,966.69	17,283,839	1,502

Estas cifras de disponibilidad per cápita señalan una baja dotación de agua por habitante en la región Ozama-Nizao, lo cual es influenciado por la cantidad de habitantes concentrada en Santo Domingo. Debe recordarse que los datos de disponibilidad de agua corresponden a valores promedios y que de realizarse las comparaciones con el caudal firme, el panorama sería de franca escasez. Una lectura oportuna de estos indicadores es requerida para promover una planificación del desarrollo tendente a una distribución demográfica en base a disponibilidad de recursos hídricos y de otros recursos por supuesto.

6.6.2 Tensión hídrica

De acuerdo con la clasificación de Marlin Falkenmark y C. Widstrand (1993), sobre el Índice de Tensión hídrica (ver **Cuadro 6.14**), el país se encuentra en problemas generales de agua para situación normal y en tensión hídrica en los años extremos de escasez de agua. La región Ozama-Nizao se encuentra en tensión hídrica permanentemente desde 2005 con disponibilidad per cápita de 1,251 m³/habitante por año, lo cual se agravará al 2025 con 715 m³/habitante por año, que ya estaría en el rango de escasez crónica. Para el 2025 la cuenca del río Yaque del Norte también exhibirá tensión hídrica desde el punto de vista de disponibilidad de agua por habitante.

Cuadro 6.14: Índice de tensión hídrica según M. Falkenmark

Clasificación de Falkenmark	
Característica del País	Disponibilidad
	m ³ /h/año
Problemas limitados	> 10,000
Problemas generales	1,670 – 10,000
Tensión hídrica	1,000 – 1,670
Escasez crónica	500 – 1,000
Escasez absoluta	< 500

De acuerdo con la clasificación de Igor Shiklomanov, sobre el Índice de Tensión Hídrica (ver **Cuadro 6.15**), el país clasifica en disponibilidad baja, en años medios y en muy baja en años extremos de escasez de agua.

Cuadro 6.15: Índice de tensión hídrica, según I. Shiklomanov

Clasificación de Shiklomanov	
Disponibilidad Media por Persona	Clasificación
< 1,000	Extremadamente baja
1001 – 2,000	Muy baja
2001 – 5,000	Baja
5,001 – 10,000	Media
10,000 – 20,000	Alta
> 20,000	Muy alta

Fuente: INDRHI, Estadísticas del agua en la Rep. Dominicana, 2006.

6.6.3 Índice de escasez o grado de presión sobre los recursos hídricos

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), han propuesto el uso de un indicador llamado Índice de Escasez. Este indicador que también se conoce como el Grado de Presión sobre el recurso agua, y relaciona la oferta o disponibilidad hídrica anual con la demanda total de los usuarios. Expresa el porcentaje del agua ya comprometida en determinada cuenca hidrográfica. En función del nivel de compromiso del agua califica (ver **Cuadro 6.16**) situaciones de baja escasez (debajo del 10 %) a fuerte escasez o presión por el agua (sobre el 40 %).

Cuadro 6.16: Índice de escasez de agua

Índice	Grado de Presión (% de demanda sobre disponibilidad de agua)	Característica
Bajo	Menor de 10%	Presión Escasa: Los recursos disponibles, en general, no sufren presiones sobre ellos.
Moderado	10% a 19%	Presión Moderada: El agua es un factor que limita el desarrollo. Es necesario hacer esfuerzos para reducir la demanda y efectuar inversiones para aumentar los almacenamientos.
Mediano	20 % a 40 %	Presión Media - Fuerte: Es necesario una gestión rigurosa, para que siga siendo sostenible. Habrá que resolver el problema de la competencia entre usuarios y velar por mantener caudales suficientes para los ecosistemas acuáticos.
Elevado	Mayor de 40 %	Presión Fuerte: Indica una situación de escasez. A menudo el ritmo de utilización supera el de la renovación natural. Hay que desarrollar fuertes alternativas, por ejemplo desalinización. Debe prestarse atención urgente a la ordenación intensiva del recurso y a la demanda de que es objeto. Es probable que los actuales mecanismos de uso no sean sostenibles y la escasez de agua se está convirtiendo en un factor limitativo del crecimiento económico.

Fuente: OMM/UNESCO, 1997 (OMM) No. 857)

Cuando se aplica este indicador a la situación de la República Dominicana, como lo muestra el **Cuadro 6.17** para el año base (2005), se puede observar que las demandas aparentemente son satisfechas, pero la presión sobre el recurso en determinadas cuencas, como es la región Yaque del Norte, donde la situación del agua es realmente crítica, pues en esa cuenca ya se utiliza el 91.81 % de los recursos disponibles. Una situación igualmente de fuerte presión sobre los recursos hídricos se tiene en la región Yaque del Sur con un 78.18 % del agua disponible que ya es utilizada.

Cuadro 6.17: Balance hídrico y grado de presión hídrica (año Base 2005)

Región hidrográfica	Disponibilidad de agua (millones m ³ /año)	Usos o demandas de agua (millones m ³ /año)	Presión hídrica en porcentaje (demanda / disponibilidad)	Presión hídrica (clasificación)
Yaque del Norte	3,086.46	2,832.12	91.76	Fuerte
Atlántica	4,850.73	552.13	11.38	Moderada
Yuna	3,836.96	2,079.57	54.20	Fuerte
Este	3,883.95	628.14	16.17	Moderada
Ozama-Nizao	4,916.08	1,296.65	26.38	Media
Yaque del Sur	5,392.51	4,215.46	78.17	Fuerte
Totales	25,966.69	11,604.07	44.69	

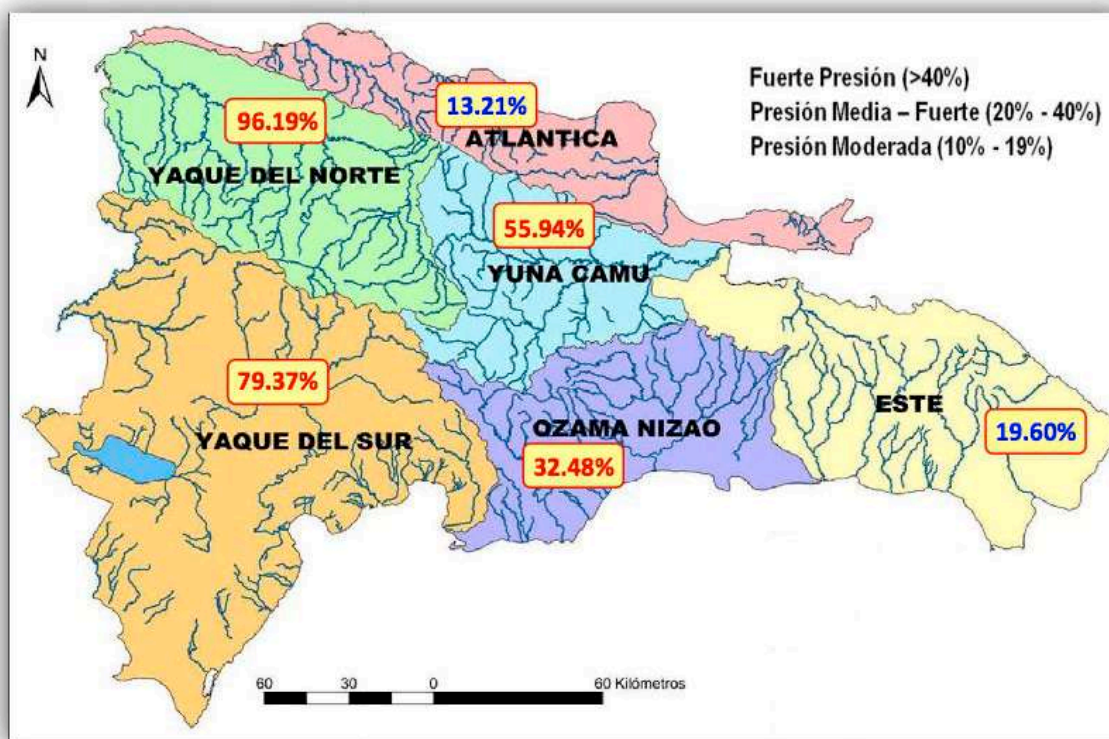
En el año 2010 las regiones Yaque del Norte y Yaque del Sur continuaron con su progresivo aumento de escasez o presión hídrica con cifras de 96.19 % y 79.36 % respectivamente. La cuenca del río Yuna ya mostraba para el 2010 un nivel de aprovechamiento de sus recursos de un 55.94%. En la región Ozama La región Ozama – Nizao en 2010 el grado de presión ya estaba en un 32.48 %. En la Región Este aumentó el uso de agua de un 16.46 % en 2005 a un 19.60% en 2010, con respecto al agua disponible (ver **Cuadro 6.18**).

Cuadro 6.18: Balance hídrico y grado de presión hídrica 2010

Región hidrográfica	Disponibilidad de agua (millones m ³ /año)	Usos o demandas de agua (millones m ³ /año)	Presión hídrica en porcentaje (demanda / disponibilidad)	Presión hídrica (clasificación)
Yaque del Norte	3,086.46	2,967.46	96.14	Fuerte
Atlántica	4,850.73	633.02	13.05	Moderada
Yuna	3,836.96	2,145.57	55.92	Fuerte
Este	3,883.95	695.71	17.91	Moderada
Ozama-Nizao	4,916.08	1,594.11	32.43	Media
Yaque del Sur	5,392.51	4,279.57	79.36	Fuerte
Totales	25,966.69	12,315.44	47.43	

De no emprenderse las acciones necesarias, la situación puede agravarse progresivamente, como lo define el escenario del balance hídrico correspondiente al año 2025. Como se evoluciona hacia ese escenario que se muestra en los **Cuadros 6.19, 6.20 y 6.21** para los años 2015, 2020 y 2025. Con los niveles actuales de eficiencia en el uso del agua, ya en el año 2020 el agua de la cuenca del río Yaque del Norte no será suficiente para cumplir con todos los compromisos del agua y mantener un flujo adecuado para los ecosistemas. La **Figura 6.12** plasma en el mapa del país la situación de presión por los recursos hídricos en el 2010.

Figura 6.12: Mapa del grado de presión hídrica por región hidrográfica



Para contrarrestar esta situación es imprescindible fortalecer los programas educativos dirigidos a la población y las comunidades para promover una cultura de racionalidad en el uso del agua y de conservación de los recursos hídricos y las cuencas hidrográficas. Entre otras medidas que son requeridas, es también necesario modernizar la infraestructura de riego y mejorar la eficiencia de las redes de suministro de agua potable.

Cuadro 6.19: Balance hídrico y grado de presión hídrica proyectado al 2015

Región hidrográfica	Disponibilidad de agua (millones m ³ /año)	Usos o demandas de agua (millones m ³ /año)	Presión hídrica en porcentaje (demanda / disponibilidad)	Presión hídrica (clasificación)
Yaque del Norte	3,086.46	3,043.34	98.60	Fuerte
Atlántica	4,850.73	694.39	14.32	Moderada
Yuna	3,836.96	2,212.37	57.66	Fuerte
Este	3,883.95	764.11	19.67	Media
Ozama-Nizao	4,916.08	1,718.51	34.96	Media
Yaque del Sur	5,392.51	4,344.37	80.56	Fuerte
Totales	25,966.69	12,777.10	49.21	

Cuadro 6.20: Balance hídrico y grado de presión hídrica proyectado al 2020

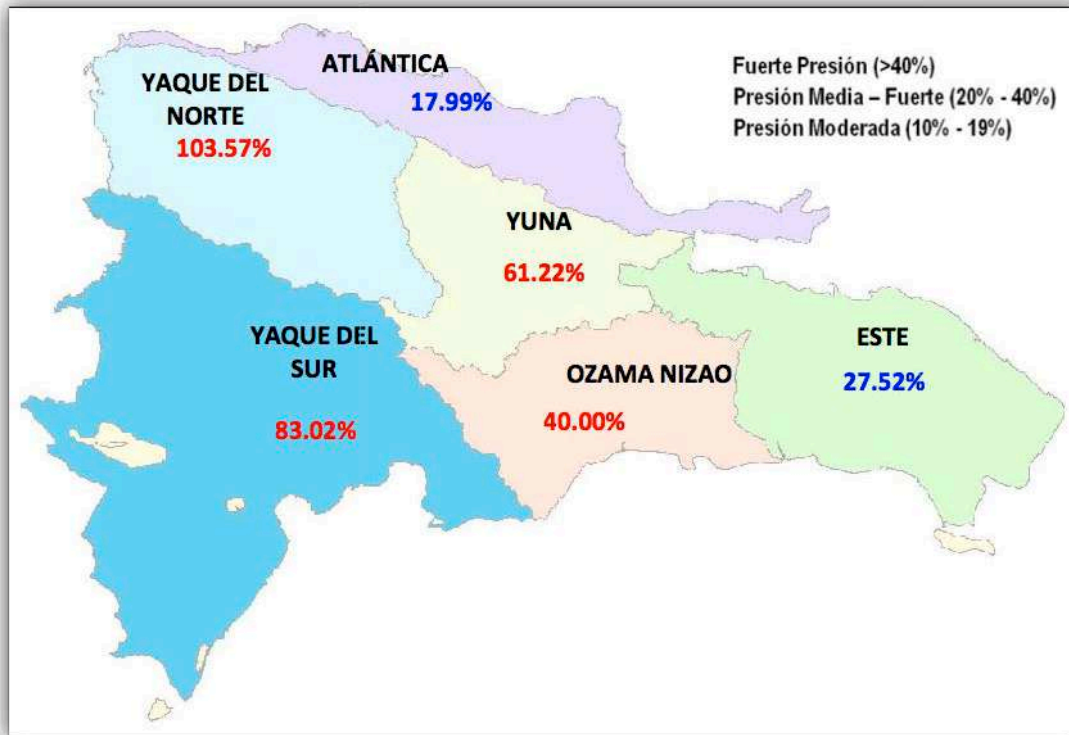
Región hidográfica	Disponibilidad de agua (millones m ³ /año)	Usos o demandas de agua (millones m ³ /año)	Presión hídrica en porcentaje (demanda / disponibilidad)	Presión hídrica (clasificación)
Yaque del Norte	3,086.46	3,115.42	100.94	Fuerte
Atlántica	4,850.73	755.20	15.57	Moderada
Yuna	3,836.96	2,279.85	59.42	Fuerte
Este	3,883.95	838.77	21.60	Media
Ozama-Nizao	4,916.08	1,831.42	37.25	Media
Yaque del Sur	5,392.51	4,409.91	81.78	Fuerte
Totales	25,966.69	13,230.58	50.95	

Cuadro 6.21: Balance hídrico y grado de presión hídrica proyectado al 2025

Región hidográfica	Disponibilidad de agua (millones m ³ /año)	Usos o demandas de agua (millones m ³ /año)	Presión hídrica en porcentaje (demanda / disponibilidad)	Presión hídrica (clasificación)
Yaque del Norte	3,086.46	3,192.27	103.43	Fuerte
Atlántica	4,850.73	823.59	16.98	Moderada
Yuna	3,836.96	2,347.69	61.19	Fuerte
Este	3,883.95	926.93	23.87	Media
Ozama-Nizao	4,916.08	1,958.38	39.84	Media
Yaque del Sur	5,392.51	4,475.99	83.00	Fuerte
Totales	25,966.69	13,724.85	52.86	

Las cifras que contiene el **Cuadro 6.21** se presentan en el mapa de la **Figura 6.13** la situación de presión por los recursos hídricos en el 2025.

Figura 6.13: Mapa del grado de presión hídrica por región hidrográfica proyectada al 2025



6.7 CONCLUSIONES

Los ejercicios de Balance Hídrico han sido abordados mediante: a-) la relación de variables climáticas (precipitación versus evapotranspiración); b-) balance hídrico a nivel de cuencas hidrográficas empleando modelos de simulación hidrológica (Pittman – Spatsim); y c-) balances estadísticos o contraste entre disponibilidad y demanda de agua. Cada uno tiene su utilidad. Mientras el primero permite rápidamente conocer la suficiencia de humedad en cada región e identificar zonas de déficit hídrico, como son las regiones Noroeste y Suroeste del país, el segundo es un cálculo muy detallado que puede arrojar el balance o saldo neto de agua en cualquier punto de una cuenca, y el tercero es un balance aritmético que facilita la contabilidad de los recursos hídricos a nivel “agregado” en una cuenca o región.

Aunque se dispone de resultados de los modelos hidrológicos para cada cuenca y región hidrográfica analizada, son los resultados de ese tercer enfoque los que se han expuesto en detalle en este capítulo, debido a la simplicidad del manejo de la información y practicidad en términos de comunicación y disseminación de la información. Debe tenerse en cuenta que para una cuenca dada el contraste entre la disponibilidad y la demanda de agua, se hace mediante la comparación del escurrimiento (caudal promedio y volumen medio anual) en la estación más próxima a su descarga, con respecto a la sumatoria de todas las demandas de agua sin importar dónde exactamente ocurren dentro de esa cuenca. Si la disponibilidad y todas las demandas de agua tuvieran una distribución relativamente uniforme en la cuenca, entonces la realidad de cada punto en términos generales se vería reflejada en el valor resultante de este balance. Esto no es necesariamente cierto, pero visualizar el balance hídrico de esta manera es una herramienta ágil, de más fácil uso sin exigir el manejo de modelos hidrológicos algo complejos, y que proporciona un inventario de agua y usos del agua sencillo y cómodo de entender.

Los resultados del balance hídrico deben ser actualizados de manera regular. Debe tenerse en cuenta que estos resultados del balance entre la disponibilidad y los usos del agua, son valores promedios y deben considerarse como una valoración de la situación general de disponibilidad y demanda de agua. Las particularidades de cada zona o determinados lugares en cuencas específicas, y de la variación estacional de los flujos de agua y su disponibilidad requiere otro análisis en un plano más detallado.

El contraste entre la disponibilidad de agua y los usos de todos los sectores en cada cuenca y región hidrográfica para caudales firmes (escurrimiento o agua disponible el 80% del tiempo) serán significativamente inferiores a las cifras mostrados en los cuadros precedentes. En situaciones de estiajes y sequías los flujos de disponibilidad de agua serán muy reducidos en relación con las cifras de escurrimiento promedio anual y potencial de aprovechamiento de aguas subterránea.

El país se encuentra con problemas generales de agua para años normales y en tensión hídrica en los años extremos de escasez de agua. La cuenca del Río Yuna es la de mayor disponibilidad de agua por territorio. Las regiones hidrográficas con menos presión y mayor

holgura son la Atlántica, Yuna y Este. Debe recordarse que las características de consumo de agua en las Regiones Atlántica y Este, con solamente un 12.33 % y un 1.02% respectivamente de la demanda total de agua dedicada al riego, contribuyen a este escenario holgado en la disponibilidad. Cualquier propuesta de expansión e intensificación de la agricultura en estas cuencas debe ser cuidadosamente analizada en su impacto proyectado en el tiempo. En el Este el problema de la intrusión salina en los acuíferos costeros es una limitante exacerbada por la sobre-explotación de este recurso.

La Región Ozama-Nizao se encuentra en tensión hídrica permanentemente desde el punto de vista de la disponibilidad per cápita (1,251 m³/hab/año en 2005, a 715 m³/hab/año en el 2025), debido a la concentración de población tan elevada en Santo Domingo.

El balance entre oferta y demanda arroja un saldo positivo de aproximadamente el 47.43 % (2010). No obstante, en algunas regiones la demanda prácticamente iguala la disponibilidad de agua, creando una situación crítica, como en el caso de la Región Yaque del Norte, en la que ya se han comprometido el 96.14 % de los recursos disponibles. Al 2025 esta situación de presión por el uso del agua en esta cuenca será verdaderamente crítica, con los volúmenes de agua requeridos para sustentar el consumo humano, la higiene y las necesidades domésticas, las actividades productivas (agricultura, industria, turismo) y el caudal ecológico, superando el volumen de escurrimiento anual disponible y el escaso potencial de aguas subterránea en esa cuenca, en un 3.43 %. En esa fecha con el crecimiento demográfico esperado el volumen per cápita en la cuenca del Yaque del Norte se reducirá a 1,194 m³/hab/año, lo cual se clasificaría como condición de tensión hídrica.

En la región Yaque del Sur también hay muy elevados niveles de consumo de agua con respecto al volumen de agua disponible (79.36 % al 2010).

Ante una presión creciente sobre los recursos hídricos disponibles, que son finitos y además vulnerables (cuando su calidad se deteriora se restringe su potencial de uso), lo más probable que suceda es que se sacrifiquen los volúmenes destinados a los eco-sistemas o el caudal ecológico, pasando parte de estos volúmenes de escurrimiento a satisfacer las demandas en expansión de usos consuntivos.

Para contrarrestar esta situación y garantizar un uso racional del agua se plantean un conjunto de acciones que deben ser parte de un plan de gestión de los recursos hídricos en el más elevado nivel de prioridad:

1. El Balance Hídrico debe estandarizarse, automatizarse, actualizarse regularmente y socializarse, y sobre todo convertirse en un instrumento de toma de decisiones. Es recomendable que para cada cuenca se disponga de un balance construido sobre la base de un modelo hidrológico como el Pittman - Spatsim, y que al momento de decidir sobre nuevos aprovechamientos de agua, se tenga un sustento sólido de la cuantificación del agua disponible.

2. El establecimiento de un sistema de otorgamiento de derechos de uso de agua es esencial para administrar los recursos hídricos y los derechos sobre estos, así como el control y fiscalización de su uso. Esto implica actualizar y modernizar los padrones de usuarios e inventariar todos los usos, regularizando las derivaciones existentes de las fuentes hídricas superficiales y subterráneas, y definiendo los procedimientos y mecanismos de este sistema administrativo, con las formalidades técnicas y legales que se demanden.
3. El fortalecimiento de los programas de hidro-medición en las cuencas hidrográficas es la herramienta que permite conocer y precisar cuánta agua se dispone. El equipamiento de las brigadas de medición o de aforos, y la capacitación de los "hidro-mensores" son aspectos claves.
4. Los programas de educación comunitaria y los dirigidos a la población en edad escolar deben ocupar un espacio prioritario en la agenda de las instituciones del Sector Agua.
5. Es necesario definir una política y elaborar y desarrollar un plan comunicacional sobre el estado de los recursos hídricos y los procedimientos y medidas para un uso racional de los mismos.
6. Es imprescindible modernizar la infraestructura de riego y las redes de distribución y suministro de agua potable. La construcción de obras de regulación y almacenamiento de agua (presas de embalses) y la optimización de la operación de los embalses existentes, así como de los sistemas de riego con lagunas de regulación, son elementos indispensables para lograr una mayor capacidad de regulación de una cuenca hidrográfica y la efectividad en la operación de sistemas de distribución de agua.
7. Una medida muy importante es la incorporación de manera amplia y permanente de sistemas y dispositivos de macro y micro medición en los sistemas de abastecimiento de agua potable, y mecanismos y equipos de medición en los canales de riego. El registro del consumo de agua es vital y mucho mayor valor si está asociado en el tiempo a variaciones estacionales de consumo en las ciudades, pueblos y los municipios, los centros turísticos, o las épocas productivas en la industria y la agricultura.
8. La zonificación hídrica y el ordenamiento hidro-territorial son elementos que deben introducirse en la planificación sectorial y planes operativos anuales de actividades como por ejemplo la agricultura que demandan importantes volúmenes de agua, a los fines de conciliar el potencial hídrico o la criticidad del estado de los recursos hídricos y su disponibilidad en una cuenca dada. Conviene que ciertas actividades económicas sean promovidas en zonas donde se dispone el agua necesaria para sustentar estas actividades, y en lo posible inducir una re-composición de la distribución geográfica del crecimiento de la población, asociado obviamente a esas actividades económicas y la generación de servicios para motivar esa migración.

9. Es recomendable que se diseñen y ejecuten programas específicos de ahorro en el uso de agua para producción de cultivos, que se propongan cambios en patrones de cultivos restringiendo o incentivando estos cultivos en ciertas zonas o regiones y que se programe anualmente la siembra conforme a la disponibilidad hídrica.
10. La conservación de cuencas debe fomentarse, incluyendo tanto proyectos de restauración de cuencas o reforestación o a-forestación, como de control de erosión.
11. La gestión de la calidad del agua está muy vinculada a la cantidad, por lo que es absolutamente el que este aspecto entre en la ecuación.

CAPÍTULO

7

CALIDAD DE AGUAS

El presente trabajo describe la situación actual del programa de Calidad de Aguas. El INDRHI desde la década de los años 60 ha venido caracterizando en gran medida las aguas para el uso agrícola en las cuencas principales del país, drenajes y canales de riego.

En el año 1981 se estableció el programa de Calidad de Aguas con fines de evaluar cualquier problema de contaminación detectada en los ríos; entre lo que podemos señalar la muerte masiva de peces en el río Higüamo en 1981, la contaminación de los arroyos aledaños a la minera Rosario Dominicana, la evaluación de las descargas urbanas y drenajes agrícolas que vierten al río Yaque del Norte y el monitoreo de los arroyos aledaños a Falconbridge Dominicana entre otros.

En 1991 dentro del Marco del Proyecto GTZ-INDRHI, se diseñó una red de monitoreo de calidad de agua en las cuencas prioritarias, donde se tomó en cuenta, aspectos y actividades que tienden a modificar la calidad de sus aguas. Se incluyó la determinación de parámetros físico-químicos, microbiológicos, materia orgánica y plaguicidas en la columna de agua y la toma de muestra de sedimentos en los embalses y estuarios.

Se definieron las metodologías de muestreo, las necesidades de los laboratorios, el equipamiento, la capacitación y entrenamiento necesario para el lanzamiento del programa.

Hasta la fecha se han realizado monitoreos puntuales con objetivos específicos cuyos resultados han puesto de manifiesto la degradación de las aguas en algunas zonas, lo que restringe los niveles de calidad que demandan cada uso específico es decir los usos potenciales: fuente de abastecimiento de agua potable, riego, hidroelectricidad, abrevadero de ganado, vida acuática, deportes, entre otros.

A continuación se describe la situación de la calidad de las aguas en las cuencas prioritarias del país.

7.1 CUENCA YAQUE DEL NORTE

Las **Figuras 7.1, 7.2** y **7.3** muestran la variación espacial de la conductividad eléctrica (CE) y los sólidos totales disueltos (STD) de la cuenca del río Yaque del Norte.

Figura 7.1: Variación espacial de STD y CE, 1993

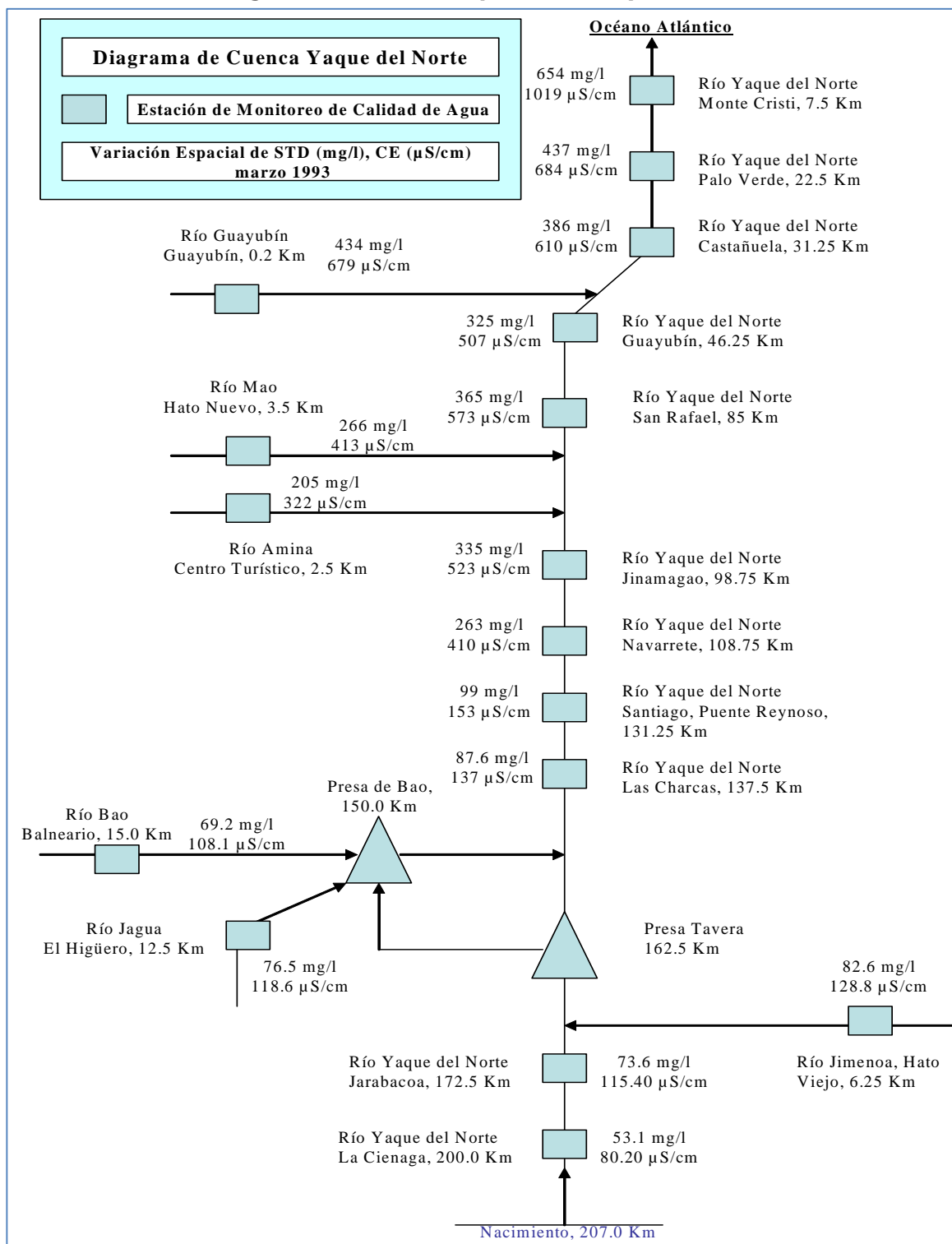


Figura 7.2: Variación espacial de STD y CE, 1999

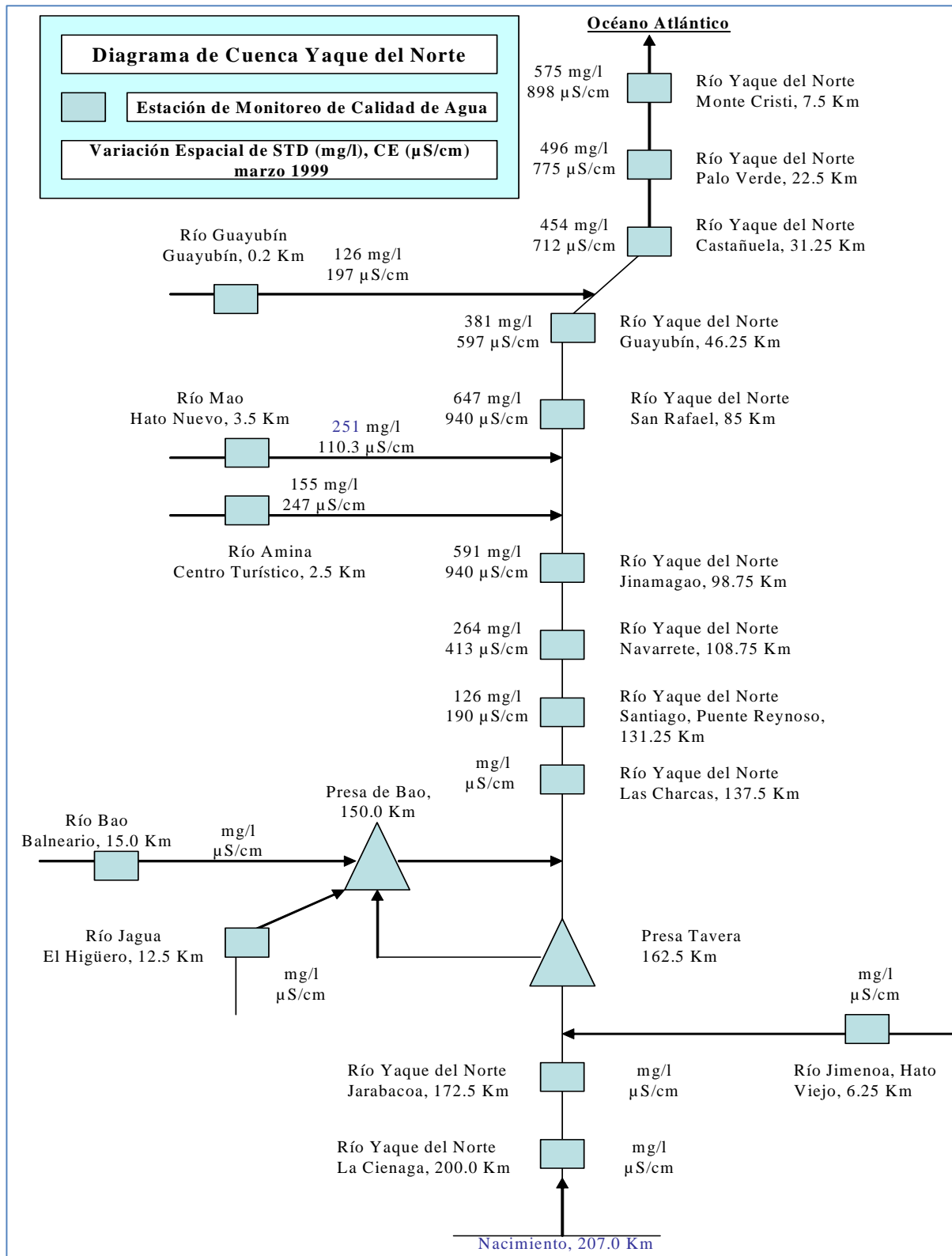
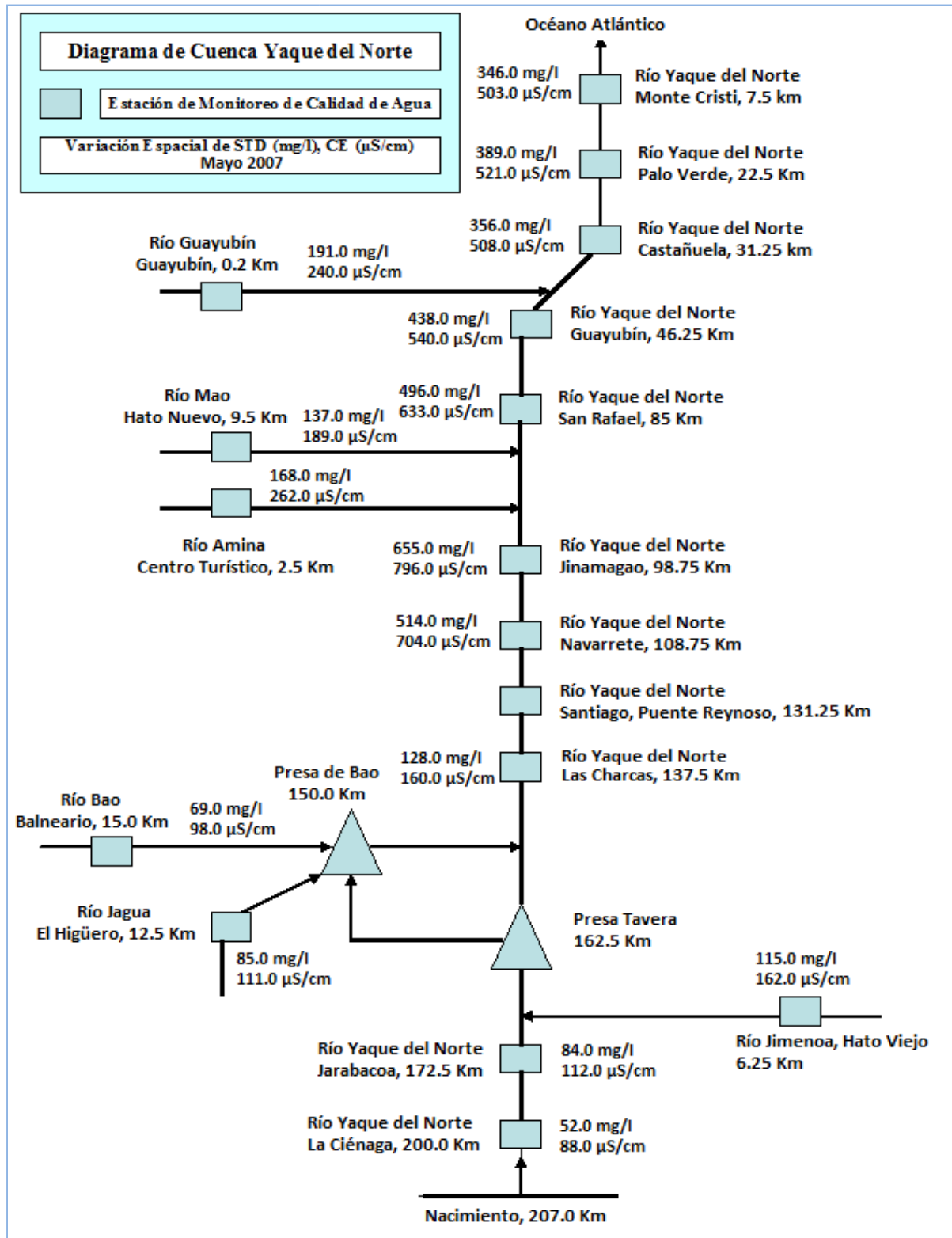


Figura 7.3: Variación espacial de STD y CE, 2007



En la cuenca del Yaque del Norte, en monitoreos puntuales, hemos observado un incremento en los valores de la CE y los STD en el tramo Las Charcas–Montecristi (**Figs. 7.4 y 7.5**) parámetros que son incrementados posiblemente por las descargas urbanas y drenajes agrícolas.

Sin embargo, la entrada de los ríos Amina, Mao, Guayubín en época de lluvia mejoran la calidad del agua, los usos del agua como fuente de agua potable para muchas comunidades de la parte baja, así como los usuarios de riego del proyecto Bajo Yaque.

Figura 7.4: Variación espacial de los STD, en río Yaque del Norte

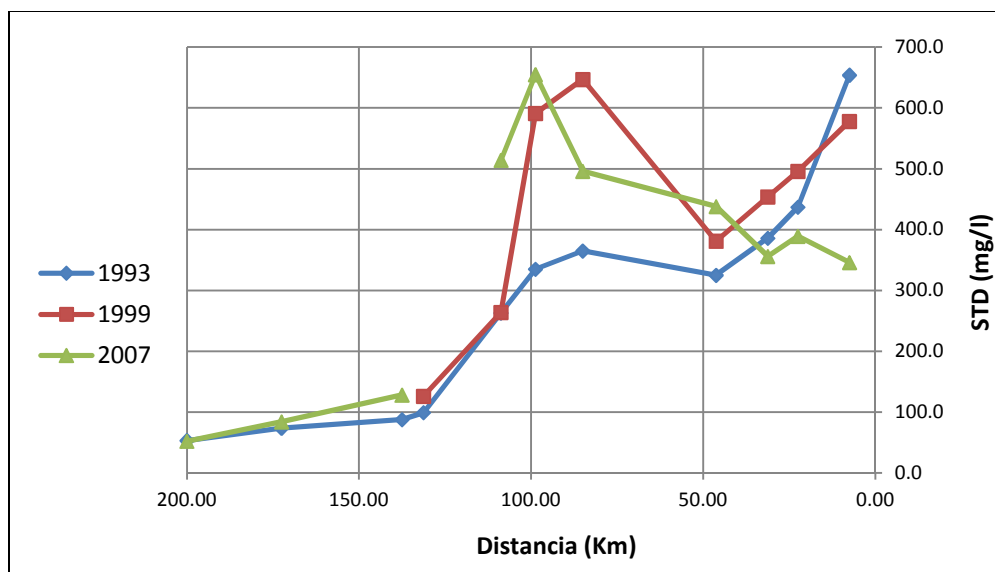
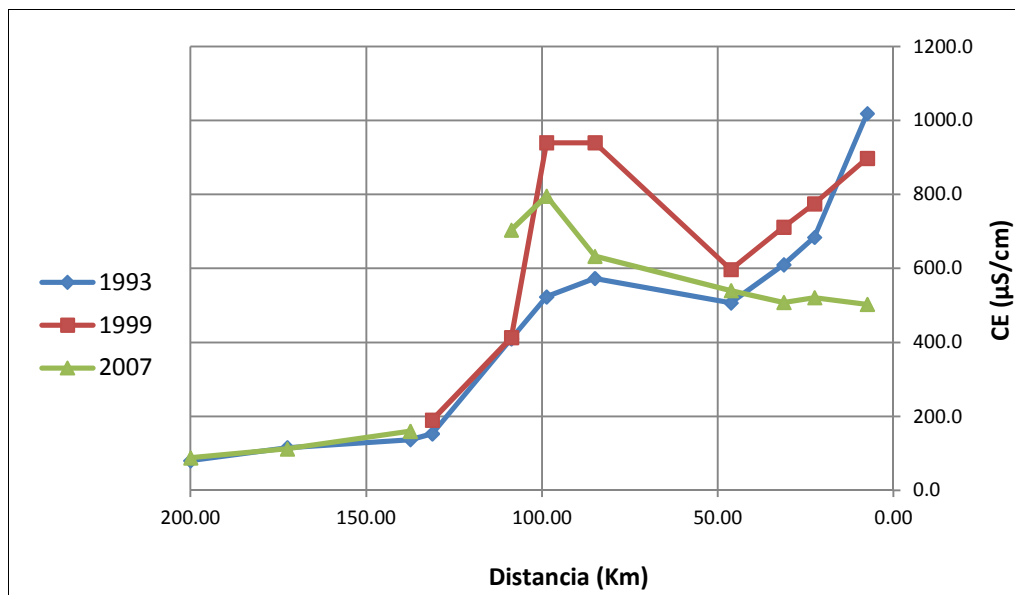


Fig. 7.5: Variación Espacial de la CE, en Río Yaque del Norte



El oxígeno disuelto (OD) se presentó a todo lo largo del curso del Yaque del Norte y sus principales afluentes por encima del nivel guía para la protección de vida acuática (5 mg/l), (ver **Figuras 7.6 y 7.7**), con la excepción de los drenes La Palmita y Mayor, y el Arroyo Jacagüa, los cuales en el año 2007 presentaron concentraciones de OD menores al nivel guía. Pero debe advertirse la posible influencia de la fotosíntesis durante las horas de muestreo (día); es posible que en horas de la noche (respiración bacteriana y de plantas) se haga evidente la reducción de oxígeno disuelto debido a las altas concentraciones de DBO_5 .

Figura 7.6 Variación espacial del Ooxígeno disuelto (mg/l), año 1999

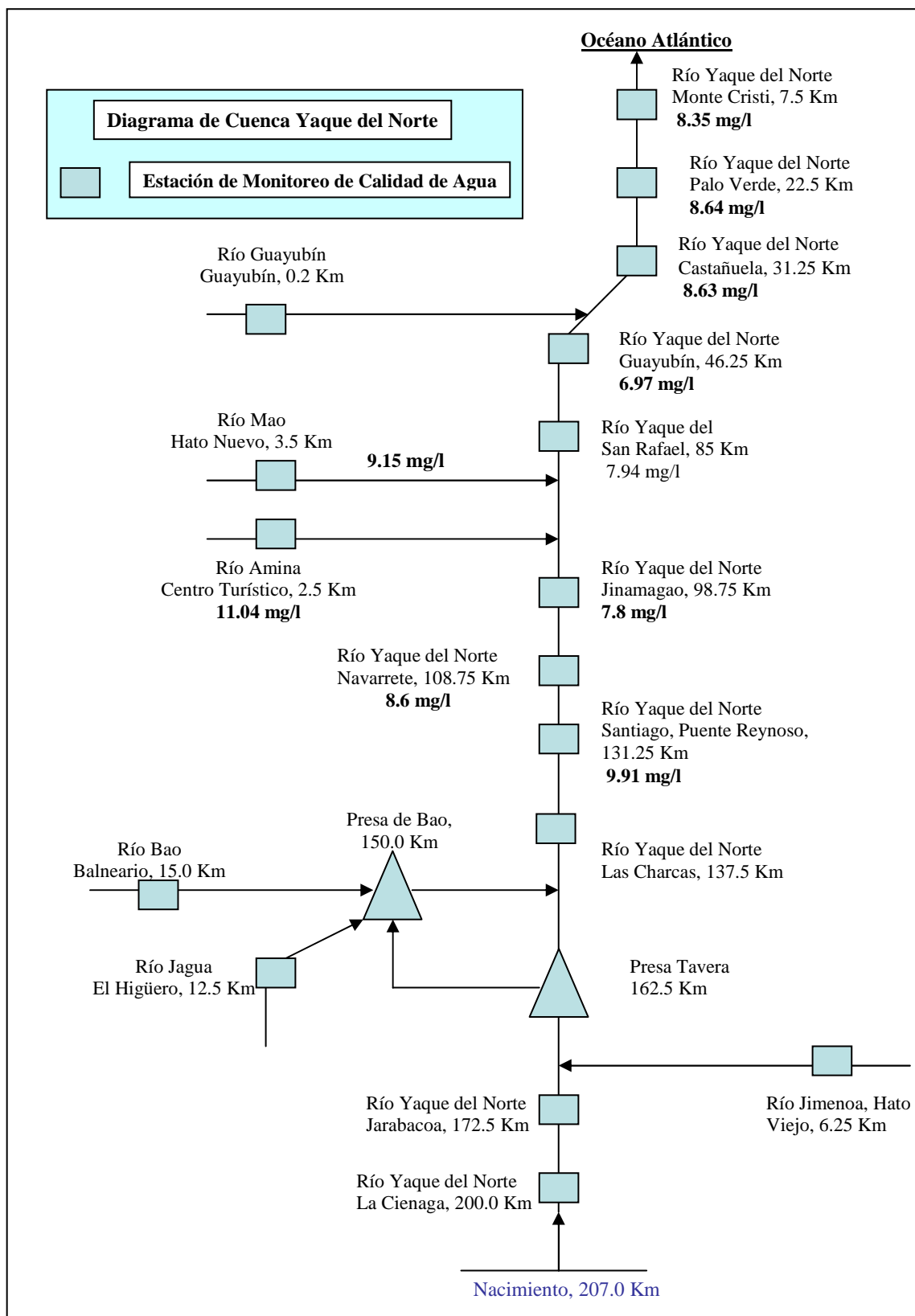
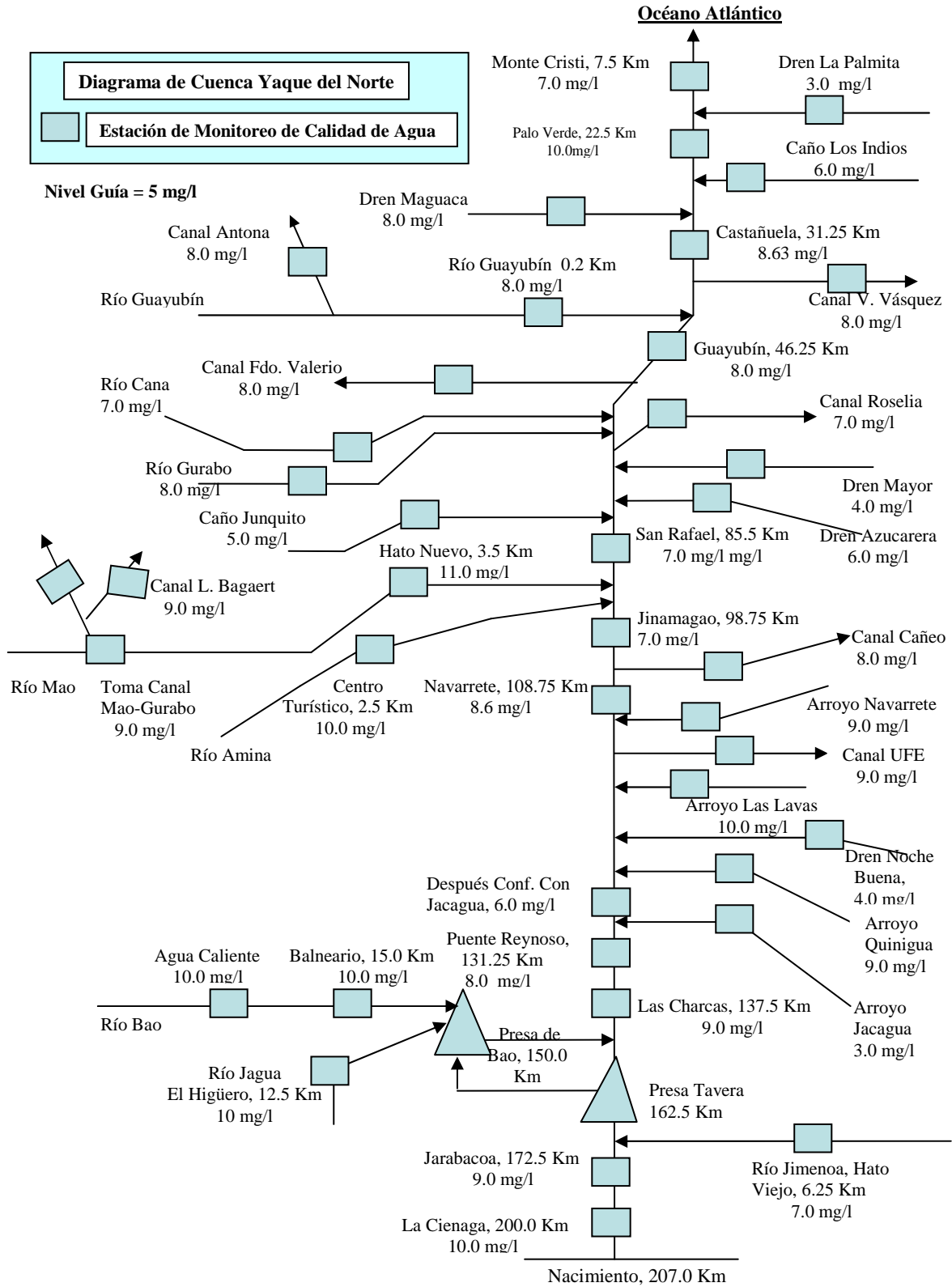


Figura 7.7: Variación espacial del oxígeno disuelto mg/l, año 2007



Los perfiles verticales de CE y STD & profundidad realizados en diferentes estaciones de los embalses de Tavera y Bao, no presentaron variación significativa, aproximadamente 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, según podemos observar en las **Figuras 7.8, 7.9, 7.10 y 7.11.**

Figura 7.8: Perfil de CE y STD & profundidad en el embalse Tavera, 1993

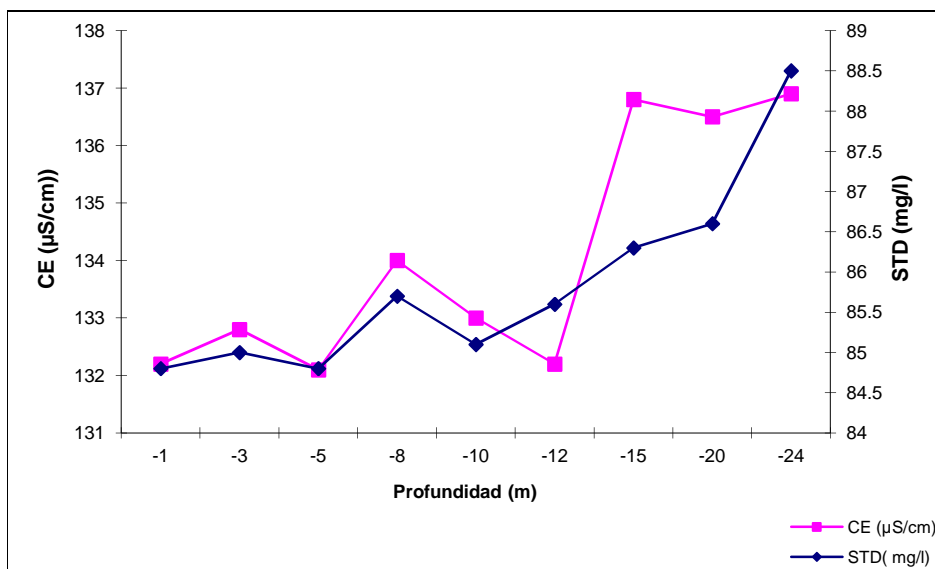


Figura 7.9: Perfil CE Y STD & profundidad en el embalse Tavera, 1993

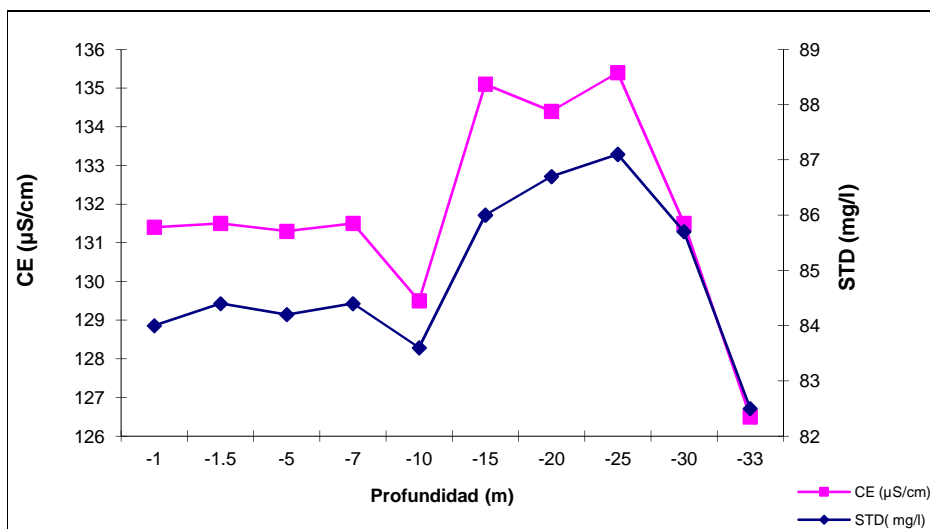


Figura 7.10: Perfil de CE y STD & profundidad en el embalse Tavera, 1993

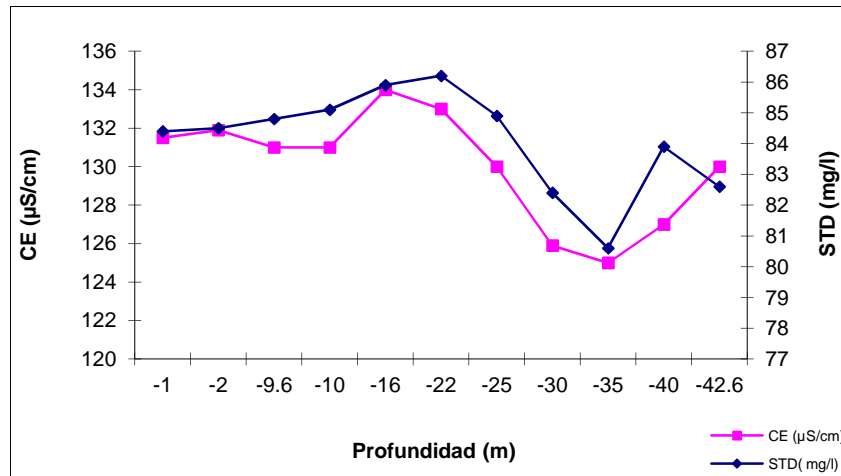
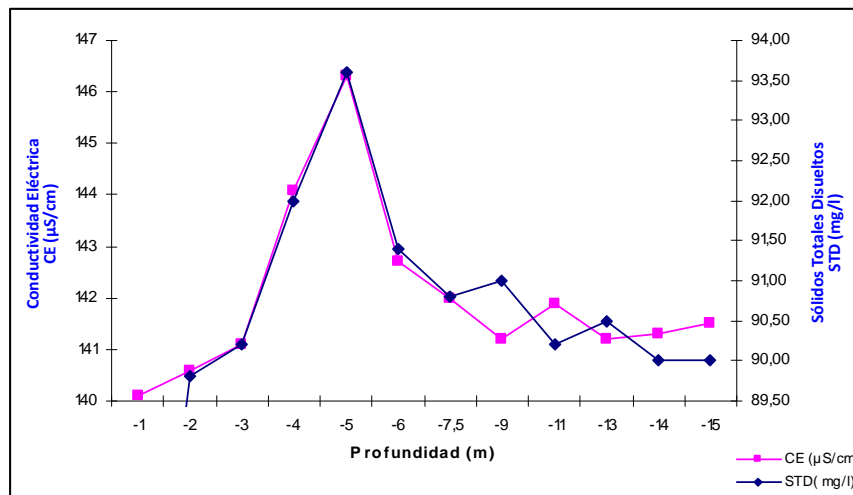


Figura 7.11: Perfil de CE y STD & profundidad embalse de Bao, 1993



En los embalse de Bao y Tavera las termoclinas variaron en forma continua desde la superficie del agua hasta el fondo entre los 24 y los 21 aproximadamente (**Figuras 7.12 y 7.13**). Sin embargo las oxiclinas (variación del OD con la profundidad) presentaron comportamiento diferentes. Mientras en Tavera (**Figura 7.14**) se presenta una disminución continua del oxígeno disuelto con la profundidad hasta prácticamente el fondo de las estaciones de muestreo, en las estaciones de Bao (**Figura 7.15**) se tiene un salto definido en la oxiclina a una profundidad de 5 metros, en Bao llega a la anoxia a los 7 metros. Se llegó a condiciones anaeróbicas indicadas por la concentración de sulfuro y olor característicos de la metanogénesis.

Figura 7.12: Perfil de temperatura, pH & profundidad embalse de Tavera, 1993

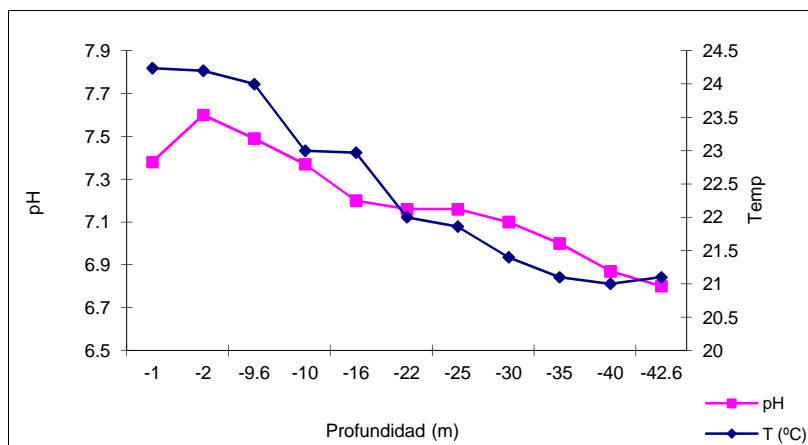


Figura 7.13: Perfil de temperatura, pH & profundidad, embalse Bao, 1993

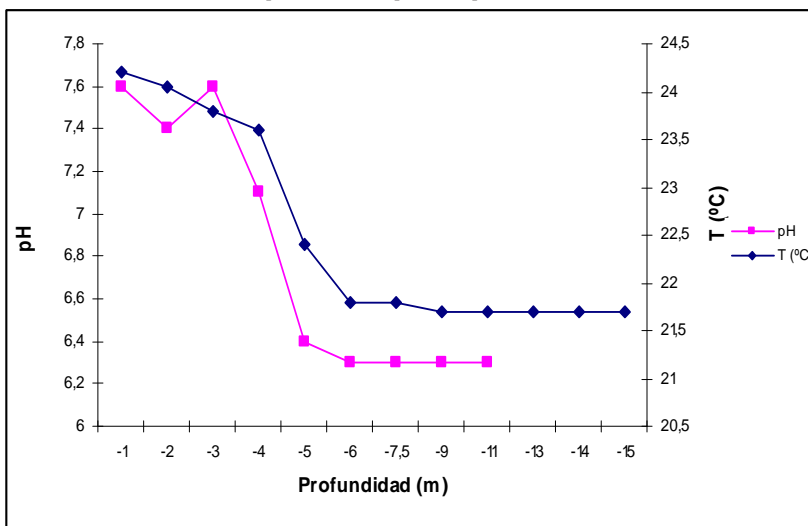


Figura 7.14: Perfil OD & profundidad, embalse de Tavera, 1993

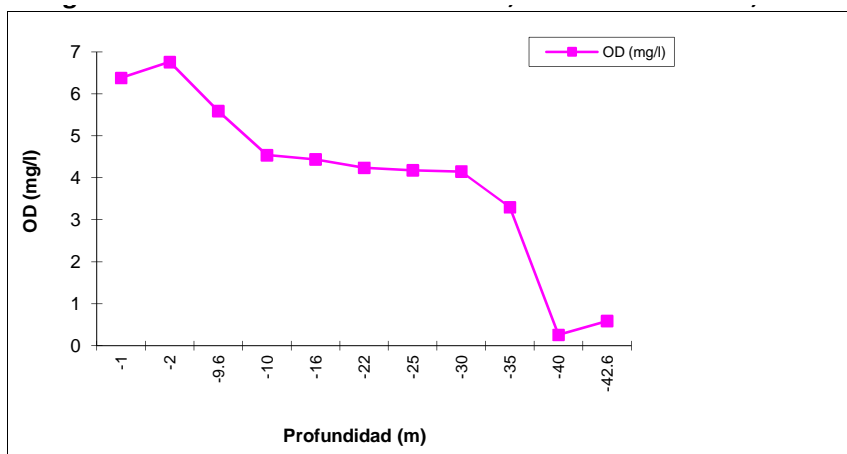
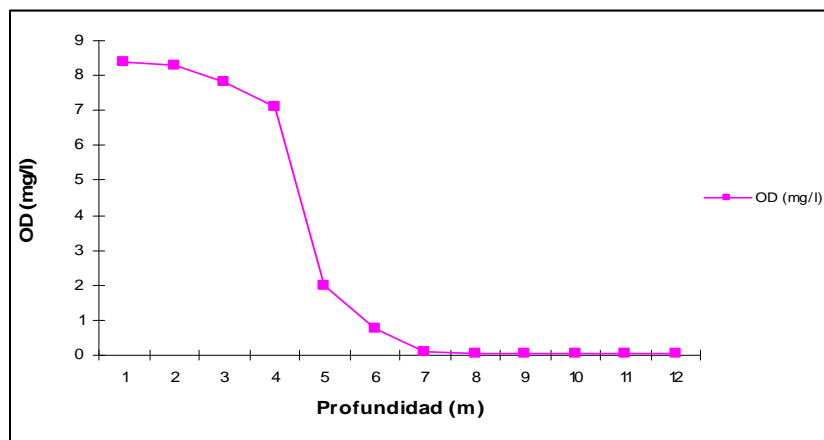


Figura 7.15: Perfil de OD & profundidad, embalse Bao, 1993



El límite de la zona fótica (transparencia dada por el disco secchi) fue inferior a los 2 m, indicando una posible restricción de la fotosíntesis por este hecho.

De esta campaña de monitoreo, se propusieron las siguientes consideraciones y observaciones, con la finalidad de eficientizar la parte operacional.

- Separar el muestreos de los embalses de Tavera-Bao del monitoreo de los ríos y arroyos en semanas distintas.
- Debido a la capacidad de la embarcación y el muestreador se reducen a dos, el número de muestras a extraer en cada estación (superficial y fondo) del embalse.
- EL muestreador de agua vertical Hydro-Bios tiene un excelente diseño del sistema de cierre del por mensajero, pero su volumen lo hace inadecuado ya que se requieren coleccionar aproximadamente 10 litros de muestra por estación. Sin embargo, el muestreador horizontal Hydro-Bios, presentó severas fallas en el sistema de disparo de cierre. Con relación al torno Hydro-Bios para la elevación de estos muestreadores se comprobó su adecuación para el uso en la embarcación, presentando dificultades para usarlo en algunos puentes.
- Las dragas para muestreo de sedimentos en los embalses y en los estuarios funcionaron de manera efectiva y confiable.

Durante el año 1993, en el Yaque del Norte, mensualmente se midieron parámetros de campo, de tal manera que se generó información sobre la variación espacial de la conductividad eléctrica y la concentración de cloruro. Estos datos sumados a los resultados de dos campañas de monitoreo permitieron la corrida de un modelo de salinidad-cloruro en el tramo de cuenca Santiago-Montecristi.

Los resultados obtenidos en esta evaluación, pusieron de manifiesto la necesidad de rediseñar esta red, incluyendo canales y drenajes para realizar un balance hídrico y posteriormente correr el modelo de salinidad a fin de poder predecir situaciones futuras en torno a los niveles de salinidad en la cuenca en período de estiaje y de lluvia.

La red de calidad de agua se rediseñó tomando en cuenta la ejecución del proyecto de construcción de la presa de Monción y sus impactos a la variable agua.

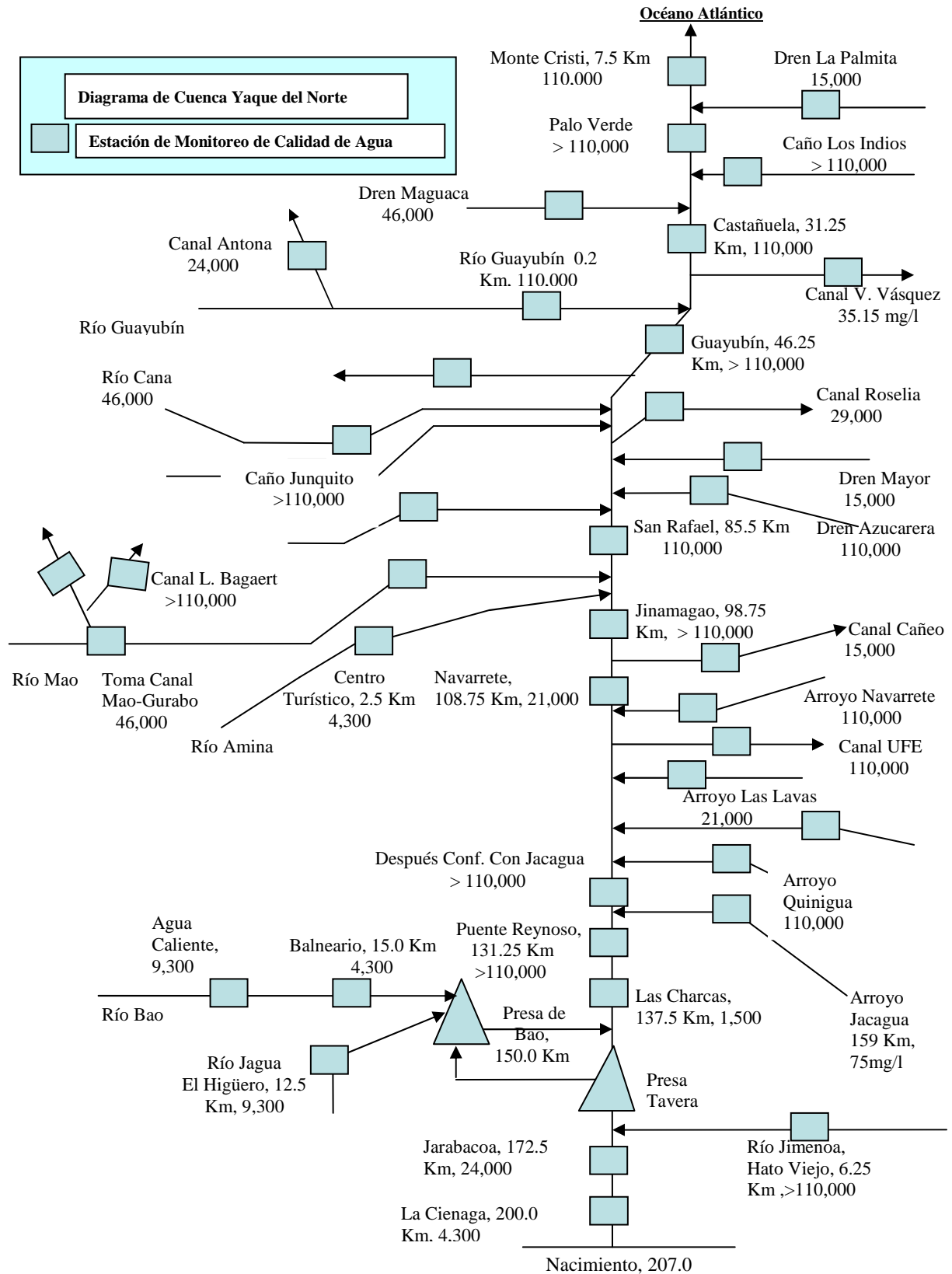
En la **Figura 7.16** se observa la variación espacial de los coliformes totales NMP/100 ml, registrados en un monitoreo realizado en el 2007. Los resultados indican una contaminación microbiológica importante en la cuenca que sobrepasa los valores límites recomendados por la SEMMARN en todas las estaciones muestreadas.

En este monitoreo puntual, en las estaciones ubicadas aguas arriba del embalse Tavera-Bao, los coliformes totales y fecales, indicadores de contaminación fecal reportaron valores entre 4,300 NMP/100mL y 60NMP/100mL para la estación la Ciénaga de Manabao , 24,000 NMP/100mL en la estación de Jarabacoa y Jimenoa en Hato Viejo > 110,000 NMP/100mL. Este incremento en la contaminación bacteriológica obedece a la influencia de aguas residuales domésticas procedentes del municipio de Jarabacoa y las comunidades aledañas.

En la sub-cuenca del río Bao se presenta una contaminación importante por bacterias del grupo coliformes en los balnearios Bao-La Placeta (9,300 NMP/100mL), Balneario Bao-Jánico (4,300 NMP/100mL) y Jagua en el Higüero (9,300 NMP/100mL). La mayor contaminación se registra en el río Jánicico (>110,000 NMP/100mL), en su paso por el municipio de Jánicico, donde es receptor de aguas residuales domésticas y del lixiviado de desechos sólidos.

El Yaque aguas abajo del embalse en la estación Las Charcas, presenta una contaminación bacteriológica de 1500 NMP/100 mL, en estación puente Peña Reynoso > 110,000 NMP/100mL, debido a la entrada de aguas residuales domésticas en la ciudad de Santiago, en Navarrete 21,000 NMP/100 mL, > de 110,000 NMP/100mL en Jinamagao. Esta contaminación continúa progresivamente en igual magnitud hasta la estación del Yaque en Montecristi. Es importante observar en la **Figura 7.16** que los drenajes y canales de riego también presentan una gran contaminación microbiológica. Aunque se trata de un monitoreo puntual, que no es representativo para definir el grado de contaminación ni el nivel de riesgo a la salud, si podemos dar la advertencia de que estas aguas son de calidad microbiológica dudosa y por tanto no deben ser usadas sin previo tratamiento de desinfección, para la recreación o deportes que impliquen contacto primario.

Figura 7.16 Variación espacial de los coliformes totales, NMP/100 mL, 2007



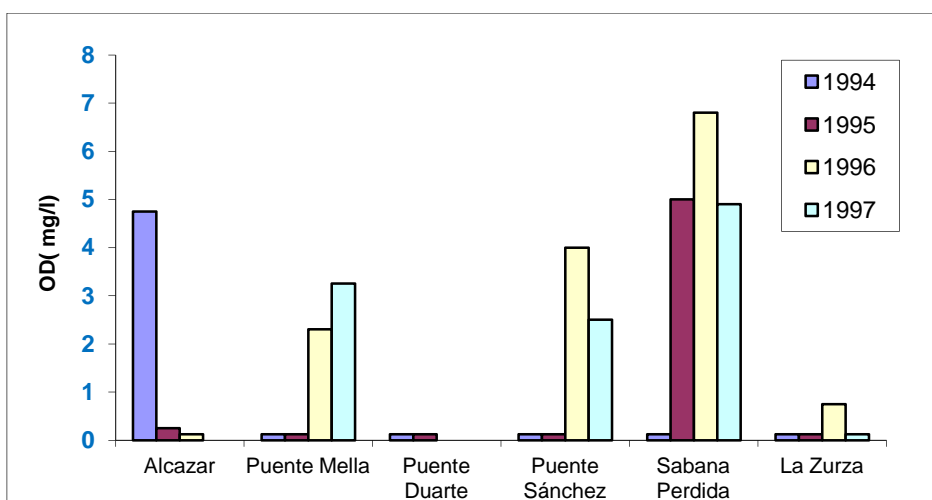
7.2 CUENCA OZAMA ISABELA

En 1993 el Ministerio de Agricultura, a través del Viceministerio de Agricultura se inició el proyecto “Planificación y manejo del litoral de Santo Domingo” con los auspicios de las Naciones Unidas, a través del Plan de Acción del Caribe (PAC), y la asesoría técnica del Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas (CIMAB) de Cuba.

El INDRHI, en este proyecto participó en la caracterización de la calidad de las aguas de los ríos Ozama-Isabela-Haina, considerados como descargas puntuales a la zona litoral. En este sentido la División de Calidad de Agua del INDRHI, presentó a los asesores cubanos, los objetivos de la Red de Monitoreo de Calidad de Agua para esta cuenca. Para los fines del proyecto se tomaron las estaciones de muestreos aguas abajo del puente Sabana Pérdida (Ozama), puente Peinado (Isabela), Puente autopista Sto Dgo-San Cristóbal, es decir toda la zona de estuario. Se realizó un inventario de las descargas industriales y urbanas, las que fueron evaluadas por el Instituto de Innovación en Biotecnología e Industria, IIBI.

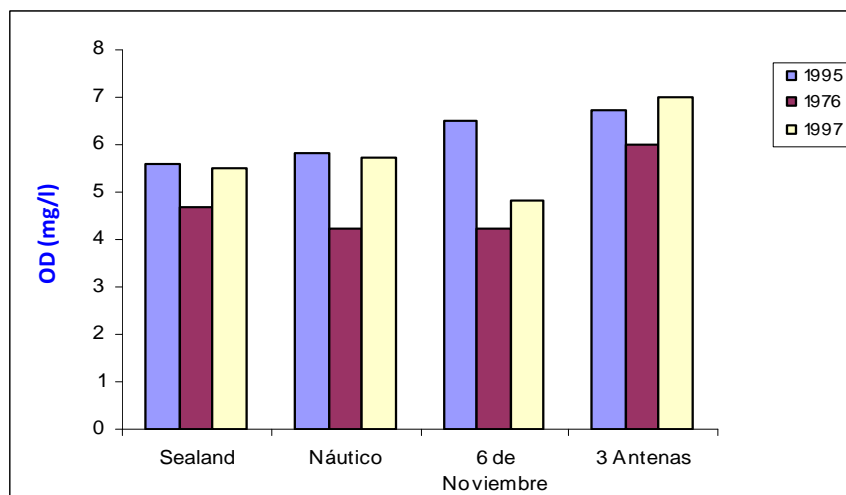
Es importante señalar que se adoptó la metodología de muestreo y mediciones In Situ recomendadas en el Informe 63, INDRHI-GTZ. Se realizaron 4 campañas de monitoreos, 1994, 1995, 1996, 1997. En la **Figura 7.17**, se presenta el comportamiento superficial del oxígeno disuelto en el río Ozama, en la misma se observa que los principales valores de oxígeno disuelto en la capa de agua dulce y zona de mezcla fueron menores a 1mG/l. En la zona inferior (aguas oceánicas), el valor máximo reportado fue de 4.8mG/l.

Figura 7.17 Comparación de OD, río Ozama, (1994-1997)



La **Figura 7.18** presenta el comportamiento del oxígeno disuelto en el río Haina. Durante el período de estudio, los registros del río Haina presentaron valores elevados de oxígeno disuelto en la superficie en todas las estaciones. El valor mínimo fue de 4.4 mG/l, valor que se encuentra por debajo de los límites establecidos para la protección de la vida acuática. La variación espacial del OD en la cuenca puede apreciarse en la **Figura 7.19**.

Figura 7.18 Comparación del OD del Río _Haina (1995-1997)



En el año 2002 la División de Calidad de Aguas, del INDRHI realizó una investigación de la calidad de las aguas del río Ozama a solicitud de la Consultora ABT ASSOCIATES INC. En el mismo se determinaron parámetros físico-químicos, microbiológicos, metales pesados, materia orgánica, nutrientes y caudales.

De acuerdo con los resultados reportados por el Laboratorio de Calidad de Aguas, la conductividad eléctrica en el tramo de la cuenca Ozama (Don Juan-Sabana Perdida) e Isabela (Isabela-Club, Fábrica de Clavos), se encuentra dentro de los límites establecidos para la operación de la red y reúnen condiciones naturales para los diferentes usos; potable (después de tratamiento previo), riego, hidroeléctrica, acuicultura, abrevadero de ganado, entre otros. Es importante destacar que durante este muestreo la influencia de la intrusión de agua salina era menor, por tanto hubo una mejoría en la calidad del agua, según la **Figura 7.20**

En el 2007 y 2008 las muestras recolectadas y analizadas por la División de Calidad de Agua del Centro para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos en los Estados Insulares del Caribe (CEHICA), indican que la concentración de STD en las estaciones Don Juan y Guanuma no ha variado considerablemente desde el año 2001 hasta el 2008; mientras que se verifica un aumento de la presencia de STD en la estación de monitoreo Puente Sabana Perdida, en la cual los STD ha ido aumentando desde 180 mg/l aproximadamente en el 2001, hasta 745 mg/l medidos en el 2008 (ver **Figura 7.21**).

En relación con la conductividad eléctrica (CE), la misma ha disminuido en las estaciones Don Juan y Guanuma, mientras que en la estación Puente Sabana Perdida se ha incrementado hasta los 1,098.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, un incremento de un 238% con relación a la conductividad del año 2001 (325.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (ver **Figura 7.22**).

Figura 7.19 Variación espacial OD, Ozama- Isabela, 2001 y 2007

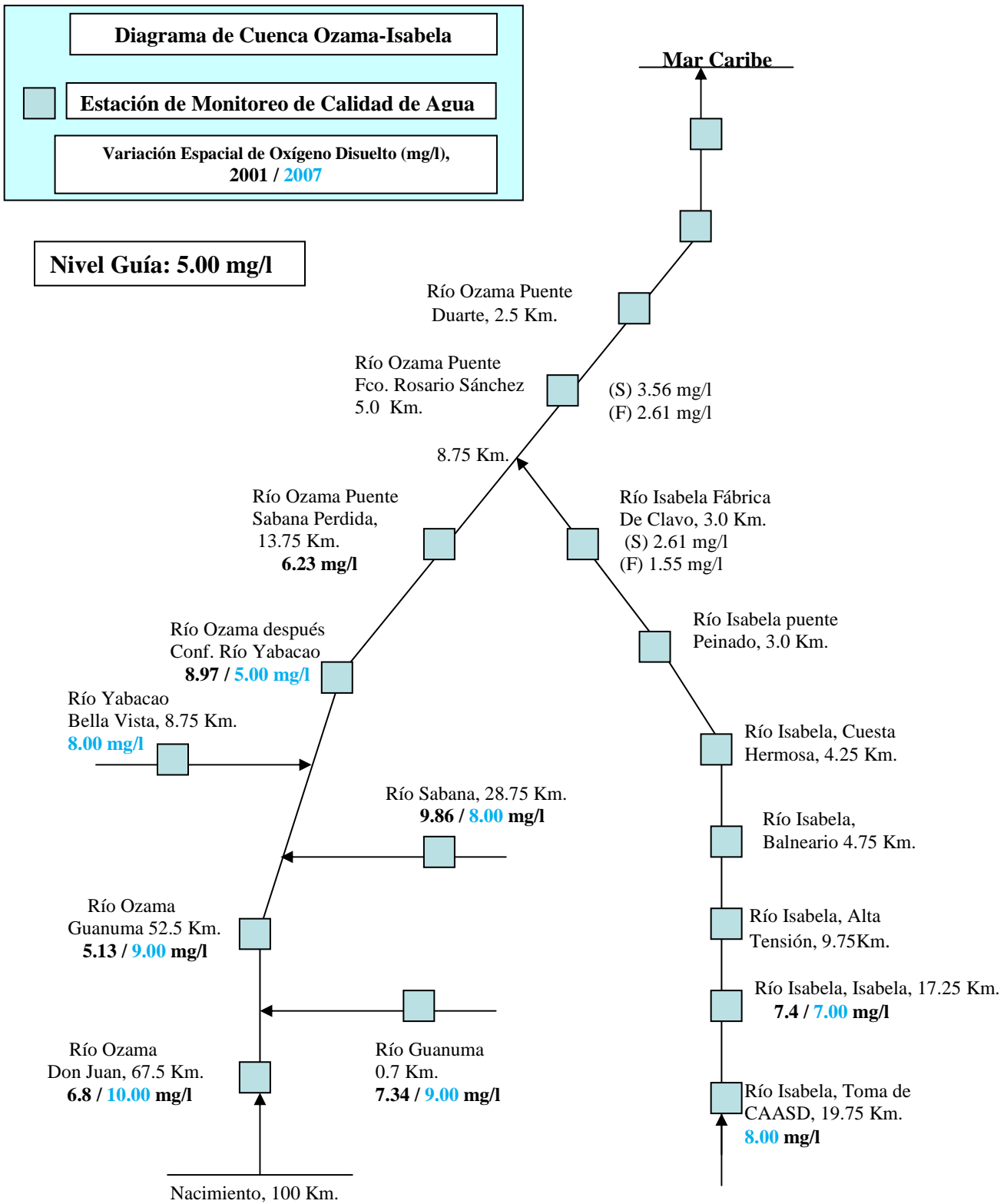


Figura 7.20 Variación espacial de CE y STD, Ozama, 2001

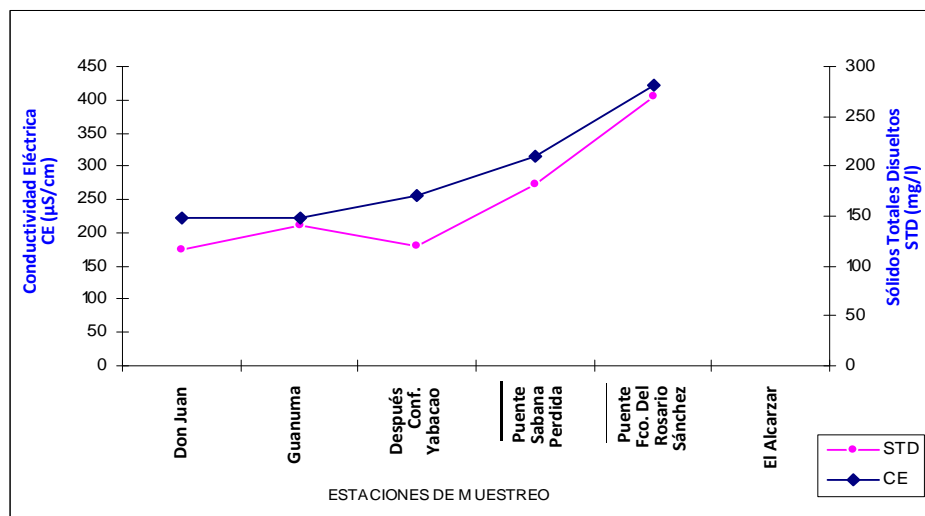


Figura 7.21 Variación espacial de STD, Ozama, 2007 y 2008

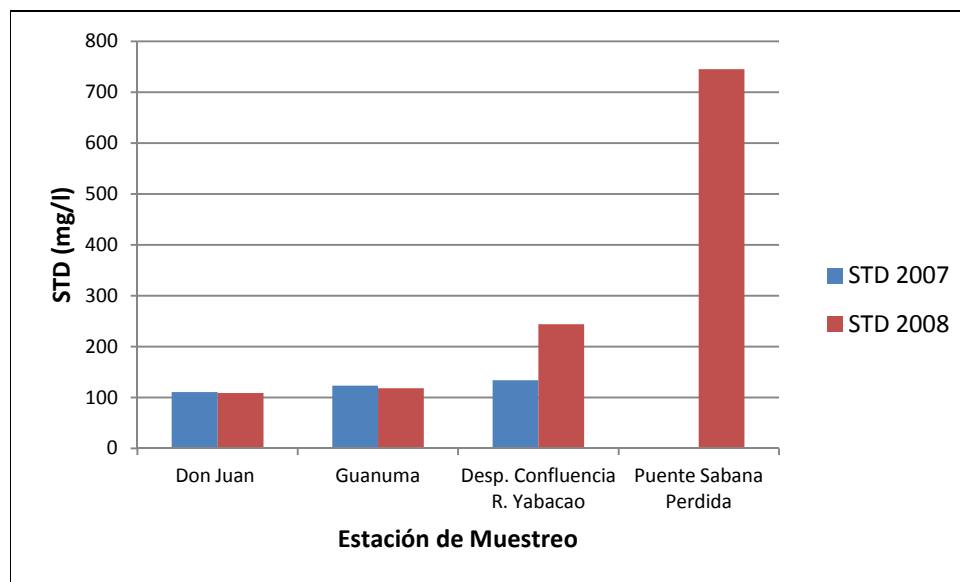
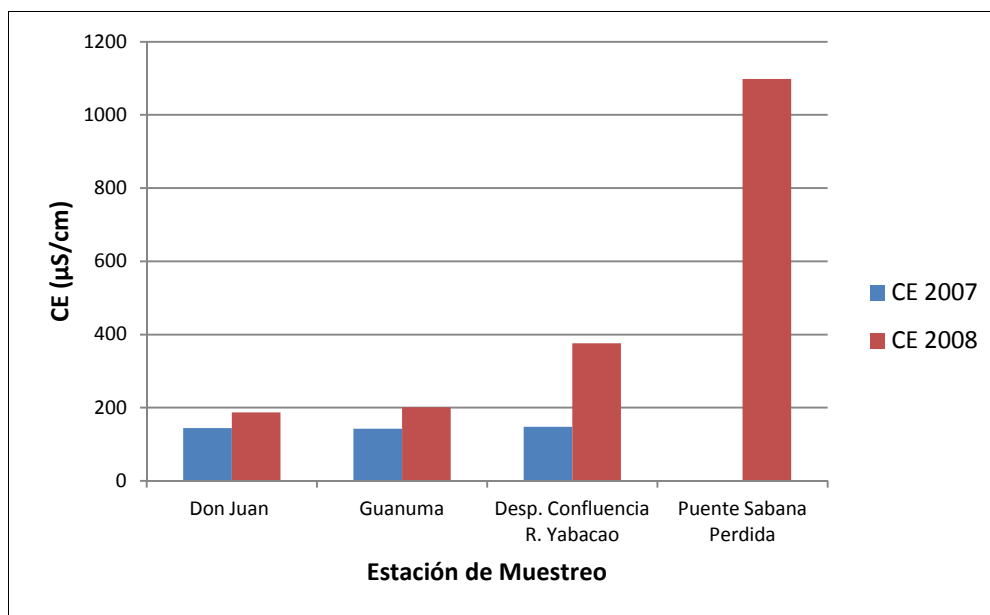


Figura 7.22 Variación espacial de CE, Ozama, 2007 y 2008

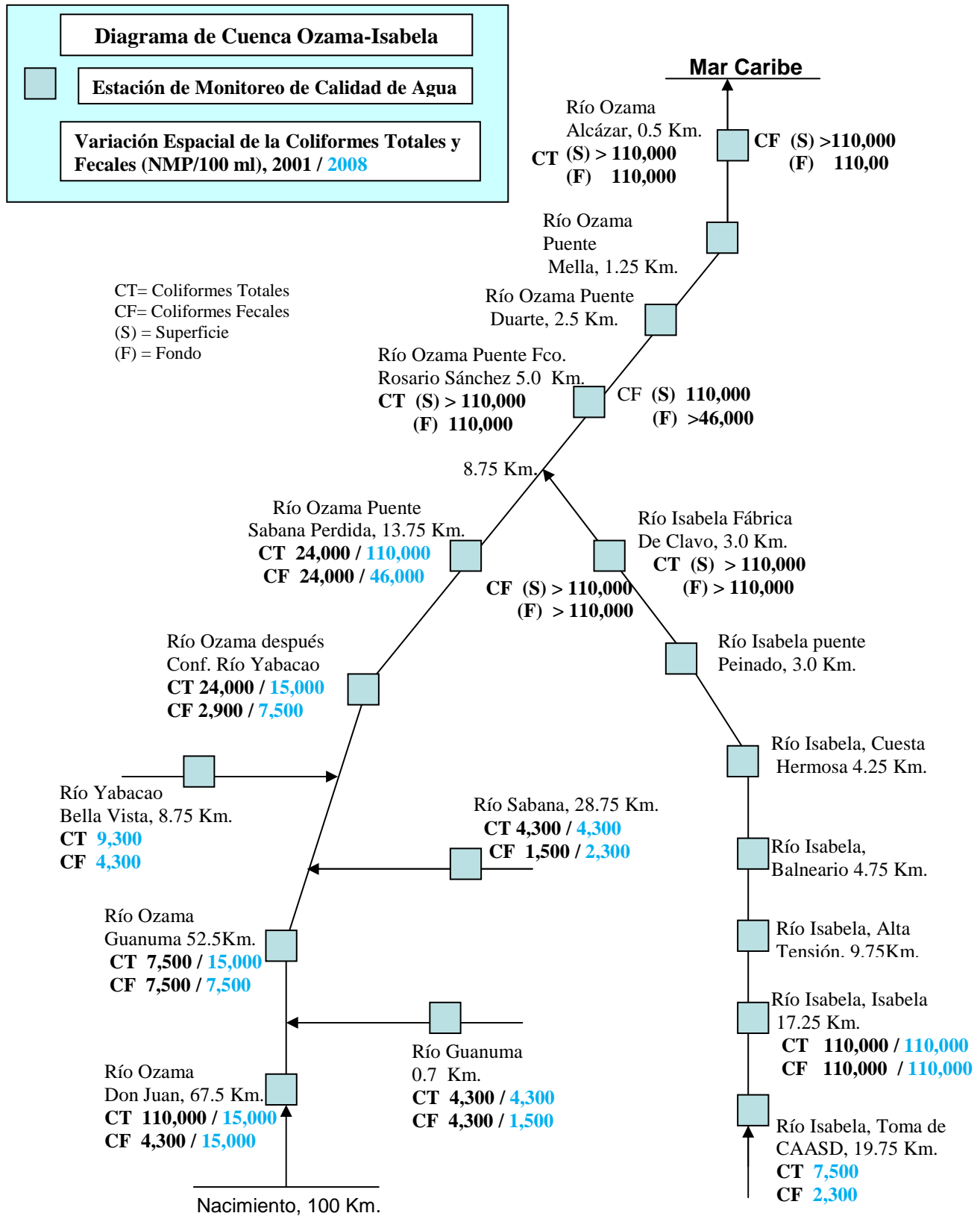


La determinación de la penetración de cuña salina es un parámetro relevante en los estudios de fuentes, como el caso de estudio Ozama-Yabacao, para la ubicación de la obra de toma del acueducto Barrera de Salinidad.

El oxígeno disuelto, se presentó en la cuenca alta y media por encima del nivel guía (5mg/l) para la protección de la vida acuática (**Figura 7.19**). En la zona de estuario Ozama-Isabela se registran concentraciones bajas de oxígeno disuelto producto de la carga de materia orgánica procedentes de las descargas urbano-industriales, así como las condiciones topográficas de la zona (el agua se remansa alcanzando condiciones de anoxia lo que conlleva a procesos de septificación de las aguas). Se presentan concentraciones de DBO_5 por encima de los niveles guías para la protección de la vida acuática.

Como es de esperarse la contaminación microbiológica es mayor en la parte baja de la cuenca, lo que pone en evidencia la intervención humana según se refleja en los análisis de coliformes, indicador biológico de las descargas procedente de materias fecales. (**Fig. 7.23**)

Figura 7.23: Variación espacial de los coliformes totales y fecales, Ozama-Isabela, 2001 y 2008



En la columna de agua los metales pesados en este muestreo puntual (**Cuadro 7.1**) se presentaron en la mayoría de las estaciones por debajo de los niveles guías establecidos por la Nordom 436, anexo D, excepto el Pb, en la estación Ozama-Yabacao y el Cr en la estación Ozama-Alcazar, donde se observa un ligero incremento.

En la zona de estuario, en los sedimentos, (**Cuadro 7.2**), podemos justificar la presencia de metales pesados por las actividades que se llevan a cabo en el puerto, carga y descargas de barcos, chatarras abandonadas dentro del curso de agua y depósitos de diferentes metales en la ribera del mismo.

Cuadro 7.1. Resultados de análisis de metales pesados en la columna de agua, río Ozama-Isabela, año 2001

Punto de muestreo	Fecha de muestreo	Cd (ppm)	Cu (ppm)	Cr (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)
Río Isabela, Isabela	04/09/01	* < 0.006	* < 0.006	* < 0.026	* < 0.015	< 0.06	0.040
Río Ozama, Guanuma	04/09/01	* < 0.006	* < 0.006	* < 0.026	* < 0.015	< 0.06	0.040
Río Ozama, Don Juan	04/09/01	* < 0.006	* < 0.006	* < 0.026	* < 0.015	< 0.06	0.043
Arroyo Sabana	04/09/01	* < 0.006	* < 0.006	* < 0.026	* < 0.015	< 0.06	0.008

* Límite de detección del aparato para el Cd, Cu, Cr, Ni, Pb y Ni.

Cuadro 7.2. Resultados de análisis de metales pesados en sedimentos, río Ozama -Isabela, año 2001

Punto de muestreo	Fecha de muestreo	Cd (ppm)	Cu (ppm)	Cr (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)
Río Isabela Fab.de Clavos	06/09/01	* < 0.006	97.82	194.91	101.47	39.49	206.59
Río Ozama, Sabana Perdida	06/09/01	* < 0.006	32.15	57.21	56.62	16.52	124.41
Río Ozama-Isabela, los Tres Brazos	06/09/01	* < 0.006	67.21	63.72	66.14	32.54	255.84
Río Ozama, el Alcázar	06/09/01	* < 0.006	120.43	145.69	110.50	41.24	271.72

* Límite de detección de aparato para el Cd.

De estas campañas de monitoreo se puntualizaron las siguientes observaciones:

- El río Ozama es la principal fuente contaminante del litoral, aportando grandes cantidades de: materia orgánica, grasas, hidrocarburos, metales pesados y microorganismos. El río Haina presenta una incidencia menos significativa de acuerdo a sus aportes contaminantes.
- Todas las estaciones del río Ozama presentaron valores por encima de los máximos permisibles para fines recreativos o de conservación de la vida acuática, de acuerdo con las Normas Dominicanas.
- Los principales aportes de aguas contaminadas con residuales urbanos-industriales al río Ozama se realizan a través de: la cañada de La Zurza, el Arroyo Bonabides y El Farolito. El río Haina recibe importante aportes urbanos-industriales a través de la cañada Guajimía.
- Los mayores aportes de residuales industriales al río Ozama proceden de fábricas ubicadas en la avenida Máximo Gómez, los mataderos e industrias de recubrimientos

superficiales metales. También recibe importantes aportes de materias flotantes que llegan a través de cañadas y de los asentamientos urbanos existente en sus márgenes.

- Los fondos de ambos ríos presentan gran acumulación de sedimentos orgánicos y metálicos, lo que repercute en los bajos niveles de oxígeno disuelto de las aguas próximas a sus lechos.

7.3 CUENCA YAQUE DEL SUR

En la cuenca del Yaque del Sur se han realizados monitoreos puntuales de calidad de agua. Se diseñó y se operó una red específica en la subcuenca del río San Juan, área de influencia del Proyecto de Desarrollo Agrícola de San Juan de la Maguana, PRODAS con el objetivo de evaluar las acciones y actividades del proyecto en la calidad de sus aguas, "Informe Plan de Monitoreo Ambiental del Prodas, abril 1996".

Objetivos específicos:

1. Medir el nivel base de las concentraciones de los contaminantes en la cuenca baja y media del río San Juan.
2. Medir el efecto de las actividades del Prodas en la cuenca baja y de las actividades de agroforestería y desarrollo rural en la cuenca media.
3. Medir el efecto de actividades del Prodas en el ingreso y transporte de químicos en las aguas superficiales y subterráneas.

Se identificaron diferentes actividades que impactan la calidad del agua: depuración deficiente de las aguas urbanas de la población de San Juan de la Maguana, carga de sólidos en suspensión, viviendas con conexiones sanitarias en los cursos receptores y desechos sólidos depositados en sus márgenes, según se observa en las **Figuras 7.24, 7.25 y 7.26**.

Figura 7.24 Planta de aguas negras, San Juan de la Maguana, Cuenca Yaque del Sur



Figura 7.25 Carga de sedimentos en el río San Juan, cuenca Yaque del Sur



Figura 7.26 Viviendas con conexiones sanitarias al arroyo Tenguerengue



Se realizaron 6 campañas de monitoreo de calidad de agua y para su evaluación el diagrama de cuencas correspondiente a la red del Prodas se fraccionó en tres sub-sistemas: Sub-cuenca del río San Juan, arroyo Loro y río Yábano. En la tabla anexa se presenta una comparación de los valores de la CE en los 6 muestreos realizado en el período 1998-2000; puede observarse que en la mayoría de las estaciones de los diferentes sistemas, si tomamos en cuenta las diferentes épocas del muestreo, presentan valores similares, es decir no se registraron cambios significativo. **(Cuadro 7.3)**.

Cuadro 7.3: Comparación de la CE, sub-cuenca del río San Juan, 1997-2000

Fuente y Lugar	Conductividad Eléctrica (CE) $\mu\text{S}/\text{cm}$					
	1 ^{er} Muestreo Enero 1998	2 ^{do} Muestreo No5. 1998	3 ^{er} Muestreo Mar.1999	4 ^{to} Muestreo Oct. 1999	5 ^{to} Muestreo Mar. 2000	6 ^{to} Muestreo Oct. 2000
Río San Juan, el Ingeñito	180	172	167	150	174	163
Río San Juan, aguas abajo Embalse Sabaneta	190	183	196	155	176	191
Arroyo Dajai, carret. La Jagua-Sabaneta	680	509	500	462	607	538
Canal San Juan, en la toma del Acueducto	335	262	280	211	302	259
Río San Juan, toma del Canal San Juan	375	261	278	199	323	262
Río San Juan, rama izquierda, La Fortaleza	470	408	461	406	432	448
Río San Juan, rama derecha		386	476	248	465	330
Río San Juan, aguas abajo Planta tratamiento	447	520	523	449	525	531
Dren Tenguerengue, Carret. San Juan-Vallejuelo	620	468	526	434	579	577
Río Jínova, aguas arriba del río Donado	465	377	465	297	479	371
Río Jínova, aguas abajo del río Donado	544	426	520	345	504	458
Río San Juan, después conf. la dos rama, carretera Vallejuelo			705	441	715	614
Río San Juan, Sabana Alta	766	555	835	363	727	595
Río Jínova, antes conf. Río San Juan, Cuenda	593	482	596	383	608	465
Pozo del Hatico, el Hatico	740	771	660	702	722	731
Río Mijo, Carret. Azua-San Juan	311		348	184	358	240
Río Maguana, carret. Sabaneta-San Juan			242	171	376	205
Río Maguana, en la Maguana arriba	336		208	174		
Arroyo Loro, aguas arriba Cañada la Cachimba	1,184	409	546	446	362	433
Arroyo la Cachimba, aguas abajo Arroyo Guanábano	639	637	670	687	693	741
Cañada la Cachimba, aguas abajo Arroyo Sillón	778	736	676	884	1,060	971
Cañada la Cachimba, aguas arriba Arroyo Loro	1,300	930	1,069	1,126	928	1,100
Arroyo Alonzo	418	380	568	371	559	556
Arroyo Loro, aguas abajo Arroyo Alonzo	805	781	1,073	955	840	1,168
Arroyo Loro, aguas arriba conf. Río San Juan, Chalona		791	1,064	975		1,119
Dren Joboyar, La Ceiba	1,117	597	836	744	640	830
Río Yábano, aguas arriba Arroyo Mogoyón	489	512	471	341	487	450
Río Yábano, aguas arriba del río San Juan	525	548	653	520	579	585

La medida de la conductividad eléctrica que indica la concentración de sales disueltas en el agua es importante para definir el uso del agua para riego. Se observa en las aguas del río San Juan recibieron impactos de baja intensidad sobre el contenido de sales hasta llegar al arroyo Loro que recibe descargas de aguas de drenaje y de su tributario la Cachimba, afectando las aguas en el tramo comprendido entre el Rosario y Sabana Alta lo que puede disminuir el potencial productivo de los cultivos (ver **Figuras 7.27** y **7.28**)

La determinación de la concentración de oxígeno disuelto es una de las pruebas más importante en los estudios de contaminación de un cuerpo de agua debido a que los organismos vivos dependen del oxígeno, de alguna manera para mantener los procesos metabólicos que producen energía para crecer y reproducirse.

En la mayoría de los casos la concentración de oxígeno disuelto se mantuvo por encima del nivel guía propuesto para la protección de la vida acuática, 5 mg/l. Los impactos de las acciones humanas sobre las aguas de la rama izquierda del río San Juan, río Jínova y arroyo Loro, reducen el contenido de oxígeno disuelto a niveles que son moderadamente peligrosos para la supervivencia de los peces; pero el arroyo Tenguerengue y la Cachimba recibieron impactos de alta intensidad por lo que la concentración de oxígeno disuelto se presentó inferior al nivel guía, insuficiente para la conservación de la vida en el agua.

Las aguas del río San Juan y sus afluentes tienen un alto nivel de contaminación bacteriológica de origen fecal y son altamente peligrosas para el uso humano por contacto directo o inmersión. Esto se debe posiblemente a los impactos generados por materia fecal depositada en los campos de cultivos y arrastrada por la lluvia hacia el río San Juan y sus afluentes; así como descargas no puntuales de aguas residuales urbanas procedentes de conexiones de viviendas ubicadas en las márgenes del río y la descarga puntual de la planta de tratamiento de agua municipal (Ver **Figura 7.29**)

La incorporación de los nitratos en el agua proviene de la descomposición natural de materia nitrogenada de las aguas de desecho y fertilizantes orgánicos. Naturalmente puede provenir como un último estado de la putrefacción de la materia orgánica, a través de bacterias de los géneros nitrosomas y nitrobacter. Los valores reportados en esta investigación se encuentran por debajo de los niveles guías propuestos por la operación de la red de calidad de agua.

Consideramos muy importante la continuación de monitoreos sucesivos que incluyan la cuenca completa del Yaque del sur.

Figura 7.27: Variación espacial de la CE y STD, Subcuenca río San Juan, 1999

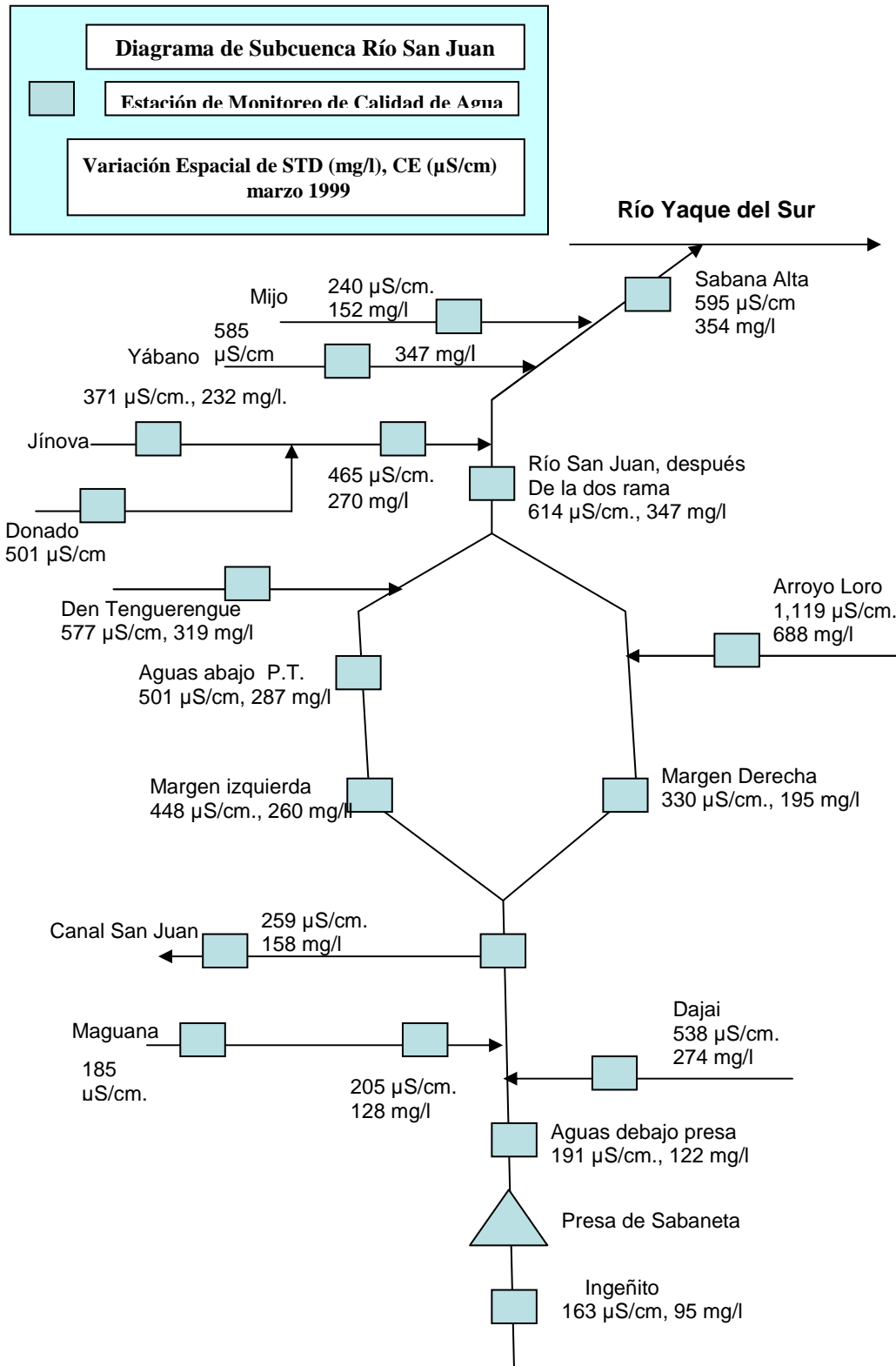


Figura 7.28: Variación espacial de la CE y STD, sub-cuenca río San Juan, 2007 y 2008

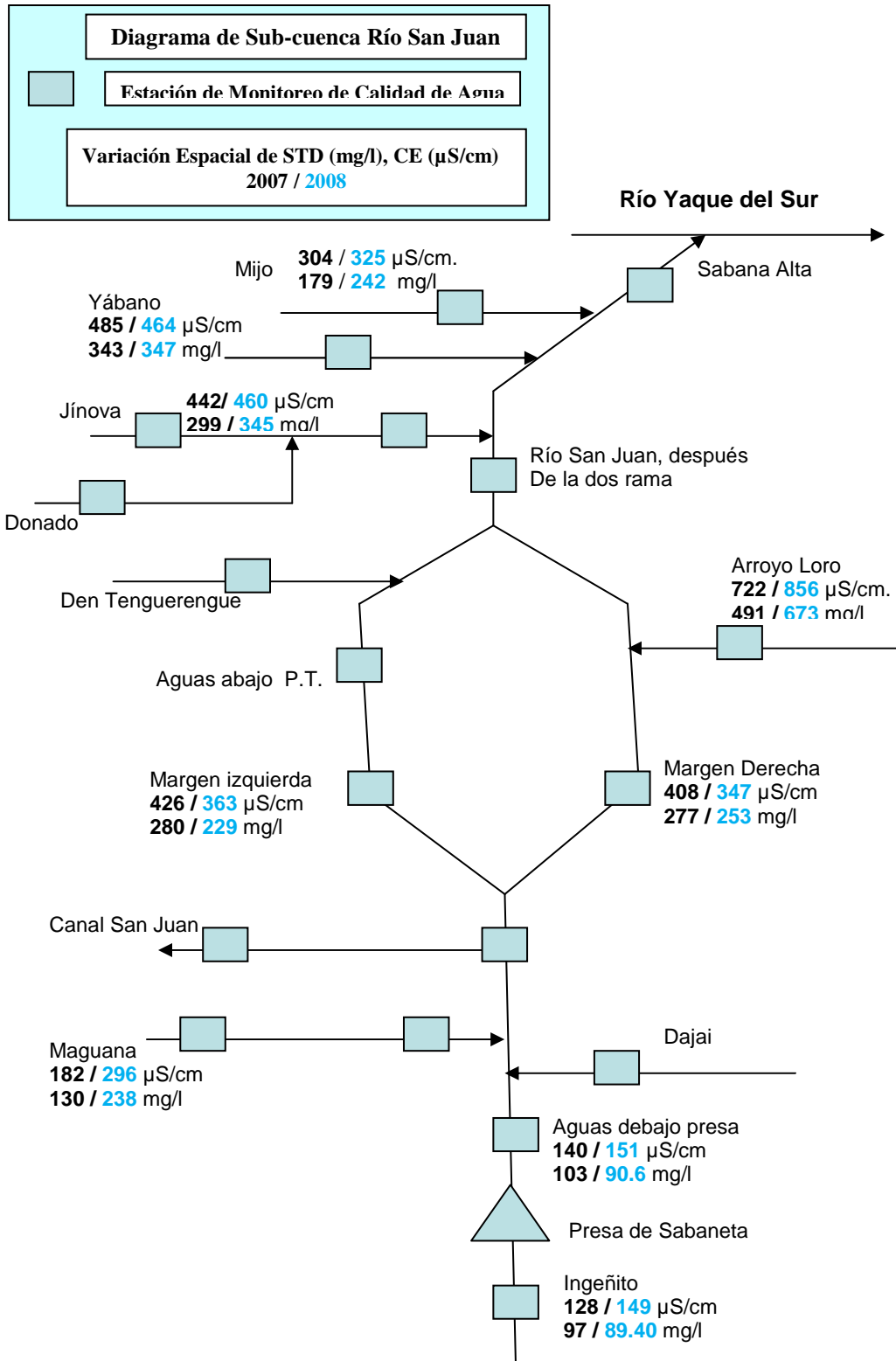
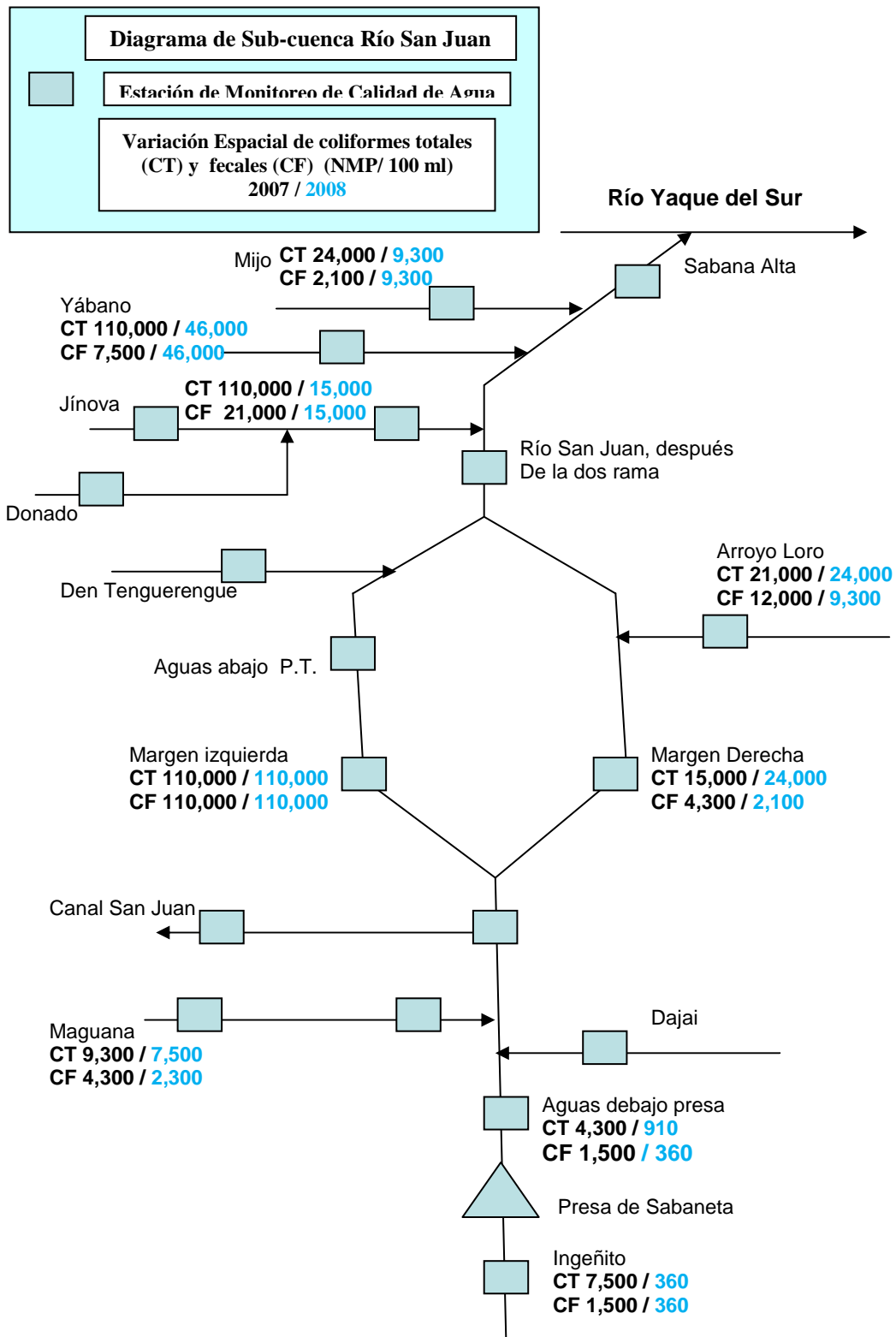


Figura 7.29: Variación espacial de los coliformes, Sub-cuenca río San Juan, 2007 y 2008



7.4 CUENCA DEL YUNA

En la cuenca del Yuna se han realizado acciones puntuales en el área de influencia de la zona minera de: Falconbridge Dominicana y Rosario Dominicana; y cuenca baja de Yuna en el área de influencia de los proyectos Aglipo I y II, incluyendo sus fuentes de drenajes naturales el Caño Gran Estero, el Yuna y el río Guayabo, afluente de éste por la margen izquierda que constituye el canal principal de Drenaje del Proyecto Aguacate-Guayabo.

La red de monitoreo de calidad de agua en el área de influencia de Falconbridge Dominicana se diseñó con los siguientes objetivos:

- Dar cumplimiento al decreto 97-94 (4/4/94) que en su artículo Iero. determina el “monitoreo de cursos de aguas principales que se originan o pasan por las inmediaciones de la Falconbridge Dominicana, tales como río Yuna, Hato Viejo y otros arroyos”.
- Evaluar el posible riesgo para la salud humana por la presencia de metales específicos y compuestos orgánicos tóxicos en las aguas, material particulado y tejidos de peces de cuerpos de agua receptores del impacto de las actividades mineras e industriales de Falconbridge Dominicana C. por. A.

El aporte de metales al organismo humano se presenta a través de los diferentes componentes ambientales: agua, aire y el ambiente. Cabe destacar que los metales característicos de esta actividad minera como Ni, Fe y Al son principalmente aportados por vía de alimentos y en segundo lugar por el agua.

En este sentido se recomendó la implementación de un estudio de iones de evaluación de riesgo. Con la intervención de organismos nacionales e internacionales, como la Oficina Panamericana de la Salud (OPS), organizaciones no gubernamentales de la zona y Falconbridge Dominicana.

En el embalse de Hatillo y en área de influencia de La Rosario, se ha definido una red de calidad de agua con el objetivo de determinar el estado trófico del embalse e identificar los contaminantes producidos por la empresa minera, especialmente los cianuros y su influencia sobre el embalse de Hatillo. En la **Figura 7.30** se observa la descarga del arroyo Margajita al embalse de Hatillo. Las variables de calidad de agua analizadas fueron principalmente los iones principales, metales pesados, nitratos, nitritos cianuros, coliformes totales y fecales.

Figura 7.30 Descarga de Arroyo Margajita a la Presa de Hatillo



Los estudios de calidad de agua realizados la zona de la Rosario Dominicana ponen en evidencia que las aguas de los arroyos y ríos monitoreados poseen un pH menor de 5 (ácido), característico de la lixiviación de suelos de zona de explotación minera a cielo abierto. La conductividad eléctrica presenta valores superiores a los 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indicativo de altas concentraciones de sales disueltas.

Los niveles del potencial redox se presentan en rangos superiores a 300 mV lo que sugiere una abundancia de oxígeno y escasez de hidrógeno como lo confirman las concentraciones de oxígeno disuelto superiores a los 5 mg/l. Por otra parte, los metales pesados hierro y níquel presentaron concentraciones superiores a los recomendados por los niveles guías, esto se debe a la lixiviación natural y a la escorrentía.

Se realizaron perfiles verticales realizados en el embalse en cuatro estaciones de monitoreo (Presa, Angostura, Puente y Cola). En la estación la Presa, la termoclina se presentó a 7-14 m de profundidad y no estuvo definida en las demás estaciones. Las oxiclina se presentan a la profundidad de 7-10m para la estación la Presa, 5-7 m para la estación Angostura y no estuvo definida en la estación la Cola. Las condiciones de anoxia se muestran a la profundidad de 10 m.

Los cianuros se encuentran generalmente en pequeñas concentraciones en las aguas superficiales, como resultado de las entradas naturales y antropogénicas. Con relación al metabolismo del cianuro, los animales absorben fácilmente el ión de cianuro y sus efectos altamente venenosos pueden ser inducidos con rapidez. El cianuro bloquea los procesos oxidantes en las células de los cuerpos carótidos y aórticos, permitiendo que los productos anaeróbicos, como es el ácido láctico, se acumulen en ellos entorpeciendo de este modo la respiración. Si la exposición al cianuro es baja, no es fatal para los seres humanos que poseen un sistema de desintoxicación eficiente mediante el cual el cianuro es convertido en ión de tiocianato, que no es tóxico a niveles bajos.

La concentración de cianuro disuelto para los principales arroyos, ríos y el embalse de Hatillo, las mismas poseen valores inferiores que los exigidos por las normas nacionales e internacionales (0.05 mg/l CN-) para el uso del agua de bebida, riego y vuelco de efluentes industriales.

En agosto de 1994 se realizó un Estudio de Calidad de Agua en la zona de Limón del Yuna, con el objetivo de conocer la situación actual de la calidad de las aguas en el área donde se ejecutará el proyecto Aglipo III, según se observa en las **Figuras 7.31 y 7.32**.

Figura 7.31 Lagunita Cristal, Limón del Yuna, Aglipo III



Figura 7.32 Toma del Acueducto Guaraguao, Limón del Yuna, Aglipo III



Se realizaron tres muestreos con frecuencia quincenales, en el río Payabo, drenaje Cascarilla, Las Cuevas, Guaraguao, Laguna Cristal, Los Contreras y río Yuna en el puente de Villa Riva.

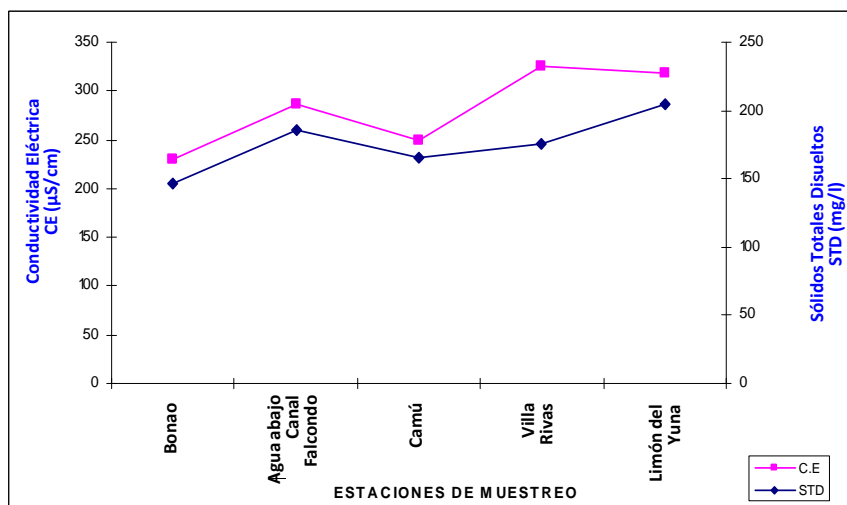
Se determinaron los siguientes análisis: alcalinidad, boro, cadmio total, calcio, cloruro, cobre total, cromo total, conductividad eléctrica, coniformes totales, coniformes fecales, dureza total, DBO5, DQO, fósforo total, hierro, magnesio, manganeso, mercurio, nitrógeno -NO3, nitrógeno Kjeldahl, níquel total, oxígeno disuelto, potasio, pH, sodio STD, sólidos suspendidos, temperatura, zinc.

Los resultados de los análisis físico-químicos enmarcan estas aguas dentro de la clasificación C_2-S_1 , según el diagrama de Wilcox. Las aguas C_2 son aguas de salinidad media y pueden usarse para el riego siempre y cuando haya un grado moderado de lavado, sin necesidad de utilizar prácticas especiales de control de salinidad, se pueden producir plantas tolerantes a sales. Las aguas (S_1) son aguas bajas en sodio, pueden usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable.

Los nutrientes y metales pesados en los tres muestreos presentaron concentraciones por debajo de los niveles guías recomendados por la Organización Mundial de la Salud, por lo que no representan riesgo a la salud cuando estas aguas sean usadas para la producción de agua potable, riego, vida acuática, recreación y otros. Sin embargo los análisis bacteriológicos indican que estas aguas son inadecuadas para el uso doméstico sin previo tratamiento sanitario.

En la evaluación de la calidad del agua en la cuenca del Yuna en el 2002, la conductividad eléctrica, y los sólidos disueltos totales, se presentaron dentro de los límites requeridos para los diferentes usos (fuente de agua potable, riego, vida acuática, deportes entre otros) (ver **Figura 7.33**)

Figura 7.33 Variación espacial de la CE y STD & estaciones, río Yuna, 2001



En el Caño Gran Estero, la penetración de la cuña de agua salina en época de estiaje, afecta la calidad de las aguas del sistema de riego de la zona. En este sentido es pertinente realizar mediciones sistemáticas de la salinidad de esta agua a fin de buscar alternativas en la

operación del sistema de riego para evitar pérdidas en el cultivo de arroz, así como conservar los sistemas de bombeo.

A continuación se muestran perfiles longitudinales de la penetración del agua de mar que afecta el riego de miles de tareas de arroz en ambas márgenes del Gran Estero (ver **Figuras 7.34 y 7.35**)

Figura 7.34 Intrusión salina, caño Gran Estero, 2003

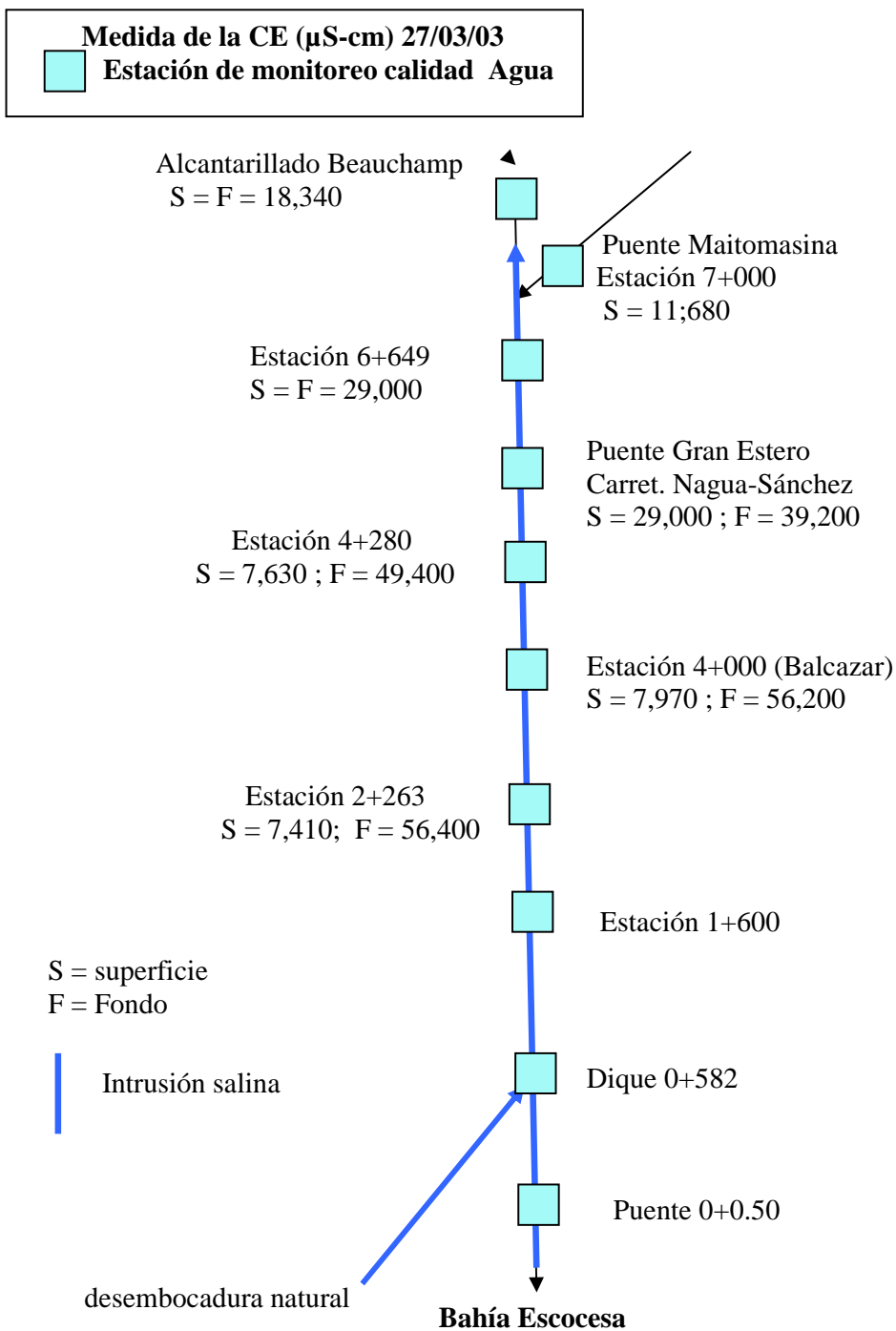
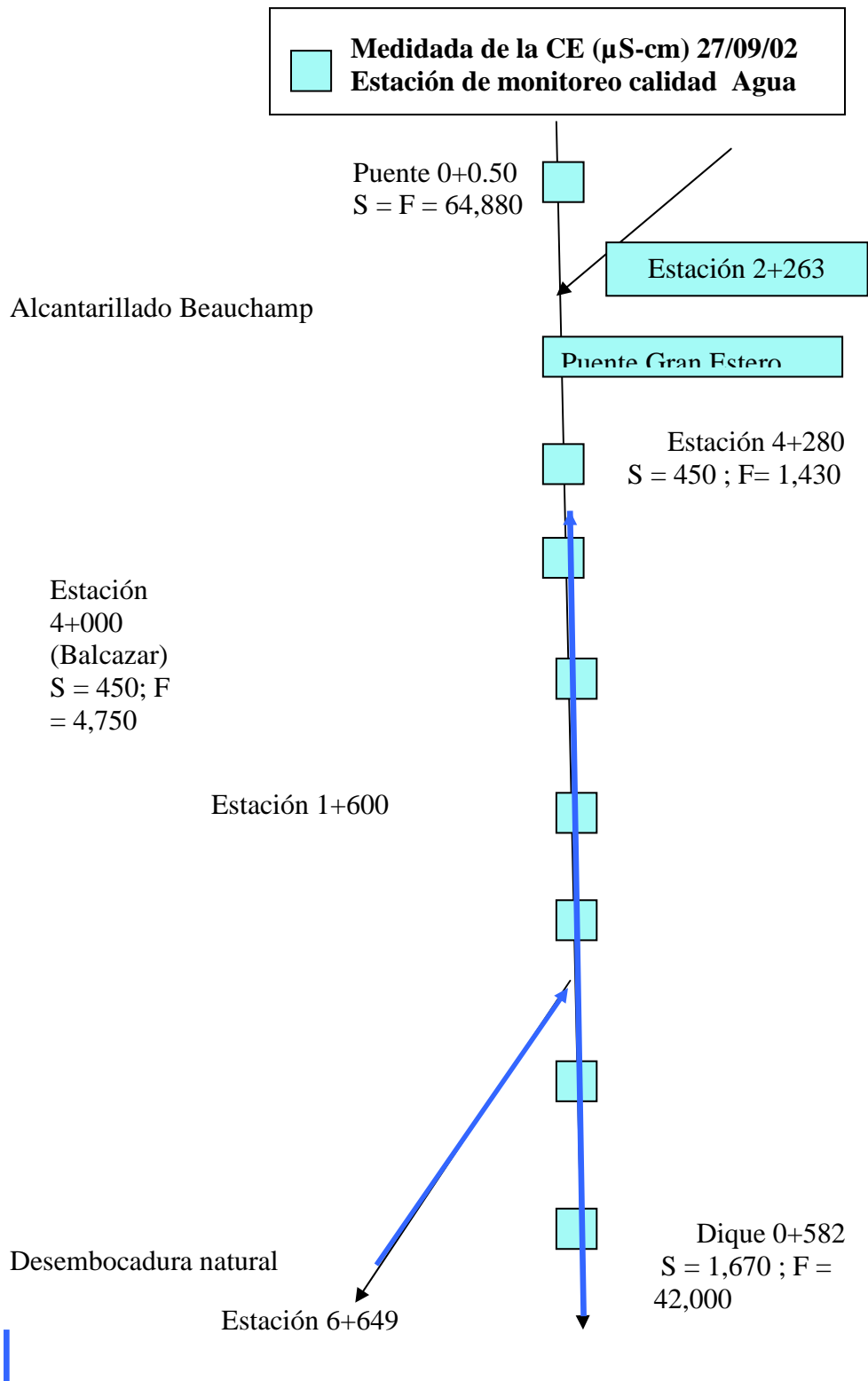


Figura 7.35 Intrusión salina, caño Gran Estero, 2002



La operación de la red de monitoreo de la cuenca del río Yuna es de relevada importancia, dada la dimensión de las actividades que se desarrollan desde su cuenca alta, media y baja, con sus posibles impactos a la calidad del agua y los recursos naturales en la bahía de Samaná y su entorno (ver **Figura 7.36**)

Figura 7.36 Vegetación acuática, cuenca Baja del Yuna



7.5 RED DE AGUA SUBTERRÁNEA

El Estudio Hidrogeológico Nacional fué un proyecto ejecutado dentro del marco del Programa de Desarrollo Geológico-Minero (SYSMIN), Convención Lomé 4. La primera fase del proyecto ejecutado por la Empresa Italiana Aquater, en la región Suroeste y Sureste del país, operó una red de calidad de agua subterránea con 395 puntos hídricos, monitoreados en el curso del proyecto en 4 campañas de medición y análisis (analizándose los iones mayoritarios).

Para evaluar las características de potabilidad de las aguas subterráneas se seleccionaron 40 muestras procedentes de pozos públicos localizados en el área de estudio, usados para fines potable, y se le determinaron parámetros físico-químicos y microbiológicos (coliformes totales, coliformes fecales, enterococos y aerobios mesófilos; estos parámetros constituyen los principales indicadores de la presencia de una contaminación debida a líquidos de origen biológico).

La metodología de análisis utilizada para la caracterización microbiológica fueron las recomendaciones de los "Standard Methods" de la "American Public Health Association".

Con el objetivo de definir las características de las aguas minero-medicinales de la República Dominicana se llevó a cabo una campaña de toma de muestra en 9 importantes manantiales localizados en la Planicie costera Oriental y el valle de Neyba.

Para la caracterización química y microbiológica de las aguas de los 9 manantiales de interés minero-medicinal. Este muestreo específico ha sido realizado según las especificaciones de los métodos indicados en Epa 600/(4-79-020) (Methods for Chemical Analysis of water and waste Federal Register, sep.3,1987. 40 CFR Chapt. 1 Revised July 1.1988) y EPA 823-B-9 (water Quality Standards Handbook; Second Edition Appendixes, 1994).

Las consideraciones u observaciones descritas en el anexo memorias de Aquater respecto a la potabilidad de las aguas conforme a las Normas Dominicanas son las siguientes:

- El valor de la turbiedad está en la normalidad dentro de los límites y el fluor también se encuentra dentro del valor admitido por la Norma Dominicana en más de un 90% de las muestras analizadas.
- Los nitratos representan un importante índice de contaminación, su valor es inferior al máximo exigido por la Normas Dominicanas, el valor más elevado medido fué 0.71 mg/l; los Cloruros están presentes en cantidad superior al valor máximo permitido de 250 mg/l y el hierro en todas las aguas inferior a 0.02 mg/l.
- La mayoría de las aguas tiene pH superiores a 7; los sólidos totales (residuo fijo) son superiores a 500mg/l y la dureza dentro los límites exigidos por las normas.

En otras investigaciones se sugiere analizar otros parámetros como: cloro residual, manganeso, zinc, arsénico, cadmio, cromo hexavalente, plomo, selenio, cianuro agentes de tensión superficial y compuesto fenólicos e indicaciones de las características de olor, sabor y color.

En este muestreo puntual las aguas superan los límites exigidos por la Normas Dominicanas (Nordom. I) para las aguas de consumo humano. Los aerobios mesófilos superan el límite máximo de 200 colonias /cm³ y los coliformes totales no superan el valor de los 2.2 en las aguas de algunos manantiales. Así los coliformes fecales, enterococo y estafilococo que deben resultar obligatoriamente siempre ausentes, se presentaron en cantidades más o menos relevantes en todas las muestras examinadas, las pseudomonas que también deben estar obligatoriamente siempre ausentes se encontraron en algunas de las muestras.

Estos análisis deberán verificarse en muestreos sucesivos, pero en este momento los pozos usados como fuente de agua potable, como las aguas minerales erogadas de los manantiales examinados pueden no ser bacteriológicamente puras.

Se concluyó que las aguas de los manantiales examinados representan un relevante patrimonio termal de la República Dominicana que merece ser valorizado; han resultado de interés en efecto de sus propiedades químicas que las caracterizan. Los caudales son tales que pueden considerarse posible su aprovechamiento comercial, adecuados para su utilización en baños terapéuticos en piscinas y otras actividades que requieren elevado consumo de aguas minerales.

La Fase II del Proyecto abarcó 9 unidades geológicas del país y fue ejecutado por la Empresa Española Eptisa, la que operó una red de calidad de agua general y de intrusión marina, con el

objetivo de conocer la potencialidad de las aguas subterráneas para su explotación y utilización en abastecimiento a núcleos de población y agricultura. Esta red compuesta por 260 puntos de control semestral, se operaron durante un año hidrológico completo y un estudio de la calidad del agua en los abastecimientos urbanos.

La recogida, transporte y almacenamiento de muestra de agua, así como los análisis “in situ” se realizaron siguiendo las metodología del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater y las norma recomendadas por AMERICA WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA) Y WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

Los análisis medidos “in situ”, parámetros inestables fueron: conductividad, temperatura y pH y las determinaciones realizadas en laboratorio: parámetros físico-químicos (conductividad y pH) y constituyentes mayoritarios (sodio, potasio, calcio, magnesio, amonio, nitritos, nitratos, carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y fosfatos). En los puntos de la red de control de la intrusión se ha determinado además la concentración de bromuro durante la segunda campaña de muestreo.

En 17 puntos se ha determinado algunos metales pesados (cromo total, cromo hexavalente, hierro y manganeso) y en 9 puntos se llevaron a cabo análisis bacteriológicos.

Además se seleccionaron 11 puntos para análisis de plaguicidas organoclorados, organofosforados y triazinas; en los valles de Constanza y Tireo (8 puntos), en la zona de Montecristi (1 punto en Dajabón y 1 punto en Villa Vásquez) y 1 punto en el bajo Yuna.

Calidad química (resultados):

Los resultados obtenidos en los monitoreos han sido comparados con las Normas Dominicanas y con los valores Guías de OMS. Aproximadamente un 29 % de las muestras analizadas superan los límites establecidos en distintos parámetros (calcio, magnesio, sodio, cloruros, sulfatos, nitratos, amonio, dureza o total de sólidos), mientras que el resto de las muestras 71% del total, los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites establecidos en la normativa de agua para abastecimiento humano.

Se realizaron análisis bacteriológicos en nueve puntos de agua, situados (3) en la cordillera Central, (5) en la cordillera Oriental y (1) en la cordillera Septentrional, como índice de la calidad bacteriológica de las aguas subterráneas de la República Dominicana (estos resultados son puntuales y se refieren a las condiciones temporales existentes en el momento del muestreo).

En los resultados obtenidos se observa que las aguas analizadas no son aptas para abastecimiento o consumo humano, puesto que su calidad bacteriológica no es adecuada. Se han detectado coliformes totales cuyo NMP/100mL alcanza valores superiores a 1100. Por su parte, los coliformes fecales, Mesófilos y Pseudomonas, se encuentran presentes en algunas muestras. La presencia de estos microorganismos e indicadores de calidad reflejan la contaminación del

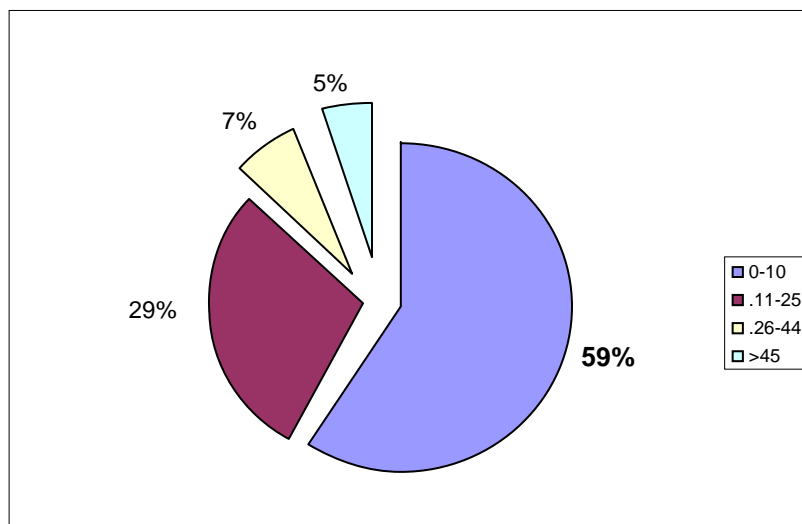
agua en mayor o menor grado, su uso puede constituir una vía de transmisión de enfermedades infecciosas.

En general las prácticas agrícolas constituyen el principal aporte de compuestos nitrogenados a las aguas subterráneas. No obstante, el nitrógeno puede proceder también de otras fuentes (vertidos de aguas residuales, fosas sépticas, instalaciones ganaderas, industria alimentaria, entre otras), que en ocasiones constituyen la vía fundamental de contaminación por compuestos nitrogenados de las aguas subterráneas.

Para analizar los resultados de los análisis de nitratos se agruparon en cuatro rango de concentraciones (0-10, 11-25, 26-44, y >45 mg/l). En los resultados obtenidos se observa que predominan las aguas subterráneas con contenido de nitratos inferiores a 45 mg/l, en especial, los valores más frecuentes corresponden al rango de menor concentración (0-10 mg/l) (ver **Figura 7.37**).

Los valores comprendidos entre 26-44mg/l se distribuyen por todo el ámbito del estudio a excepción de de los Haitises, península de Samaná, sierra de Bahoruco, península Sur de Barahona, sin embargo los valores más elevados, superiores a 45 mg/l, se registran en varias unidades geológicas (valle del Cibao, valle de Constanza y cordillera Septentrional).

Figura 7.37 Concentraciones de nitratos de las aguas subterráneas (mg/l), 2004



- **Contaminación de las aguas subterráneas por plaguicidas**

Los plaguicidas o pesticidas engloban a una serie de compuestos de notable resistencia a la degradación que con frecuencia son muy nocivos para los seres vivos, ya que tienden a acumularse en los tejidos. Los plaguicidas y sus productos de degradación usados en la agricultura permanecen en el terreno hasta que son arrastrados por la lluvia o riego hasta alcanzar los recursos superficiales o subterráneos (ver **Figura 7.38**).

Para estudiar la situación en que se encuentran las aguas subterráneas con respecto a los plaguicidas se seleccionaron once (11) puntos de control, ocho (8) muestras en los valles de Tiro-Constanza, dos en la zona de Montecristi, Dajabón, Villa Vásquez y bajo Yuna.

Figura 7.38 Cultivo intensivo área de Constanza



7.6 OBSERVACIONES PUNTUALES

Los resultados de los análisis de calidad de agua obtenidos en las campañas de monitoreos puntuales, que se han realizado a nivel de nuestras cuencas hidrográficas y de las aguas subterráneas, ponen de manifiesto una posible degradación de la calidad del agua que restringe sus usos prioritarios como fuente de agua potable, riego, vida acuática, hidroelectricidad, deportes, abrevadero de ganado, medicinal entre otros.

Las actividades humanas (deforestación y como consecuencia erosión de los suelos, la agricultura, aguas residuales urbanas e industriales, minería, transporte marítimo, turismo, entre otras) desarrolladas en nuestras cuencas, afectan la calidad del agua y generan problemas de contaminación microbiológica, química y biológica.

La implementación de un programa de Calidad de Agua Nacional, permitirá generar la información necesaria para la toma de decisiones:

- Para la planificación del uso y aptitud del recurso.
- Modelar y simular los procesos para predecir posibles riesgos a la salud humana y la biota acuática en general.

- Elaborar o revisar las normativas para cada uso específico del agua.
- Revisar y fortalecer la legislación vigente para la protección de la calidad del recurso.
- Construir Indicadores de los recursos hídricos.

7.7 REFERENCIAS

- INDRHI/GTZ. Informe No. 63. Red Nacional de Monitoreo de Calidad de Aguas para la República Dominicana. 1993.
- INDRHI/GTZ. Informe No 64. Evaluación de necesidades laboratoriales para el programa de Calidad de Aguas del INDRHI.1993.
- INDRHI/GTZ. Informe No. 74. Relevamiento de Calidad de Agua, Cuenca del Yaque del Norte. 1993.
- INDRHI. División de Calidad de Aguas. Evaluación de la Calidad de las Aguas, del proyecto de Desarrollo Agrícola de Limón del Yuna. 1994.
- INDRHI. División de Calidad de Aguas. Estudio de la Calidad de las Aguas en el área de influencia de Rosario Dominicana. 1996.
- INDRHI. Oficina Nacional de Hidrología. Informe Preliminar del Impacto de las actividades de los proyectos Aglipo I y II, en las aguas de los ríos Nagua, Caño Colorado, Gran Estero y Yuna. 1998.
- Abreu, R.U. Diagnostico Global del INAPA, Consultaría Asistencia Técnica para elaboración del Proyecto de Contrato de Desempeño del INAPA, BID/STP, Sto. Dgo. 2003.
- Abreu, R.U. Evaluación Global de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento 2000. Organización Panamericana de la Salud. República Dominicana, 1999.
- Abreu, R. U. Informe Final Objetivos de Desarrollo del Milenio. Objetivo 7: Componente de Medio Ambiente. Meta 10: Agua potable y servicios de saneamiento básico, Sto. Dgo. Junio, 2005.
- Abreu, R.U.; Mora, Darner. Informe final diagnóstico de riesgo y vulnerabilidad de la calidad del agua del sistema Haina-Manoguayabo.- CAASD, Santo Domingo, República Dominicana. Septiembre, 2001.
- Abreu, R.U. Plan Nacional de Salud Ambiental Infantil. Organización Panamericana de la Salud. República Dominicana, 2004.
- Banco Mundial. Infraestructura en América Latina y el Caribe: tendencias y retos principales”, Washington, D.C., 2005
- CAASD. Memoria Anual, Años 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005.
- CAASD/salud y ambiente, consultores asocs. C. x A.. Sistema de información: sistema de vigilancia de la calidad del agua.- Santo Domingo, 2003.
- CEPAL. Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe: estadísticas económicas, Año 2005.

- CEPRYME / OPS. Análisis Sectorial de Agua Potable y Saneamiento en la República Dominicana. Santo Domingo, 1998
- De Jesús, I. Fortalecimiento Institucional de la Dirección de Salud Ambiental de la SESPAS, Documento de Análisis. OPS/OMS, República Dominicana, 2006.
- ESA Consultores. Los Servicios de Agua Potable y Saneamiento para los pobres en Centro América, México, República Dominicana y Haití. Honduras, septiembre, 2005.
- INAPA. Memoria Anual, Años 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005.
- INDRHI/GTZ. Red Nacional de Monitoreo de Calidad de Aguas para la República: Tomos I, II y III. Proyecto Fortalecimiento del INDRHI en las Actividades Hidrológicas, Santo Domingo, 1993.
- Lizardo, J.: Reformas de las Políticas Sociales en la República Dominicana: La Tarea Pendiente. Presentación 1er. Master en Alta Dirección Pública, FUNGLODE, Santo Domingo, Nov. 2006.
- Montás, J.T. La Larga Marcha de La Reforma en América Latina, 2006.
- Mora, D. Propuesta para Modificar la Norma de Calidad para Agua de Consumo Humano de República Dominicana, Santo Domingo, agosto, 2001.
- PNUD. Informe Nacional de Desarrollo Humano, República Dominicana 2005.
- Proyecto de Ley General sobre Reforma del Sector Agua Potable y Saneamiento, Sto. Dgo., 2005
- Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales /Abt Associates. Diagnóstico Ambiental y el Análisis Económico/ Fiscal, Santo Domingo, 2001.
- Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Ambiental sobre Calidad del Agua y Control de Descarga (NA-AG-001-03), Santo Domingo, junio 2003.
- Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Ambiental sobre Calidad de Aguas Subterráneas y Control de Descargas al Sub-suelo, Santo Domingo, 2005.
- SESPAS. Reglamentos de la Ley General de Salud No. 42-01, Volumen II, Santo Domingo, 2005.
- USAID, Evaluation of USAID Strategy to Increase Potable Water Acces and Sanitation in Rural Áreas, Dominican Republic, 2006.
- Veras F., M. y Rodríguez S., M. Los desafíos del Sector Agua Potable y Saneamiento de cara al siglo XXI: una propuesta de modernización. Presentado en el Primer Congreso Dominicano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Santo Domingo, 1996.

CAPÍTULO

8

FENÓMENOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS

8.1. INTRODUCCIÓN

Los desastres naturales son eventos provocados por fenómenos naturales que afectan a la sociedad en general y al hombre en particular, con resultados de pérdidas importantes de vidas y bienes, sobre los cuales la comunidad afectada tiene escaso o ningún control.

Un movimiento sísmico, un huracán o cualquier otro fenómeno extremo de la naturaleza se convierte en desastre, si afecta a zonas pobladas y ocasiona pérdidas humanas o económicas.

Entre los riesgos más importantes capaces de producir desastres, están:

- Geofísicos: movimientos sísmicos y vulcanismos, derrumbes, aludes, tsunamis (maremotos).
- Meteorológicos: inundaciones, huracanes, ciclones, tornados, sequías, granizadas, olas de frío o de calor, heladas, nevadas.
- Biológicos: marea roja (portadora de toxinas que alteran la cadena trófica), epidemias.

8.2. ANTECEDENTES

La República Dominicana, al igual que muchos países en vías de desarrollo periódicamente es afectada por eventos de origen natural o inducidos por el hombre, que ocasionan graves daños. Por estar localizado dentro de la Cuenca del Caribe, en una zona de intensa actividad ciclónica y sísmica, por lo que cada año, durante el período conocido como temporada ciclónica, desde principios de junio hasta finales de noviembre, es amenazado o impactado por eventos atmosféricos tales como ondas tropicales, tormentas y disturbios con gran poder destructivo, como son los huracanes así como por sequías

8.3. DESASTRES METEOROLOGICOS

8.3.1 Huracanes

Huracán es el nombre que toman los ciclones tropicales en la región norte del océano Atlántico. Son centros de baja presión atmosférica, con circulación de los vientos en espiral contraria a las manecillas del reloj, que se torna en agente destructor de gran potencia, arrastrando objetos sólidos y acompañado de lluvias torrenciales.

Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo a la velocidad de sus vientos y en el **Cuadro 8.1** podemos apreciar su clasificación de acuerdo a la escala Saffir-Simpson, desarrollada en 1969 por el ingeniero Herbert Saffir y el entonces Director del Centro Nacional de Huracanes, Robert Simpson. (Ver anexo).

Cuadro 8.1: Clasificación de los ciclones tropicales

Tipo	Vientos (km/h)	Comentarios
Depresión Tropical	< 63	Centro de baja presión con circulación cerrada.
Tormenta Tropical	64 a 117	Se le asigna nombre y se intensifica la circulación.
Huracán	> 118	
Categoría 1	118 a 152	Daños mínimos. Presión barométrica igual o superior a 980 milibares (mb). Marejada de 1.2 a 1.5m. Sin daños en estructura de edificios.
Categoría 2	153 a 178	Daños moderados. Presión de 965 a 979 mb. Marejada de 1.98 a 2.64m. Daños en tejados, puertas y ventanas.
Categoría 3	179 a 209	Daños extensos. Presión de 945 a 964 mb. Marejada de 2.97 a 3.96m. Destrucción viviendas en el litoral.
Categoría 4	210 a 249	Daños extremos. Presión de 920 a 944 mb. Marejada de 4.29 a 5.94m. Colapsos de techos y paredes de viviendas pequeñas.
Categoría 5	> 250	Daños catastróficos. Presión barométrica por debajo de 920 mb. Marejada mayor de 5.5 m. Daños de consideración a techos de edificios

Fuente: The weather Channel

La distribución de la incidencia de estos fenómenos en la República Dominicana puede apreciarse en el **Cuadro 8.2**, en la que se destacan los meses de agosto y septiembre como los más afectados por las tormentas tropicales y por los huracanes, para el período 1851-2000, lo que da una frecuencia aproximada de un ciclón tropical cada dos (2) años.

Cuadro 8.2: Distribución mensual de incidencia de tormentas y huracanes en R.D.

Distribución mensual de incidencia de tormentas y huracanes en Rep. Dom.						
Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
2	0	4	20	38	11	1

Fuente: Reporte de Hidrología, Ing. C. Cruz et al. INTEC

En la temporada del 2004, la República Dominicana fue visitada por tres huracanes, Frances, Iván y Jeanne, con saldo negativo para el país.

La temporada se inició con las inundaciones del río Soliette o río Blanco, en Jimaní, en la zona de los Lagos de frontera con Haití, arrasando parcialmente las poblaciones de Mapov, Font Verrettes y Jimaní, con un saldo aproximado de 2,000 muertos. Este río desemboca en la Lago Enriquillo (46 m bnm). (24 de mayo 2004)

Ivan cruzó por el centro del Mar Caribe y dejó grandes daños materiales y la muerte de 34 personas en Grenada, 1 en Trinidad y Tobago, 5 en Venezuela, 4 en República Dominicana, 3 en Haití y 19 en Jamaica. (8-9 de septiembre 2004).

Jeanne cruzó como Tormenta Tropical a lo largo de la costa norte de la Hispaniola dejando incomunicados numerosos poblados y 9 muertos en la República Dominicana. En Haití la crecida del río Artibonito ocasionó 709 muertos en Gonaive (200,000 habitantes) y dejó sin agua, luz, ni alimentos a 167,000 personas. (16-19 Sept-04).

Es digno de mención que cuando ocurrió el Huracán David (31 agosto 1979), entre las 23 y 24 horas, se produjo una precipitación de 80 mm/h lo cual provocó una avenida que pasó sobre las compuertas de la presa de Valdesia, sobre el río Nizao, rompiendo dichas compuertas y borrando del mapa el poblado de Semana Santa, provincia Peravia.

Los huracanes y tormentas tropicales que más daños ha hecho en el país se presentan en los **Cuadros 8.3 y 8.4**, y en la **Fig. 8.1** se aprecian las trayectorias seguidas por las principales tormentas que nos han afectado en los últimos cien (100) años. En la **Fig. 8.2** se presenta el mapa de vulnerabilidad a los ciclones tropicales, correspondiendo a la costa sur la mayor vulnerabilidad.

Cuadro 8.3: Huracanes más destructivos en la República Dominicana

DAVID 31 Agosto 1979 Categoría 5	El más poderoso de los huracanes que han impactado sobre el país directamente. Daños millonarios. Estimaciones de muertes por los 4,000. Cientos de miles de damnificados.
INEZ 26 Septiembre 1966 Categoría 4	Intenso huracán que azotó la península de Barahona con baja población para esa época. Borró el poblado de Oviedo por donde paso el Ojo. Numerosas muertes en la península.
SAN ZENON 3 Septiembre 1930 Categoría 4	Uno de los más recordados por su impacto directo sobre la ciudad de Santo Domingo que prácticamente destruyó. En 6,000 se estima el número de muertes.
GEORGES 22 Septiembre 1998 Categoría 3	Un largo recorrido sobre el país y altas precipitaciones causó destrucción y muertes por vientos e inundaciones. 40,000 casas destruidas y una fulminante crecida en el bajo Yaque del Sur.

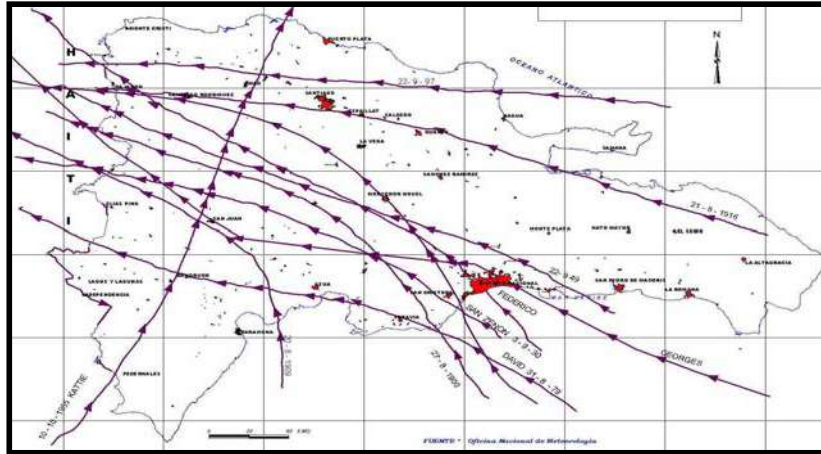
Fuente: www.acqweather.com

Cuadro 8.4: Tormentas tropicales de mayor impacto en la República Dominicana

FEDERICO 6 Septiembre 1979	A seis días del paso del huracán David las precipitaciones que produjo en la region sur, especialmente en la provincia de San Cristóbal causaron graves inundaciones.
FRANCES 30 septiembre 1961	Afecta la parte oriental entrando próxima a Boca de Yuma

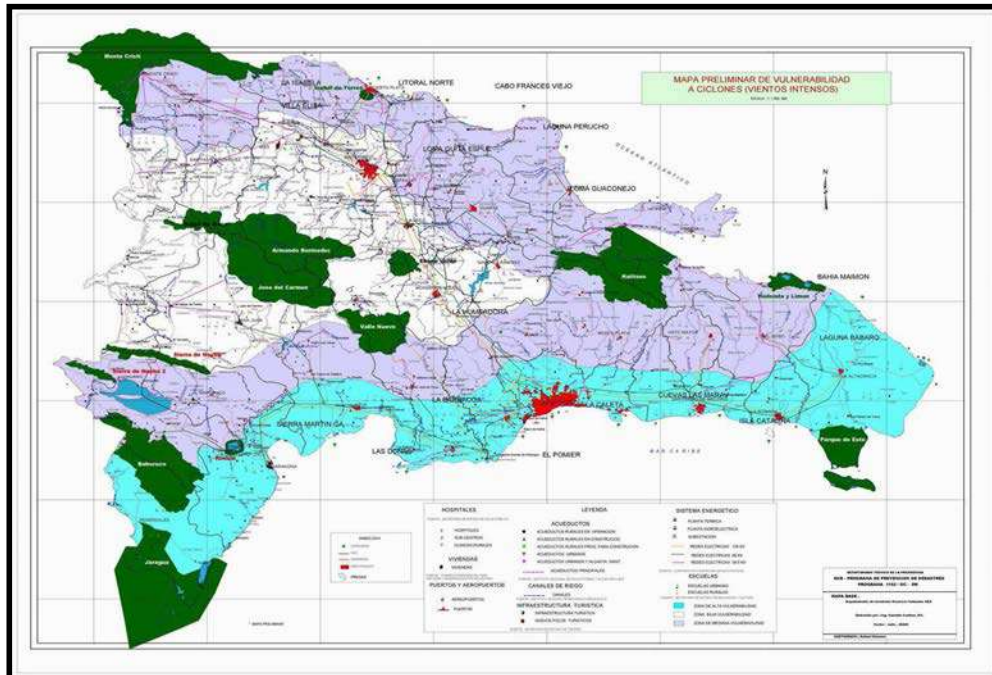
Fuente: www.acqweather.com

Fig. 8.1: Ruta de huracanes y tormentas tropicales en la República Dominicana



Fuente: Oficina Nacional de Meteorología.

Fig. 8.2: Mapa de vulnerabilidad de los ciclones tropicales en la República Dominicana



Fuente: STP, Programa Prevención de Desastres.

Para reducir los efectos de los ciclones tropicales deben mejorarse los sistemas de educación e información al público, así como la divulgación de las normas de construcción de la manera más amplia posible y velar por su implementación.

8.3.2 Inundaciones

La mayoría de las pérdidas de vidas debido a desastres naturales se deben a las inundaciones causadas por lluvias torrenciales, ciclones tropicales y marejadas. El hombre ha interferido con los fenómenos naturales al cambiar el régimen hidrológico mediante la tala de árboles, construcción de urbanizaciones extensas en zonas vulnerables y construcción de sistemas de alcantarillado y de aprovechamiento hidráulico, que contribuyen a que las aguas fluyan más rápido y produzcan una elevación del nivel normal de los cursos de agua, dando inicio a las inundaciones (Ver **Fig. 8.3**).

Estas inundaciones han provocado cambios repentinos en los ecosistemas, provocando socavación de las márgenes de los ríos, pérdida de vegetación, destrucción de propiedades y pérdidas de vidas, entre otros. Los lugares identificados como de mayor amenaza son las siguientes, por región hidrográfica:

- Región Atlántica: Ríos Yásica, Baquí, Boba, Nagua, Bajabonico y San Juan.
- Región Yaque del Sur: Ríos Yaque del Sur, San Juan, Panzo, Grande o Del Medio y Los Pinos.
- Región Yaque del Norte: Ríos Yaque del Norte, Magüa y Bao.
- Región Yuna: Ríos Yuna, Camú, Payabo, Cenoví, Cuaba y Cevicos.
- Región Ozama-Nizao: Ríos Ozama, Nizao, Haina, Ocoa, Baní, Nigua y Yubazo.
- Región Este: Ríos Chavón, Sanate, Soco, Duey, Yabón, Brujuelas y Anamuya.
- Región Barahona: Río Baoruco.

Fig. 8.3 : Inundación en el bajo Yuna, República Dominicana, noviembre 2003.



En el **Cuadro 8.5** pueden apreciarse algunas de las inundaciones que han creado impacto ambiental en el país.

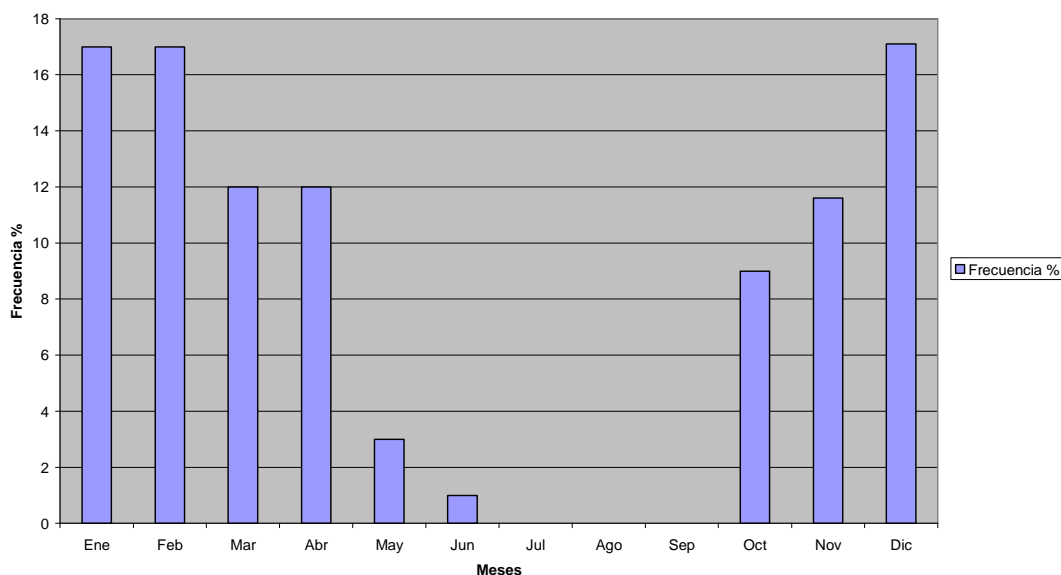
Cuadro 8.5: Inundación en República Dominicana

Fecha	Comentario
1 de junio de 1987	500 familias quedan aisladas en Limón del Yuna por la crecida del río Yuna
12 Julio de 1972	Grandes precipitaciones generadas por una vaguada producen amplia inundación en el suroeste, registrando algunas estaciones del Ingenio Barahona hasta 700 milímetros de lluvia.
4 febrero de 1998	Frente frío produce grandes precipitaciones en Santo Domingo con serias inundaciones.
19 de febrero 1989	8 personas murieron ahogadas en el puente seco de la 27 de febrero con avenida Duarte.
25 de agosto 1988	Lluvias generadas por una depresión produce desbordamientos de los ríos Haina, Duey, Isa y Mana con deslizamientos de tierra que rompieron tuberías del acueducto de Santo Domingo afectando el suministro de agua a la ciudad de Santo Domingo por varios meses.
11 de junio 1984	Producida por el desbordamiento del río Yacahueque en las Matas de Farfán produce la muerte de 10 personas.
23 de abril 1979	Varios días de lluvias producen el desbordamiento de ríos causando la muerte a 22 personas y miles de damnificados.
22 de mayo 1979	Una crecida del río Bao induce una crecida del Yaque en Santiago, se evacuaron 4,000 personas y destruyeron 42 viviendas.
28 de mayo 1987	Ríos desbordados en el Valle de San Juan afectan varias comunidades y matan una familia de 6 personas
29 de enero 1991	Gran crecida del río Nigua mata varias personas y destruye 50 viviendas.
5 de agosto 1980	Oleajes producidos por el huracán Allen inundan las costas sur.
31 de agosto 1979	Asociada al huracán David impacta una marea de tempestad de más de 20 pies de altura que se resbaló luego hacia el este causando grandes daños en las instalaciones turísticas de las provincias de San Pedro de Macorís y La Romana.
27 septiembre 1908	Marea de tempestad sobre Santo Domingo.
22 de abril de 1991	Violenta crecida repentina de cañada periférica a San Pedro de Macorís deja un balance de 8 muertos, 30 heridos, viviendas destruidas y decenas de refugiados.
17 de mayo de 1993	Crecida de río San Marcos en Cabrera provoca la muerte de 7 miembros de una misma familia.

Fuente: www.acqweather.com

Como puede apreciarse en el **Cuadro 8.5**, las inundaciones originadas por ciclones tropicales ocurren en la denominada Temporada Ciclónica que va de junio a noviembre, correspondiendo a los sistemas frontales la mayoría de las inundaciones ocurridas en el periodo que va de noviembre a mayo. En la **Figura 8.4** puede apreciarse la distribución mensual de ocurrencia de los sistemas frontales que han incidido en el país desde 1971 a 1980.

Fig. 8.4: Distribución mensual ocurrencia de frentes fríos en República Dominicana (1971-1980)



Fuente: PNORHI, 1994. (OEA-INDRHI).

Para resguardar una zona determinada contra las inundaciones, debería establecerse un sistema de protección que incluya, entre otras:

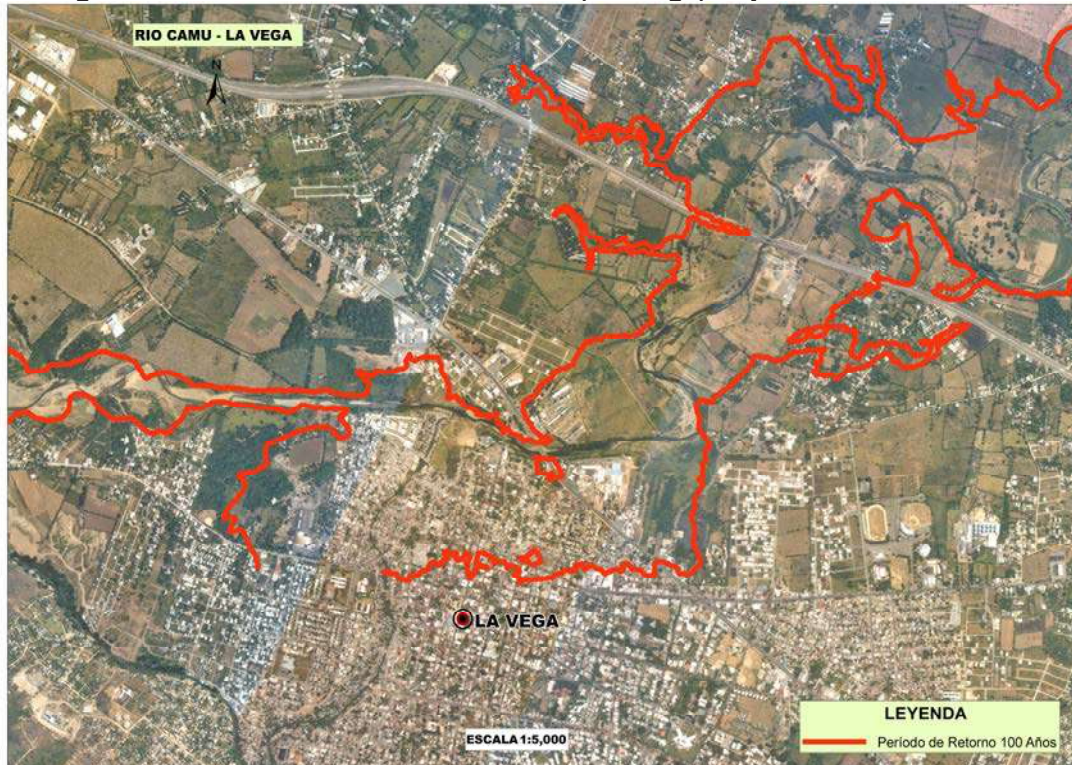
- Diques de defensa o terraplenes, erigidos para proteger el terreno situado detrás. Deberá preverse un amplio margen de altura para el caso de cimentaciones deficientes, para compensar el asiento del terraplén.
- Muros de encauzamiento de riadas, construidos para proteger asentamientos humanos.
- Compuertas de seguridad para crecidas y sistema de canales para desviar la inundación a depósitos naturales.
- Sistema de canales, pozos y alcantarillado, con su correspondiente equipo, para drenar las aguas al subsuelo.
- Capacidad de bombeo suficiente para evacuar el agua de drenaje en el interior de sistemas protegidos por diques.
- Sistemas de comunicación adecuado, que se mantenga en operación durante la emergencia.
- Red de alerta en tiempo real. Instalaciones hidrometeorológicas que permitan observar y comunicar la aproximación y desplazamiento de las olas de inundación y las fluctuaciones de la capa acuífera subterránea.
- Delimitar y señalar las planicies de inundación, por nivel de riesgo.

Para el diseño de los drenajes, en la década de 1950 se utilizaba una intensidad de 60 mm/h, pero después del huracán David (1979) se usó 80 mm/h, que fue la intensidad máxima

horaria registrada en Guayabal, Padre Las Casas. El huracán Georges (1998) cambió de nuevo este paradigma, al registrarse una intensidad máxima de 103.5 mm/h en El Platón, Paraíso, provincia de Barahona.

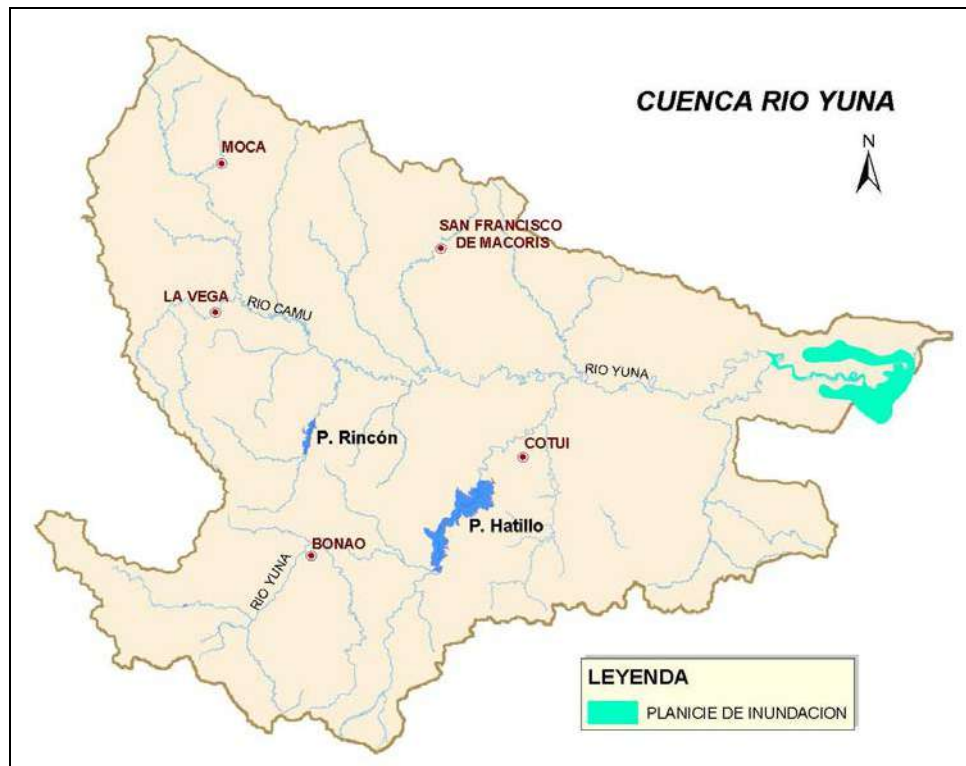
En la República Dominicana el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, INDRHI, ha realizado algunos intentos para regularizar las planicies de inundación, entre los que se encuentran los trabajos presentados en las **Figuras 8.5 a 8.7**.

Fig. 8.5: Planicie de inundación en Camú, La Vega, República Dominicana



Fuente: INDRHI.

Fig. 8.6: Planicie de inundación cuenca baja del río Yuna, República Dominicana



Fuente: INDRHI.

Fig. 8.7: Planicie de inundación en río Ozama, Santo Domingo, República Dominicana



Fuente: INDRHI.

Además, el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), ha realizado algunos estudios sobre Control de Inundaciones con el fin de ejecutar acciones tendentes a reducir la vulnerabilidad y mejorar la Gerencia de Cuencas Hidrográficas. Entre estos cabe citar:

- Cuenca río Yaque del Norte, SOGREAH.
- Cuenca río Yaque del Sur, CIDIAT.
- La Vega y Bonao, en la cuenca del río Yuna, Cuerpo de Ingenieros del Ejercito de los Estados Unidos, USACE.
- Santo Domingo en la cuenca del río Ozama, Cuerpo de Ingenieros del Ejercito de los Estados Unidos, USACE.

8.3.3 Sequías

Una sequía es un periodo considerado como anormalmente seco, el cual persiste a través del tiempo y puede producir graves consecuencias hidrológicas en una determinada región. La severidad de una sequía, depende en gran medida del grado de deficiencia de humedad, de la duración y de la superficie afectada.

Este fenómeno puede conceptualizarse desde diferentes perspectivas:

En agricultura, la sequía está definida como un déficit marcado y permanente de lluvia que reduce significativamente las producciones agrícolas con relación a la normal o los valores esperados para una región dada. Para algunos especialistas, el déficit de humedad en el suelo ligado a los efectos sobre la producción vegetal (agricultura y pastizales en ganadería), es frecuentemente denominado como sequía edáfica.

En meteorología, la sequía se caracteriza por una ausencia prolongada, un déficit marcado o una débil distribución de precipitaciones con relación a la considerada como normal. En hidrología, se habla de sequía cuando existe a escala regional, un total de precipitaciones menores a la media estacional, lo que se traduce en un nivel de aprovisionamiento anormal de los cursos de agua y de los reservorios de agua superficial y subterránea.

El impacto de la sequía sobre las poblaciones y la producción agropecuaria es cada vez mayor, pero se carece de los recursos requeridos y la información comparativa que permita cuantificar el fenómeno. La reducción de la disponibilidad de agua dulce para el abastecimiento doméstico afecta a mayor número de personas. La desertificación está interfiriendo con los esfuerzos para el combate de la pobreza y la marginalidad social, los cuales son cada vez mayores, más costosos y sus resultados menos perceptibles. La falta de conciencia, el desconocimiento de las técnicas conservacionistas para la producción agropecuaria y la carencia de recursos para enfrentar el problema complican el escenario.

Antecedentes de la sequía en República Dominicana

Los antecedentes de la sequía en República Dominicana, muestran que estos fenómenos son asociados a eventos cálidos del Niño (fenómeno de escala global que tiene carácter recurrente,

sin una periodicidad definida, que hace su aparición en promedio cada 4 años con rangos que oscilan entre 2 y 7 años). Según datos de la Oficina Nacional de Meteorología, en 1914 una fuerte sequía en el norte del país asociada a un evento cálido El Niño, registró la menor caída de precipitación anual en los llanos costeros del atlántico Norte, de acuerdo con los datos de la estación de Puerto Plata la lluvia sólo alcanzó los 749 milímetros, siendo su precipitación media anual 1,886 mm.

En el año de 1940, ocho estaciones de observación establecieron marcas nacionales de días consecutivos sin lluvia, con máximo registrado en Cabrera 150 días. Once años después, en 1951, siete estaciones establecieron marcas de días sin lluvia, la principal Santiago Rodríguez con 77 días. En 1991-92 la sequía, produjo graves daños a la agricultura en el norte del país y la cordillera Septentrional, siete observatorios meteorológicos establecieron marcas de días consecutivos sin lluvia, observándose en algunas comunidades un éxodo de la población al desaparecer la agricultura de subsistencia.

En la década de los años 50, el gobierno Dominicano a través de concesiones inició una explotación acelerada de los bosques de la región Suroeste. Los terrenos de las laderas fueron invadidos por agricultores sin tierras que lo dedicaron a la siembra de cultivos agrícolas, con lo cual se agudizó el problema de erosión de los suelos.

Una de las zonas más afectada es la franja fronteriza, la cual queda dentro de las regiones más secas del país, caracterizándose por sus zonas áridas, semiáridas y sub-húmedas secas; resultando las regiones Suroeste y Noroeste las de mayor aridez del país. Estas características normales de aridez, se tornan alarmantes cuando aparecen períodos secos anormales largos, relacionados con alteraciones en la circulación general de la atmósfera, ligadas al fenómeno El Niño. Estas sequías periódicas ejercen un fuerte impacto, tanto económico como social, en estas regiones.

El régimen pluviométrico de estas zonas es relativamente bajo, con precipitaciones anuales promedio de 1,130 mm, que disminuyen a menos de 700 mm en las partes bajas, particularmente en la provincia de Montecristi. La abundancia de sol y las altas temperaturas producen una evaporación muy alta, ocasionando balances hídricos generalmente negativos en las partes bajas de la zona, ya que las mediciones de evapotranspiración sobrepasan los 2000 mm.

Ocurrencia de Sequías

Con este término se hace referencia al análisis de los extremos mínimos o años secos que resultan de interés para obras de almacenamiento con fines múltiples y para demanda de riego en situación de déficit prolongado.

Como consecuencia de fenómenos climáticos de carácter cíclico o estacional, la República Dominicana presenta una historia de sequías, agravadas por la deforestación, que podría ser frenada mediante un manejo integral de las cuencas hidrográficas. Generalmente las sequías

en el país estarían relacionadas con dos tipos de eventos: Primero, las oscilaciones estacionales de los grandes sistemas meteorológicos, como el movimiento latitudinal del anticiclón del Atlántico, que afecta los llanos costeros del norte del país entre los meses de junio y agosto, y a las zonas Sur y Suroeste en la época de invierno con sequías. Segundo, los cambios en la circulación general de la atmósfera inducidos por fenómenos en el océano Pacífico, como las oscilaciones de temperatura del agua ecuatorial conocido como ENOS o El Niño.

En el país se han presentado sequías “anormales” en los períodos de 1982-1983, 1986-1987 y 1996-1997, que causaron grandes pérdidas económicas, entre las que se encuentran las ocasionadas por incendio forestales en unas 51,200 tareas de bosques en la zona de Valle Nuevo, Constanza, y la reducción de los caudales de entrada a los embalses de las presas en perjuicio de la agricultura, la ganadería y la generación de electricidad.

Como ejemplo de la frecuencia de las sequías en la República Dominicana, con consecuencias graves en términos de pérdidas agropecuarias, merecen mención las de los años 1938, 1939, 1941, 1944, 1947, 1949, 1957, 1959, 1967, 1975 y 1977. Tal recurrencia parece indicar la necesidad de promover un manejo integrado y sistémico de los recursos hídricos para regularizar el ciclo del agua, tanto para su mejor aprovechamiento como para evitar los efectos desastrosos de su escasez o excesiva abundancia.

Es necesaria la sistematización de información detallada y puntualizada, referente a este fenómeno y su divulgación a nivel regional, a fin de contar con información presente y proyectada y poder planificar las acciones que aminoren su impacto. En el **Cuadro 8.6** se presentan comentarios sobre algunas sequías asociadas a la causa principal que las originó, y en el **Cuadro 8.7** se presentan comentarios sobre el proceso de desertificación en el país. El riesgo asociado a las sequías es el efecto combinado de la amenaza (evento físico) usualmente vinculado a una precipitación deficitaria o irregular, y la vulnerabilidad o fragilidad con que los productores agropecuarios enfrentan esa condición.

Cuadro 8.6: Sequías Meteorológicas en República Dominicana

1999-2000	Asociada a un evento frío del Pacífico. Fuerte sequía en el suroeste y la Sierra de Bahoruco, en algunas comunidades se observó un éxodo de la población al desaparecer la agricultura de subsistencia. Además en la zona del bajo Yaque del Norte, donde las desviaciones de la media de precipitaciones alcanzó el 100%
1991-1992	Fuerte sequía en el norte del país y la cordillera septentrional asociada a un evento cálido El Niño, produce graves daños a la agricultura. Siete observatorios meteorológicos establecieron marcas de días consecutivos sin lluvia.
1982-1983	Sequía asociada al famoso El Niño de esos años produce grandes daños en el país donde se incluye el incendio forestal de Valle Nuevo y los más bajos caudales de entrada a la presa de Tavera, registrados hasta el momento
1951	Asociada a un evento cálido El Niño, siete estaciones establecieron marcas de días sin lluvia, la principal Santiago Rodríguez con 77 días
1940	Sequía asociada a evento cálido El Niño del Pacífico donde ocho estaciones de observación establecieron marcas nacionales de días consecutivos sin lluvia, registrando Cabrera 150 días.
1914	Fuerte sequía en el norte del país asociada a un evento cálido El Niño donde se registró la menor caída de precipitación anual en los llanos costeros del atlántico norte, de acuerdo con los datos de la estación de Puerto Plata donde la lluvia solo alcanzó los 749 milímetros.

Fuente: www.acqweather.com

Cuadro 8.7: Desertificación en República Dominicana

Proceso Permanente	Especialmente en las zonas del país de baja pluviometría como son el noroeste, la provincia de Pedernales y la hoya del Lago Enriquillo por el mal uso de las tierras, pastoreo excesivo y abuso al bosque seco.
-----------------------	--

Fuente: www.acqweather.com

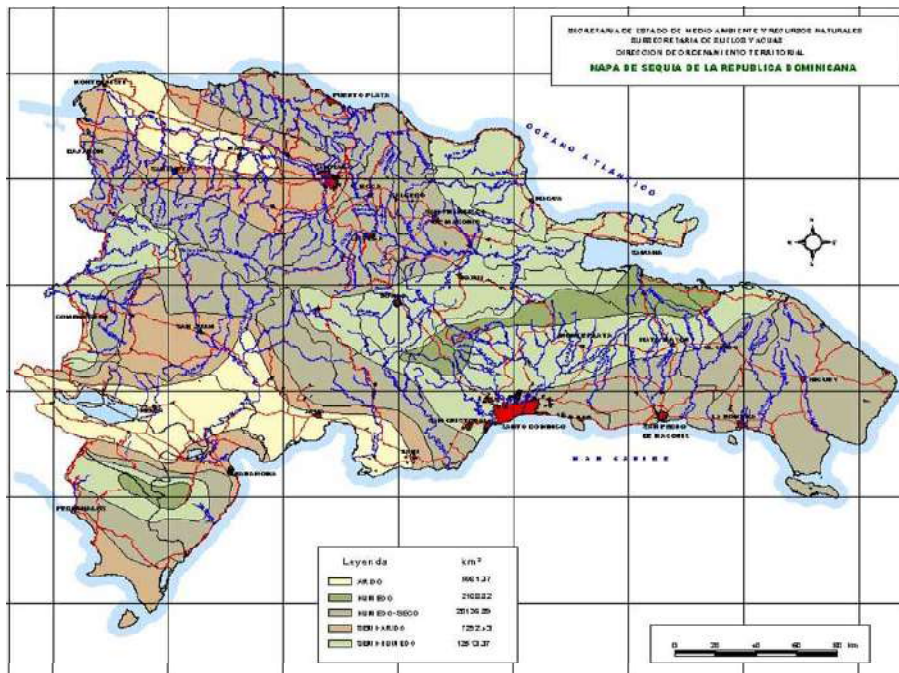
Fenómenos de Sequías-Inundación, ligado a degradación del Suelo causado por Fuego en Bosques.

En cualquier tipo de vegetación en el mundo, la aplicación del fuego en la agricultura y el pastoreo y la ocurrencia de incendios forestales naturales (regímenes naturales de incendio) son elementos establecidos en los sistemas de manejo de tierras, en procesos naturales de los ecosistemas y en ciclos bioquímicos. Sin embargo, la aplicación excesiva de incendios asociados con los rápidos cambios demográficos y de manejo de tierras en algunas regiones, conducen a la destrucción de la productividad, la reducción de la capacidad de sustento y de la biodiversidad de la cubierta vegetal. La variabilidad climática, tal como las sequías periódicas extremas y los periodos extremadamente húmedos provocados por el fenómeno de Oscilación Austral-El Niño (ENSO) y el episodio asociado de La Niña, contribuyen a la severidad del impacto de los incendios. Estos incendios también provocan desastres naturales secundarios tales como derrumbes e inundaciones río abajo de las zonas devastadas por los incendios.

El proceso de degradación de los recursos naturales que afecta áreas importantes del territorio nacional, debido al manejo incorrecto de los suelos, prácticas agrícolas inadecuadas, deforestación, agricultura migratoria, sobre pastoreo y uso inapropiado del agua, ha impactado negativamente en el medio ambiente, llegándose a tal extremo que el 69% del territorio dominicano se encuentra ubicado dentro de una de las tres categorías consideradas dentro de la escala de desertificación, como son: zonas áridas, semiáridas y/o húmedas secas, **Fig. 8.8.**

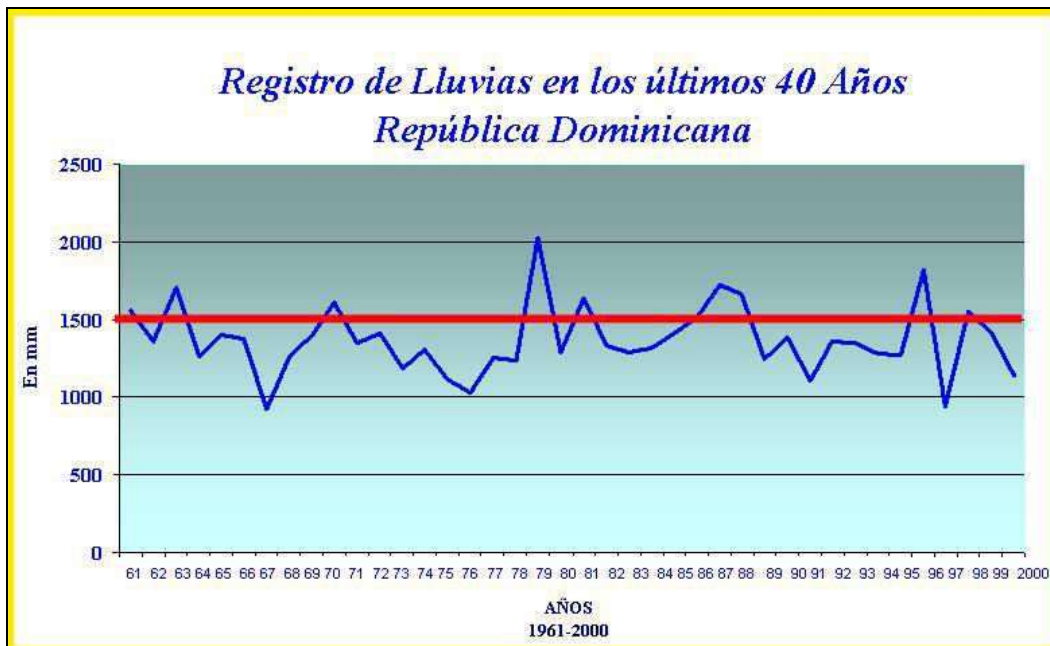
En el manejo integral de suelo y bosques junto a la gerencia de cuencas, se debe mantener muy claro el criterio de manejar los incendios forestales, ya que un mal manejo, así como vigilancia inadecuada de áreas protegidas o zonas boscosas, puede terminar generando los daños que aceleran la vulnerabilidad ante los desastres asociados al fenómeno de sequía e inundación. Ya que podemos asociar el daño ocasionado a nivel de erosión y desertificación de los suelos, en la parte alta de la cuenca, a inundaciones en caso de eventos extremos o periodos de intensidad de lluvia prolongados, en las partes más bajas de las cuencas hidrográficas (Ver **Fig 8.9)**

Fig. 8.8: Mapa de Sequía de la República Dominicana



Fuente: Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Fig. 8.9: Lluvia media anual en República Dominicana



Fuente: Febrillet-Saldaña, 2001. Material Básico para Ponencias.

8.3.4 Pérdidas, impactos y efectos

Los eventos que con mayor severidad han impactado a la República Dominicana en el siglo recién pasado son (CEPAL, 1998):

- San Zenón (3 de septiembre de 1930, con un saldo de 4,500 muertos, 20,000 heridos y pérdidas directas por más de US\$15 millones),
- Flora (octubre de 1963, con 400 muertos y pérdidas directas de más de US\$60 millones),
- Inés (29 de septiembre de 1966, con 70 muertos y por lo menos US\$10 millones de pérdidas directas),
- Beulah (11 de septiembre de 1967, que afectó severamente la provincia de Pedernales y ocasionó severos daños a la agricultura de la región Sur del país),
- David (31 de agosto de 1979, con 2000 personas muertas y daños materiales estimados por la CEPAL en US\$830 millones, incluyendo pérdidas cuantiosas en la producción).
- El caso más reciente fue el paso del huracán Georges (22 y 23 de septiembre de 1998), que afectó el 70% (34,069 km²) del territorio nacional con fuertes ráfagas de viento, lluvias torrenciales que provocaron extensas inundaciones y deslizamientos de lodo, provocando unas 239 muertes, 595 heridos y 59 desaparecidos y produjo daños directos de US\$2,193 millones e indirectos de US \$ 644.5 millones en todas las áreas del sistema productivo nacional.
- También el huracán Jeanne en el año 2004, que causo la muerte de 23 personas y daños en alrededor de US\$ 341 Millones.

Cuadro 8.8: Pérdidas humanas y materiales por desastres naturales

Nombre fenómeno	Fecha	Pérdidas	
		Humanas	Materiales (millones US\$)
Huracán San Zenón	1930	4,500	15
Huracán Flora	1963	400	60
Huracán Inés	1966	70	10
Huracán Beulah	1967	-	-
Huracán David y Tormenta Tropical Federico	1979	2,000	830
Huracán George	1998	^a 239	2,193
Terremoto	2003	^a 3	

Fuente: STP, 2000. Diagnostico áreas más expuestas a fenómenos naturales.

Daños en los sectores productivos

El sector agropecuario fue el más afectado como resultado de las lluvias intensas que provocaron fuertes avenidas y desbordamientos de los ríos, principalmente en el Noreste y el noroeste del país, devastando sembradíos e inundando campos. La región noreste fue sin duda la más perjudicada. Además, el deterioro en los caminos de acceso a los campos de cultivo y en las carreteras, así como la suspensión del servicio eléctrico, dificultaron la realización de actividades productivas y la salida de los productos.

De 1960 a 1987 las pérdidas en el PIB en Centroamérica, a causa de los desastres naturales fueron en promedio de 2.7%, lo que combinado con un crecimiento promedio de su población de 3%, hace necesario un crecimiento de al menos 6% de las economías, para mantener un equilibrio en el desarrollo (CEPAL, 1988) (Ver **Cuadros 8.8 y 8.9**).

Cuadro 8.9: Pérdidas por desastres en América Latina y El Caribe, 1975-2002

Subregión	Pérdidas totales	Pérdidas totales <i>per cápita</i> en 2001	Pérdidas anuales mayores	Promedio de pérdidas anuales
El Caribe	7.070	322	2.540 (1998)	470
América Central*	15.430	268	3.300 (1998)	770
México	15.690	158	6.670 (1985)	920
América del Sur	53.840	65	8.560 (1983)	1.920
Total	92.030			3.200

*Incluye Panamá.

Fuente: BID, 2005. Gestión de riesgo de amenazas naturales en proyectos de desarrollo.

Pérdidas y Daños causados por Inundaciones en los años 90:

- 30 de octubre de 1990, Santiago Rodríguez (Villa Los Almácigos, producido por el río Los Almácigos, con destrucción de 25 viviendas)
- 23 de abril de 1991, San Pedro de Macorís (Barrio 24 de abril, desbordamiento de una cañada que destruyó 15 viviendas y provocó 7 muertos)
- 1992 San Juan de la Maguana (Las Matas de Farfán, desbordamiento del río Yaque del Sur; quedaron incomunicadas 10 comunidades y hubo 3 muertos)
- 1993, San Cristóbal (desbordamiento de los ríos Nigua y Yubaso, 6 muertos y destrucción de 150 viviendas)
- 1993, Nagua (Cabrera, desbordamiento del río Tío Marcos, 7 muertos y decenas de viviendas destruidas)
- Mayo de 1993, Bonaó (crecida de los ríos Leona y Yuna; 80 familias incomunicadas)
- 19 de agosto de 1995, Santo Domingo (Barrio La Zurza, desbordamiento del río Ozama, destrucción de decenas de viviendas y 420 damnificados)
- 15 de noviembre de 1995, Neyba (Tamayo, desbordamiento del río Jura, destruyó 30 viviendas)
- 1996-1998, Santiago, San Francisco, Nagua (crecidas de los ríos Yaque del Norte, Yuna, Boba; más de 2.500 damnificados)

8.4. DESASTRES NATURALES Y EL ENSO

8.4.1 EL ENSO

El ENSO es una anomalía climática definida por el evento El Niño y la Oscilación Sur o Austral, correspondiendo El Niño a la componente oceánica del sistema y la Oscilación Sur a su componente atmosférica.

El Niño es el término utilizado para un fenómeno oceanográfico, de amplio calentamiento de la parte superior del océano Pacífico, en la región tropical, que dura tres o más estaciones. La fase negativa, o de enfriamiento de El Niño se denomina La Niña.

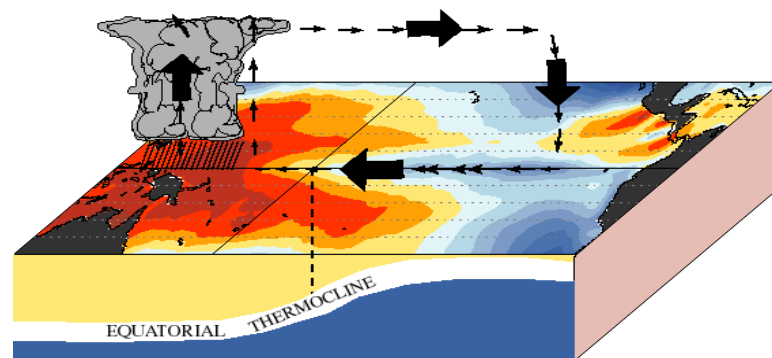
Los fenómenos El Niño están vinculados a un cambio de presión atmosférica conocido como Oscilación Sur o Austral, que se caracteriza por un movimiento oscilante de la presión atmosférica entre las regiones occidental y central del océano Pacífico, con un centro de acción situado en las proximidades de Indonesia y el otro, sobre el océano Pacífico central. El Índice que mide la magnitud de la Oscilación Sur se obtiene calculando la diferencia entre la presión atmosférica en la isla de Tahití, en el centro de océano Pacífico, y la de Darwin, en Australia.

Como la Oscilación Sur y El Niño están tan íntimamente vinculados, se denomina colectivamente El Niño/Oscilación Sur, o ENSO.

8.4.2 Origen e historia del ENSO

Los pescadores peruanos, que navegaban en pequeñas embarcaciones a lo largo de las costas occidentales de Suramérica, en el océano Pacífico, observaron cambios en la abundancia de pesca en función de la temperatura del océano. En condiciones normales, cuando abundaba la pesca, las aguas eran frías y presentaban una corriente de sur a norte, corriente de Humboldt, con suficientes nutrientes para mantener la cadena alimenticia de los peces. En otras ocasiones, cuando las aguas eran cálidas, la corriente iba en dirección contraria, disminuían los nutrientes y la pesca. Estos cambios se presentaban entre dos y siete años, con duración de nueve a dieciocho meses, en la proximidad de la celebración cristiana del niño Jesús, dando como consecuencia el sobrenombre de El Niño.

Fig. 8.10: Condiciones normales del océano Pacífico, de diciembre a febrero.



Fuente: NOAA, Centro de Predicción Climática.

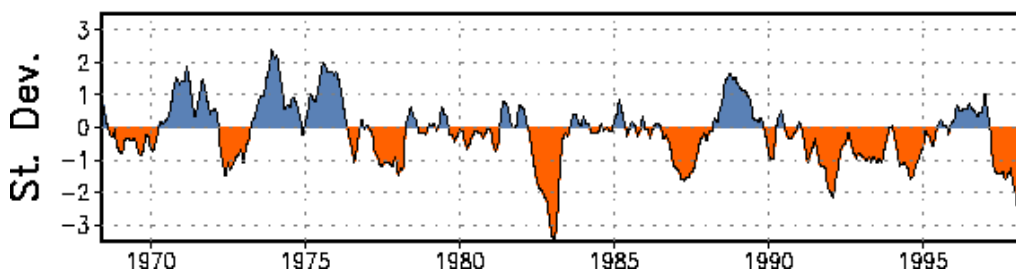
En la **Fig. 8.10** se observan las condiciones normales del océano Pacífico, de diciembre a febrero, en que predominan temperaturas marinas frías en la costa de América, con escasas precipitaciones y alta presión atmosférica y temperaturas marinas cálidas en Indonesia, acompañadas de abundantes precipitaciones y baja presión.

Se tienen registros de El Niño desde la conquista de América, cuando Francisco Pizarro logra atravesar en marzo, las zonas desérticas costeras y conquistar El Cuzco, lo cual fue posible debido al fenómeno de 1525-1526 que propició el florecimiento de los áridos litorales, facilitándole aguas a sus tropas.

Antes de 1972 El Niño sólo era conocido por los sudamericanos y en especial por los peruanos, debido a la repercusión del evento sobre las pesquerías, el comportamiento de las aves productoras de guano, las crecidas de los ríos, la erosión y las condiciones favorables para el crecimiento de plagas en la agricultura.

En 1924 fue descubierta la componente atmosférica asociada al evento de El Niño, por el científico inglés Gilbert Walter, cuando en misión del Servicio Meteorológico de la India, estudiando la variabilidad del Monzón, encontró una relación entre las precipitaciones y las lecturas barométricas registradas en la isla de Tahití, en el centro del Pacífico y la de Darwin en Australia. Posteriormente se le llamó Oscilación Sur.

Fig. 8.11: Índice de Oscilación Sur, IOS (presión en Tahití – presión en Darwin)



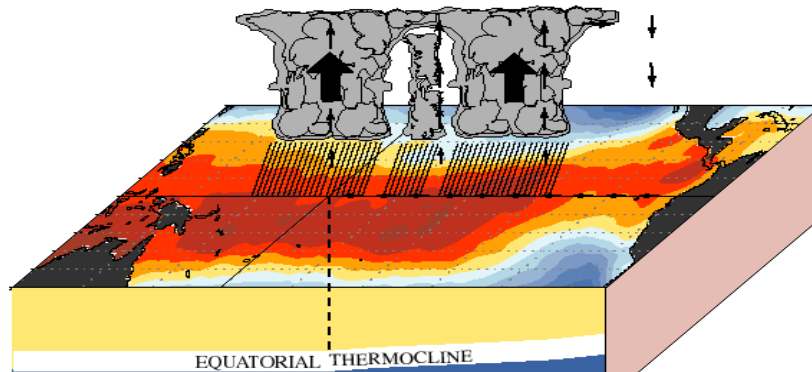
Fuente: NOAA, Centro de Predicción Climática.

En la **Fig. 8.11** se observa que los períodos prolongados con valores negativos del IOS corresponden a baja presión en Tahití, aguas calientes en el Pacífico y eventos de El Niño, en tanto que los valores positivos del IOS corresponden a alta presión en Tahití, con aguas frías en el Pacífico y eventos de La Niña.

8.4.3 El Niño y sus efectos

La alteración oceánica de El Niño, es una anomalía en la intensidad y dirección de la corriente Humboldt proveniente del Sur, frente a las costas del Perú y Ecuador. Durante el evento fluye en el verano del hemisferio sur (diciembre a febrero) una corriente caliente de norte a sur a lo largo de las costas de Sudamérica, alimentada por aguas calientes de baja salinidad, transportada por la contra corriente ecuatorial proveniente del Pacífico occidental.

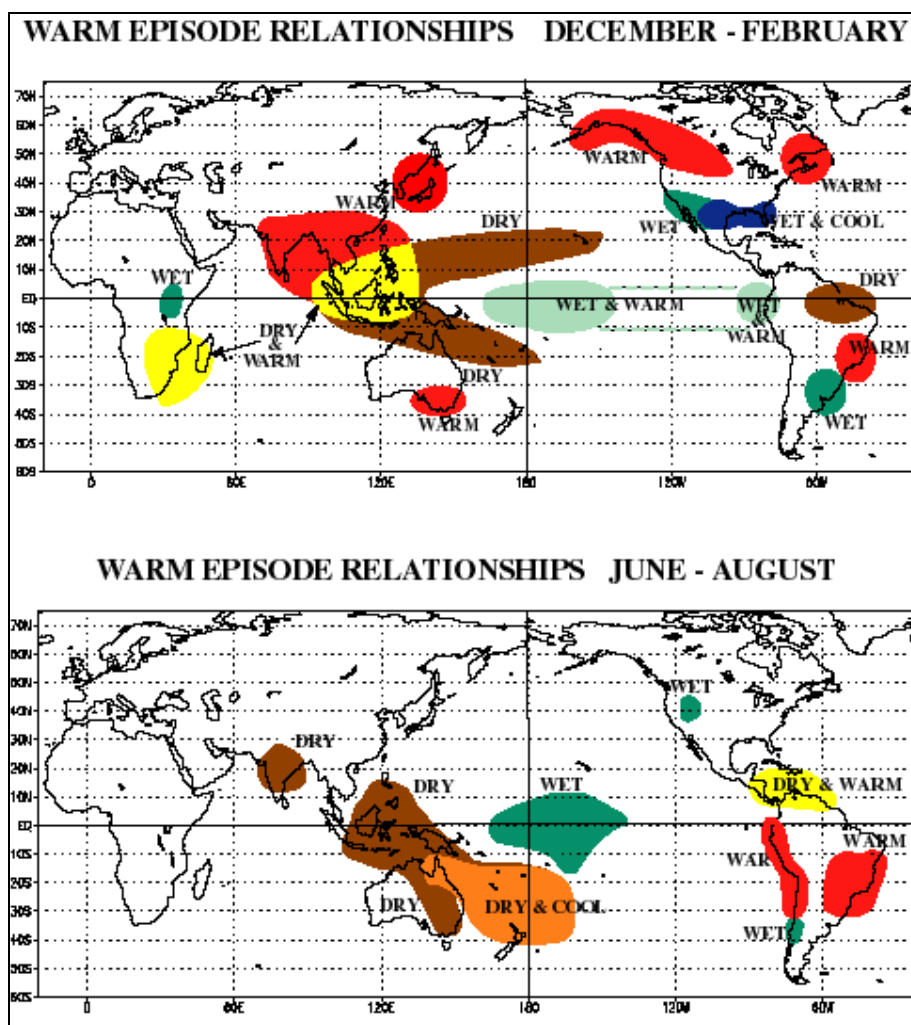
Fig. 8.12: Condiciones de El Niño en el océano Pacífico



Fuente: NOAA, Centro de Predicción Climática.

En la **Fig. 8.12** pueden apreciarse los grandes cambios producidos por el evento de El Niño. La estructura sub-superficial del océano se caracteriza por una profunda capa anormalmente caliente y una termoclina profunda y casi plana en todo el Pacífico. Se observa además, una reducción de los vientos del este (este a oeste) sobre la superficie del océano y reducción de los vientos del oeste (oeste a este) en la atmósfera superior cerca de la tropopausa. Predomina una baja presión en la zona de Tahití con abundantes precipitaciones. El nivel del mar es más alto que lo normal en el Pacífico oriental.

Fig. 8.13: Condiciones climáticas de El Niño en el océano Pacífico.



Fuente: NOAA, Centro de Predicción Climática.

En la **Fig. 8.13** puede apreciar la variación climática durante el fenómeno de El Niño, durante las temporadas de diciembre a febrero y de junio a agosto. Es digno de notar que en el área del Caribe el clima se torna cálido y seco, para el verano del Hemisferio Norte, lo que favorece la disminución de las tormentas y huracanes.

En la República Dominicana, por lo general, el fenómeno El Niño se manifiesta mediante el aumento de la intensidad de las sequías y de los fuegos forestales, durante el verano del Hemisferio Norte.

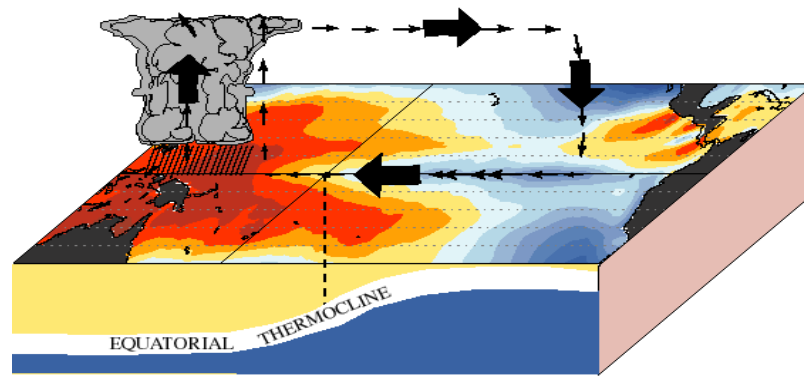
Durante los fenómenos de El Niño, en la porción central del Pacífico se incrementan las formaciones nubosas y las precipitaciones, en tanto que en Indonesia y Australia predomina un clima seco. En las costas de Sudamérica se inicia con abundantes precipitaciones, como

las que ayudaron a Pizarro, para tornarse luego en un ambiente caliente y seco. Los eventos del EL Niño también contribuyen a que la mayoría de las regiones afectadas experimentan condiciones anormalmente calientes durante Diciembre-Febrero.

8.4.4 La Niña y sus efectos

La Niña es la fase negativa del fenómeno de El Niño, que se caracteriza por una significativa disminución de la temperatura de la superficie del océano Pacífico ecuatorial y por cambios en la dirección y velocidad del viento en la zona intertropical de convergencia debido a variaciones de la presión atmosférica.

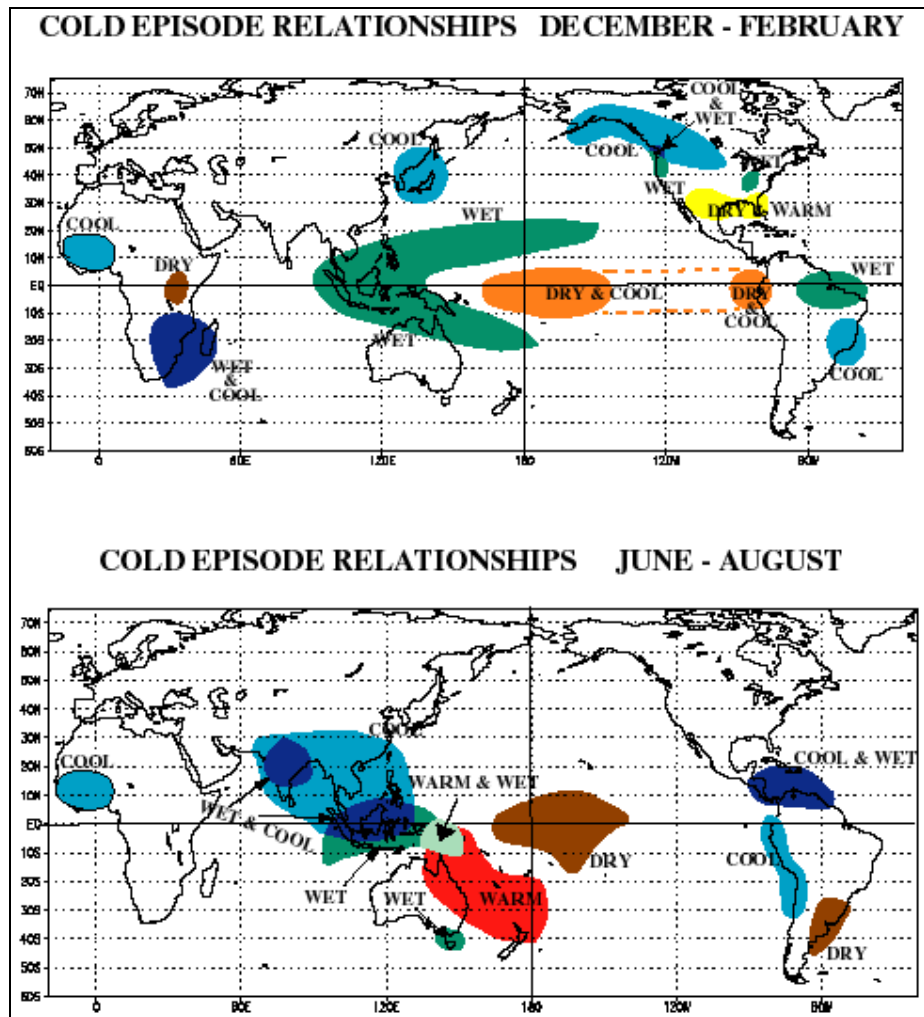
Fig. 8.14: Condiciones de La Niña en el océano Pacífico.



Fuente: NOAA, Centro de Predicción Climática.

En la **Fig. 8.14** pueden apreciarse los grandes cambios producidos por el evento de La Niña. La estructura sub-superficial del océano se caracteriza por una delgada capa caliente en el Pacífico tropical del este, con un ascenso de la termoclina, acercándose a la superficie del océano. Esta situación es acompañada del aumento de alimento, abundantes, muy cerca de la superficie del océano por lo que su existencia es muy beneficiosa a la vida marina de la región. Se observa además, un aumento en la intensidad de los vientos del este (este a oeste) sobre la superficie del océano y un aumento de los vientos del oeste (oeste a este) en la atmósfera superior cerca de la tropopausa. Predomina una alta presión en la zona de Tahití con escasas precipitaciones. El nivel del mar es más bajo que lo normal en el Pacífico oriental.

Fig. 8.15: Condiciones climáticas de La Niña en el océano Pacífico



Fuente: NOAA, Centro de Predicción Climática.

En la **Fig. 8.15** se puede apreciar la variación climática durante el fenómeno de La Niña, durante las temporadas de diciembre a febrero y de junio a agosto. Es digno de notar que en el área del Caribe el clima se torna fresco y húmedo, lo que favorece la ocurrencia de tormentas tropicales y huracanes.

En la República Dominicana, por lo general, el fenómeno La Niña se manifiesta por el aumento de las precipitaciones, inundaciones y deslizamientos de tierra.

Durante los episodios de La Niña, las precipitaciones aumentan a través del Pacífico ecuatorial occidental, de Indonesia a Filipinas y está casi ausente a través del Pacífico ecuatorial del este. Por otra parte, las condiciones más húmedas que normales tienden a ser observadas de diciembre-febrero en el norte de Suramérica y África meridional y durante junio-agosto

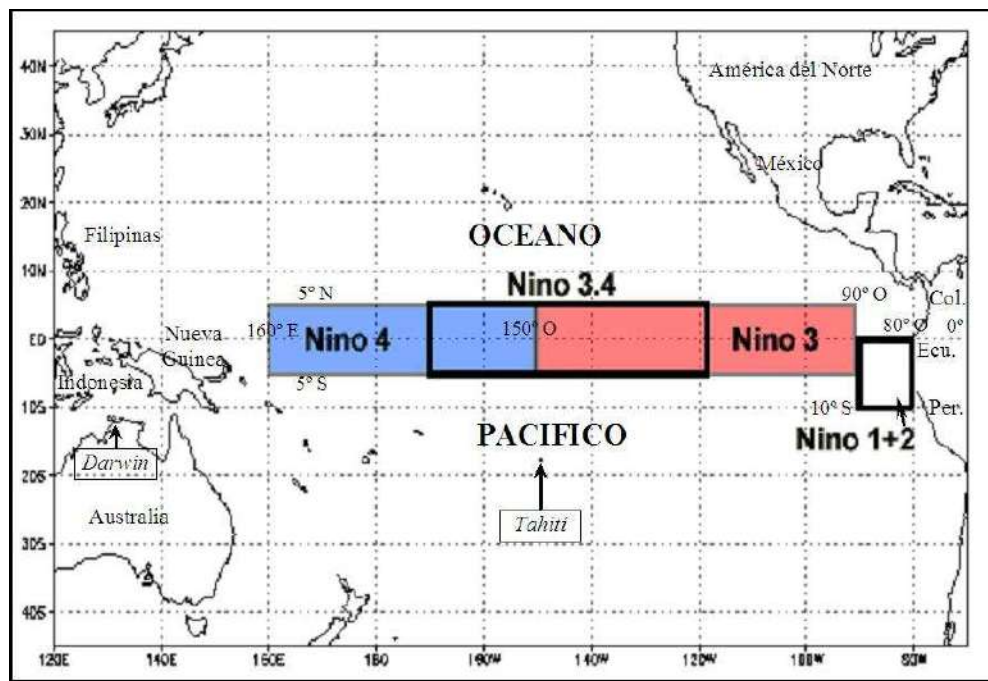
en el sudeste de Australia. Las condiciones más seca de lo normal se observa generalmente a lo largo de la costa de Ecuador, el nordeste del Perú y África del este ecuatorial, durante el período diciembre a febrero, y precipitaciones abundantes en Brasil meridional y la Argentina central durante el período junio a agosto. Los eventos de La Niña también contribuyen a que la mayoría de las regiones afectadas experimentan condiciones anormalmente más frescas.

8.4.5 Situación actual del ENSO

Los fenómenos El Niño comparten muchas características generales, pero todos difieren algo en magnitud, duración e impactos climáticos globales resultantes. La magnitud del fenómeno puede determinarse de diversas formas:

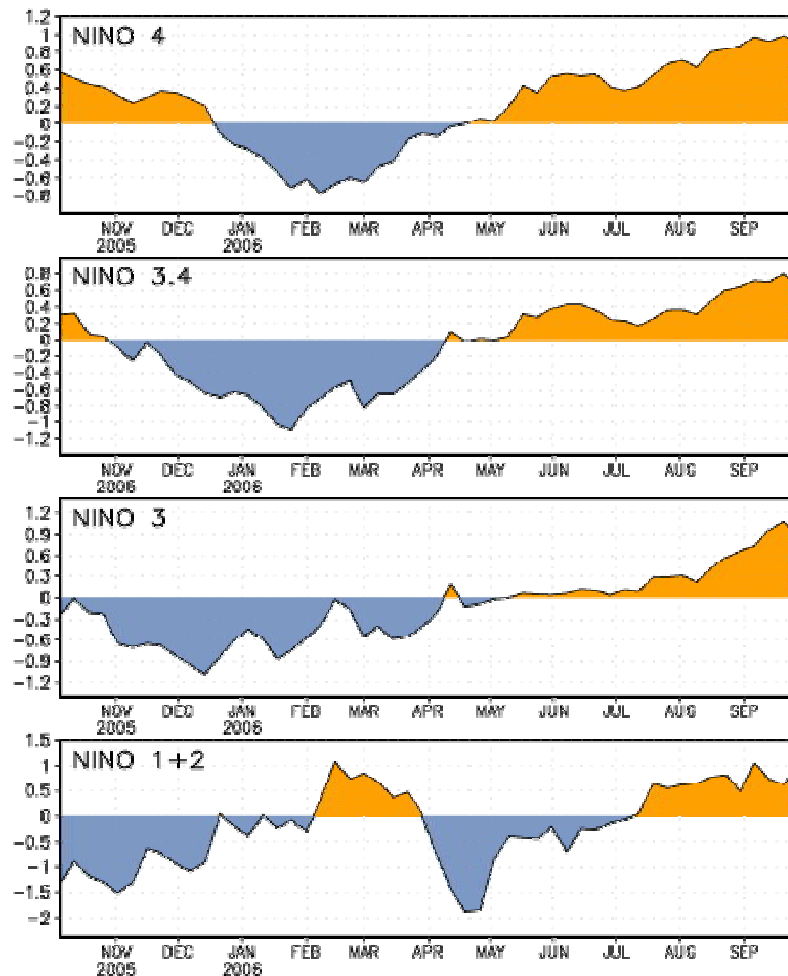
- Variaciones en el Índice de Oscilación Sur, o Austral.
- Temperatura en la superficie del mar promediada sobre determinadas regiones del océano Pacífico, como la región 3 de El Niño en la parte oriental del océano Pacífico ecuatorial, que se extiende de 150° W a 90° W y entre 5° N y 5° S, o la región de Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°-170°W) que es la que más se correlaciona con la zona de El Caribe y la República Dominicana. En la **Fig. 16** puede apreciarse la ubicación de dichas zonas.

Fig. 8.16: Zonas de estudio del fenómeno ENSO



Fuente: NOAA, Centro de Predicción Climática.

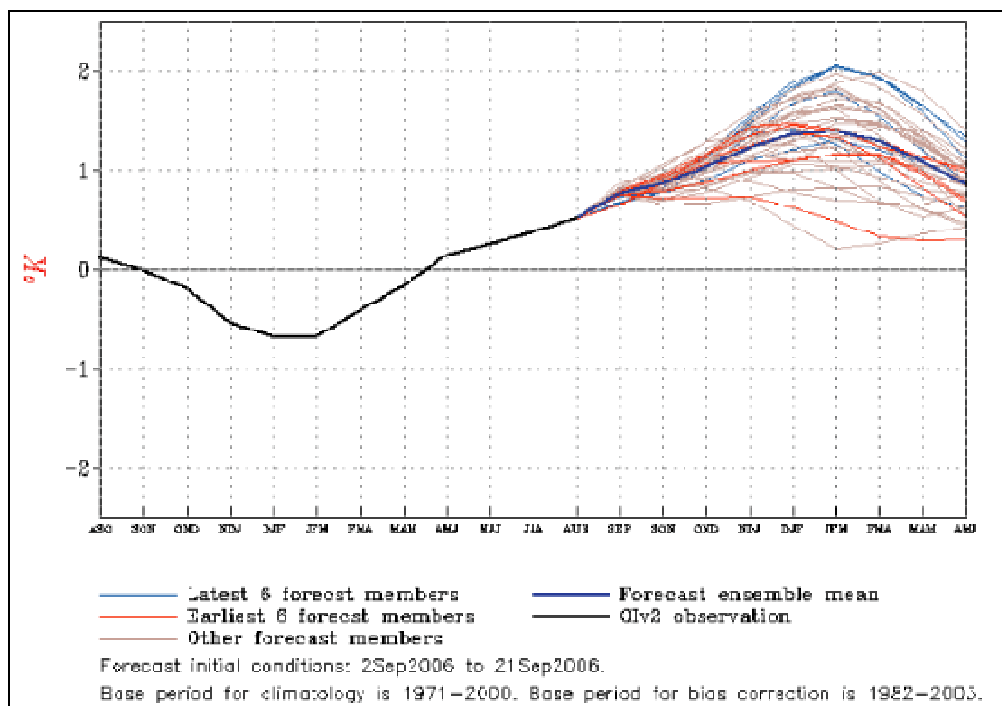
Fig. 8.17: Series de tiempo de desviación temperatura superficie del océano



Fuente: NOAA, Centro de Predicción Climática.

Las desviaciones de la temperatura en la superficie del océano Pacífico, para las regiones de predicción de El Niño, pueden apreciarse en la **Fig. 8.17** y han sido calculadas con respecto a la media del período base 1971-2000. En las mismas puede observarse la tendencia hacia la permanencia en un evento caliente, o sea a un evento El Niño, lo cual es confirmado por las predicciones de anomalías en la temperatura en la superficie del océano pacífico, para la región de El Niño 3.4, presentados en la **Fig. 8.18**.

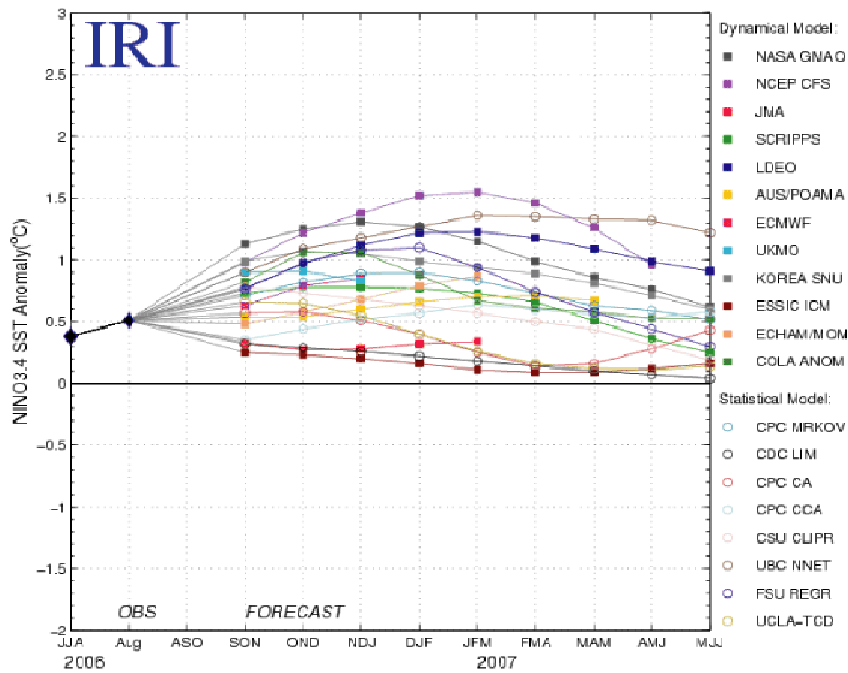
Fig. 8.18: Predicciones de anomalías en la temperatura superficie del océano



Fuente: NOAA, Centro de Predicción Climática.

En la **Fig. 8.19** puede observarse el resultado de los modelos de pronósticos sobre anomalías en el océano Pacífico para la región El Niño 3.4, que en su mayoría confirman el inicio de un evento El Niño, posiblemente moderado, que es sinónimo de sequía en el país y cuya magnitud dependerá de la intensidad y duración del evento.

Fig. 8.19: Modelos de pronósticos del ENSO, septiembre 2006



Fuente: Internacional Research Institute (IRI) for Climate and Society.

8.5. OTROS DESASTRES NATURALES

8.5.1 Marea roja

Se denomina Marea Roja a una contaminación biológica producida por un aumento explosivo en la cantidad de algas microscópicas, las cuales pueden provocar un cambio de color del agua, debido a que poseen pigmentos fotosintéticos de variada composición química que le otorgan a las microalgas colores diferentes, así en algunos casos el mar se puede tornar amarillento, pardo o rojizo, de ahí su nombre. La mayoría de las floraciones no producen problemas a otros seres vivos, son inocuas, pero otras producen efecto adverso a otros seres vivos, incluido el hombre. A estas se les llama nocivas.

De las 4,000 especies de microalgas, las diatomeas y los dinoflagelados producen un veneno que puede afectar la salud de los seres humanos, incluso provocando su muerte. Otras dañan las branquias de los peces dificultando su respiración y otras consumen el oxígeno provocando daños a otros seres vivos.

La vía de envenenamiento humano es a través del consumo de mariscos que han acumulado en su cuerpo el veneno producido por las microalgas, al alimentarse de ellas, filtrándolas del agua. La verdad es que no cambian de aspecto, el veneno no produce ningún cambio en las características organolépticas de los mariscos. No cambian de color, olor, o sabor, por lo que es

imposible saber a simple vista si un marisco contiene veneno. La única forma es a través de un análisis de laboratorio.

Los efectos empiezan a manifestarse luego de 5 a 10 minutos después de haber ingerido el marisco con toxina. El nivel máximo de toxina permitido para consumo humano es de 80 microgramos por 100 gramos de tejido de marisco. Además poseen termoestabilidad, es decir, el calor no los destruye, el cocer los mariscos tóxicos no elimina la toxina. Tampoco los ambientes ácidos, como el digestivo, lo contraatacan, es más, lo vuelven más potente. Ni siquiera agregándole limón, vinagre o alcohol pueden destruirlo.

Los síntomas de envenenamiento comienzan con una sensación de hormigueo o adormecimiento de los labios, lengua, boca y cara, la cual se va extendiendo al cuello, los brazos y las piernas. Luego viene una pérdida de la fuerza muscular, parálisis, dificultades respiratorias y para hablar. Finalmente en casos de intoxicación grave la muerte sobreviene por parálisis respiratoria.

Afortunadamente, en la República Dominicana y sus alrededores no se han producidos Mareas Rojas, hasta el presente.

Recientemente, el Centro de Investigaciones Científicas (CSIC) español, ha descubierto que ciertas algas se comportan como bacterias y se alimentan de azufre orgánico, reduciendo su emisión a la atmósfera y contribuyendo a la refrigeración del planeta. (El Caribe, 31 octubre 2006).

8.5.2 Epidemias

Epidemia (del griego epi, por, sobre y demos, pueblo), es un tipo de desastre biológico que en su definición tradicional, es una enfermedad ampliamente extendida que afecta a muchos individuos en una población.

En la actualidad el concepto se relaciona con una línea de base de una enfermedad, que puede ser la de prevalencia o incidencia normal, en relación al número de casos que se detectan en un momento dado. En este sentido, si una comunidad se encuentra libre de determinada enfermedad, un solo caso constituye una epidemia.

Una epidemia puede estar restringida a un área local, abarcar una extensión más amplia como un país (endemia), o puede tener carácter mundial (pandemia).

Algunos ejemplos de epidemias históricas en la República Dominicana incluyen las epidemias de gripe, la actual epidemia de SIDA y la epidemia de Dengue que cobró el año pasado unas 26 vidas en el país (El Caribe, 4 sept. 2006).

El dengue es una enfermedad febril de comienzo súbito, epidémica de origen vírico y transmitida por el mosquito *Stegomyia aegypti* o *Aedes aegypti* y con menor frecuencia por el *Aedes albopictus* o mosquito tigre. Esta enfermedad es frecuente en zonas de la India, Sudeste

Asiático, Centro y Sudamérica, El Caribe y África central y occidental (Ver **Figs. 8.20** y **8.21**).

Fig. 8.20: Mosquito *Stegomyia aegypti*.



Fuente: Wikipedia, la enciclopedia libre.

Fig. 8.21: Mosquito *Aedes albopictus*.



Fuente: Wikipedia, la enciclopedia libre.

El dengue es causado por cualquiera de cuatro virus estrechamente relacionados (DEN-1, DEN-2, DEN-3 ó DEN-4) que son transmitidos a los humanos por la picadura de un mosquito infectado. El mosquito *Stegomyia aegypti* es el transmisor o vector de los virus de dengue más importante en el hemisferio occidental. Lamentablemente carece de tratamiento específico y de vacuna. Con frecuencia tiene una evolución de seis a siete días, pero la convalecencia es larga y lenta. El Dengue Hemorrágico o fiebre hemorrágica del dengue es una forma más grave del dengue y puede ser mortal si no se trata adecuadamente. El Dengue Hemorrágico es causado por infección con uno de los mismos virus que causan el dengue, habiéndose infectado previamente con alguno de los otros tres.

La fiebre del dengue puede durar de tres a cinco días (rara vez más de siete días, y suele ser difásica). Entre los síntomas asociados tenemos: cefalea intensa, mialgias, artralgias, dolor retro orbital, anorexia, alteraciones del aparato gastrointestinal y exantema rubeliforme. En algunos casos aparece tempranamente eritema generalizado. En el dengue hemorrágico se presentan hemorragias extraordinarias y ataques a órganos específicos.

La recuperación puede acompañarse de fatiga y depresión duraderas. Son frecuentes la linfadenopatías y la leucopenia con linfocitosis relativa; con menor frecuencia se observan trombocitopenia (menos de 100 000 plaquetas por mm³) e incremento de las aminotransferasas.

Las epidemias de dengue tienen carácter explosivo, pero la tasa de letalidad es muy baja, siempre que no aparezca el dengue hemorrágico. Debe tenerse en cuenta que el dengue no se transmite de una persona a otra, sino por medio del mosquito.

Medidas preventivas

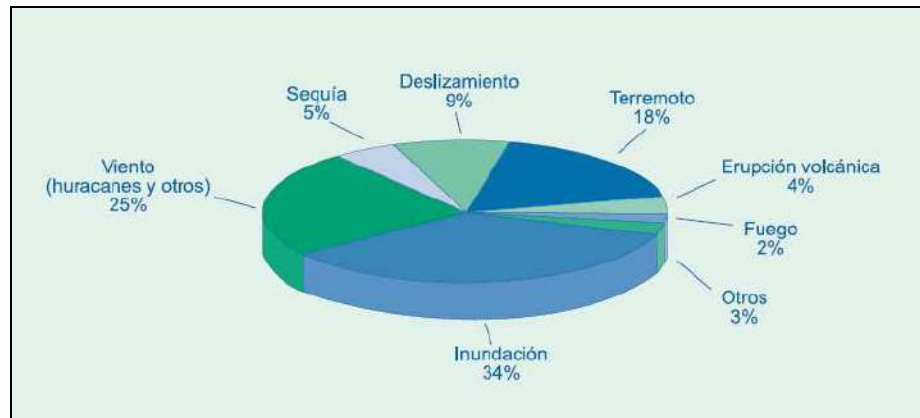
- Educar la población respecto a medidas personales tales como destrucción de los criaderos y protección contra la picadura de mosquitos de actividad diurna, incluso el empleo de mosquiteros, ropas protectoras y repelentes.
- Fumigar para reducir la densidad de la población de mosquitos vectores,
- Identificar y eliminar sus criaderos, que por lo común comprende recipientes naturales o artificiales en los que se deposita por largo tiempo el agua limpia, cerca o dentro de las viviendas, por ejemplo, neumáticos viejos y otros objetos,
- Poner en práctica programas para su eliminación; para los tanques se recomienda untar una pequeña cantidad de cloro sobre el nivel del agua y para las gomas simplemente vaciarlas.
- Poner peces depredadores (gupis) en el agua, estos se comen las larvas.

Actualmente, como medida preventiva, se ha emprendido una campaña de vacunación, para vacunar a unos cinco (5) millones de dominicanos, menores de 39 años, contra la rubéola, rubéola congénita y sarampión.

8.6 GESTIÓN DE RIESGOS

En términos generales, el manejo de los desastres en los países industrializados continúa siendo un problema fundamentalmente logístico: rapidez de la respuesta y eficiente localización de elementos apropiados de socorro en los lugares y momentos necesarios. En el Tercer Mundo, en cambio, si bien la logística constituye un factor esencial para la atención de las emergencias, el problema es mucho más de fondo. Durante los desastres se evidencian y agudizan las amenazas contra la vida, los bienes y las oportunidades de los miembros de las comunidades afectadas, pero de manera activa o potencial, esas amenazas están siempre presentes en el medio, **Fig. 8.22.**

Fig. 8.22: Tipos de desastres y su frecuencia en América Latina y El Caribe



Fuente: CEPAL, 1999. Impacto de los desastres naturales en el desarrollo.

Entre 1998 y 2002, con ayuda del BID (1408/OC-DR) y con posterioridad al impacto del huracán Georges, se intentó iniciar el desarrollo de un moderno sistema nacional para la gestión del riesgo, enfocado hacia las labores de prevención. Sin embargo, dado que según la propuesta el sistema actuaría como un complemento ex-ante al sistema ex-post de Defensa Civil, este no fue bien recibido por las jerarquías de esta última entidad y la operación no pudo ser ejecutada a causa de cambios súbitos y sesgos en la institucionalidad y la legislación nacional, por lo que fue cancelada. (Mora, S., 2003).

8.6.1 Zonas vulnerables

Las zonas vulnerables se enmarcan dentro de ciertos parámetros que bien pueden reducirse sus efectos, tomando en consideración el orden territorial, la distribución y explotación de tierras para fines de desarrollo urbano, la utilización de suelos para fines agrícolas, el ignorar la topografía de la cuenca y la ubicación de asentamientos humanos en las llamadas zonas de playa de los ríos. Cada uno de estos detalles, junto a la no inversión en focalizar la reducción de los niveles de pobreza y educación, y la falta de mayor inversión social en los pueblos y comunidades, es lo que permite a las personas, siempre los más pobres, tomar asentamientos en zonas totalmente vulnerables a los desastres naturales provocados por fenómenos extremos igual, que los provocados por el hombre.

La República Dominicana, al igual que en muchos países en vías de desarrollo, periódicamente se ve afectada por eventos de origen natural o inducidos por el hombre, que ocasionan graves daños. El seguimiento que se le ha venido dando a los fenómenos atmosféricos, evidencia que las trayectorias medias de los huracanes que atraviesan el Caribe pasan muy próximo al país, por lo que en el país se presentan eventos de moderada a elevada intensidad, cada dos años en promedio.

De acuerdo con estudios meteorológicos que se remontan a 1900, en cada decenio inciden no menos de cuatro huracanes en el país (hasta ocho en la década de 1960). Los antecedentes de la sequía en República Dominicana, muestran que estos fenómenos son asociados a eventos

cálidos del Niño (fenómeno de escala global que tiene carácter recurrente, sin una periodicidad definida, que hace su aparición en promedio cada 4 años con rangos que oscilan entre 2 y 7 años).

También, al estar situada alrededor de fallas geológicas importantes, la vulnerabilidad ante eventos sísmicos, pone de relieve la necesidad de mantener parámetros de gestión de riesgos ante estos eventos.

Los llamados desastres naturales ocurren sobre todo en zonas pobladas y afectan a sitios vulnerables que han sido ocupados por una sociedad para su residencia u otros fines. La localización de las actividades humanas compete a las personas y a sus formas de organización, por lo tanto, que se produzca un desastre no depende solo de la naturaleza, sino también de la decisión de instalar un asentamiento o actividad humana sin tomar en consideración las amenazas existentes y las vulnerabilidades que se desarrollan, variables que constituyen una situación de riesgo potencial.

Zonas más vulnerables a huracanes

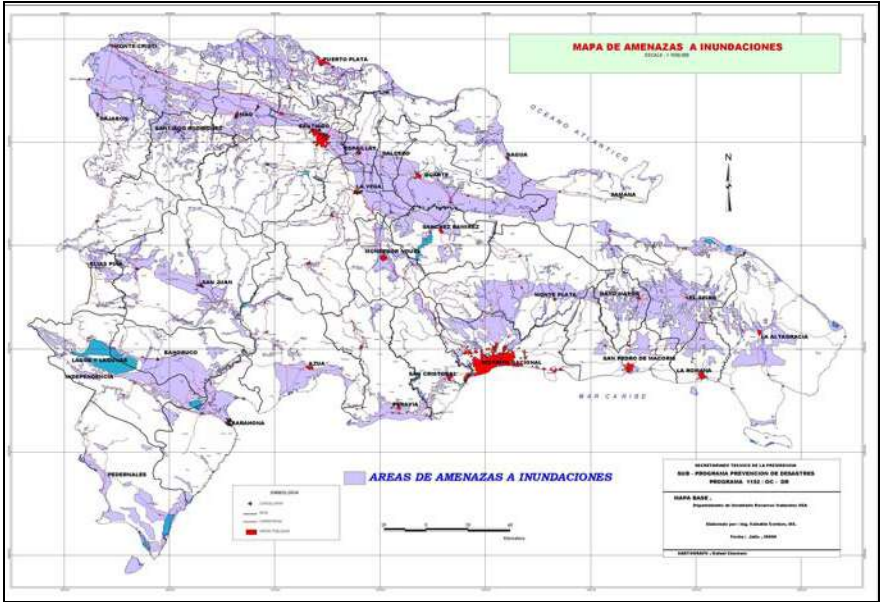
En la **Figura 8.2** pueden apreciarse las zonas más vulnerables de la República Dominicana a los efectos de los huracanes, las cuales se concentran sobre el litoral sur, tornándose moderadas hacia el litoral norte.

Zonas más vulnerables a las inundaciones

En la **Figura 8.23** se observan las zonas más vulnerables a las inundaciones, las cuales se concentran a lo largo de los curso de agua del país, principalmente hacia el Bajo Yaque del Norte, Bajo Yaque del Sur, Bajo Yuna, San Juan, Higüamo, y otros.

Las partes bajas de las cuencas de los ríos, están sujetas de manera periódica a procesos de inundación debido a su baja pendiente, al alto nivel de erosión de los suelos en la parte alta de la cuenca, a los procesos de deforestación y desertificación de suelos en las partes altas de las cuencas. Este evento se vuelve vulnerable al presentar riesgo, debido a la ubicación de importantes infraestructuras y a la ocupación de estos terrenos por parte de familias de escasos recursos, que construyen sus viviendas en las márgenes de playa de los ríos.

Fig. 8.23: Mapa preliminar de vulnerabilidad a inundaciones en la República Dominicana. Zonas más vulnerables al deslizamiento

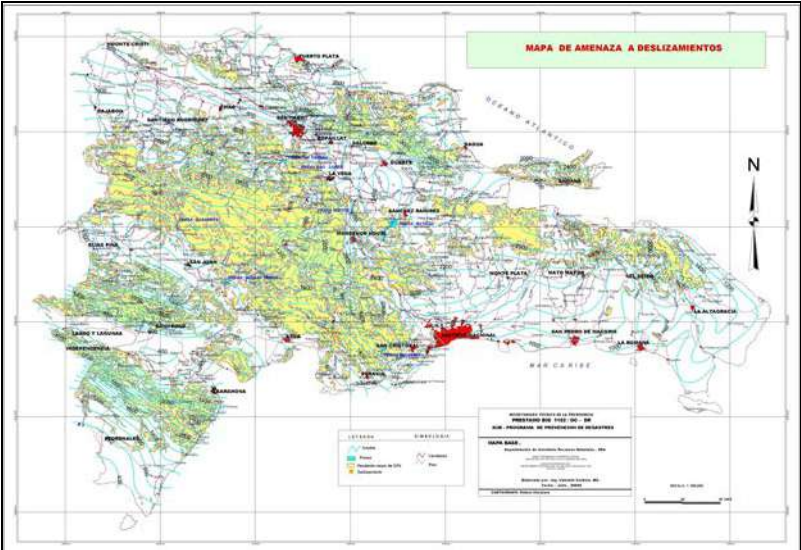


Fuente: STP, Programa Prevención de Desastres, 2000.

Zonas más vulnerables al deslizamiento

En la **Figura 8.24** pueden apreciarse las zonas con posibilidad de deslizamiento, asociadas a la precipitación media anual.

Fig. 8.24: Mapa amenazas al deslizamiento en la República Dominicana



Fuente: STP, Programa Prevención de Desastres, 2000.

Zonas más vulnerables a las sequías

En la **Figura 8.8** se observan las zonas más vulnerables a las sequías en la República Dominicana, correspondiendo las de mayor vulnerabilidad al Bajo Yaque del Norte y de Azua a Pedernales, incluida la zona del Lago Enriquillo.

La tendencia de presencia de sequía ha sido decenal, presentándose fuertes sequías en los años 1977, 1987 y 1997. Según el estudio de “Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático realizado en la República Dominicana”, en donde se utilizaron escenarios de cambio climático para un período de 30 años 1961-1990, se espera que la temperatura se incremente entre 0.7 °C y 3.4 °C con una reducción drástica de la precipitaciones, desde 1277.7 mm a 543.0 mm. Lo que agudizará la condición de la sequía.

El balance entre la precipitación media anual y la ETPo (de Hargreaves-Samani) llega a encontrar las áreas más secas, donde se señala un déficit hídrico alrededor de todo el año, en las zonas costeras de Baní y, en particular, de Azua, alrededor del Lago Enriquillo y de la Laguna de Rincón, cerca de Pedernales, en el sector sur de la cuenca del río San Juan y alrededor de la ciudad de La Romana en la planicie costera Oriental. En cambio, las áreas húmedas se encuentran en las zonas intramontañas y de sierra, ocurriendo los períodos húmedos más largos, hasta 5-7 meses, en las cuencas de los ríos Ozama, Haina, Nigua, Nizao, Ocoa, Nizaíto y Macasía. También el área costera desde Barahona hasta Juancho tiene 3-4 meses húmedos repartidos en dos temporadas.

Vulnerabilidad de presas

El Estudio de Vulnerabilidad de las Grandes Presas en la República Dominicana, definió la vulnerabilidad como una medida de la probabilidad de falla de las presas por cualquier causa (Ver **Fig. 8.25**). Es decir, la suma de las probabilidades de falla por las siguientes causas, con una reducción según la calidad de monitoreo:

- *Causas hidrológicas*
- *Causas geológicas/geotécnicas*
- *Falla electromecánica o error humano*
- *Causas sísmicas*

Con el objeto de clasificar las presas según su prioridad de remediación o de llevar a cabo investigaciones adicionales, se define el índice de riesgo, como:

Índice de Riesgo = Costo de la Falla x Vulnerabilidad

El principio general aplicado en el estudio es que el riesgo global se debería determinar multiplicando la probabilidad de falla (la vulnerabilidad) por el costo de la falla para dar un índice de riesgo a cada presa. Esto es, quizás, una de las medidas de riesgo más fácilmente entendidas y es similar a la descrita en “Risk Management for UK reservoirs” (Hughes et al, 2000), donde las unidades para el Índice de Riesgo son US\$/año y, en términos generales, representa el costo anual del riesgo asociado con cada presa, **Cuadro 8.10**.

Cuadro 8.10: Índice de riesgo para las presas de la República Dominicana

Nombre del Embalse	Vulnerabilidad x10 ⁶ /año	Período de Recurrencia (años)	Costo de la Falla (US\$ x10 ⁶)	Índice de Riesgo (US\$/año)
Valdesia	710	1.408	387	274.770
Sabana Yegua (A)	8.290	121	20	165.800
Rincón	1.123	890	129	144.867
Aguacate	2.447	409	57	139.479
Hatillo	173	5.780	461	79.753
Cabeza de Caballo	3.350	299	22	73.700
Las Barias	2.670	375	27	72.090
Tavera	93	10.753	748	69.564
Jimenoa	3.307	302	16	52.912
Sabaneta	80	12.500	654	52.320
Bao	47	21.277	830	39.010
Sabana Yegua (B)	83	12.048	403	33.449
Monción	77	12.987	431	33.187
Mijo	1.150	870	20	23.000
Jigüey	30	33.333	645	19.350
Mejita	80	12.500	130	10.400
Las Lagunas	70	14.286	98	6.860
Chacuey	113	8.850	33	3.729
Guanajuma	167	5.988	20	3.340
Río Blanco	47	21.277	66	3.102
Las Damas	357	2.801	8	2.856
López	47	21.277	57	2.679
Maguaca	70	14.286	34	2.380
Contraembalse Monción	43	23.256	44	1.892
Arroyo Hondo	77	12.987	20	1.540

Fuente: Halcrow-COR Ing. S.A., Estudio de Vulnerabilidad de las Grandes Presas, 2002.

*Nota: Sabana Yegua (A) es sólo para el fallo del dique Fusible
Sabana Yegua (B) es para el fallo de la presa principal*

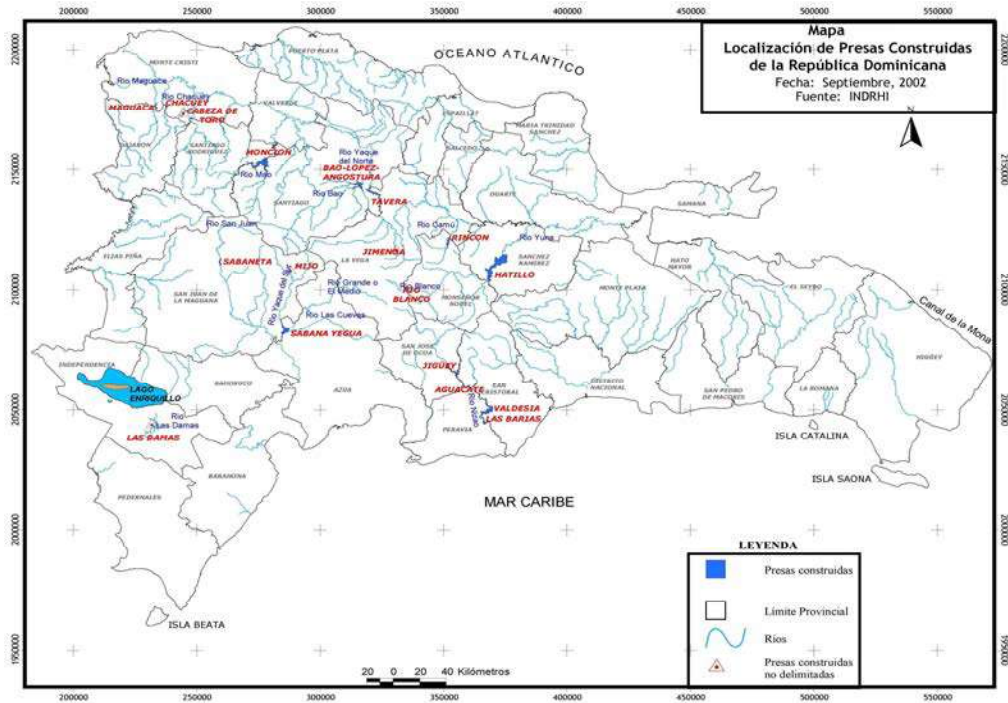
Comentarios específicos sobre las presas con índices de riesgo más elevados:

- a) **Tavera.** Tiene un costo de falla muy elevado y también tiene una elevada vulnerabilidad debido al riesgo percibido de que una o más de las compuertas del vertedero no resulten operativas cuando se les requiera. Ya han existido serios problemas con la operación de las compuertas durante el Huracán David.
- b) **Aguacate.** Vierte en forma segura una crecida con un período de recurrencia de alrededor de 100 años y existe también el riesgo de que las compuertas no estén operativas cuando se les requiera.
- c) **Sabana Yegua.** Falla en el vertedero fusible. El alto ranking obtenido por la falla del vertedero fusible en Sabana Yegua justificaría los pasos actualmente tomados por el INDRHI en mitigar el riesgo.
- d) **Valdesia.** El alto ranking de Valdesia refleja el riesgo de la inoperatividad de las

compuertas del vertedero cuando se les requiera. El riesgo consiste en la forma inusual de las compuertas y la falta de sincronización mecánica. Un problema adicional es la falta de lectura de los piezómetros de fundación para la medida de las subpresiones y de otros instrumentos.

- e) **Rincón.** El problema de Rincón es que la capacidad oficial del vertedero ($504\text{m}^3/\text{seg}$) representa sólo el 6% del aporte de la crecida máxima probable, CMP, indicado oficialmente ($8.011\text{m}^3/\text{seg}$). Existirán, por supuesto, ruteos significativos en el reservorio y se considera que las cifras anteriores son pesimistas. Cuando se tiene en cuenta el ruteo del reservorio, los valores utilizados en el cálculo de la vulnerabilidad ($755\text{m}^3/\text{seg}$ para la capacidad del vertedero y $4.450\text{m}^3/\text{seg}$ para el aporte de la CMP) aumentan este valor al 29% de la CMP. Esto es equivalente a un período de recurrencia de alrededor de 250 años.
- f) **Hatillo.** Las principales inquietudes en Hatillo son el posible riesgo de que la fundación se licue en un sismo; que de vez en cuando, los descargadores de fondo no puedan descargar debido a obstrucciones y ciertas incertidumbres en el morro del estribo derecho de la presa.
- g) **Las Barías.** Existe una fuerte erosión, inmediatamente aguas abajo de las compuertas en Las Barías, lo que representa un riesgo de que la estructura pueda fallar en una crecida.
- h) **Cabeza de Caballo.** Su vertedero sólo descargaría alrededor del 15% de la crecida máxima probable, CMP.
- i) **Sabaneta.** Parece probable que se haya subestimado su CMP, aunque el riesgo hidrológico permanece bastante bajo. La mayor inquietud es la posible presencia de lentes o estratos de arena fina uniforme en la fundación, ya que los mismos se podrían licuar por un sismo.

Fig. 8.25: Localización de presas construidas en la República Dominicana.



Fuente: INDRHI, 2002.

8.6.2 Comité de Operación de Emergencia

En la República Dominicana, ante la eventualidad de la ocurrencia de algún desastre que pueda poner en estado de emergencia alguna zona o región o el país, se creó el Comité de Operación de Emergencia (COE), como un instrumento para la política de gestión de riesgos y de desastres. Los instrumentos de la política de gestión de riesgos son los siguientes:

1. Sistema Nacional de Prevención, Mitigación y Respuesta ante Desastres;
2. Plan Nacional de Gestión de Riesgos;
3. Plan Nacional de Emergencia;
4. Sistema Integrado Nacional de Información;
5. Fondo Nacional de Prevención, Mitigación y Respuesta ante Desastres.

El Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Respuesta ante Desastres (SN-PMR), es el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los objetivos de gestión de riesgos contenidos en la Ley 147-02 del 22 de septiembre de 2002. Este Sistema Nacional de carácter abierto, dinámico y funcional está integrado por los siguientes componentes:

1. Las entidades públicas y privadas responsables de actividades relacionadas con la reducción de riesgos o la preparación, reacción y rehabilitación en caso de desastre.

2. Las organizaciones comunitarias y no gubernamentales cuyas acciones en materia de riesgos y desastres están relacionadas con la prevención, mitigación, atención y recuperación de la población.
3. Las entidades públicas y privadas que realizan actividades de producción de información, investigación científica y desarrollo tecnológico en el campo del análisis y la reducción del riesgo.
4. Los medios de comunicación a través de los cuales se suministra información pública.
5. Las fuentes y recursos económicos para la gestión de riesgos.
6. Los principios y orientaciones generales contenidos en la Constitución de la República, en esta Ley y en la reglamentación que se desarrolle.
7. La legislación específica actual sobre el tema que no se derogue por esta Ley y la que se desarrolle en virtud de ella misma.
8. Los reglamentos que el gobierno nacional determine para la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Prevención, Mitigación y Respuesta ante Desastres de acuerdo con las necesidades del país.

Son objetivos del Sistema Nacional de Prevención, Mitigación y Respuesta ante Desastres los siguientes:

1. Reducción de riesgos y la prevención de desastres.
2. Socialización de la prevención y mitigación de riesgos.
3. Respuesta efectiva en caso de emergencia o desastre.
4. Recuperación rápida y sostenible de áreas y poblaciones afectadas.

El Sistema Nacional de Prevención, Mitigación y Respuesta ante Desastres consta, en términos organizacionales, de varias instancias de coordinación que funcionan de forma jerárquica e interactuante. Estas instancias son las siguientes:

1. Consejo Nacional de Prevención, Mitigación y Respuesta ante Desastres.
2. Comisión Nacional de Emergencias
 - a. Comité Técnico de Prevención y Mitigación de Riesgos
 - b. Centro de Operaciones de Emergencias
 - c. Comité Operativo Nacional de Emergencias
 - d. Equipo Consultivo.
3. Comités Regionales, Provinciales y Municipales de Prevención, Mitigación y Respuesta ante Desastres.

El Consejo Nacional de Prevención, Mitigación y Respuesta ante Desastres, es la instancia rectora y encargada de orientar, dirigir, planificar y coordinar el Sistema Nacional. Este Consejo Nacional se reunirá por lo menos dos veces al año en condiciones de normalidad y está integrado por:

1. *El Presidente de la República o su delegado, quien lo presidirá;*
2. *El Ministro de Estado de las Fuerzas Armadas;*
3. *El Ministro de Planificación, Economía y Desarrollo;*
4. *El Ministro de Estado del Medio Ambiente y Recursos Naturales;*
5. *El Ministro de Estado de Obras Públicas y Comunicaciones;*
6. *El Ministro de Salud Pública y Asistencia Social;*
7. *El Ministro de Estado de Interior y Policía;*
8. *El Ministro de Educación;*
9. *El Ministro de Estado de Agricultura;*
10. *El Ministro de Estado de Industria y Comercio;*
11. *El Ministro de Estado de Relaciones Exteriores;*
12. *El Ministro General de La Liga Municipal Dominicana (LMD);*
13. *El Síndico del Ayuntamiento del Distrito Nacional de Santo Domingo;*
14. *El Director Ejecutivo de la Oficina Nacional de Defensa Civil;*
15. *El Director de la Oficina Nacional de Meteorología;*
16. *El Director de la Cruz Roja Dominicana;*
17. *El Jefe del Cuerpo de Bomberos de Santo Domingo;*
18. *El Director General Oficina Metropolitana de Servicios de Autobuses;*
19. *El Director Ejecutivo del Departamento Aeroportuario;*
20. *El Director Ejecutivo del Instituto Nacional de Estabilización de Precios;*
21. *El Director del Instituto Nacional de la Vivienda;*
22. *El Director del Instituto Sismológico Universitario;*
23. *El Director del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos;*
24. *El Director General de Minería;*
25. *El Administrador General de la Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales;*
26. *Tres representantes de la sociedad civil, designados por el Presidente de la República, de las asociaciones empresariales, profesionales, laborales o comunitarias representativas.*

Se ratifica mediante esta Ley la Comisión Nacional de Emergencias, como dependencia del Consejo Nacional de Prevención, Mitigación y Respuesta ante Desastres, que preside el Presidente de la República. Esta Comisión está coordinada y presidida por el Director Ejecutivo de la Defensa Civil.

Esta Comisión está conformada por funcionarios designados por las instituciones miembros del Consejo Nacional de Prevención, Mitigación y Respuesta ante desastres, los cuales son designados por decreto Presidencial.

La Comisión Nacional de Emergencias, cuenta con un equipo técnico permanente integrado por funcionarios calificados, para dirigir y orientar las áreas de estudio técnico, científico, económico, financiero, comunitario, jurídico e institucional, con fines de ayudar a formular y promover las políticas y decisiones del Consejo Nacional de Prevención, Mitigación y Respuesta ante Desastres.

La Comisión Nacional de Emergencia esta integrada por las siguientes instituciones y organismos:

- *Defensa Civil (preside la comisión)*
- *Secretaría de Estado de las FF.AA.*
- *Policía Nacional*
- *Secretaría de Estado de Obras Públicas*
- *Secretaría de Estado de Salud Pública*
- *Secretariado Técnico de la Presidencia*
- *Secretaría de Estado de Educación*
- *Sec. De Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales*
- *Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales*
- *Oficina Nacional de Meteorología*
- *Cruz Roja Dominicana*
- *Departamento Aeroportuario*
- *Dirección General de Minería*
- *Oficina Metropolitana de Servicios de Autobuses*
- *Comedores Económicos*
- *Autoridad Portuaria Dominicana*
- *Ayuntamiento del Distrito Nacional*
- *Instituto Nacional de la Vivienda*
- *Instituto Sismológico de la UASD*
- *Instituto Nacional De Recursos Hidráulicos*
- *Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados*
- *Instituto Nacional de Estabilización de Precios*
- *Cuerpo de Bomberos*

En Marzo del 2001, mediante decreto (360-01) se crea el Centro de Operaciones de Emergencia. Considerando que frente a la amenaza u ocurrencia de un desastre natural o antrópico es indispensable que las acciones gubernamentales de prevención, preparación, respuesta y rehabilitación, deben ser dirigidas por un centro de operaciones donde converjan los esfuerzos gubernamentales y privados.

Se ratificó mediante esta Ley (2002) el Centro de Operaciones de Emergencias (C.O.E.), el cual funciona como organismo de coordinación para la preparación y respuesta en caso de desastres. El C.O.E. está integrado por funcionarios designados como representantes oficiales permanentes responsables por las siguientes entidades:

1. *Secretaría de Estado de las Fuerzas Armadas (FF. AA.);*
2. *Secretaría de Estado Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARN);*
3. *Secretaría de Salud Pública y Asistencia Social (SESPAS);*
4. *Secretaría de Estado de Obras Públicas y Comunicaciones (SEOP);*
5. *Secretaría de Estado de Interior y Policía;*
6. *Oficina Nacional de Defensa Civil (D.C.);*

7. *Policía Nacional (PN);*
8. *Cuerpo de Bomberos de Santo Domingo (C.B.S.D.);*
9. *Cruz Roja Dominicana (C.R.D.);*
10. *Dirección de la Aeronáutica Civil (D.G.A.);*
11. *Dirección General de Minería (D.G.M.);*
12. *Autoridad Portuaria Dominicana (APORDOM);*
13. *Dirección General de Aduanas (D.G.A.);*
14. *Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI);*
15. *Instituto Nacional de Agua Potable y Alcantarillados (INAPA);*
16. *Instituto Nacional de la Vivienda (INVI);*
17. *Instituto Dominicano de Telecomunicaciones (INDOTEL);*
18. *Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE);*
19. *Liga Municipal Dominicana (LMD);*
20. *Ayuntamiento del Distrito Nacional de Santo Domingo (ADN);*
21. *Oficina Nacional de Meteorología;*
22. *Instituto Sismológico Universitario.*

El Plan Nacional de Emergencias es el instrumento que define los procedimientos institucionales de preparación, reacción y atención en caso de desastre. Se refiere a los aspectos operativos que deben preverse y activarse por las instituciones en forma individual y colectiva, e indica las particularidades de manejo de información, alertas y recursos desde los sitios de escena o desde el Centro de Operaciones de Emergencia.

Los objetivos del Plan Nacional de Emergencias son los siguientes:

1. Preservar la vida y reducir o prevenir los daños y consecuencias económicas, sociales y ambientales de la población en caso de desastre.
2. Definir la estructura interinstitucional para la respuesta eficiente y efectiva durante situaciones de emergencia y en las fases de recuperación y rehabilitación post-desastre.
3. Asignar las funciones y responsabilidades de las entidades competentes en relación con su acción específica durante las fases de preparación, alerta, respuesta y recuperación.
4. Establecer los mecanismos de coordinación y flujo de información entre los diferentes niveles y componentes del Sistema Nacional y con el público.

El manejo de las situaciones de emergencias se puede dividir en tres fases:

1. **Pre-Desastre.** Esta fase incluye tomar medidas para evitar o reducir el impacto, capacitar al personal y desarrollar, probar y actualizar los planes de operación que se van a activar en la fase siguiente.
2. **Respuesta ante la Emergencia.** Esta fase empieza con el impacto incluido el posible período de alerta. Se comprueba y mejora la preparación, y se deben tomar medidas para abordar las áreas identificadas como prioritarias.

- 3. Rehabilitación.** Esta fase implica recuperar en corto plazo los niveles que tenían los servicios antes del desastre, así como aplicar medidas a largo plazo de reconstrucción.

Durante la Fase 1 y 2 se pueden identificar e implementar medidas de mitigación que consisten en la planificación preventiva y la preparación para los desastres. Las poblaciones afectadas deben participar tanto como sea posible, en todas las fases para mitigar eficazmente la situación de emergencia.

Con la previa recomendación del Comisión Nacional de Emergencia, el Presidente de la República declarará mediante Decreto la existencia de una situación de desastre y en el mismo acto la clasificará según su magnitud y efectos, como de carácter nacional, provincial o municipal y ordenará las normas pertinentes propias del régimen especial para situaciones de desastre. De esta manera se rige aquí en la República Dominicana el CNE.

La declaratoria de desastre podrá ser clasificada de las siguientes maneras:

- 1. Nacional,** cuando el desastre es inminente o afecta a más de dos provincias o rebasa la capacidad técnica y de recursos de la administración provincial;
- 2. Regional,** cuando afecta a más de dos provincias o cuando rebasa la capacidad técnica y los recursos de las provincias;
- 3. Provincial,** cuando el desastre afecta a más de dos municipios o cuando rebasa la capacidad técnica y de recursos de los municipios afectados; y
- 4. Municipal,** cuando el desastre afecta a un sólo municipio y la situación rebasa la capacidad técnica y de recursos del municipio afectado.

De acuerdo con la OPS, un Comité de Emergencia debe (OMS-OPS, 1999):

- Identificar los recursos humanos disponibles para la organización y designar los miembros del comité de emergencia.
- Establecer y mantener vínculos de coordinación y comunicación con los organismos públicos pertinentes.
- Establecer y mantener comunicación con organismos privados que son imprescindibles en la fase inmediata de emergencia.
- Hacer inventario del equipo y suministros y mantener registros múltiples y mapas en varios lugares seguros.
- Definir responsabilidades de acuerdo con las estrategias y funciones recomendadas por organizaciones de más alto nivel.
- Realizar análisis de vulnerabilidad.
- Establecer áreas prioritarias según las condiciones locales, cuando la capacidad está afectada.
- Coordinar las comunicaciones. Establecer contactos con los Centros de Operación de Emergencia.

Es importante que en la medida de lo posible se involucre y se le de protagonismo a las comunidades a nivel provincial por cada región, con el fin de que sea un proceso ágil, eficiente

y sometido a un proceso de planificación bien estructurado de todo el proceso operacional del plan de emergencia que se este llevando a cabo. Ya que involucrando a la comunidad también se augura buen éxito en las acciones llevadas a cabo y una mejor comunicación ante las alertas dadas por el Comité de Emergencias (recordar la experiencia de la comunidad de Mesopotamia en la provincia de San Juan de la Magüana, la inundación en Jimaní, entre otros casos).

8.3.3 Red de alerta hidrometeorológica

El objetivo fundamental de la red de alerta hidrometeorológica es salvar vidas y propiedades, mediante la operación en tiempo real de los embalses del país (Ver **Figs. 8.26 y 8.27**).

La red de alerta hidrometeorológica tiene su inicio en 1983 (01-09-83), cuando se dio inicio al proyecto Fortalecimiento de las Actividades Agro e Hidrometeorológicas y Desarrollo de un Sistema Operativo de Previsión Hidrológica en tiempo real (SIPHIDRO) en las cuencas de las presas de Sabaneta y Sabana Yegua, con el auspicio del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD; y la Organización Meteorológica Mundial, OMM; aunque su parte operativa comenzó en 1984 con la instalación de 27 estaciones telemétricas. La colección de información hidrometeorológica en tiempo real, en las cuencas de los ríos San Juan, Yaque del Sur y Nizao, se inició en el año de 1985, junto con los modelos de operación en tiempo real de los embalses de Sabaneta y Sabana Yegua. Este sistema tuvo una duración relativamente efímera debido al vandalismo en la zona alta de dichas cuencas y a problemas de alto voltaje que dañaron la estación terrena.

En octubre de 1984, se elaboró el esquema para la operación y predicción en tiempo real, vía satélite, para la seguridad de la presa de Valdesia dentro del marco del Proyecto Nizao-Valdesia, con la asistencia de la Universidad del Estado de Colorado, CSU; y con apoyo del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, el cual utilizaría la estación receptora del Proyecto SIPHIDRO.

En noviembre de 1984, se firmó el acuerdo entre el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, INDRHI y la NESDIS-NOAA, Servicio Nacional de Información y Datos Ambientales por Satélites (NESDIS) de la Administración Nacional de Oceanografía y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA), para el uso del Sistema de Colección de Datos por medio del satélite geoestacionario, GOES, que se denominó “Programa de Sistema de Colección de Datos GOES-INDRHI”, el cual permitiría efectuar previsiones de crecidas y el manejo de los recursos hidráulicos en tiempo real en las cuencas equipadas de los proyectos SIPHIDRO y Nizao. Este Convenio continua vigente en la actualidad.

En el 2001 se inicia el Proyecto Sistema Nacional de Alerta, dentro del Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de los Efectos del Huracán Georges, PEMERG, con los siguientes objetivos:

- Adquisición remota de datos hidrometeorológicos y de calidad de aguas en todo el territorio nacional
- Transmisión recepción de datos vía GOES DCS; high data rate transmitters – estación a tierra

- Modelación hidrológica e hidráulica de cuencas hidrográficas
- Recepción de imágenes meteorológicas a alta resolución
- Recepción de alertas meteorológicas y marinas a escala sinóptica y macro-escala (productos y boletines NWS)

El sistema está compuesto por:

- Un Centro Nacional de adquisición, supervisión y control basado en estación de recepción satelital a tierra y relativo software de gestión - configuración
- Un Centro Provincial de elaboración y difusión
- Red de 120 estaciones hidro-meteorológicas SIAP SM3840 con transmisión de datos vía GOES DCS
- 40 Estaciones pluviométricas, 15 climáticas y 65 hidrométricas
- Sistema de modelación hidrológica en línea
- Sistema de recepción de imágenes satelitales GOES

Otras características del sistema:

- Servidores en ambiente Windows NT
- Creación automática mapas de precipitación (isoyetas) y mapas dinámicas
- Creación automática de reportes y boletines
- Modelos hidrológicos en ambiente SIG
- Avanzado sistema de alertas auditivas y visivas
- Avanzado sistema de difusión de la información en ambiente WEB
- Interfaz directa con modelos familia HEC, Base datos HEC DSS – Data Storage System

Las estaciones remotas están constituidas por:

- Unidad de adquisición y control
- Unidad de protección eléctrica
- Unidad de comunicación GOES DCS
- Unidad de alimentación eléctrica – panel solar
- Sensores en estaciones climáticas, pluviométricas e hidrométricas:
 - *Sensores meteorológicos (viento, temperatura, humedad, presión atmosférica, radiación solar, precipitación)*
 - *Hidrómetros piezoresistivo y a flotador*
 - *Sondas multiparamétricas (temperatura, oxígeno disuelto, turbidez)*

Las estaciones automáticas están constituidas por:

- Unidad de adquisición de datos (SIAP SM3840)
- Unidad de Protección eléctrica
- Flash memory Card
- Panel fotovoltaico + batería dryfit
- Radio transmisor (GOES) + Antena Yagi
- Sensores

Fig. 8.26 Modelo de estación hidrométrica



Fig. 8.27: Estación climática telemétrica



Este proyecto, iniciado en el 2001, no concluyó por incumplimiento de la empresa y por la no ratificación del adendum al proyecto. Actualmente ha sido reactivado, en el 2006, y han sido instaladas las 62 estaciones telemáticas listadas en el **Cuadro 8.11**, quedando pendiente de instalación las restantes para completar 120 estaciones telemáticas. De las rehabilitadas se encuentran en operación 53 debido al vandalismo.

Cuadro 8.11: Estaciones telemétricas en operación al 2006

No.	CUENCA HIDROGRAFICA	TIPO DE ESTACIÓN	SITIO
1	YAQUE DEL NORTE	Pluviométrica	Manabao
2		Pluviométrica	Magua-Monción
3		Pluviométrica	La Cidra (Mao)
4		Pluviométrica	Resbaloso (Guayubín)
5		Pluviométrica	Janey (Jánico)
6		Pluviométrica	Valle de Bao (San José de las Matas)
7		Pluviométrica	Alto la Cotorra (Ruta pico duarte)
8		Pluviométrica	Contraembalse de Monción
9		Pluviométrica	El arroyaso (Reserva científica ébano verde)
10		Pluviométrica	La Diferencia (Amina)
11		Climática	Pico Duarte
12		Climática	Instituto Superior de Agricultura
13		Climática	Jarabacoa
14		Climática	Tavera
15		Climática	Mata Grande (San José de las Matas)
16		Hidrométrica	Río Yaque del Norte en Boma
17		Hidrométrica	Presa de Maguaca
18		Hidrométrica	Jagua en los Limones
19		Hidrométrica	Mao en la Cidra
20		Hidrométrica	Río Yaque del Norte en Manabao
21		Hidrométrica	Presa de Tavera
22		Hidrométrica	Amina en Inoa
23		Hidrométrica	Yaque del Norte en Puente San Rafael
24		Hidrométrica	Río Bao en Sabaneta
25		Hidrométrica	Presa de Monción
26		Hidrométrica	Contraembalse de Monción

No.	CUENCA HIDROGRAFICA	TIPO DE ESTACIÓN	SITIO
1	YAQUE DEL SUR	Pluviométrica	Naranjito
2		Pluviométrica	Los Fríos (Arroyo Cano)
3		Pluviométrica	Los Pinales(Cuenca San Juan)
4		Pluviométrica	Las Cañitas(El Tetero)
5		Pluviométrica	Los Chicharrones (Cuenca San Juan)
6		Climática	San Juan-Km 11
7		Hidrométrica	Río San Juan- Sabana Alta
8		Hidrométrica	Río Yaque del Sur en los Guiros
9		Hidrométrica	Presa de Sabaneta
10		Hidrométrica	Río San Juan en Paso de Lima
11		Hidrométrica	Río del Medio
12		Hidrométrica	Mijo en el Cacheo
13		Hidrométrica	Presa de Sabana Yegua

No.	CUENCA HIDROGRÁFICA	TIPO DE ESTACIÓN	SITIO
1	YUNA	Pluviométrica	Mechesito (Los Quemados)
2		Pluviométrica	La Ceiba (Presa Río Blanco)
3		Pluviométrica	Jima-Rincón
4		Climática	Juma (Bonaó)
5		Climática	Los Botados (Cuenca Río Blanco)
6		Hidrométrica	Camú en Bayucanes
7		Hidrométrica	Río Jima en Caño la Piedra
8		Hidrométrica	Presa de Hatillo
9		Hidrométrica	Presa de Tireito
10		Hidrométrica	Río Yuna en los Quemados
11		Hidrométrica	Río Maimón
12		Hidrométrica	Presa de Rincón
1	NIZAO	Pluviométrica	Palo de Caja (Nizao)
2		Pluviométrica	Alto Bandera
3		Climática	Valdesia
4		Hidrométrica	Nizao en la Bocaína
5		Hidrométrica	Presa de Jigüey
6		Hidrométrica	Presa de Aguacate
7		Hidrométrica	Presa de Valdesia
8		Hidrométrica	Contraembalse las Bahías
1	MASACRE	Climática	Don Miguel

Fuente: INDRHI, 2006.

Como estrategia natural para enfrentar, dar respuesta y aplicar medidas de prevención ante posibles fenómenos naturales, el INDRHI cuenta con las siguientes herramientas y/o recursos:

- Red Telemétrica Hidrológica
- Laboratorio de Geomática
- Red Sísmica
- Programa de Seguridad de Presas
- Estudios de cuencas y diseño de obras de defensa
- Ejecución de obras de control de inundaciones

Por otro lado, la OMM prestó asistencia a la Oficina Meteorológica Nacional (ONAMET) de República Dominicana para la rehabilitación y restablecer la infraestructura meteorológica dañada como resultado de los efectos del huracán Georges en 1998. Esta asistencia, financiada por el Banco Mundial, comprendió el establecimiento de un sistema nacional de alerta temprana para prevenir a la población de República Dominicana contra huracanes y fenómenos meteorológicos violentos.

En 2003, la ONAMET instaló 44 estaciones meteorológicas automáticas, que reúnen y transmiten datos meteorológicos por satélite, radio o teléfono. También instaló en Santo Domingo una estación terrena receptora para la recepción de datos de satélites. Además, estableció como parte del sistema nacional de alerta temprana, un sistema para la presentación de información meteorológica a los medios de comunicación durante fenómenos meteorológicos violentos e instaló una red de área extensa (WAN) para facilitar el intercambio de datos y de información con otras instituciones y usuarios, y en particular para difundir productos meteorológicos con fines de meteorología aeronáutica, protección civil y agricultura.

Soluciones y medidas para la gestión de riesgo:

Medidas de prevención ante riesgo hidrológico, intervención de carácter estructural:

- Construcción de presas de retención o control de inundaciones.
- Construcción de presas de almacenamiento.
- Construcción de muros de protección.
- Limpieza y rectificación de cauces.
- Mejoramiento de infraestructura que afecta la capacidad de conducción fluvial.

Soluciones de carácter no estructural:

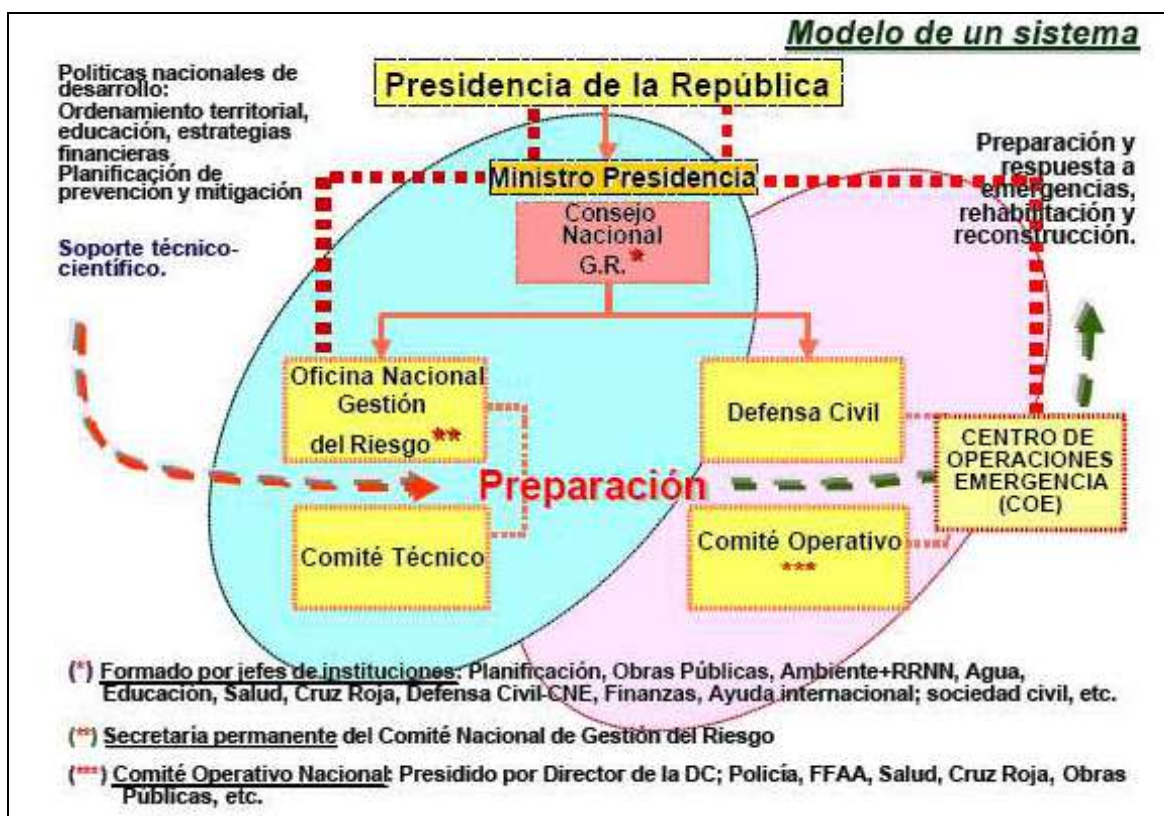
- Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas.
- Evacuación Temporal o Permanente de las áreas de Inundación.
- Alerta Temprana: Red telemétrica hidrológica.
- Seguros contra inundaciones.

8.6.4 Programa de prevención

El Banco Interamericano de Desarrollo, BID, ha propuesto el modelo de programa de prevención de riesgo mostrado en la **Figura 8.28**, centrado en el Consejo Nacional de Gestión de Riesgos,

dependiente de la Presidencia de la República, quien dirige a la Oficina Nacional de Gestión de Riesgo y a la Defensa Civil, donde se ubica el Centro de Operaciones de Emergencia, queriendo separar la gestión del riesgo de la gestión del desastre.

Fig. 8.28: Esquema funcional de un sistema nacional para la gestión del riesgo



Fuente: BID, 2005. Gestión de riesgo de amenazas naturales en proyectos de desarrollo.

La reducción de la vulnerabilidad en los desastres ocasionados por fenómenos naturales y antrópicos comienza por dos frentes interrelacionados: disminuir el grado de exposición a las amenazas, mediante la localización de las actividades en las áreas de menor peligro, y crear protección; es decir, interponer defensas que reduzcan la posible afectación que pueden causar las amenazas. El instrumento básico para abordar de manera integral ambos frentes es el Ordenamiento Territorial (ver artículos 101 y 102 del proyecto de Ley de Aguas). Suele definirse entonces el ordenamiento territorial como la regulación de la utilización, ocupación y transformación del espacio, en función del bienestar colectivo actual y futuro, la prevención de desastres y el aprovechamiento sostenible de los recursos disponibles.

La vulnerabilidad expuesta ante las inundaciones está determinada por los siguientes factores:

- Situación geográfica de la República Dominicana en la trayectoria de la ruta trazada por los eventos climatológicos extremos, como los huracanes y tormentas.

- Inadecuado uso de suelo, la degradación de los mismos y el mal uso, en cuanto a urbanismo se refiere, de zonas vulnerables sujetas a posibles inundaciones en las cuencas hidrográficas.
- Pérdida de capacidad de los embalses por exceso de sedimentación.
- Limitaciones por insuficiente capacidad de desagüe de las presas.
- Ausencia de regulación en cuencas importantes por falta de construcción de obras hidráulicas.

Aplicar un Ordenamiento Territorial planificado y diseñado tomando en cuenta los diferentes criterios de desarrollo para cada zona o región, es indispensable para una buena gestión de reducción de riesgo, así como directriz a la mitigación de desastre. El conocimiento de una política de ordenamiento y su entendimiento por las instituciones y tomadores de decisiones es necesaria.

El ordenamiento territorial involucra cuatro elementos principales:

- a. Conocimiento de la presión actual y futura sobre el territorio: previsión del crecimiento poblacional y de la demanda de recursos y servicios ambientales para el mediano y largo plazo.
- b. Conocimiento de los recursos, potencialidades y ventajas comparativas del territorio.
- c. Conocimiento de los riesgos por el uso del territorio (de manera que la principal determinante para la definición del uso del suelo sea el riesgo de desastre por amenazas naturales y socio-naturales).
- d. Sobre las bases anteriores, establecimiento de regulaciones y programas de acción para la protección, ocupación, utilización y transformación del territorio, en la perspectiva de mejorar la calidad de vida y el bienestar de las personas, minimizar los riesgos de desastre y garantizar condiciones de sostenibilidad.

Para que sea eficaz, el ordenamiento territorial debe tener las siguientes características:

- a. **Ser local:** El territorio es una realidad local. Su ordenamiento solo puede realizarse en el propio medio y por parte de quienes lo habitan, lo conocen, lo padecen, lo aprovechan y lo disfrutan. El ordenamiento territorial de una nación se logra a partir de las actividades locales de ordenamiento y no puede realizarse de lo nacional a lo local. Por esta razón, el ordenamiento territorial es una actividad de naturaleza municipal.
- b. **Ser integral:** No puede realizarse un ordenamiento del territorio en función de la explotación de los recursos naturales, otro en función de su conservación, otro en función de la provisión de servicios básicos, otro en función de la expansión económica y así sucesivamente. El ordenamiento del territorio solo puede ser uno, considerando la mayor

cantidad posible de aspectos relevantes para garantizar el desarrollo y la sostenibilidad. La base del ordenamiento integral es la minimización de la vulnerabilidad a desastres.

- c. Ser participativo:** Las medidas de ordenamiento territorial impuestas ordinariamente fracasan. Para que el ordenamiento del territorio sea eficaz, se requiere que exista clara conciencia en todos los habitantes, sobre la importancia de la racionalización en el uso del medio natural y que se logren acuerdos entre los diferentes intereses sobre las medidas óptimas de uso del espacio y conservación del ambiente. Sólo de esta manera el ordenamiento territorial será una política de todos, porque hay beneficios para todos y los costos se reparten equitativamente entre todos.

El ordenamiento territorial depende en gran medida de la organización y las decisiones locales. No obstante, está determinado también por las relaciones ambientales, económicas y sociales de cada territorio y comunidad con su entorno externo (el resto del país y el mundo).

Acciones a considerar para mejorar o enfrentar los riesgos ante los desastres naturales:

Fortalecimiento institucional:

- Conformar un comité de alto nivel con participación de otros sectores, principalmente usuarios del agua.
- Elaborar una estrategia sectorial para el manejo de la sequía.
- Elaborar un plan de preparación, con detalle por áreas (información, comercio, etc.) y actividades productivas, con plazos y responsables o posibles ejecutores.
- Concertación de instituciones del sector agropecuario con las instituciones financieras, servicio meteorológico y otras instituciones.
- Promover la organización y participación de los productores en la identificación de soluciones.
- Realizar eventos interactivos con productores, en busca conjunta de soluciones.
- Evaluación de la estrategia y del plan.
- Anticipar conflictos entre usuarios del agua.

Información y comunicación:

- Medir el impacto (con detalle de daños y pérdidas físicas y económicas)
- Precisar la relación entre actividades afectadas y lugares, con una referencia al lapso en el cual se desarrolla el evento.
- Obtener, interpretar y difundir pronósticos climáticos y dar alerta temprana sobre amenazas.
- Previsión de mecanismos para el seguimiento de eventos en curso (sequía, fenómeno de El Niño, etc.).
- Elaboración de comunicados sobre pronóstico climático e implicaciones sobre la agricultura (se sugiere coordinar con los servicios de meteorología e hidrología).
- Informes meteorológicos especiales por actividad productiva para zonas críticas, que sustenten decisiones de siembra o modificaciones en el calendario agrícola (se sugiere elaborarlos con participación o solicitarlos al servicio meteorológico)

- nacional).
- Seguimiento sistemático a la evolución del fenómeno ENOS, en cualquiera de sus fases (El Niño, La Niña o fase neutra).
 - Transmisión de mensajes por volantes, prensa escrita, radio y televisión.
 - Conferencias de prensa para motivar la difusión de información fidedigna y útil.
 - Bases de datos de expertos y/o personas con experiencia en el manejo de sequía.
 - Inteligencia de mercados (seguimiento de comportamiento y perspectivas de existencias, abastecimiento, demanda, precios, etc.).
 - Registro actualizado de daños (animales muertos, perspectiva de reducción de rendimientos, etc.).
 - Seguimiento al comportamiento de océanos, lagos, ríos y estanques.
 - Identificación y vinculación en las páginas web de enlaces relevantes.
 - Mapeo de riesgos y amenazas (frecuencia, intensidad, duración y localización).

Ciencia y tecnología:

- Construir represas, preferentemente de uso comunitario.
- Recuperar represas con alta sedimentación u otros problemas.
- Inventario de pozos (valoración de su estado, requerimientos para su rehabilitación, etc.).
- Rehabilitar pozos.
- Crear reservorios de agua.
- Tomar las previsiones para que no se suscite una apertura indiscriminada de pozos, o que sean sobre explotados.
- Mapas de zonas vulnerables y relaciones con variables como uso de suelo, recursos para enfrentar sequías, etc.
- Indicadores de sequía (para declarar inicio, permanencia y fin del evento).
- Investigación sobre opciones técnicas por escenarios climáticos (cambio climático).
- Investigaciones sobre la incidencia de la agricultura en el cambio climático.
- Recomendaciones para evitar el uso excesivo de maquinaria agrícola (reducir compactación y erosión).
- Suspensión de siembras en lugares críticos, por antecedentes contundentes o previo estudio agro meteorológico.
- Plan de control o erradicación de quemas agrícolas.
- Demostración o intercambio de experiencias exitosas en manejo de sequía.
- Ordenamiento territorial (recomendación de opciones para el mejor uso del suelo, para conciliar aspectos técnicos y de mercado)
- Ajuste en el calendario agrícola.
- Establecer o fortalecer prácticas de conservación de suelos.
- Promover prácticas de mantenimiento de cobertura vegetal.

Educación y capacitación:

- Charlas, seminarios, talleres, cursos para sensibilización, dotar de instrumentos operativos, entre otras.
- Capacitación en medición de impacto.

- Crear alianzas con el sector académico, para incorporar en las estrategias y planes del sector de educación, elementos de manejo de sequía en particular y de gestión de reducción de riesgo desde la perspectiva sectorial agropecuaria en general.

La población debe adquirir conciencia de que la mitigación de la vulnerabilidad global no puede ser solamente responsabilidad de una oficina, ni siquiera del conjunto del Estado por si solo, es necesario educar continuamente a la población a fin de poder prevenir con mayor grado de responsabilidad la vulnerabilidad ante un fenómeno.

El Ministerio de Educación, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Recursos Naturales entre otros organismos involucrados en el Comité de Operación de Emergencias, deben presentar una campaña educativa y formativa a las comunidades de todo el país, principalmente aquellas ubicadas en las zonas más pobres, pues allí existe más vulnerabilidad, con el fin de organizar la comunidad y mostrar las implicaciones tangibles de no organizarse ante el llamado de las autoridades por un posible fenómeno que los afectará.

8.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los desastres naturales son eventos provocados por fenómenos de la naturaleza que afectan a la sociedad en general y al hombre en particular. La República Dominicana, al igual que muchos países en vías de desarrollo periódicamente es afectada por eventos de origen natural o inducidos por el hombre, que ocasionan graves daños. De acuerdo a la distribución de los fenómenos meteorológicos en la temporada ciclónica, agosto y septiembre son los meses más afectados por las tormentas tropicales y por los huracanes.

La mayoría de las pérdidas de vidas debido a desastres naturales se corresponden a las inundaciones causadas por lluvias torrenciales, ciclones tropicales y marejadas. Estas inundaciones han provocado cambios repentinos en los ecosistemas, ocasionando socavación de las márgenes de los ríos, pérdida de vegetación, destrucción de propiedades y pérdidas de vidas, entre otros. Las inundaciones originadas por ciclones tropicales ocurren en la denominada Temporada Ciclónica que va de junio a noviembre, correspondiendo a los sistemas frontales la mayoría de las inundaciones ocurridas en el periodo que va de noviembre a mayo.

Las Inundaciones ocurridas en la República Dominicana han causado grandes daños y pérdidas de vidas humanas, así como pérdidas económicas significativas que obligan a la República Dominicana a mantener una política de gestión de riesgo ante desastre que resulte eficaz y de frente a posibles acontecimientos futuros que permitan una reducción de riesgo para también disminuir significativamente la vulnerabilidad ante estos fenómenos.

El impacto de la sequía sobre las poblaciones y la producción agropecuaria es cada vez mayor, pero se carece de los recursos requeridos y la información comparativa que permita cuantificar el fenómeno. La falta de conciencia, el desconocimiento de las técnicas conservacionistas para la producción agropecuaria y la carencia de recursos para enfrentar el problema, complican el escenario. La República Dominicana también presenta una historia de sequías y deforestación que mediante un manejo integral de las cuencas podría ser frenada.

La sequía y sus manifestaciones es un fenómeno cíclico que se repite cada cierto tiempo en la República Dominicana. Por lo general, las sequías más severas que se han presentado en el territorio dominicano coinciden con años que terminan en siete (7).

La interconexión de nuestro clima con las oscilaciones térmicas que se producen en el pacífico ecuatorial, ya sea en los eventos cálidos como los fríos, nos señalan que también debemos esperar extensas e intensas sequías recurrentes cada dos o tres años.

Recomendaciones sobre inundaciones

Para resguardar una zona determinada contra las inundaciones, debería establecerse un sistema de protección que incluya, entre otras:

- Diques de defensa o terraplenes, erigidos para proteger el terreno situado detrás. Deberá preverse un amplio margen de altura para el caso de cimentaciones deficientes, para compensar el asiento del terraplén.
- Muros de encauzamiento de riadas, construidos para proteger asentamientos humanos.
- Compuertas de seguridad para crecidas y sistema de canales para desviar la inundación a depósitos naturales.
- Sistema de canales, pozos y alcantarillado, con su correspondiente equipo, para drenar las aguas al subsuelo.
- Capacidad de bombeo suficiente para evacuar el agua de drenaje en el interior de sistemas protegidos por diques.
- Sistemas de comunicación adecuado, que se mantenga en operación durante la emergencia.
- Red de alerta en tiempo real. Instalaciones hidrometeorológicas que permitan observar y comunicar la aproximación y desplazamiento de las olas de inundación y las fluctuaciones de la capa acuífera subterránea.
- Delimitar y señalar las planicies de inundación, por nivel de riesgo.

Recomendaciones sobre aspectos de sequía:

- En el Manejo integral de suelo y bosques junto a la Gerencia de Cuencas, se debe mantener muy claro el criterio de manejar los incendios forestales, ya que un mal manejo así como una vigilancia inadecuada de áreas protegidas o zonas boscosas, puede terminar generando daños que aceleran la vulnerabilidad ante los desastres asociados al fenómeno de sequía e inundación.
- Plan de control o erradicación de quemas agrícolas.
- Precisar la relación entre actividades afectadas y lugares, con una referencia al lapso en el cual se desarrolla el evento.
- Obtener, interpretar y difundir pronósticos climáticos y dar alerta temprana sobre amenazas.
- Elaboración de comunicados sobre pronósticos climáticos e implicaciones sobre agricultura (se sugiere coordinar con los servicios de meteorología e hidrología).

- Crear reservorios de agua.
- Construir represas, preferentemente de uso comunitario.

El fundamento de toda política de prevención y reducción de riesgos lo constituye una planificación eficiente de la ocupación del suelo, lo cual implica también una relación armoniosa con el medio ambiente. En cuanto a la gestión de riesgo ante desastres naturales es bueno considerar los siguientes aspectos:

- Para reducir los efectos de los ciclones tropicales deben mejorarse los sistemas de educación e información al público, así como la divulgación e implementación de las normas de construcción de la manera más amplia posible.
- Elaborar una estrategia sectorial para el manejo de la sequía. involucrando las instituciones agrícolas, el INDRHI e instituciones financieras que sirven de apoyo a este sector.
- Red sísmológica operando y funcionando al ciento por ciento, distribuidas en la geografía nacional. Con énfasis en los sitios de ubicación de las principales presas del país, así como en las grandes ciudades donde la vulnerabilidad ante un fenómeno sísmico sea de gran magnitud.
- Supervisión y control en las normas de construcción de obras de infraestructuras civiles, tomando en cuenta la calidad de la obra y materiales así como la norma sísmica.
- Supervisión y control de las estaciones climáticas y pluviométricas en su ubicación e instalación, tanto en la red del INDRHI como de ONAMET.
- Actualización de la base de datos hidro-meteorológicos en las dos principales entidades encargadas de dicha recolección de datos. Mediante modernos sistemas de tecnología de computación así como de versátiles y amigables herramientas de manejos de datos.
- Homogeneidad en la planificación del manejo de cuenca de las instituciones que administran y controlan el desarrollo de las cuencas del país. Manejo integral de cuencas en relación a los asentamientos urbanos en zonas vulnerables, localización de industrias y fincas contaminantes del agua tanto superficial como subterránea, por ejemplo.
- Control-Gerencia-Transparencia en la política de uso de suelos. Mantener y vigilar una política adecuada de reforestación en las partes altas de las cuencas, control y planificación en lo referente a tala de árboles, control y buen manejo en lo referente a explotación de agregados en algunas cuencas ya vulnerables o comprometidas en un plan de desarrollo regional.
- Preparación y capacitación continua y/o periódica al personal encargado de manejar las situaciones de emergencias en caso de desastres.
- Realizar un estudio integral de inundaciones en el país. Evaluación de las principales zonas de inundación en cada región hidrográfica de la República Dominicana.

8.8 REFERENCIAS:

- INDRHI, 2006. *El INDRHI en el Desarrollo Nacional*. Santo Domingo, República Dominicana.
- SEMARN (Mancebo, J.), 2006. *Proyecto de Cambio Climático*. Santo Domingo, República Dominicana.
- CEPAL-GTZ, 2005. *Elementos Conceptuales para la Prevención y Reducción de Daños Originados por Amenazas Socio-naturales*. Santiago de Chile.
- BID, 2005. *Gestión de Riesgo de Amenazas Naturales en Proyectos de Desarrollo*. Washington, D.C.
- BID, 2005. *Indicadores y otros Instrumentos para la Gestión de Riesgos a Nivel Local*. Washington, D.C.
- INDRHI, 2005. *Conferencia sobre Inundaciones en la República Dominicana: Lecciones aprendidas*. Santo Domingo, República Dominicana.
- Rodríguez, H. y Febrillet, J.F., 2004. *Acuíferos transfronterizos*. El Paso, Texas.
- INDRHI-EPTISA, 2004. *Estudio Hidrogeológico Nacional de la República Dominicana, Fase II*.
- SEMARN-PNUD, 2004. *Primera Comunicación Nacional, Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Santo Domingo, República Dominicana.
- Mora, S., 2003. *La Gestión del Riesgo en la República Dominicana: Relación y aportes del Banco Interamericano de Desarrollo*. COF/CDR-OVE. Informe interno, inédito.
- Halcrow-COR Ing. S.A., 2002. *Estudio de Vulnerabilidad de las Grandes Presas, Santo Domingo, República Dominicana*.
- STP-BID, 2001. *Plan Nacional de Gestión de Riesgos*. Santo Domingo, República Dominicana.
- INDRHI-AQUATER. 2000. *Estudio Hidrogeológico Nacional de la República Dominicana, Fase I*. Memoria de Proyecto, 7 volúmenes.
- STP, 2000. *Programa Prevención de Desastres*. Santo Domingo, República Dominicana.
- STP, 2000. *Breve diagnóstico de las áreas geográficas más expuestas a fenómenos naturales y sus características*. Santo Domingo, República Dominicana.
- CEPAL, 2000. *Desarrollo Económico y Social en la República Dominicana: Los últimos 20 años y perspectivas para el siglo XXI (LC/MEX/R.760/Rev.1)*, México.

- CEPAL, 1999. *El Impacto de los Desastres Naturales en el Desarrollo*. México, D.F.
- OMS-OPS, 1999. *El Agua en Situaciones de Emergencias*.
- CEPAL, 1998. *Evaluación de los Daños Ocasionados por el Huracán Georges*. Santo Domingo, Republica Dominicana.
- OEA-INDRHI. 1994. *Plan Nacional de Ordenamiento de los Recursos Hidráulicos*, PNORHI. Santo Domingo, República Dominicana.
- CIDIAT-INDRHI, 1992. *Control de Inundaciones en la cuenca del Río Yaque del Sur*. Santo Domingo, República Dominicana.
- STP, 1992. *Plan Nacional de Emergencias Casos de Desastres*. Santo Domingo, República Dominicana.
- www.acqweather.com.
- Cocco Quezada-Gutierrez Perez. *El Huracán George en la Republica Dominicana: Efectos y lecciones aprendidas*. Santo Domingo, República Dominicana.
- International Research Institute (IRI) for Climate and Society.
- NOAA. *Predicción de Anomalías en la Temperatura*. Centro de Predicción Climática, USA.
- SEMAREN. *Iniciativa sobre Manejo de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático en el Caribe* (Proyecto RLA/001/013).
- SEMARN. *Borrador sobre Cambio Climático, enfocado a Sequía*.
- OMM. *Informe Final de la XXVI Reunión del Comité de Huracanes*.
- Informe proyecto "Fortalecimiento de la capacidad nacional para prevenir, mitigar y atender desastres de origen natural o tecnológico", Septiembre 1998.
- es.wikipedia.org/wiki/Geografía_de_la_República_Dominicana
- es.wikipedia.org/wiki/Escala_sismológica_de_Richte

CAPÍTULO

9

INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

9.1 OBRAS DE ALMACENAMIENTO Y REGULACIÓN

9.1.1 Clasificación presas y distribución por propósito y región

En República Dominicana la historia de las presas se inició en 1950 con la construcción de la presa de Jimenoa para generación hidroeléctrica; construida en hormigón y de 14.5 m de altura. Posteriormente en la década de los años 60's se construyó la presa Las Damas para generación hidroeléctrica y riego, en hormigón y de 15 m de altura. En la década de 1970 a 1979 se construyeron las primeras grandes presas del país dentro de las que se destacan la presa de Tavera en la cuenca del río Yaque del Norte (presa de tierra y 80 m de altura) y la de Valdesia en la cuenca del río Nizao (presa de hormigón y 76 m de altura). Posteriormente se construyeron otras presas en esas mismas cuencas y en otras cuencas, totalizando a la fecha 34 presas en operación y 2 presas de "relaves" o de "cola" (almacenamiento de residuos de minería).

De acuerdo con la nomenclatura del Comité Internacional de Grandes Presas (ICOLD, por sus siglas en inglés), 24 de las 34 presas de embalses del país (74%) están en el rango de grandes presas, 7 en la categoría de presas medianas y 3 pequeñas presas. En el **Cuadro 9.1** se presentan las características principales de las presas.

En consideración de la distribución de las presas en las diferentes regiones hidrográficas, en la cuenca del río Yaque del Norte hay 15 presas, que es la de mayor cantidad de este tipo de obras, seguida de la región Yuna-Camú con 8 presas, la Región Yaque del Sur con 6 presas, y la región Ozama-Nizao con 5 Presas (todas en la cuenca del Río Nizao). En la regiones Atlántica y Este, no se ha construido ningún sistema de embalse. En la **Figura 9.1** se puede apreciar en la distribución porcentual de la ubicación de las presas por regiones.

El INDRHI cumple con la función de monitorear eficientemente el comportamiento de todas las estructuras civiles de las presas en operación y sobre la base de los resultados de dicho monitoreo, identificar y proyectar los estudios y mantenimientos necesarios en las mismas. Cabe señalar que las presas y las centrales hidroeléctricas que actualmente se encuentran operando en República Dominicana, son propiedad del Estado Dominicano.

Cuadro 9.1 - Presas en operación por regiones hidrográficas

Presas en Operación por Regiones Hidrográficas en República Dominicana.

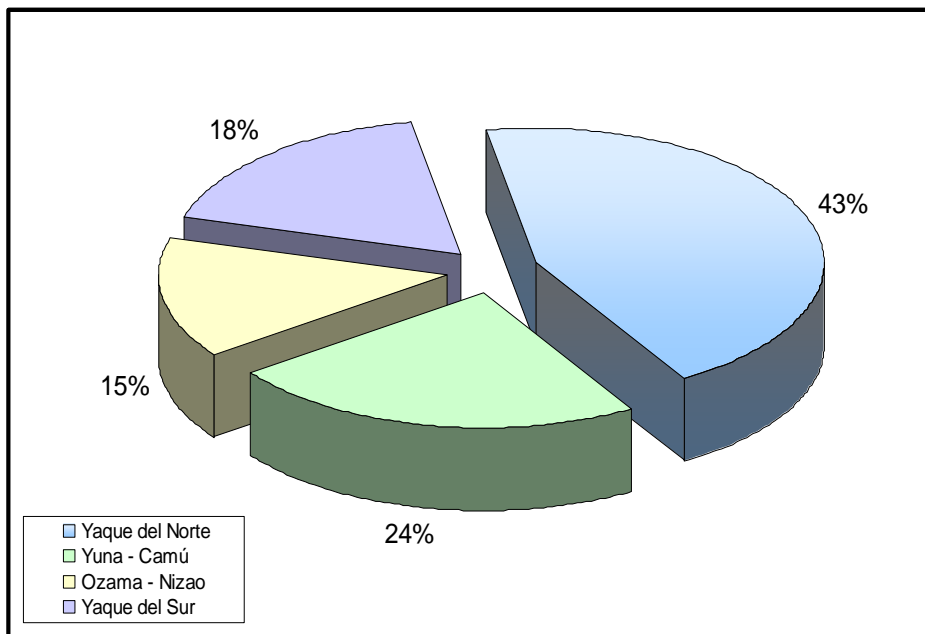
Región Hidrográfica	Presas	Provincia	Tipo Presa	Tipo Vertedor	Altura (m)	Río	Volumen Almac. (MM3)		Propósito	Suministro Acueducto (M3)	Irrigación Proyectada (Tareas)	Potencia Instalada (MW)	Inicio Operación	Generación (GWH/Año)		
							Diseño	Batimetría						Diseño	Total Generado (30-04-06)	Prom. Generado al 2006
Yaque	Tavera	La Vega y Santiago	Tierra	Compuertas	80	YDN	173.00	137.10	H.R.E.			96.00	1973	220.00	6,002.69	180.10
	Bao	La Vega	Tierra	Cresta Libre	110	Bao	244.00	150.70	H.R.E.	5.00			1984			
	Lopez - Jimenoza*	Santiago	Tierra	Cresta Libre	23.5	Bao	4.40		H.R.E.	1.50	536,656.00	18.00	1987	128.00	1,620.63	83.84
	La Vega	Montecristi	Concreto	Cresta Libre	14.5	Jimenoza	0.40		E			8.40	1950	40.00	1,913.42	41.30
	Maguaca*	Montecristi	Tierra	Cresta Libre	26	Maguaca	15.60		R	0.10	5,760.00		1978			
	Chacuey*	Montecristi	Tierra	Cresta Libre	32.8	Chacuey	13.70		R		18,896.00		1979			
	Cabeza de Caballo	Dejábón	Tierra	Cresta Libre	18	Cabeza de Caballo	0.60		R		20,368.00		1988			
	Monción	Santiago Rod.	Tierra	Cresta Libre	122	Mao	360.00		H.R.E.	3.00		52.00	2001	140.00	694.64	160.42
	Contraemb.	Santiago Rod.	HCR/Tierra	Cresta Libre	28	Mao	7.49		R.E.		172,416.00	3.20	1998	15.96	105.25	14.36
	Monción	Valverde	Tierra	Cresta Libre	12	Arroyo	0.80		R.A.N.		2,160.00		2001			
Norte	Las Caves	Valverde	Tierra	Cresta Libre	12	Arroyo	0.80		R.A.N.				1987			
	Cano Salado	Montecristi	Tierra	Cresta Libre	10	Arroyo	0.50		R.A.N.				1980			
	El Charcazo	Montecristi	Tierra	Cresta Libre	10	Arroyo	0.60		R.A.N.				1977			
	Los Amaceves	Montecristi	Tierra	Cresta Libre	14	Arroyo	0.10		R.A.N.				1990			
	Los Tomines	Santiago Rod.	Tierra	Cresta Libre	12	Arroyo	0.24		R.A.N.				1988			
	15 Presas	Juan San. Ramirez	Tierra	Cresta Libre	50.8	Yuna	823.43	694.23	H.R.E.	9.60	756,256.00	177.60	1984	543.96	10,336.63	480.02
	Hatillo	Mons. Nouel	Concreto	Cresta Libre	43	Blanco	441.00	375.30	H.R.E.		228,928.00	8.00	1996	40.00	1,095.46	49.06
	Rio Blanco	Mons. Nouel	Concreto	Cresta Libre	39	Tirole	0.34		E			25.00	1996	108.00	1,220.77	118.18
	Tirole	Mons. Nouel	Concreto	Cresta Libre	13	El Arroyo	0.03		E				1996			
	Arroyón	La Vega	Concreto	Cresta Libre	54	Jima	74.50	60.10	H.R.E.	1.00	173,216.00	10.10	1978	22.30	634.26	22.39
Rincón	Ramirez	Tierra	Cresta Libre	84	No	33.00		C.				1975				
Yuna y Camu	Melitas	Ramirez	Tierra	Cresta Libre	66	No	6.00		C.			1992				
	Las Lagunas	Ramirez	Tierra	Cresta Libre	66	No	6.00		C.			1992				
	Arroyo Hondo	Ramirez	Tierra	Cresta Libre	25	No	0.65		H.I.			1975				
	8 Presas	Peravia	Concreto	Cresta Libre	115	Nizao	556.25	476.20	H.R.E.	1.00	402,144.00	43.10	1992	170.30	2,950.49	189.63
	Jiquie	Peravia	Concreto	Cresta Libre	115	Nizao	167.00		H.R.E.			98.00	1992	202.00	2,357.00	164.48
	Aguacate	Peravia	Concreto	Compuertas	51.5	Nizao	4.30		H.R.E.			52.00	1992	208.00	2,754.24	192.20
	Valdesia	Peravia	Concreto	Compuertas	78	Nizao	186.00	137.50	H.R.E.	6.30	195,312.00	54.00	1976	80.00	2,336.67	74.58
	Las Barrias	Peravia	Tierra	Compuertas	22	Nizao	3.00	1.70	R				1976			
	Mijío	Monte Plata*	Tierra	Cresta Libre	17	Mijío	2.26		R		11,264.00		1990			
	5 Presas	San Juan	Tierra	Cresta Libre	76	YDS	362.56	312.76	H.R.E.	6.30	206,576.00	204.00	1979	490.00	7,447.91	431.26
Yaque	Sabana Yegua	Independencia	HCR/Tierra	Cresta Libre	5	YDS	479.80	422.30	H.R.E.			13.00	1990	69.00	1,386.36	52.65
	Villarmando*	Azuza	Tierra	Cresta Libre	70	San Juan	3.00		R		682,496.00	6.40	1981	25.00	616.78	24.35
	Sabanaeta*	San Juan	Concreto	Compuertas	8	Constanza	76.50	63.10	H.R.E.		312,480.00	0.62	1995	3.00	19.43	1.88
	El Salto	Independencia	Concreto	Cresta Libre	15	Las Damas	0.01		E		4,000.00	7.50	1967	25.00	859.39	21.31
	Las Damas	San Juan	Tierra	Cresta Libre	7	Arroyo	0.10		R		32,000.00		1970			
	Palma Solla	San Juan	Tierra	Cresta Libre	7	Arroyo	559.55	488.55	R	0.00	1,030,976.00	27.52		122.00	2,881.96	100.19
	6 Presas						0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
	Atlántica						0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
	0 Presas						0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
	0 Presas						0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
Sub-Total	34 Presas						2,301.79	1,971.74		16.90	2,397,952.00	452.22		1,326.26	23,616.99	1,201.10

Fuente: INDRHI

Leyenda: I= Industrial; R= Riego; E= Electricidad; C= Presa de Cola; AN= Animal; HCR= Hormigón Compacto con Rodillo.
 * Presas Rehabilitadas, Reconstruidas y/o Completadas.
 Nota: Los Volúmenes están computados en base a la Cota de Nivel Max. De Operación.

La **Figura 9.2** mostrada más abajo que muestra la cantidad de presas de acuerdo a las principales regiones hidrográficas del país.

Figura 9.1 - Presas en República Dominicana por región



CUENCA HIDROGRAFICA	%	CANTIDAD
Yaque del Norte	43	15
Yuna - Camú	24	8
Ozama - Nizao	15	5
Yaque del Sur	18	6
TOTALES	100	34

Fuente: INDRHI.

Fig. 9.2 - Localización de presas construidas en la República Dominicana



Fuente: INDRHI.

9.1.2 Grandes presas del país

La República Dominicana cuenta con 26 grandes presas, 11 con propósitos hidroeléctricos, 3 para riego y el resto para usos múltiples. La capacidad total de almacenamiento es 2,405 millones de metros cúbicos. Estos son Sabana Yegua, Sabaneta y el complejo Jigüey, Aguacate, Valdesia, Las Barías, ubicadas en la región Sur; las presas de Monción, Rincón, Hatillo y el complejo Tavera-Bao-López-Angostura, en la zona Norte.

Las presas de Chacuey, Magüaca, Cabeza de Caballo, Mijo y Guanajuma, son medianas presas, cuyas alturas oscilan entre 15 y 35 metros y su capacidad de almacenamiento es de 2 a 15 millones de m³. Estas presas, así como las lagunas funcionan como pequeñas presas con altura menor de 15 metros y capacidad de embalse por debajo de un millón de m³. Están ubicadas en la Línea Noroeste y se identifican con los nombres de: Las Cayas, Caño Salado, El Charcazo, Los Amaceyes y Los Tomines. Así como otros embalses menores (las Damas, Río Blanco, El Salto, Jimenoa y Baiguate), (Rodríguez Taveras, 2004).

Presa Tavera Bao-López Angostura

Este complejo está integrado por dos presas grandes –Tavera y Bao-, de 417 millones de metros cúbicos de capacidad total de embalse; el contraembalse de López de 4.4 millones de metros cúbicos de capacidad total. Este complejo múltiple se inició con la construcción de la presa de Tavera en septiembre de 1969 e inaugurada el 27 de febrero de 1973, en nuestro primer desarrollo hidroeléctrico.

La presa de Tavera está ubicada en la sección Los Ranchos de Tavera, a 35 kilómetros al sur de la ciudad de Santiago de los Caballeros. Es la primera obra en su género construida en el país. La misma fue diseñada con prioridad hacia la producción de energía eléctrica.

La segunda etapa del complejo, terminada en 1982, consistió en la construcción del dique de Bao y el canal de intercomunicación entre los embalses de ambos diques (Tavera y Bao).

La fuente de abastecimiento de la presa de Tavera es el río Yaque del Norte, con un caudal regulado de 17.1 m³/seg. su cuenca hidrográfica, de 785 km², alimenta un embalse de 173 millones de m³, de los cuales, 148.0 millones son útiles y 25 millones corresponden al volumen muerto. El área del embalse en su nivel máximo de operación, 327.50 m.s.n.m., es de 6.20 km². El área en su nivel mínimo de operación (300 m.s.n.m) es de 2 km².

Los principales afluentes del Yaque del Norte, en la cuenca alta son: los Güanos, río Grande, Los Dajaos, La Guázara, Arroyo Cercado y Jimenoa. La fuente de abastecimiento de la presa de Bao es el río Bao, afluente principal del río Yaque del Norte. Del embalse de Bao sale la toma de agua para el acueducto Cibao Central. Esta toma se hace mediante un túnel que conduce 4 m³/seg.

Gutiérrez (1981) realizó un estudio limnobiológico en el embalse de la presa de Tavera en dos épocas del año, correspondiente a la estación seca y lluviosa (mayo y septiembre). Se presentan resultados morfométricos, físicos, químicos y biológicos; incluyendo informaciones sobre el plancton y datos prospectivos sobre el recurso pesquero.

Los resultados obtenidos indican que el embalse se comporta como un lago tropical oligomítico, poco transparente debido al aporte de sedimentos como consecuencia de la tala indiscriminada en las montañas colindantes y a la erosión.

Estas aguas pueden considerarse alcalinas-bicarbonatadas y medianamente duras. En la época de estratificación se encontraron valores muy bajos de oxígeno hacia el fondo, pH ligeramente ácido y fuerte olor a sulfhídrico. Ausencia de fosfatos, los nitritos con valores bajos, en tanto que el sílice siempre mantuvo una concentración elevada.

En el fitoplancton los géneros observados con mayor frecuencia fueron las crisófitas *Synedra*, *Tribonema* y las clorofilas *Staurastrum* y *Pediastrum* presentes en embalses eutróficos. En el zooplancton dominó la larva del díptero *Chaoborus*, sobre los demás grupos característicos (copédodos, cladóceros y rotíferos).

En la pesquería predomina la captura de especies introducidas: Tilapia mossambica, seguida de la lobina (*Micropterus salmoides*) y la carpa (*Cyprinus carpio*). El rendimiento pesquero potencial de acuerdo al índice morfoedáfico se estimó en 19 toneladas/año.

Complejo Nizao (Jigüey/Aguacate/Valdesia/Las Barías)

El complejo Jigüey-Aguacate-Valdesia-Las Barías se encuentra ubicado en la provincia de Peravia. La primera obra construida fue la de Valdesia y el contraembalse Las Barías, inaugurados en 1976. Luego, en 1992 fueron construidas las presas de Jigüey y Aguacate.

La fuente de abastecimiento del complejo Jigüey-Aguacate-Valdesia-Las Barías es el río Nizao, con 133 kilómetros de largo, un caudal medio de 15m³/seg y un área de cuenca hidrográfica de 887 km². Los principales afluentes del río Nizao son los ríos Mahoma y Mahomita. El río Nizao es el único río del país que está aprovechado, tanto en su cuenca baja como en la alta por medio de cuatro presas.

Presa de Jigüey

La presa de Jigüey está ubicada próximo al paraje Palo de Caja, provincia de Peravia a 60 kilómetros al suroeste de San Cristóbal y a 80 kilómetros de Santo Domingo.

Fue inaugurada en el año 1992, conjuntamente con la presa de Aguacate. La presa de Jigüey es el primer aprovechamiento del río Nizao en su parte alta. Tiene como finalidad la producción de energía eléctrica.

La fuente de abastecimiento es el río Nizao, con una cuenca hidrográfica de 747 km². La superficie del lago es de 0.35 km² con una capacidad total de 4.3 millones de m³ de agua. Un volumen útil de 1.46 millones de metros cúbicos y volumen muerto de 2.84 millones de m³ en la cota mínima de operación normal.

El embalse tiene un nivel máximo de operación normal de 329 metros y un mínimo de 324 m.s.n.m.; con una cota de restitución máxima de 152 metros y la mínima de 151 metros.

Presa de Valdesia

La presa de Valdesia fue inaugurada el 26 de enero de 1976, incluyendo el contraembalse Las Barías. Está ubicada en el paraje Muchas Aguas de la sección de Valdesia, provincia de Peravia, a 55 kilómetros al este de la ciudad de Santo Domingo. Fue la primera presa construida sobre el río Nizao, del complejo Jigüey, Aguacate, Valdesia, Las Barías.

La presa de Valdesia tiene un aprovechamiento múltiple: agua potable para la ciudad de Santo Domingo, 6.3 m³/seg, riego para la agricultura, 193,734 tareas (12,261.70 Has.) correspondientes al Distrito de riego Ozama-Nizao; y una producción de energía eléctrica de 52.75 millones de KWH por año. La otra función importante de la presa de Valdesia es el control de avenidas de las zonas bajas.

El embalse de Valdesia tiene una capacidad de almacenamiento de 137.54 millones de metros cúbicos, con un área de 7 km². Sus niveles máximos y mínimos de operación son 150 y 130.75 m.s.n.m, respectivamente.

El contraembalse Las Barías está ubicado a unos 4 kilómetros aguas debajo de la presa de Valdesia, en la sección del mismo nombre, en la provincia de Peravia. Tiene como finalidad almacenar el agua del río Nizao después de ser turbinada tres veces –en Jigüey, Aguacate y Valdesia- para ser usada en el riego, a través del canal Marcos A. Cabral, con 12.9 m³/seg.

El contraembalse **Las Barías** es una presa de tierra, con una altura de 9.50 metros y una longitud en la corona de 664 metros. Su volumen de almacenamiento total es de 6.1 millones de metros cúbicos, con un nivel en la corona de 81.60 m.s.n.m. El nivel máximo normal de operación de 77 m.s.n.m. y el nivel máximo extraordinario, es de 79.50 m.s.n.m.

Presa de Hatillo

La presa de Hatillo está ubicada en la comunidad del mismo nombre, a seis kilómetros al suroeste del municipio de Cotuí, capital de la provincia Sánchez Ramírez y a 113 kilómetros al noroeste de la ciudad de Santo Domingo. Su construcción fue concluida en el año 1984.

La fuente de abastecimiento de la presa de Hatillo es el río Yuna, con una longitud de 138.60 kilómetros, un caudal medio de 35.4 m³/seg., precipitación normal promedio de 1,562.47 mm/año. Esta es la cuenca hidrográfica de presas de mayor precipitación en República Dominicana; su extensión es de 5,235.63 km² desde el nacimiento del río Yuna hasta su desembocadura en la Bahía de Samaná, en el océano Atlántico.

El dique de la presa de Hatillo con 1,740 metros de longitud, es el más largo de las presas del país.

La presa de Hatillo suministra agua a la zona más lluviosa del país, por tal razón, estas tierras son las más apropiadas para la siembra de arroz. En la cuenca del río Yuna están ubicadas las provincias: Espaillat, La Vega (parte), Bonaire, Sánchez Ramírez, Duarte y Cotuí, correspondientes a las zonas Central y Noreste del país.

Los afluentes principales del río Yuna desde la presa hacia arriba, son los ríos Camú y Jima y otros de menor importancia como arroyo Las Avispas, río Blanco, Masipetro, Yuboa, Hato Viejo, Yujo y Maimón, Arroyón y Tireíto.

El embalse de la presa de Hatillo tiene un volumen de agua de 710 millones de metros cúbicos, una superficie de 22 km² y una longitud máxima de 15 kilómetros. El nivel máximo de operación es de 86.50 m.s.n.m. y la mínima, de 70 m.s.n.m. Su nivel máximo extraordinario es de 100.75 m.s.n.m. El volumen útil es de 610.0 millones de metros cúbicos y el volumen muerto, de 100 millones de metros cúbicos.

La presa de Hatillo tiene propósitos múltiples, pero su prioridad es servir como control de inundaciones mediante un embalse de 710 millones de metros cúbicos. Este es el embalse más grande del país, con capacidad de almacenamiento de las precipitaciones de una cuenca de 1,192 km², donde cae un promedio de 1,562 mm de lluvia al año.

La presa de Hatillo que almacena las aguas del río Yuna, con un caudal medio de 35.4 m³/seg., garantiza el riego de 198,612 tareas (12,570 Has.) de tierra, en su parte media; y 401,088 tareas (25,385 Has.), en la parte baja, compuesta por las zonas de Nagua, Villa Riva, Aglipo y Limón del Yuna.

Otra de las funciones de la presa de Hatillo es la producción de energía eléctrica, mediante una hidroeléctrica con capacidad instalada de 8.00 MW que producen 46.46 GWH al año.

La presa de Hatillo, recientemente declarada polo turístico por el Gobierno dominicano, tiene la particularidad de ser la más visitada por los turistas, debido a la práctica del deporte y la pesca.

Del embalse de la presa de Hatillo se extraen, anualmente, grandes cantidades de peces, lo que genera mano de obra en la comunidad.

Presa de Rincón

La presa de Rincón está ubicada a 1.5 kilómetros al sur del poblado de Rincón, provincia de La Vega, a 15 kilómetros al suroeste del municipio de La Vega y a 130 kilómetros de Santo Domingo, capital de República Dominicana. Fue inaugurada el 1º de mayo de 1978.

La presa de rincón tiene propósitos múltiples; entre ellos, agua para consumo humano, riego para la agricultura, producción de energía eléctrica y pesca. Su mayor influencia está en el riego para la agricultura, en la cuenca del Yuna, donde irriga 118,199 tareas de tierra.

La fuente de abastecimiento de la presa de Rincón es el río Jima, afluente del río Camú, que a su vez, lo es del río Yuna principal fuente pluvial de la zona noroeste del país. El río Jima, aguas arriba tiene una cuenca de 159 km² y un caudal regulado de 8.6 m³/seg. La temperatura promedio normal en su cuenca es 25.6 grados C⁰, y su promedio de días de lluvia, de 140 días al año. Los principales afluentes del río Jima son los ríos Jatubey, La Hormiga y Jayaco.

El embalse de la presa de Rincón tiene un área de 6.9 km², con un volumen total de 75.5 millones de m³, de los cuales 17.5 son considerados como embalse muerto. Su nivel mínimo de operación es 108.5 m.s.n.m., y el nivel máximo de operación es de 122 m.s.n.m. El muro de presa o dique es una estructura de hormigón macizo tipo cortina de gravedad, con una altura máxima desde la fundación de 54 metros y una longitud de 185 metros.

El vertedero es del tipo de cresta libre, con una capacidad máxima de 500 m³/seg.

A 1.5 Km., aguas debajo de esta presa está su contraembalse que tiene una capacidad de 220,000 m³, con las compuertas a ambos lados de los canales Jima-Camú y Jima margen derecha.

Esta presa se opera con un embalse útil de 58 millones de metros cúbicos de capacidad, un salto de 40.5 metros y un contraembalse de 220,000 metros cúbicos, ubicado a 1.5 kilómetros aguas abajo del dique principal. Del embalse se derivan 0.74 m³/seg. (17 millones de galones diarios) para agua potable de la ciudad de Salcedo, San Francisco de Macorís y zonas aledañas, con cuatro tomas a diferentes niveles.

El agua potable proveniente del embalse útil de la presa de Rincón, con 58 millones de metros cúbicos de agua, se turbinada en una planta de 10.1 MW, ubicada al pie de presa.

Después de turbinada el agua pasa al contraembalse, de donde es distribuida para el riego de la agricultura.

El mayor problema que se viene enfrentando desde hace más de 10 años, es la obstrucción con palos y sedimentos de las entradas al desagüe de fondo o chorro hueco, la toma de agua de la turbina y la toma del acueducto de San Francisco de Macorís.

Uno de los problemas que confrontan las presas construidas en el país es la rapidez con que se llenan los embalses en períodos de muchas lluvias, especialmente en épocas ciclónicas. Es de sumo interés que las presas cuenten con capacidad suficiente de desagüe, mayormente si son del tipo de tierra, para poder controlar los niveles de sus embalses de acuerdo al comportamiento de las lluvias torrenciales provocadas por los huracanes, principalmente.

Desde 1978 a 1998-20 años, la presa de Rincón ha suministrado al acueducto de Salcedo y San Francisco de Macorís un promedio de 0.74 m³/seg. es decir, 17 millones de galones de agua diariamente.

Con los canales Jima margen izquierda y Jima margen derecha que salen del contraembalse de Rincón, ubicado 1.5 kilómetros aguas abajo del dique de Rincón; el canal Jima-Camú; y el río Jima, con caudal total de 11.5 m³/seg., se garantiza la irrigación de 7,038 Has. (111,199 tareas) con 1,457 usuarios. El arroz se cultiva prácticamente en el 100% del área irrigada.

La cuenca de la presa de Rincón está explotada por el pastoreo de ganado, con una baja densidad arbórea en su parte alta y una notable disminución del conuquismo.

La producción de energía eléctrica está sujeta a la demanda del agua para la agricultura, por tener la presa de Rincón su prioridad hacia este sector.

Presa de Monción

La presa de Monción está ubicada en el municipio de Monción, provincia de Santiago Rodríguez, a 78 kilómetros al oeste de la ciudad de Santiago de los Caballeros. Es una estructura de

tierra con núcleo de arcilla y una altura de 119 metros, la más alta del país de este tipo. Tiene propósitos múltiples: servicio a la agricultura, producción de energía eléctrica, consumo humano, pesca y turismo.

El 22 de septiembre de 2001 es considerada la fecha de inauguración. El contraembalse ya había sido inaugurado el 28 de mayo de 1998 y la hidroeléctrica el 27 de abril de 2002.

El río Mao, afluente del Yaque del Norte, abastece el embalse de la presa de Monción con una capacidad de 370 millones de metros cúbicos de agua. Su nivel máximo de operación normal es 280 m.s.n.m. y el nivel máximo del embalse para avenidas extraordinarias, de 290 m.s.n.m. La superficie del lago con el nivel normal de operación es de 11 km².

El río Mao nace en la cordillera Central, con un caudal medio en Bulla, Monción, de 20.59 m³/seg.; una longitud de 105 kilómetros y una cuenca total de 781.25 km². Desde la presa de Monción hacia arriba, la cuenca es de 608.40 km². Los afluentes principales del río Mao son el río Magüa, con una cuenca de 189.58 km², Cenoví, con cuenca hidrográfica de 92.89 km², y Cidra con 72.75 km² de cuenca.

La cuenca alta del río Mao se considera una de las mejores forestadas, en relación con las de las demás cuencas del país. El 44% de la cuenca está ubicada en el Parque Nacional J. Armando Bermúdez y el 45% fue declarada de utilidad pública por el Gobierno dominicano en 1980.

La precipitación promedio anual de la cuenca alta está por encima de 1,200 mm. Su topografía puede ser considerada muy accidentada, pues más del 50% de su terreno tiene alturas por encima de 500 metros. El pico El Gallo es el más alto, con 2,047 metros de altura.

Su nivel máximo de operación es 280 m.s.n.m. La presa de Monción garantizará el riego a 125,484 tareas de tierra.

La función del dique es retener los caudales del río Mao, incluyendo la mayoría de las crecidas extraordinarias, para almacenamiento y utilización del agua.

El vertedero de Monción es del tipo flujo libre, con una capacidad máxima de 5,750 m³/seg.

El contraembalse de la presa de Monción tiene como función almacenar el agua turbinada en la hidroeléctrica ubicada en Bulla, para ser utilizada en el riego para la agricultura y producción de energía eléctrica.

El contraembalse tiene 2 km² de área, con una capacidad total de 7.49 millones de metros cúbicos, un volumen útil de 5.63 millones de m³.

Con embalse de 370 millones de metros cúbicos el agua es tomada en la cota 119.05 m.s.n.m. y conducida a la casa de máquina. En la casa de máquina hay dos unidades de turbina y generadores de 25 y 30 MVA respectivamente, con una capacidad total instalada de 49,300

kw. La producción anual de energía eléctrica, con un salto de 124.0 metros y un caudal de diseño de 22.9 m³/seg.

Después de turbinada, el agua cae al río Mao, donde es almacenada nuevamente en el contraembalse ubicado en la Chorrera, a 8.0 kilómetros aguas debajo de la hidroeléctrica. Después de producirse la energía en la hidroeléctrica de La Chorrera, el agua cae al río Mao para ser utilizada en el riego para la agricultura.

La presa de Monción es una obra que está apenas comenzando a operar. Su cuenca, al igual que otras presas del país, está también afectada por un alto grado de deforestación, debido al pastoreo de ganado en la parte alta que no está incluida en el Parque Nacional J. Armando Bermúdez. Esta cuenca, sin embargo, como ya se ha señalado, es una de las que están en mejores condiciones con relación a las demás cuencas de presas del país.

Con la presa de Monción se irrigan, actualmente, 125,484 tareas, con los canales Mao-Gurabo (98,354 tareas), y Luis Bogaert (27,130 tareas).

Presa de Sabaneta

La presa de Sabaneta está ubicada en la sección de su mismo nombre, a unos 30 kilómetros al norte del municipio de San Juan de la Maguana y a 230 kilómetros al oeste de Santo Domingo. Esta obra fue inaugurada el 24 de junio de 1981 y tiene como objetivo principal el riego para la agricultura, el control de inundaciones y producción de energía eléctrica.

La fuente de abastecimiento es el río San Juan, afluente principal del río Yaque del Sur, con un caudal medio de 8.13 m³/seg., y un área de cuenca hidrográfica de 464 km².

El embalse de la presa de Sabaneta tiene una capacidad total de 66.3 millones de m³ en la cota máxima de operación, con un embalse útil de 58.3 millones de m³ y embalse muerto de 8.0 millones de m³. La superficie del embalse es de 2.96 km². El nivel máximo de operación normal es 644 m.s.n.m. y el mínimo de operación normal, de 612 m.s.n.m., con un nivel máximo extraordinario de 652 m.s.n.m.

Con la presa de Sabaneta se irrigan 303,746 tareas (19,224 Has.), principalmente de frutos menores, destacándose las habichuelas y el maíz.

La presa de Sabaneta tiene una hidroeléctrica ubicada a pie de presa, con una capacidad instalada de 6.35 MW.

Es el tipo de tierra y enroscamiento con una altura, desde el lecho del río, de 72 metros, la corona de 800 metros, con una elevación de 654 m.s.n.m.

La presa de Sabaneta tiene dos vertederos: uno tipo morning glory que comienza a operar después que el embalse llega a su cota máxima de operación (644 m.s.n.m.) y desagua al río San Juan.

Esta presa se encuentra en buenas condiciones después de la reparación que se le hizo a mediados de la década del 1990. La presa, sin embargo, tiene el inconveniente de su operación durante la temporada ciclónica debido a su poca capacidad de desagüe ($50.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$). Aunque cuenta con dos vertederos de grandes capacidades, éstos comienzan a operar después que el embalse está lleno.

Río Blanco

La hidroeléctrica de río Blanco está ubicada en la sección Blanco, a 22 kilómetros al suroeste de la ciudad de Bonaó, provincia de Monseñor Nouel y a 120 kilómetros de Santo Domingo. El objetivo de la presa es exclusivamente para la producción de energía eléctrica, aprovechando los recursos –agua y caída- de los ríos Blanco, Tireíto y Aroyón, afluentes del río Yuna. Fue inaugurada en 1996.

Este proyecto está compuesto por un embalse de regulación diaria, con capacidad útil de $519,000 \text{ m}^3$; un dique en la confluencia de los ríos Blanco y Tireo y dos diques de derivación secundaria en los arroyos El Arroyón y Tireíto.

La producción prevista en el estudio de factibilidad fue de 108 GWH al año.

Las Damas

La central Las Damas está ubicada a unos tres kilómetros al sur del municipio de Duvergé, a 50 kilómetros al noroeste de Barahona y a 250 kilómetros de Santo Domingo.

El dique de la presa se encuentra a 12 kilómetros de Duvergé. Fue inaugurada en el año 1967. Esta obra se construyó con la finalidad de producir energía eléctrica. Después de turbinada el agua, una parte es usada en el acueducto de Duvergé. La fuente de abastecimiento de la presa es el río Las Damas que nace en la sierra de Batoruco. Tiene un caudal de $2.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$, y una cuenca hidrográfica de 90 km^2 . La capacidad de almacenamiento del embalse es de $40,000 \text{ m}^3$.

El dique de la presa es de gravedad de hormigón simple, con una longitud de 46 metros, altura desde la fundación de 14.35 metros y desde el lecho del río, seis metros, con una cota de 391.51 m.s.n.m.

El vertedero es de cresta libre.

Presa de Sabana Yegua

La presa de Sabana Yegua está ubicada en las cercanías del poblado de Sabana Yegua, provincia de Azua, a unos 53 kilómetros al noroeste de esta ciudad y 160 kilómetros al oeste de Santo Domingo. La obra entró en servicio en el año 1980. Tiene como propósito principal el riego para la agricultura, 643,126 tareas ($40,704.18 \text{ Has.}$), generación de energía eléctrica y el control de inundaciones.

La fuente de abastecimiento de la presa de Sabana Yegua es el río Yaque del Sur y las Cuevas, su afluente principal. El río Yaque del Sur tiene una longitud de 141 kilómetros, y una cuenca total de 4,829.38 km² hasta su desembocadura en el mar Caribe. El caudal medio en el sitio de la presa es de 23 m³/seg., con una cuenca de 1,675 km², la mayor cuenca de todas las presas del país.

La capacidad total del embalse es de 354.2 millones de metros cúbicos en la cota máxima de operación normal, siendo su volumen útil 334.7 y el muerto, 19.5 millones de metros cúbicos. El nivel máximo de operación normal es 396.40 m.s.n.m. y el mínimo de 358 m.s.n.m. La superficie del embalse es de 21 km².

El dique es del tipo de tierra, con una altura sobre el lecho del río de 76 metros; una longitud en la corona de 1,156.00 metros, con una cota máxima de 406.10 m.s.n.m.

La principal función de la presa de Sabana Yegua es el riego para la agricultura. De esta presa depende el riego de 642,726 tareas (40,679 Has.).

9.1.3 Medianas y pequeñas presas para riego

Presa de Chacuey

Esta presa tiene como finalidad principal el riego para la agricultura de unas 16,500 tareas de tierra (1,050 Has) y control de inundaciones. La presa de Chacuey tiene una gran importancia debido a la baja precipitación en el área que beneficia, una de las más bajas del país, con 600 mm por año.

Altura de la presa	31.0 metros
Elevación de la presa	57 m.s.n.m.
Fuente de abastecimiento	Río Chacuey (3 m ³ /seg. de caudal medio)
Capacidad de almacenamiento total	13.7 MMC
Área de embalse	2.7 km ²
Área de cuenca hidrográfica	106 km ²

Presa de Magüaca

La presa de Magüaca está ubicada en La Mata de Santa Cruz, a unos 20 kilómetros del municipio de Dajabón, ciudad fronteriza con la República de Haití, al noroeste del país. Esta presa, con características similares a la de Chacuey, se terminó de construir a principio de la década de los `80. Los principales objetivos de esta presa son: irrigar 14,220 tareas de tierra (900 Has.), de alta fertilidad para la producción de vegetales y el control de inundaciones.

Esta presa está construida sobre el río Maguaca, afluente del río Yaque del Norte con un caudal promedio anual de 2.84 m³/seg. Este caudal es muy variable, debido a la grave deforestación de su cuenca de 125 km², donde la precipitación promedio es de 600 mm por año, una de las más bajas del país.

Altura de la presa	25.0 metros
Total capacidad de almacenamiento	15.6 MMC

Presa Cabeza de Caballo

Esta presa está localizada en la sección La Peñita, a 20 kilómetros al sur de Dajabón, ciudad fronteriza con la República de Haití. La misma está construida sobre el arroyo Cabeza de Caballo, a unos 170 metros de la confluencia con el río Masacre. El agua almacenada en la presa es conducida al río Masacre para ser utilizada en el abastecimiento del acueducto y riego para la agricultura en Dajabón.

Altura de la presa	18.0 metros
Capacidad de almacenamiento	0.6 MMC
Área de embalse	0.12 km ²
Área de cuenca hidrográfica	3.12 km ²

Presa de Guanajuma

La presa de Guanajuma está ubicada en la sección Higüero, Peñuela, provincia de Valverde. Se encuentra a 14 kilómetros al sureste de la ciudad de Mao y a 55 kilómetros de Santiago de los Caballeros. Esta obra fue inaugurada en el año 1999. La fuente de abastecimiento es el río Guanajuma, con una cuenca de 70 km², cubierta de pastos en su mayoría y algunas áreas boscosas. La cuenca se encuentra muy deforestada desde su parte más alta, por lo que se espera fuertes arrastres de sedimentos en detrimento del volumen de su embalse. La presa de Guanajuma tiene como finalidad el riego para la agricultura. El área irrigada es de 150 hectáreas, equivalentes a 2,370 tareas.

Altura de la presa	19 metros
Nivel máximo normal	108 m.s.n.m.
Área del embalse	3.70 km ²
Área cuenca hidrográfica	70.0 km ²

Presa de Mijo

Esta presa está ubicada próximo a la Hacienda Estrella, en la provincia Monte Plata, a unos 60 kilómetros al este de la ciudad de Santo Domingo. Se construyó en el año 1990. Su fuente de abastecimiento es el río Mijo, afluente del río Ozama. Su finalidad es servir de riego para la agricultura.

Altura de la presa	17.2
Capacidad de almacenamiento	2.26 MMC
Área de cuenca hidrográfica	50 km ²

El Cuadro 9.2 presenta las características de cinco (5) pequeños embalses ubicados en la línea Noroeste.

Cuadro 9.2 – Pequeños embalses. Lagunas ubicadas en la línea Noroeste

Nombre	Altura (metros)	Capacidad en miles de m ³
Las Cayas	12	800
Caño Salado	10	500
El Charcazo	10	600
Los Amaceyes	14	100
Los Tomines	12	240

9.1.4 Centrales hidroeléctricas

En una época en que el debate gira en torno a la crisis energética de un país dependiente de hidrocarburos importados, la Empresa Generadora Hidroeléctrica Dominicana (EGEHID) logró facturar en once meses RD\$6,602,278,462.06 al aportar al sistema eléctrico más de 1,800 millones de kilovatios hora. Igualmente EGEHID lideró el mercado mayorista por lo menos durante cuatro meses al suplir al sistema eléctrico entre un 17.10% a 19.24% de la demanda. Esto logrado en el período comprendido entre noviembre de 2005 y octubre del 2006, según informe de la EGEHID,

En el período señalado la energía bruta generada por las diferentes centrales alcanzó a 1,835,410,190 kilovatios hora lográndose la mayor generación en el sector hidráulico de la zona norte con un total de 944,633,520 kilovatios hora, lo cual representó un 51.47% de la generación total, mientras que las hidroeléctricas de la parte sur aportaron 890,776,670 kilovatios hora.

La central con mayor generación fue la de Tavera, con 341,234,00 kilovatios hora que en el 18.59% del total generado y el 36.12% de la energía producida en el sector del que forma parte, seguida de la central Aguacate, con una generación de 290,066,468 kilovatios hora.

De acuerdo con el informe ofrecido por el Vicepresidente Ejecutivo de la empresa, la participación promedio de la EGEHID en el Sistema Eléctrico Interconectado de noviembre 2005 a octubre de este año fue de 17.41% manteniendo el segundo lugar con una diferencia de 0.12% del primer lugar que ocupó la Generadora Haina (EGE-Haina). En el período 2005-2006, el volumen total de agua extraída de los diferentes embalses representa una energía no generada de 378,523,410 kilovatios hora, un 20.62% respecto a la generación bruta.

La EGEHID ejecuta actualmente los proyectos hidroeléctricos Pinalito, Palomino, Las Barias, Magueyal, PRYN Brazo derecho, ampliación central de Hatillo, así como los trabajos complementarios de la Central Rosa Julia de la Cruz (Boba) y Domingo Rodríguez. Ver **Cuadro 9.3** en esta sección.

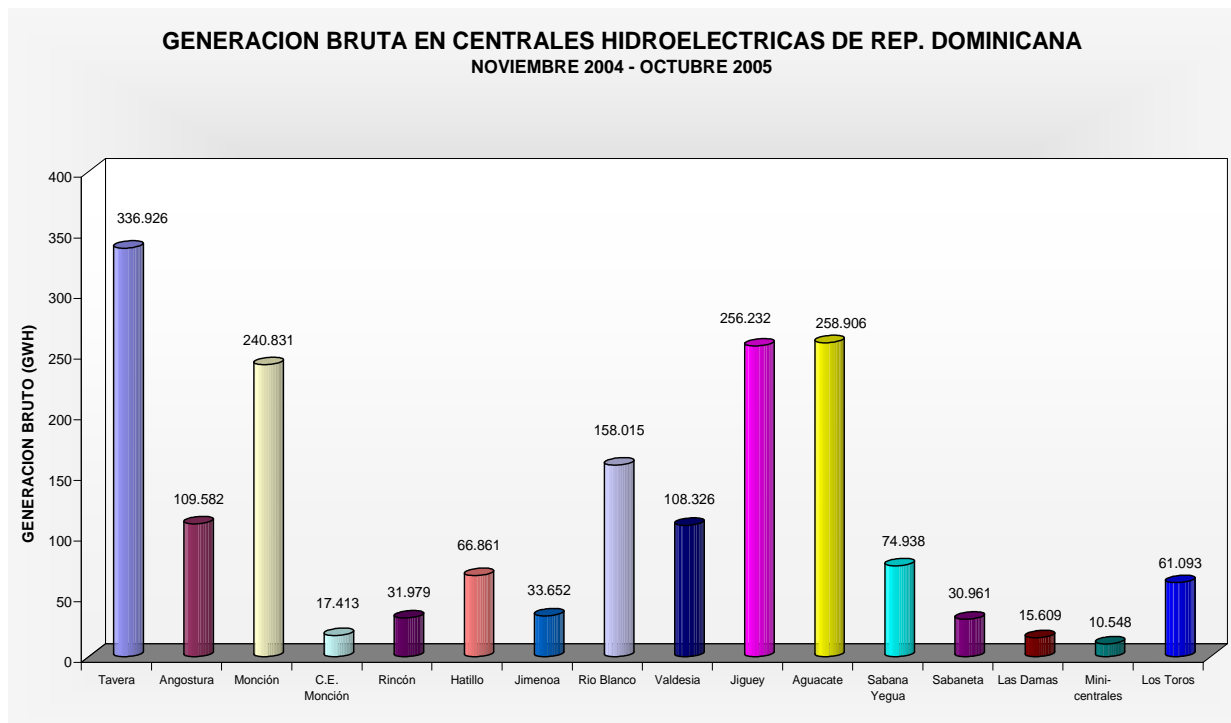
Cuadro 9.3 - Proyectos en construcción

Nombre del proyecto	Pinalito	Magueyal	Ampliación Hatillo	Pryn Brazo Derecho	Pryn Guayacanes	Las Barías	Modernización Las Damas
Ubicación	Constanza	Azua	Presa de Hatillo - Cotuí	Navarrete	Esperanza	Estribo Derecho Contraembalse Las Barías	Duvergé
Río	Tireo	Canal Ysura	Yuna	Canal UFE	Canal Guayacanes	Canal Marcos A. Cabral	Las Damas
Caudal (m3/seg)	10.0	6.0	35.0	13.0	7.0	10.5	1.2
Salto Neto (Mts)	517.00	---	32.60	24.00	37.00	9.37	320.00
Tipo de proyecto	Pico	Base	Base	Base	Base	Base	Base
Longitud tubería (Mts)	1,140	268	60	540	380	60	817
Potencia instalada (Mw)	2 X 25.0	3.2	10.2	2.7	2.2	0.9	4.0
Generación (Gwh/Año)	143	23	60	21.09	13.5	5.7	30
Costo estimado (US\$ MM)	186.00	8.40	14.50	11.90	6.50	5.70	4.60

Fuente: EGEHID

En la **Figura 9.3**, se muestra la generación producida por las centrales hidroeléctricas en el período transcurrido desde 2004-2006. Más del 50% de las presas construidas están diseñadas para operar con el propósito de producir energía eléctrica, es decir, poseen centrales hidroeléctricas con un valor de diseño para este propósito de 1,326.26 GWH/Año, y cuyo valor promedio generado al año 2006 fue de 1,201.10 GWH/Año, según información que reposa en archivos del INDRHI.

Figura 9.3 - Generación bruta en centrales hidroeléctricas



9.1.5 EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

El aporte ofrecido por los embalses y sistemas de embalses construidos en territorio dominicano, ha sido un gran soporte para algunos de los principales sectores productivos de la nación como agricultura, pesca, turismo de montaña, entre otros; así como de apoyo al sector eléctrico dominicano, contribuyendo en la producción de energía hidroeléctrica con miras a fortalecer este sector, así como a reducir el consumo de derivados del petróleo utilizados en este sector así como también un aporte a la economía nacional en cuanto al mercado de divisas y gastos del Gobierno central.

La evolución en cuanto a capacidad de embalse en nuestro país se presenta la siguiente tabla que ilustra de acuerdo a los datos la capacidad de almacenamiento en diferentes épocas. Estos datos muestran el crecimiento que ha presentado la capacidad de almacenamiento en los embalses de presas en República Dominicana, podemos apreciar que en 20 años, a partir del año 1979, el crecimiento fue mayor de un cien por ciento.

En la **Cuadro 9.4**, se presenta la capacidad de almacenamiento de los embalses a través de los últimos años en República Dominicana.

Cuadro 9.4 - Evolución en la capacidad de almacenamiento

AÑOS	Capacidad	
	Millones de metros cúbicos (mmc)	Metros cúbicos (mc)
1950	0.03	30,000
1967	0.07	70,000
1973	137.17	137,170,000
1979	838.87	938,870,000
1989	1,432.97	1,432,970,000
2001	1,986.17	1,986,170,000
2004	2,191.40	2,191,400,000

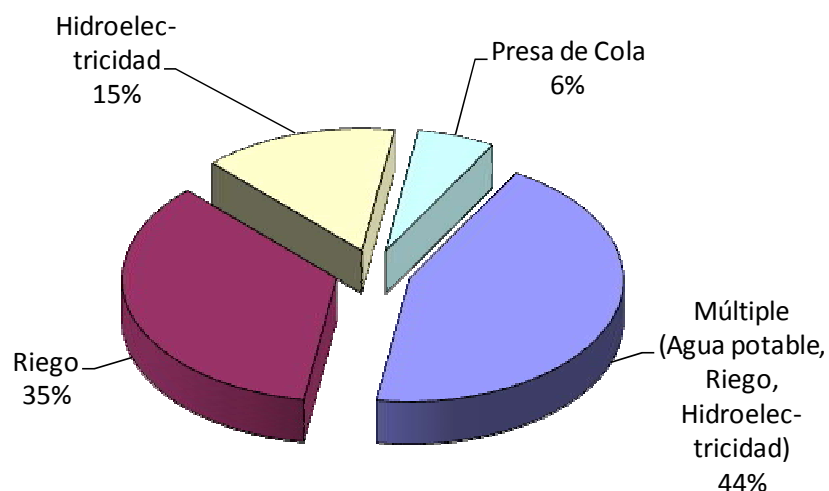
En cuanto al aprovechamiento del agua almacenada en los embalses o propósito de la construcción de dichos embalses, podemos obtener la siguiente información de acuerdo a los datos registrados por el INDRHI, ver **Cuadro 9.5** y **Figura 9.4** (Presas en operación y propósito):

Del total de presas construidas y en operación, 34 presas, vemos como muestra la tabla siguiente, el propósito para cada una y el porcentaje del total que representa en cuanto a su aprovechamiento:

Cuadro 9.5 - Cantidad de presas por propósito

Propósito	Cantidad	%
Múltiple (Humano, riego, hidroelectricidad)	15	44
Riego	12	35
Hidroelectricidad (E)	5	15
Presa de Cola	2	6
Total	34	100

Figura 9.4 - Aprovechamiento por propósito de embalse



Tomando en consideración los datos de población al año 2000, así como la disponibilidad del recurso agua, según datos del INDRHI, hemos elaborado el **Cuadro 9.6**, que muestra la disponibilidad per capita en la republica dominicana por regiones hidrográficas.

Cuadro 9.6 - Disponibilidad per cápita de agua por regiones

Región	Oferta disponible MMC/año	%	Población al 2000	Disponibilidad m ³ /hab/año
Yaque del Sur	4,268.0	22.0	940,997	4,536
Yaque del Norte	4,210.0	21.7	1,345,362	3,129
Atlántica	2,386.0	12.3	666,396	3,580
Yuna	3,085.0	15.9	1,210,700	2,548
Ozama-Nizao	3,802.0	19.6	3,557,101	1,069
Este	1,649.0	8.5	795,927	2,072
Totales	19,400.0	100	8,518,483	2,277

Fuente: INDRHI.

Tomando en consideración la distribución de las presas por regiones en el país tenemos que de acuerdo a la demanda de agua en sentido general y la oferta regulada, mediante los embalses, la región Yuna es la que posee mayor porcentaje de agua garantizado para la demanda existente en la región. Y a pesar de la región del Yaque del Norte poseer la mayor cantidad de embalses de presas construidos, apenas ocupa el tercer puesto en nuestro país en garantizar la demanda existente en la región, ver **Cuadro 9.7** mostrado más adelante.

Cuadro 9.7 - Oferta regulada y porcentaje de la demanda garantizado

Región de Planificación	Cap. de Almac. de las Presas (MM ³)	Cantidad de Presas	%
Yaque del Norte	823.43	15	35.77
Yaque del Sur	559.55	6	24.31
Yuna-Camu	556.25	8	24.17
Atlántica	0	0	0
Ozama-Nizao	362.56	5	15.75
Este	0	0	0
Total	2301.79	34	100.00

Según los cálculos realizados por el INDRHI, en República Dominicana caen anualmente alrededor de 73,000 millones de M³ de agua lluvia de los cuales 19,400 millones de M³ conforman la escorrentía superficial del país. La capacidad inicial de almacenamiento de las presas es de 2,301.79 millones de M³, pero tomando en cuenta la reducción de almacenamiento debido a sedimentación esta capacidad según las mediciones hechas es de unos 1,971.69 millones de M³.

De las diferentes regiones hidrográficas y como se ha mostrado anteriormente, la región Norte, que corresponde a la cuenca del río Yaque del Norte, es la región con mayor cantidad de presas

construidas y por ende la que posee mayor volumen de almacenamiento en sus embalses con un valor de aproximadamente 823 millones de metros cúbicos, de un total de 2,301 millones de metros Cúbicos distribuidos en el territorio dominicano.

Las regiones Atlántica y Este, son las únicas que no poseen infraestructura de embalses y por lo tanto carecen de obras orientadas a almacenar las aguas de sus ríos, pero el INDRHI ha elaborado actualmente planes destinados a desarrollar el potencial hídrico de sus principales cuencas.

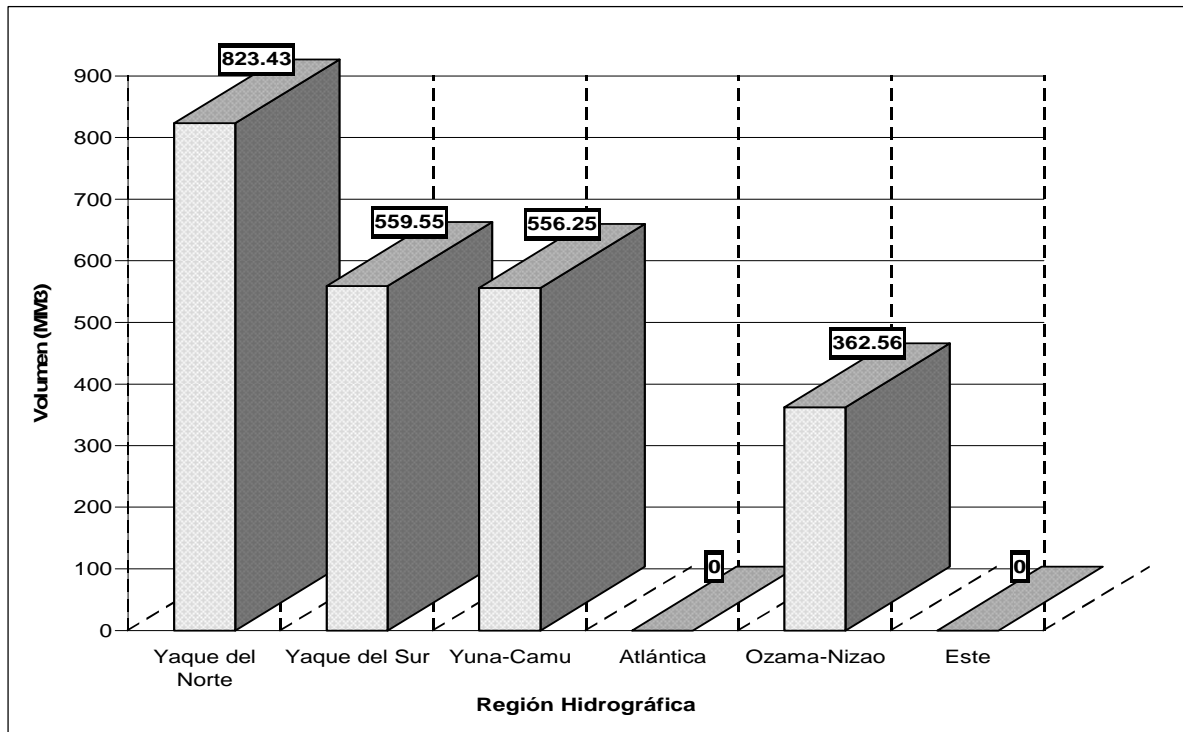
El **Cuadro 9.8** y la **Figura 9.5** mostrado más adelante, presentan el volumen de almacenamiento de las presas en cada región hidrográfica del país y no considera la reducción en la capacidad de almacenamiento medida en algunas presas.

Según podemos apreciar, la región Yaque del Norte tiene la mayor capacidad de almacenamiento con 823.4 MM3 en 15 presas, el Yaque del Sur con 559.5 MM3 en 6 presas, Yuna con 556.2 MM3 con 8 Presas, representando estas tres regiones en su conjunto el 84.25% del almacenamiento presente en los embalses de la República Dominicana. En otras palabras, de las 34 presas existentes, 29 están localizadas en estas tres regiones representando un 84.25% de la capacidad de almacenamiento de agua en el país.

Cuadro 9.8 - Presas por regiones de planificación

Región de planificación	Capacidad almacenamiento de las presas (MM ³)	Cantidad de presas	%
Yaque del Norte	823.43	15	35.77
Yaque del Sur	559.55	6	24.31
Yuna	556.25	8	24.17
Atlántica	0	0	0
Ozama-Nizao	362.56	5	15.75
Este	0	0	0
Total	2301.79	34	100.00

Figura 9.5 - Capacidad de almacenamiento de embalse de las presas



América Latina y El Caribe es la región del mundo que cuenta en promedio con mayor disponibilidad de recursos hídricos, con algo más de 15% de la superficie terrestre y 8,5% de la población mundial. La región recibe el 29% de la precipitación y tiene a su haber alrededor de un tercio de la disponibilidad mundial total de recursos hídricos renovables. Estimaciones realizadas determinan que recibe un promedio de 1.556 mm de precipitación anual, superior a cualquier otra región.

A pesar de las grandes reservas de agua dulce, los recursos hídricos se encuentran distribuidos en forma irregular tanto en el espacio como en el tiempo, afectando su disponibilidad en vastos territorios.

República Dominicana ocupa el cuarto lugar según estudios hechos en la región, en uso de sus recursos hídricos. Pero es el tercer país de la región en cuanto a disponibilidad per capita en países con problemas de dicha índole, lo que pone de manifiesto que en República Dominicana existe una desproporcionalidad en el uso del agua que escurre por sus cauces, es decir, no es utilizada el agua con sentido de economía, con visión de planificación a largo plazo, entendiéndose quizás, que poseemos abundantes recursos hídricos y no existirá la escasez de agua en nuestro país.

Los problemas en los embalses relacionados a los eventos meteorológicos extremos, datan desde el huracán David y la tormenta Federico, y de manera más reciente con el paso del huracán Georges en el año 1998. Acelerando el proceso de sedimentación en los embalses

de las presas, según las batimetrías realizadas hasta la fecha. Reduciendo la capacidad de almacenamiento en algunos de los principales embalses como Valdesia.

También, hemos visto según datos y estudios realizados, que la vulnerabilidad sísmica de este embalse es también digna de tomar en consideración, debido a la importancia de la obra y sus propósitos, así como por la población e infraestructuras que pudiesen verse afectada por un evento de gran magnitud. Aunque el INDRHI posee una red sísmica que monitorea el comportamiento sísmico de todo el territorio nacional y de las presas. Dicha red consta de 16 estaciones.

La necesidad de implementar un sistema de gestión de calidad de aguas también es un paso indispensable y necesario para llevar a cabo una excelente gestión del recurso agua. pudiendo así planificar, administrar, diseñar y operar todo lo relativo a los recursos hídricos en las diferentes regiones de planificación. Se debe valorar y apoyar los esfuerzos en este tenor que se hace a través del Programa Cultura del Agua que lleva a cabo el INDRHI como protagonista, junto a otras instituciones gubernamentales y ONG's.

De las 34 presas construidas y operando, 74% corresponderían a la categoría de grandes presas. De las presas que se encuentran operando según datos del INDRHI, 44% se encuentran ubicadas en la región del Yaque del Norte, y de las 34 presas en operación 29 tienen vertedor de descarga libres.

A raíz del huracán Georges en el 1998, tanto la presa de Sabaneta como de Sabana Yegua, presentaron daños estructurales que han sido enfrentados llevando solución, pero aun persiste el problema en la operación de la presa de Sabana Yegua en épocas de Lluvias.

En sentido general la competencia por los recursos hídricos entre la agricultura, la industria y las ciudades continuará creciendo y los conflictos en el manejo y la gestión de calidad pueden ir en aumento; el agua es cada vez más escasa y más valiosa, pero su utilización continúa siendo mayoritariamente mal manejada.

9.2 AGUA POTABLE

9.2.1 Acueductos

La República Dominicana cuenta con un total de 511 sistemas de acueductos en todo el país operados por el Instituto de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) y 5 corporaciones de Acueductos y Alcantarillados ubicadas en las siguientes localidades: Santo Domingo (CAASD), Santiago (CORAASAN), Moca (CORAAMOCA), Puerto Plata (CORAAPLATA) y La Romana (COAROM). Del total de acueductos, 482 están en operación actualmente.

En el **Cuadro 9.9** se muestra el número de acueductos operados por estas instituciones en todo el país y en el **Cuadro 9.10** se muestra el total de acueductos en operación, su clasificación, los tipos y el equipo que lo compone.

Cuadro 9.9 – Número de acueductos que operan las instituciones de agua potable del país

Institución	Área jurisdicción operacional		Población, según censo 2002 (%)	No. Acueductos
	km ²	%		
Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA)	41,083.85	84.4	46	446
Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD)	1,400.79	2.9	34	15
Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santiago (CORAASAN)	2,836.51	5.8	11	4
Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Moca (CORAAMOCA)	838.62	1.7	3	6
Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Puerto Plata (CORAAPLATA)	1,856.90	3.8	4	32
Corporación del Acueducto y Alcantarillado de La Romana (CORAAROM)	653.95	1.4	2	8
Totales	48,670.62	100	100	511

Cuadro 9.10 – Total de acueductos en operación

ACUEDUCTOS	482
CLASIFICACIÓN	
Urbanos	98
Rurales	265
TIPO	
Gravedad	109
Bombeo	220
Mixtos	34
EQUIPOS	
Motores eléctricos	417
Diesel	54
Generadores	59
Comunidades abastecidas	947
Población	3,197,973

Cabe destacar que el Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados en el período 2004–2010 ha inaugurado los siguientes sistemas de acueductos en todo el país: acueducto Línea Noroeste, acueducto de San Cristóbal, acueducto de San Francisco de Macorís, acueducto de La Romana, acueducto del Suroeste (Barahona–Asuro) Barreras de Salinidad o acueducto Zona Oriental de Santo Domingo, acueducto Múltiple de Nagua y el acueducto Múltiple de Samaná, inyectando un total de 8 nuevos sistemas a los que actualmente se encontraban en operación.

9.2.2 Plantas de tratamiento de agua potable

Las plantas de tratamiento de agua potable en República Dominicana se clasifican en dos tipos principales: Plantas de filtración rápida y plantas de filtración lenta. Estas son operadas

por las instituciones y corporaciones mencionadas anteriormente en todo el país. En el **Cuadro 9.11** se muestra la distribución de plantas de tratamiento por tipo de planta y por institución que la opera.

Cuadro 9.11 – Distribución de plantas de tratamiento de agua potable

No.	Tipo de Planta	INAPA	CAASD	CORAASAN	CORAAMOCA	CORAAPLATA	CORAAROM
1	Planta potabilizadora de filtración rápida	80	4	3	2	N/A	N/A
2	Planta potabilizadora de filtración lenta	133	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Totales		213	4	3	2	0	0

9.2.3 Plantas de tratamiento de aguas residuales

Para la disposición final de las aguas servidas hasta el año 2002, el Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados tiene a su cargo la operación de 58 plantas de tratamiento de aguas residuales en todo el país. De igual forma la Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Santo Domingo (CAASD) opera 24 plantas de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Santo Domingo.

Para el periodo 2004–2010 fueron inaugurados los siguientes: proyecto de saneamiento Cañada de Guajimía, parque ecológico Núñez de Cáceres, planta de aguas residuales San Pedro de Macorís, planta de aguas residuales San Francisco de Macorís, planta de aguas residuales Las Terrenas, planta de aguas residuales de Guaymate, y planta de aguas residuales Cayetano Germosen, las cuales pasaron a ser operadas por la CAASD y el INAPA respectivamente.

La Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Santiago (CORAASAN) opera un total de 8 plantas y la Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Moca (CORAAMOCA) opera un total de 1 planta. La sumatoria total es de 91 plantas de tratamiento de aguas residuales en todo el país.

9.3 SECTOR RIEGO

9.3.1 Antecedentes

El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), creado en 1965, tiene la responsabilidad de la planificación del uso y conservación sostenible de los recursos hídricos y los recursos naturales vinculados, así como el diseño, formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de los proyectos, programas y acciones para el control y regulación de las aguas superficiales y subterráneas. La gestión de los distritos de riego y de la unidad operacional es también de su competencia, de los que conserva la responsabilidad de las actividades de operación y mantenimiento de las captaciones, canal principal y sistema de drenaje de todos los sistemas de riego, así como de la totalidad de las instalaciones en aquellos sistemas que todavía no han sido transferidos a los usuarios. Esta política de transferencia ha sido financiada fundamentalmente

por recursos internacionales y nacionales, en coordinación con el Departamento de Distritos de Riego, Gerencia de Operaciones, pertenecientes al INDRHI.

9.3.2 Los Distritos de riego

El territorio de la República Dominicana ha sido dividido en diez (10) unidades operativas denominadas Distritos de Riego, (**Figura 9.6**), que abastecen, en el 2004, una superficie de 4,794,439 ta (301,537 ha), correspondiente al 50%, aproximadamente, de los suelos con aptitud para la irrigación y con disponibilidad de fuentes de agua. La infraestructura existente está compuesta de 2,033.92 km de canales principales, 1,757.40 km de canales secundarios, 1,575.61 km de drenajes, 21 presas que almacenan 1,900 millones de metros cúbicos de agua. La demanda actual es de 7,802 hm³ y los usuarios beneficiarios ascienden a 86,026 agricultores repartidos en 31 zonas de riego y 381 sistemas de riego, **Cuadros 9.12 y 9.13**.

Figura 9.6 - Distritos de riego de la República Dominicana



Fuente: Departamento Distritos de Riego, INDRHI.

Cuadro 9.12 - Evolución de las áreas de riego y de usuarios

Años	Áreas de riego (tarefas)	No. Usuarios
1930	48,988	N/D
1941	508,800	N/D
1946	818,405	N/D
1954	2,098,800	N/D
1980	3,180,000	N/D
1985	3,290,560	48,866
1990	3,272,396	63,523
1991	3,884,300	64,453
1992	3,915,791	64,920
1993	3,957,564	65,840
1994	3,995,167	66,163
1995	4,120,149	72,571
1996	4,150,115	75,677
1997	4,218,659	75,694
1998	4,241,520	76,072
1999	4,273,472	80,734
2000	4,387,894	80,536
2001	4,435,270	85,133
2002	4,387,894	80,536
2003	4,596,492	87,029
2004	4,794,439	86,026

Fuente: Estadísticas del Agua, INDRHI.

Las delimitaciones de los diez distritos de riego existentes en nuestro país no coinciden de manera exacta con los límites de las regiones hidrográficas, existiendo en algunas de ellas ciertas coincidencias.

En la región hidrográfica Yaque del Sur tenemos ubicados los distritos de riego Yaque del Sur, Enriquillo, valle de San Juan y Valle de Azua.

El distrito de riego Ozama-Nizao está ubicado dentro de la región hidrográfica del mismo nombre, de igual forma el distrito de riego Este está ubicado dentro de la región hidrográfica del Este.

Los cuatro distritos de riego restantes, Bajo Yaque del Norte, Alto Yaque del Norte, Yuna Camú y Bajo Yuna, están ubicados de manera no coincidente dentro de las regiones hidrográficas Yaque del Norte, Yuna y Atlántica.

Cuadro 9.13 - Distritos de riego y zonas de riego de la República Dominicana

No.	Distrito de Riego	Zonas de Riego
1	Bajo Yaque del Norte	Las Matas de Santa Cruz
		Villa Vásquez
		Dajabón
2	Alto Yaque del Norte	Santiago
		Esperanza
		Mao
		Isabela
3	Yuna-Camú	La Vega
		Cotuí
		Bonao
		Constanza
4	Bajo Yuna	Nagua
		Aglipo
		Limón de Yuna
		Villa Riva
5	Este	Higüey
		Bayaguana
		Sabana de la Mar
6	Ozama-Nizao	Baní
		San Cristóbal
7	Valle de Azua	Azua
		Padres Las Casas
8	Yaque del Sur	Barahona
		Pedernales
		Nizaito
9	Lago Enriquillo	Tamayo
		Neyba
		Duvergé
		Jimaní
10	Valle de San Juan	San Juan
		Las Matas de Farfán

Fuente: Departamento Distritos de Riego, INDRHI.

Distrito de Riego Bajo Yaque del Norte

Este distrito comprende una superficie de 40,646 ha (638,254 ta) y está localizado en la porción occidental de la cuenca del río Yaque del Norte, estando limitado al Norte por el océano Atlántico, al Sur por la cordillera Central, al Este por Guayubín y al Oeste la República de Haití. Sus coordenadas son: 19° 15' a 19° 52' de latitud norte y 71° 25' a 71° 45' de longitud oeste. Su altitud varía de 0.9 a 750 metros sobre el nivel del mar.

Distrito de riego Alto Yaque del Norte

Localizado en la porción occidental del Valle del Cibao, al noroeste de la ciudad de Santiago de los Caballeros, con una superficie de 37,232 ha (591,946 ta), limitado al norte por el océano

Atlántico, al sur por la cordillera Central, al este por la carretera cruce de Moca-Presa de Tavera y al oeste por los ríos Guayubín y Yaque del Norte. Sus coordenadas son: 19 25' a 19 50' de latitud norte y 70 40' a 71 25' de longitud oeste. Su altitud varía de 100 a 170 metros sobre el nivel del mar.

Distrito de riego Yuna-Camú

El distrito Yuna-Camú está localizado en el centro del Cibao, con una superficie de 33,951 ha (539,820 ta), estando limitado al Norte por el océano Atlántico, al Sur por la cordillera Central, al Este por los ríos Cuava y Payabo y al Oeste por la carretera Moca-Presa de Tavera. Sus coordenadas son: 18 42' a 19 45' de latitud norte y 69 56' a 70 50' de longitud oeste. Su altitud varía de 95 a 1,300 metros sobre el nivel del mar.

Distrito de riego Bajo Yuna

Ubicado en la región nordeste, abarca una superficie de 28,728 ha (456,775 ta), estando limitado al Norte el océano Atlántico, al Sur por la sierra de Yamasá y los Haitises, al Este por el océano Atlántico y al Oeste por la cordillera Septentrional, y los ríos Cuava y Payabo. Sus coordenadas son: 19 20' a 19 40' de latitud norte y 69 22' a 69 50' de longitud oeste. Su altitud varía de -4 a 20 metros sobre el nivel del mar.

Distrito de riego Este

Ubicada en la región Oriental, abarca una superficie de 12,238 ha (194,584 ta), está limitada al Norte por el océano Atlántico, al Sur por el mar Caribe, al Este por el canal de la Mona y al Oeste por el límite de la cuenca del río Ozama. Sus coordenadas son: 18 15' a 19 05' de latitud norte y 68 25' a 70 10' de longitud oeste.

Distrito de riego Ozama-Nizao

Con una superficie de 18,008 ha (286,330 ta) está localizado en la zona irrigada por los sistemas Nizao-Najayo y Marcos A. Cabral. Está limitado al Norte por las estribaciones de la cordillera Central, al Sur por el mar Caribe, al Este por la divisoria del río Ozama y al Oeste por la bahía de Calderas y el río Baní. Sus coordenadas son: 18 10' a 18 20' de latitud norte y 70 00' a 70 30' de longitud oeste. Su altitud varía de 10 a 70 metros sobre el nivel del mar, con promedio de 50 metros sobre el nivel del mar.

Distrito de riego Valle de Azua

El distrito comprende una superficie de 22,401 ha (356,176 ta) y está localizado en las partes occidental y central de la planicie de Azua, limitado al Norte por la cordillera Central, al Sur por el mar Caribe, al Este por la sierra de Ocoa y el río Ocoa, y al Oeste por la sierra Martín García y el río Yaque del Sur hasta Los Güiros. Sus coordenadas son: 18 20' a 18 30' de latitud norte y 70 40' a 70 55' de longitud oeste. Su altitud varía de 5 a 120 metros sobre el nivel del mar,

aunque la mayor parte del área cultivada se encuentra debajo de los 75 metros sobre el nivel del mar.

Distrito de riego Yaque del Sur

El distrito comprende una superficie de 16,076 ha (255,594 ta) y está localizado en el suroeste del país, limitado al Norte por el río Yaque del Sur, al Sur por el mar Caribe, al Este por la sierra Martín García y el mar Caribe y al Oeste por el río Yaque del Sur y la frontera con Haití, en su porción sur. Sus coordenadas son: 17° 30' a 18° 30' de latitud norte y 71° 00' a 72° 15' de longitud oeste. Su altitud varía de 5 a 30 metros sobre el nivel del mar.

Distrito de riego Lago Enriquillo

Está localizado en la Hoya del Lago Enriquillo, con una superficie de 38,249 ha (608,159 ta) y está limitado al Norte por la sierra de Neiba, al Sur por la sierra de Bahoruco, al Este por el río Yaque del Sur y al Oeste por la frontera con Haití. Sus coordenadas son: 18° 15' a 18° 40' de latitud norte y 71° 15' a 72° 00' de longitud oeste. Su altitud varía de -10 a 5 metros sobre el nivel del mar.

Distrito de riego Valle de San Juan

Con una superficie de 31,727 ha (504,462 ta) está localizado en el centro-oeste de la cordillera Central y la sierra de Neiba, limitado al Norte por la cordillera Central, al Sur por la sierra de Neiba, al Este por el río Yaque del Sur hasta Los Bancos y al Oeste por la frontera con Haití y el río Artibonito. Sus coordenadas son: 18° 40' a 19° 15' de latitud norte y 71° 00' a 71° 45' de longitud oeste. Su altitud varía de 378 a 980 metros sobre el nivel del mar.

Fuente: INDRHI-PROMAF, Distritos de Riego de la Rep. Dominicana, O. Ramírez.

9.3.3 Los Sistemas de riego

Los distritos de riego han sido divididos en zonas y sub-zonas de riego con la finalidad de hacer posible un mejor manejo administrativo y operacional de los mismos, el número de zonas y sub-zonas dentro cada uno de los distritos se ha conformado, fundamentalmente, tomando en consideración su extensión y la configuración geográfica de cada región en particular (ver **Cuadros 9.14 a 9.20**). Las zonas y sub-zonas de riego están, a su vez, subdivididas por los sistemas dependientes de un canal principal.

Cuadro 9.14 –Sistemas de riego U.H. cordillera central y volumen demandado

Subunidad	Distritos de Riego	Zonas de Riego	Sistemas de Riego	Superficie irrigada (ha)	Demanda media por ha (m ³ /ha/año)	Volumen total (hm ³)
Jarabacoa-Las Placetas	Bajo Yaque del Norte	Dajabón	Monte Higo	141.52	5704	0.81
			Dajabón	0.96		0.01
			Total	142.48		0.81
	Yuma -Camú	La Vega	La Guázara	2626.28	5406	14.2
			La Palma Prieto	406.71		2.2
Total			3032.99		16.4	
Total				3175.47		17.21
Alto Yuna	Yuna -Camú	La Vega	Jima Margen Derecha	1303.51	5406	7.05
			Jima Margen Izquierda	2.78		0.02
			Total	1306.29		7.06
		Cotuí	Yuna	54	5406	0.29
			Total	54	0.29	
		Bonaó	Bonaó	8726.19	5387	47.01
			Sonador	278.64		1.5
			Yuboa II	486.49		2.62
			Maimón	2700.29		14.55
			Sn	388.96		2.1
		Total	12580.6	67.77		
		Constanza	Sistema Tíreo	1161.29	4011	4.66
			Tíreo 2	183.83		0.74
Total	1345.12		5.4			
Total				15286		80.52
Longaniza - Piedra Colorada	Bajo Yaque del Norte	Dajabón	Río Limpio I	231.99	5704	1.32
			Río Limpio II	232		1.32
			Total	463.99		2.65
	Valle de San Juan	Las Matas de Farfán	Pedro Santana	56.64	6876	0.39
			Total	56.64	0.39	
		San Juan	Los Santillos	6.59	6162	0.04
			Mijo	28.99		0.18
			Herrera Jinova	76.72		0.47
	Total	112.3	0.69			
	Yuna -Camú	Constanza	Constanza-Pantufla	2272.8	4011	9.12
			Pinal Bonito	186.08		0.75
			Puerca Gorda/Palo de Viento	323.02		1.3
			Total	2781.9		11.16
	Valle de Azua	Padre las Casas*	Yayas de Viajama	120.83	6541	0.79
			Padre las Casas I	924.23		6.05
			Padre las Casas II	0.76		0
			Bohechío	21.31		0.14
		Total	1067.13	6.98		
		Azua	Hatillo	229.85	8539	1.96
			Estebanía/las Charcas	262.78		2.24
			Irabón	13.46		0.11
	Total		506.09	4.32		
	Ozama-Nizao	Baní	Peravia	56.64	8789	0.5
Área no regable Baní			121.78	1.07		
Marcos A. Cabral			629.69	5.53		
Juan Caballero			2.67	0.02		
Río Arriba			387.35	3.4		
El Canal			372.45	3.27		
Unificador Ocoa			269.89	2.37		
Total	1840.47	16.18				
Total				6828.52		42.36

Continuación Cuadro 9.15: Sistemas de riego U.H. cordillera Central y volumen demandado

Subunidad	Distritos de Riego	Zonas de Riego	Sistemas de Riego	Superficie irrigada (ha)	Demanda media por ha (m ³ /ha/año)	Volumen total (hm ³)
Barbacoa - La Humeadora	Ozama - Nizao	Baní	Nizao-Najayo	849.99	8789	7.47
			Nizao	256		2.25
			Río Nizao	36.49		0.32
			El Arenazo	192.85		1.69
			La Guama	2164.94		19.03
			Marcos A. Cabral	459.68		4.04
			Total	3959.95		34.8
Total				3959.95		34.8
TOTAL SUPERFICIE IRRIGADA EN LA UNIDAD				29249.9		174.9

Cuadro 9.16 Sistemas de riego, U.H. cordillera Oriental y volumen demandado

Subunidad	Distritos de Riego	Zonas de Riego	Sistemas de Riego	Superficie irrigada (ha)	Demanda media por ha (m ³ /ha/año)	Volumen total (hm ³)
Subunidad la Cucurucho	Unidad Operativa del Este	Sabana de la Mar	La Ceja	925	9365	8.66
			Magua	511.8		4.79
			Total	1436.8		13.46
Subunidad Miches-La Altagracia	Unidad Operativa del Este	Sabana de la Mar	La Culebra/arroyo Rico	428.97	9365	4.02
			La Gina	329.94		3.09
			Total	758.91		7.11
		Higüey	Nisibón	434.53	8464	3.68
			Cuarón	576.25		4.88
			La Mina	176.61		1.49
Total	1187.39	10.05				
Subunidad Peña Alta-Gran Diablo	Unidad Operativa del Este	Bayaguana	Capita Yabacao	1055.36	9263	9.78
			Total	1055.36	9.78	
TOTAL SUPERFICIE IRRIGADA EN LA UNIDAD				4438.46		40.39

Cuadro 9.17: Sistemas de riego en UH, cordillera Septentrional y volumen demandado

Subunidad	Distritos de Riego	Zonas de Riego	Sistemas de Riego	Superficie irrigada (ha)	Demanda media por ha (m ³ /ha/año)	Volumen total (hm ³)
Luperón - Guayacanes	Alto Yaque del Norte	Santiago	La Isabela	2563.2	8260	21.17
			PRYN I y II	424.1		3.5
			Total	2987.3		24.68
Cabo Francés - Guaconejo	Bajo Yuna	Nagua	Copeyito	568.91	7557	4.3
			Boba	7725.12		58.38
			Cerro al Medio	1328.34		10.04
			Ochoa	687.18		5.19
			Sn	850.37		6.43
			Total	11159.92		84.34
TOTAL SUPERFICIE IRRIGADA EN LA UNIDAD				14147.22		109.01

Cuadro 9.18: Sistemas de riego, U.H. sierra de Bahoruco y volumen demandado

Subunidad	Distritos de Riego	Zonas de Riego	Sistemas de Riego	Superficie irrigada (ha)	Demanda media por ha (m ³ /ha/año)	Volumen total (hm ³)
Septentrional	Lago Enriquillo	Jimaní	Canal Jimaní	348.46	7420	2.59
			El Limón de Jimaní	1300.05		9.65
			Total	1648.51		12.23
		Duvergé	Puerto Escondido	1117.27	9049	10.11
			Venga a Ver	190.25		1.72
			Cristóbal	911.1		8.24
			Palmar Dulce	235.33		2.13
			Pitajaya	154.24		1.4
			Los Cerros	8.05		0.07
	Total	2616.24	23.67			
	Yaque del Sur	Barahona	Angostura	1956.23	9020	17.65
			Los Saladillos	691.68		6.24
			El Naranjo	198.33		1.79
			La Lista	35.94		0.32
			El Majagual	280.75		2.53
			Helena	65.39		0.59
			AC-107	42.14		0.38
Total			3270.46	29.5		
TOTAL				7535.21		65.41
Meridional de Bahoruco y Península de Barahona	Yaque del Sur	Pedernales	Pedernales	2415.69	5272	12.74
			Total	2415.69		12.74
	Barahona	Nizaito	5090.61	9020	45.92	
		Total	5090.61		45.92	
TOTAL				7506.3		58.65
Sinclinal del Enriquillo	Yaque del Sur	Barahona	Nizaito	4100.37	9020	36.99
			Total	4100.37		36.99
	TOTAL				4100.37	
TOTAL DE SUPERFICIE IRRIGADA EN LAS UU.HH.				19141.88		161.04

Cuadro 9.19: Sistemas de riego en U.H. sierra de Neyba y volumen demandado

Subunidad	Distritos de Riego	Zonas de Riego	Sistemas de Riego	Superficie irrigada(ha)	Demanda media por ha (m ³ /ha/año)	Volumen total (hm ³)	
Noroeste	Valle de San Juan	Las Matas de Farfán	El Llano	2,522.03	6,876	17.34	
			Caña Matayaya	753.75		5.18	
			Las Matas de Farfán	714.66		4.91	
			El Cercado/Pinar I	437.48		3.01	
			El Cercado/Pinar II	239.32		1.65	
			Barrero	120.35		0.83	
			Total	4,787.59		32.92	
Centro Oriental	Valle de San Juan	San Juan	Vallejuelo I	460.11	6,162	2.84	
			Vallejuelo II	236.88		1.64	
			Vallejuelo Complementario	721.88		4.45	
			Sabana Alta/Guanito/Los Burros	674.72		4.16	
			Cardón	166.19		1.02	
			Los Bancos	279.04		1.72	
			Total	2,538.82		15.64	
	Valle de Azua	Azua	Los Corrales	82.56	8,539	0.7	
			Periquito	227.01		1.94	
			Villarpando	0.34		0	
			Batida	192.93		1.65	
			Orégano Grande	41.96		0.36	
			Monte Grande	167.86		1.43	
			Total	712.66		6.09	
	Yaque del Sur	Barahona	Vuelta Grande	163.93	9,020	1.48	
			El Bao	26.34		0.24	
			Quita Coraza	41.44		0.37	
			Honduras	238.25		2.15	
			Fondo Negro	69.38		0.63	
			Barranca (bomba)	138.49		1.25	
			San Ramón (bomba)	1,184.28		10.68	
			Arroyo Grande	266.76		2.41	
			Las Lajitas 2	1.66		0.01	
			Santana	356.11		3.21	
	Total	2,486.64	22.43				
	Lago Enriquillo	Neyba	Cabeza de Toro	227.49	8,295	1.89	
			Granado-Guaranate	343.13		2.85	
			Total	570.62		4.73	
	TOTAL				6,308.73		48.89

Continuación Cuadro 9.19: Sistemas de riego en U.H. sierra de Neyba y volumen demandado

Subunidad	Distritos de Riego	Zonas de Riego	Sistemas de Riego	Superficie irrigada(ha)	Demanda media por ha (m ³ /ha/año)	Volumen total (hm ³)
Noreste	Valle de San Juan	San Juan	Los Bancos	51.13	6,162	0.32
			Total	51.13		0.32
	Valle de Azua	Azua	Los Corrales	35.48	8,539	0.3
			Los Corozos	87.28		0.75
			Periquito	98.08		0.84
			Villarpando	383.04		3.27
			Batida	1,368.64		11.69
			Orégano Grande	215.05		1.84
			Magueyal	224.95		1.92
			Hato Nuevo	71.56		0.61
			Total	2,484.08		21.21
			Padre las Casas	Padre las Casas		Padre las Casas I
	Padre las Casa II	3,112.99			20.36	
	Yayas de Viajama	103.45			0.68	
	Total	3,242.08			21.21	
TOTAL				5,777.29		42.73
Sureste	Valle de Azua	Azua	Yayas de Viajama	308.07	8,611	2.65
			Biáfara	3,636.50		31.31
			Las Hormigas	256.94		2.21
			José Ovalle	189.05		1.63
			Cortos	88.73		0.76
			Irabón	218.54		1.88
			Estebanía/las Charcas	87.6		0.75
			Hato Nuevo	434.21		3.74
			Monte Grande	4.93		0.04
			Total	5,224.57		87.72
	Yaque del Sur	Barahona	Vuelta Grande	84.2	9,020	0.76
			El Bao	15.59		0.14
			Quita Coraza	236		2.13
			Honduras	8.63		0.08
			Fondo Negro	355.32		3.2
			Barranca (bomba)	7.13		0.06
			San Ramón (bomba)	67.4		0.61
			Arroyo Grande	83.21		0.75
			Las Lajitas 2	70.55		0.64
Total	928.03	8.37				
TOTAL				6,152.59		95.72
Suroeste	Yaque del Sur	Barahona	Santana	3.87	9,020	0.03
			Total	3.87		0.03
	Lago Enriquillo	Neiba	Cambronal	503.52	14,329	7.21
			Las Lajitas	373.32		5.35
			Las Canitas	60.24		0.86
			Panzo-Las Marías	1,708.53		24.48
			Plaza Cacique	1,299.99		18.63
			Sonador (bomba)	17.31		0.25
			Los Río-Clavellina	1,089.45		15.61
			Total	5,052.36		72.4
	Duvergé *	Duvergé *	Cristóbal 3	41.86	9,049	0.38
			Total	41.86		0.38
	Jimaní *	Jimaní *	Granadero	26.06	7,420	0.19
			Los Habitantes	23.71		0.18
Las Barias			87.96	0.65		
Total			137.73	1.02		
TOTAL				5,235.81		73.83

Cuadro 9.20: Sistemas de riego en U.H. valle del Cibao y volumen demandado

Subunidad	Distritos de Riego	Zonas de Riego	Sistemas de Riego	Superficie irrigada (ha)	Demanda media por ha (m ³ /ha/año)	Volumen total (hm ³)
Yaque del Norte	Bajo Yaque del Norte	Villa Vásquez	Chacuey	1619.29	7081	11.47
			Fernando Valerio	14083.38		99.72
			La Antona	4060.53		28.75
			Maguaca	1426.2		10.1
			Villa Vásquez	11670.12		82.64
			Manzanillo	7987.94		56.56
		Total	40,847.46	289.24		
		Dajabón	Dajabón	2285.94	7635	17.45
	Total		2,285.94	17.45		
	TOTAL			43,133.40		306.69
	Alto Yaque del Norte	Mao	Cerro Gordo (Roselia Plus)	2928.42	9703	28.41
			Mao-Gurabo/Luis Bogaert	11866.82		115.14
			Total	14,795.24		143.56
		Esperanza	Roselia	3268.37	7381	24.12
			PRNY I y II	30725.81		226.79
			Total	33,994.18		250.91
		Santiago	Tartabon Adentro	281.76	8382	2.36
			Riego ríos Mao y Amina	1668.73		13.99
			Amina	2402.89		20.14
			Monseñor Bogaert	10571.25		88.61
Los Almacigos			626.47	5.25		
Guanajuma			371.23	3.11		
Sn			133	1.11		
Total		16,055.33	134.58			
TOTAL			64,844.75		529.05	
TOTAL SUPERFICIE IRRIGADA POR SUBUNIDAD				107,978.15		835.74

Continuación Cuadro 9.20: Sistemas de riego en U.H. valle del Cibao y volumen demandado

Subunidad	Distritos de Riego	Zonas de Riego	Sistemas de Riego	Superficie irrigada (ha)	Demanda media por ha (m ³ /ha/año)	Volumen total (hm ³)
Bajo Yuna	Yuna - Camú	La Vega	Camú	9265.31	7524	69.71
			Jima-Camú	4995.71		37.59
			Jima Margen Derecha	4174.56		31.41
			Jima Margen Izquierda	2809.9		21.14
			Toma y Bombeo Río Camú	1510.11		11.36
			Total	22,755.59		171.21
		Cotuí	Yuna	20627.44	7568	156.11
			Sn	695		5.26
			Total	21,322.44		161.37
		TOTAL		44,078.03		332.58
	Bajo Yuna	Nagua	El Cinco Extensión	166.8	7534	1.26
			El Cinco	102.8		0.77
			El Factor	388.16		2.92
			Riote	56.25		0.42
			La Cimarra-El Barro	914.42		6.89
			Mota Osorio	468.42		3.53
			El Pino	1497.09		11.28
			El Aguacate	1184.68		8.93
		Total	4,778.62	36		
		Aglipo	Aglipo I Extensión	5100.92	7562	38.57
			Aglipo II Extensión	7317.89		55.34
			La Lometa	1882.91		14.24
			Total	14,301.72		108.15
		Limón del Yuna	Payabo	627.72	7565	4.75
			Cano Azul	328.5		2.49
			Guaraguao	2463.98		18.64
			Las Cuevas	485.31		3.67
			Total	3,905.51		29.55
		Villa Rivas*	Arequín	697.87	7568	5.28
			Cristal	779.81		5.9
Catamey-Azumey			2657.91	20.12		
Ponton			2186.49	16.55		
Yuna por Bombeo			1316.3	9.96		
Total	7,638.38		57.81			
TOTAL				231.5		
TOTAL SUPERFICIE IRRIGADA POR SUBUNIDAD				74,702.26		564.09
TOTAL SUPERFICIE IRRIGADA EN LA U.H.				182,680.41		1,399.82

9.3.4 Lagunas naturales y artificiales

Existe en nuestro país un número importantes de lagunas naturales de distintas capacidades, estos embalses que brinda la naturaleza, han sido incrementados con la construcción de lagunas artificiales en diversos lugares de nuestra geografía, donde las necesidades hídricas son apremiantes, con el propósito de aprovechar este recurso y satisfacer las demandas de riego y usos domésticos diversos, en dichas regiones. El **Cuadro 9.21** nos muestra una relación de las principales lagunas para uso agrícola y/o ganadero, existentes en los distritos de riego.

Cuadro 9.21 - Lagunas para uso agrícola y/o ganadero, por distritos de riego

Distrito de Riego	Cantidad	Vol. (M ³)	Área Beneficiada (Tareas)	Familias Beneficiadas
Alto Yaque del Norte	57	270,000	28,000	525
Bajo Yaque del Norte	38	260,000	24,000	300
Bajo Yuna	---	---	---	---
Yuna Camú	91	45,000	2,000	50
El Este	---	---	---	---
Ozama Nizao	01	54,000	7,000	350
Valle de Azua	20	50,000	1,400	30
Valle de San Juan	---	---	---	---
Yaque del Sur	5	180,000	23,000	1,200
Lago Enriquillo	4	185,000	72,000	2,000
Totales	216	1,044,000	157,400	4,445

Datos INDRHI Gerencia De Proyectos Diciembre 2005

Fuente: INDRHI, Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

9.3.5 Sistemas de Drenaje

Como complemento a los sistemas de riego se desarrollan los sistemas de drenaje para hacer más eficiente el uso del agua y reducir los riesgos de salinización de los suelos. En el **Cuadro 9.22** se muestran los sistemas de drenaje por zonas de riego y por distritos de riego.

Cuadro 9.22: Sistemas de drenaje por distritos de riego

Longitud de Canales de Riego y de Drenajes por Distrito de Riego						
REGIONES HIDROGRÁFICAS	DISTRITOS DE RIEGO	ZONA DE RIEGO	LONGITUD DE CANALES (Km.)			LONGITUD DE DRENES (Km.)
			PRINCIPAL	SECUNDARIOS Y TERCARIOS	TOTAL	
OZAMA - NIZAO	OZAMA NIZAO	BANI	119.00	151.35	270.35	72.00
		SAN CRISTÓBAL	67.80	160.06	235.86	66.50
	ESTE	BAYAGUANA	33.87	35.30	69.17	40.60
		TOTAL REGION	220.67	346.71	575.38	179.10
YAQUE DEL SUR	VALLE DE AZUA	AZUA	225.10	142.44	367.54	130.64
		PADRE LAS CASAS	24.30	25.50	49.80	*
	VALLE DE SAN JUAN	SAN JUAN	129.92	121.34	251.26	102.00
		LAS MATAS DE FARFAN	216.91	80.32	297.23	27.00
		EL LLANO	57.50		57.50	*
	YAQUE DEL SUR	ELIAS PIÑA	45.96		45.96	*
		BARAHONA	159.83	12.50	172.33	138.80
		PEDERNALES	18.40	4.60	23.00	*
	LAGO ENRIQUILLO	NIZAITO	52.00		52.00	
		NEIBA	119.80	36.50	156.30	47.00
		DUVERGE	140.50		140.50	15.00
		TAMAYO	123.80		123.80	19.00
	YUNA CAMÚ	JIMANI	51.60	44.40	96.00	9.00
		CONSTANZA	74.66	16.70	91.36	36.50
	TOTAL REGION	1,440.28	484.30	1,924.58	524.94	
YUNA CAMÚ	YUNA CAMÚ	LA VEGA	102.67	118.00	220.67	98.60
		COTUI	6.70	32.02	38.72	32.50
		BONAO	99.05	36.70	135.75	26.70
	BAJO YUNA	VILLA RIVA	32.00	58.00	90.00	90.60
	TOTAL REGION	240.42	244.72	485.14	248.40	
ATLÁNTICA	BAJO YUNA	NAGUA	85.50	80.85	166.35	66.50
		AGLIPO I	61.38	36.83	98.21	133.69
		LINON DEL YUNA	40.00	36.50	76.50	19.00
	ALTO YAQUE	LA ISABELA	10.44		10.44	*
	TOTAL REGION	197.32	154.18	351.50	219.19	
YAQUE DEL NORTE	ALTO YAQUE DEL NORTE	SANTIAGO	103.44	116.14	219.58	66.00
		ESPERANZA	115.90	227.11	343.01	63.50
		MAO	35.30	25.35	60.65	32.90
	BAJO YAQUE DEL NORTE	VILLA VASQUEZ	28.64	111.52	140.16	131.46
		LAS MATAS DE SANTA CRUZ	51.21	107.79	159.00	78.30
		DAJABON	73.40	22.50	95.90	*
	TOTAL REGION	407.89	610.41	1,018.30	372.16	
DEL ESTE	DEL ESTE	NISIBON	36.30	8.72	45.02	37.28
		SABANA DE LA MAR	17.70	21.90	39.60	26.67
		TOTAL REGION	54.00	30.62	84.62	63.95
TOTAL			2,560.58	1,870.94	4,439.52	1,607.74

Fuente: Distrito de Riego de la República Dominicana.

9.3.6 Sistemas de riego por bombeo

Dada su ubicación algunos sistemas de riego son alimentados por bombeo. En el **Cuadro 9.23** se presentan los sistemas de riego por bombeo, por distrito de riego.

Cuadro 9.23: Áreas bajo riego por bombeo, por distrito de riego

NO.	DISTRITOS Y SISTEMAS DE RIEGO	Actualizado 01de Marzo del 2006			
		BAJO RIEGO		BRUTA	No. USUARIOS
I	DISTRITO ALTO YAQUE DEL NORTE	Tarea	Hectárea	Hectárea	
	GUANAJUMA (BOMBEO)	2,160	135	212	64
	TARTABON (BOMBEO)	28,304	1,769	1,935	78
	Sub-total	30,464	1,904	2,147	142
II	DISTRITO BAJO YAQUE DEL NORTE				
	CERRO-GORDO (BOMBEO)	40,544	2,534	2,688	363
	Sub-total	40,544	2,534	2,688	363
III	DISTRITO YUNA-CAMÚ				
	YUNA BEJUCAL (BOMBEO)				
	Sub-total				
IV	DISTRITO BAJO YUNA				
	AGLIPO II (El Aguacate+Yuna bombeo)	109,376	6,836	7,014	1,584
	PAYABO II (BOMBEO) (AGLIPO III)	4,704	294	301	55
	AGILPO III (YUNA POR BOMBEO)	18,128	1,133	1,316	138
	Sub-total	132,208	8,263	8,631	1,777
VIII	DISTRITO VALLE DE SAN JUAN				
	RÍO BAO BOMBEO	976	61	65	36
	VALLEJUELO POR BOMBEO	4,976	311	326	146
	LOS JOBOS/MIGUEL MARTINEZ (BOMBEO)	3,040	190	211	112
	RÍO CAÑO (BOMBEO)	624	39	43	18
	Sub-total	8,640	540	580	276
IX	DISTRITO LAGO ENRIQUILLO				
	ANGOSTURA (BOMBEO)	11,104	694	717	162
	BARRANCA (BOMBEO)	336	21	22	14
	CRISTÓBAL (BOMBEO)	28,512	1,782	1,959	309
	LAS CLAVELLINAS (POR BOMBEO)	5,840	365	394	159
	LOS CONUQUITOS (BOMBEO)	928	58	59	47
	SAN RAMÓN (BOMBEO)	416	26	26	9
	Sub-total	47,136	2,946	3,177	700
X	DISTRITO YAQUE-SUR				
	FONDO NEGRO (BOMBA)	4,048	253		285
	LA REFORMA (POR BOMBEO EN VICENTE NOBLE)				
	LAS LAJITAS 2 (POR BOMBEO)	3,088	193	205	110
	LOS SUIZOS (BOMBEO)	1,328	83	84	20
	Sub-total	8,464	529	289	415
	TOTALES	267,456	16,716	17,512	3,673

Fuente: INDRHI, Estadísticas del Agua en la República Dominicana.

9.3.7 Zonas potencialmente regables

La política de recursos hídricos formulada por el INDRHI, en lo relativo al riego y al drenaje, dentro de las políticas del Gobierno, se encuentra la ampliación de la superficie bajo riego mediante la construcción de nuevos sistemas de riego y mejora en la eficiencia de los ya existentes. La superficie potencial de riego se estima según el INDRHI en 710 000 ha, teniendo en cuenta tanto la aptitud de los suelos como la disponibilidad del recurso hídrico. La mayor parte de las áreas regadas se localiza en los valles situados entre las cadenas montañosas, que presentan una precipitación de media a baja y algunas limitaciones en sus suelos: pendiente, profundidad del suelo y, en algunos casos, problemas de salinidad asociados a retornos de riego en zonas con materiales evaporíticos.

En el Estudio Hidrogeológico Nacional, INDRHI-EPTISA 2004, se identificaron, entre las superficies que actualmente no están bajo riego, aquellas con mayor susceptibilidad de riego, por tipos de materiales y permeabilidades, considerando los aluviales como terrenos susceptibles de riego.

Como complemento a dicha información de partida, se han estimado e identificado superficialmente, setenta y siete nuevas zonas potencialmente regables dentro del ámbito de cada una de las unidades hidrogeológicas en estudio, cuyo criterio de selección se ha basado tanto en la idoneidad de las zonas propuestas (tipo de suelos y topografía), como en la disponibilidad de recursos subterráneos. Su superficie total es del orden de los 291 000 ha, que en su mayor parte se situarían en las unidades de la cordillera Central y del valle del Cibao. En los **Cuadros 9.24 a 9.31** se indican las zonas nuevas de posible regadío, con la estimación de sus superficies en hectáreas.

Cuadro 9.24: Zonas potencialmente regables en la U.H. de la cordillera Septentrional

Subunidad hidrogeológica		Posibles zonas de nuevos regadíos	Superficie (ha)
Luperón-Guayacanes	1	Ampliación del sistema de riego de La Isabela desde Boca de Río Grande hasta Martín Alonso a lo largo del aluvial del río Bajabonico	4,514.56
Sabaneta-El Choco	1	Nuevo sistema de riego en el aluvial del río Yásica, entre los parajes de Madre Vieja y Sabaneta de Yásica	4,115.52
	2	Nuevo sistema de riego en la zona de Ganete	11,390.90
Cabo Francés-Guaconejo	1	Ampliación de los sistemas de riego existentes entre los aluviales de los ríos Baqui y Caño Claro, entre los parajes Bejuco Alambre, San Isidro, Memiso y Palmarito.	11,255.46

Fuente: Estudio Hidrogeológico Nacional, INDRHI-EPTISA 2004.

Cuadro 9.25: Zonas potencialmente regables en la U.H. de Samaná

Subunidad hidrogeológica	Posibles zonas de nuevos regadíos		Superficie (ha)
Calizas de Naranjito	1	Nuevo sistema de riego entre La Guázara y Rancho Español	341.76
	2	Nuevo sistema de riego en la zona de la Terrenas desde Coson hasta el Portillo	1 595.36
Mármoles de Los Guanos-Atravesada	1	Nuevo sistema de riego entre Las Cuchillas y El Valle, a ambos márgenes del río San Juan	625.43
	2	Nuevo sistema de riego entre La Casualidad y La Laguna, en la margen derecha del arroyo Grande y el río San Juan	115.76
Calizas de las Galeras	1	Nuevo sistema de riego en la zona de Las Galeras	568.44
Conglomerados de Samaná-Majagual	1	Nuevo sistema de riego entre Majagua y los Cacaos	3 204.29

Fuente: Estudio Hidrogeológico Nacional, INDRHI-EPTISA 2004.

Cuadro 9.26: Zonas potencialmente regables en la U.H. del valle de Cibao

Subunidad hidrogeológica	Posibles zonas de nuevos regadíos		Superficie (ha)
Yaque del Norte I	1	Ampliación del sistema de riego existentes en el sector occidental entre Monte Cristi al Norte y los parajes de Copey y Guayubincito al Sur	11 352.81
	2	Ampliación de los sistemas de riego de la Antona en el aluvial del río Guayubín y de Cerro Gordo en el aluvial del Yaque del Norte.	2 683.43
	3	Ampliación del sistema de riego de Monsieur Bogaert a toda la superficie del aluvial del río Yaque del Norte	2 373.42
Bajo Yuna	1	Nuevo sistema de riego entre La Vega y San Francisco de Macorís	31 795.41
	2	Nuevo sistema de riego entre los ya existentes del Yuna y Catamey-Azumey en el aluvial del Yuna.	7 860.19
	3	Nuevo sistema de riego entre los parajes de Pocilga y el Cruce de Rincón	1 495.81
	4	Ampliación de los sistema de riego existentes entre Nagua y el Factor	3 881.36

Fuente: Estudio Hidrogeológico Nacional, INDRHI-EPTISA 2004.

Cuadro 9.27: Zonas potencialmente regables en la U.H. de la cordillera Central

Subunidad hidrogeológica	Posibles zonas de nuevos regadíos		Superficie (ha)
Jarabacoa-Las Placetas	1	Nuevo sistema de riego en la zona de Manabao	587.75
	2	Ampliación del sistema de riego de la Guázara	1 009.69
	3	Nuevo sistema de riego en la zona de Boca de los Ríos	122.45
Alto Yuna	1	Ampliación de los sistemas de riego de la zona de Bonao entre los parajes de Jima al Norte y el Zumbador al Sur	10 362.14
	2	Ampliación de los sistemas de riego de la zona de Maimón entre los parajes de Los Arroces al Norte y Batey Angelina al Sur	1 930.44
	3	Ampliación de los sistemas de riego próximos a la zona de Fantino entre los parajes del Rincón, Comedero Abajo y Hernando Alonzo	6 177.53
	4	Nuevo sistema de riego en la zona de Cotuí, entre Quita Sueño, La Javilla y Las lagunas	12 776.58
La Longaniza-Piedra Colorada	1	Ampliación del sistema de riego de El Canal	1 705.09
	2	Ampliación del sistema de riego de Padre las Casa, entre los Indios y El Guayabal	872.72
	3	Ampliación del sistema de riego de Constanza-Pantufla	555.68
Barbacoa-La Humedora	1	Nuevo sistema de riego en la zona de Villa Altagracia en el aluvial del río Haina	5 350.81
	2	Nuevo sistema de riego en la zona del paraje de La Cuava	345.67
	3	Nuevo sistema de riego en la zona entre los parajes de el Cidral y Conucos	294.87
	4	Nuevo sistema de riego en la zona del paraje Loma Linda	241.37
	5	Nuevo sistema de riego en la zona de San Cristóbal	6 685.52

Fuente: Estudio Hidrogeológico Nacional, INDRHI-EPTISA 2004.

Cuadro 9.28: Zonas potencialmente regables en la U.H. de los Haitises

Subunidad hidrogeológica	Posibles zonas de nuevos regadíos		Superficie (ha)
Oeste	1	Nuevo sistema de riego en la zona de la margen derecha del aluvial del río Payabo-Ara entre los parajes Batey Doña María al Norte y Batey Frias al Sur	3 720.49
	2	Nuevo sistema de riego en el aluvial del río Chacuey entre los parajes del Platanal al Norte y el Cruce de Vásquez al Sur	1875.29
Septentrional Central	1	Nuevo sistema de riego en la zona de la margen izquierda del aluvial del río Payabo-Ara entre los parajes Batey Hato San Pedro al Norte y Batey Frias al Sur	3 404.96
Meridional	1	Nuevo sistema de riego en la zona del aluvial del río Comate entre el paraje de Los Cerritos al Norte y el límite de la unidad al Sur	434.94
	2	Nuevo sistema de riego en la zona del aluvial del río Casuí entre el paraje de San Rafael al Norte y el límite de la unidad al Sur	533.84
Noroeste	1	Nuevo sistema de riego entre los parajes de El Escobal al Norte y San Rafael al Sur, ocupando una franja de terreno paralela al límite de la unidad por el este	5 508.3

Fuente: Estudio Hidrogeológico Nacional, INDRHI-EPTISA 2004.

Cuadro 9.29: Zonas potencialmente regables en la U.H. de la cordillera Oriental

Subunidad hidrogeológica	Posibles zonas de nuevos regadíos		Superficie (ha)
La Cucurucha	1	Nuevo sistema de riego en la zona del término municipal de El Valle, ocupando el aluvial de los ríos Yabón, y Sano y el de los arroyos La Jagua y Piedra	7 229.76
Miches-La Altagracia	1	Nuevo sistema de riego en la zona del término municipal de Higüey, ocupando el aluvial de los ríos Duey y Quisibani	866.84
	2	Nuevo sistema de riego entre los parajes de los Tosones al Norte y la Laguna de Nisibón y Guanabano al Sur, ocupando el aluvial de los ríos Llano, Maimón y Ampolla	5 515.81
Peña Alta-Gran Diablo	1	Nuevo sistema de riego en la zona del paraje Sabana Grande, ocupando el aluvial del río Casuí	1 065.20
	2	Ampliación del sistema de riego Cápita Yabacao, entre los parajes de Pulgarín y el Puerto	1 878.66
	3	Nuevo sistema de riego en la zona del término municipal de Hato Mayor, ocupando el aluvial del río Magua	962.15
	4	Nuevo sistema de riego entre los parajes de la Fuente al Norte y la Jabilla al Sur, ocupando el aluvial del río Higuamo	1 136.01
	5	Nuevo sistema de riego entre los parajes de Isabel al Noroeste y la Lima al Sureste, ocupando el aluvial de los arroyos Laja y Quejas	596.77
	6	Nuevo sistema de riego entre los parajes de Rancho Chiquito al Norte y las Palmillas al Sur, ocupando el aluvial del río Cibao	359.12
	7	Nuevo sistema de riego entre los parajes de Anama al Norte y Los Cerros al Sur, ocupando el aluvial del río Anamuya	487.54
El Seibo-Loma El Peñón	1	Nuevo sistema de riego entre los parajes de Pedro Sánchez al Norte y Los Cafeses al Sur, ocupando el aluvial del río Seibo	1 574.63
	2	Nuevo sistema de riego en la confluencia de los aluviales de los arroyos Culebrín y Lebrón.	260.69
	3	Nuevo sistema de riego en el paraje Hato de Mana	542.08
	4	Nuevo sistema de riego entre los parajes La Higüero y Batey Treinta	422.44

Fuente: Estudio Hidrogeológico Nacional, INDRHI-EPTISA 2004.

Cuadro 9.30: Zonas potencialmente regables en la U.H. de la sierra de Neyba

Subunidad hidrogeológica	Posibles zonas de nuevos regadíos		Superficie (ha)
Noroeste	1	Ampliación del sistema de riego El Cercado/Pinar, desde Monte Mayor hasta la Loma del Medio, a ambas márgenes del río Vallejuelo	2 670.87
	2	Ampliación del sistema de riego el Barrero, desde Junquito hasta Rancho de la Guardia, en la margen derecha del río Los Guineos	375.26
	3	Nuevo sistema de riego desde Juan Santiago hasta el Pinar Grande	1 259.74
	4	Nuevo sistema de riego desde los Fondos hasta la Barranca	822.98
Centro - Oriental	1	Ampliación del sistema de riego Vallejuelo, desde Cañada del Café hasta Vallejuelo y desde éste hasta Rancho Copey, a ambas márgenes del río Los Baos	2 211.35
	2	Nuevo sistema de riego desde Cañada de Palma hasta Rancho Copey, a ambas márgenes de la Cañada de la Palma y la Basura	775.91
	3	Nuevo sistema de riego desde Caobita hasta el Caney, a ambas márgenes de la Cañada de la Caobita	512.85
	4	Nuevo sistema de riego desde Bastida a Magueyal	620.06
	5	Nuevo sistema de riego en la zona de Higuanal	711.76
	6	Nuevo sistema de riego desde San Rafael hasta el Manguito	2 057.59
Sureste	1	Nuevo sistema de riego en la zona de San Antonio	2 323.79
	2	Nuevo sistema de riego en la zona de La Palma	1 693.36
Suroeste	1	Nuevo sistema de riego en la zona de Guayabal, a ambas márgenes del río Guayabal	959.57
	2	Nuevo sistema de riego en la zona de La Descubierta en las Cañadas de Yerba Buena y Bruño	494.15
	3	Nuevo sistema de riego en la zona de los Pinos	440.98
	4	Nuevo sistema de riego desde Las Lajas hasta Boca Chacón pasando por Tierra nueva y Mulato	1 717.26

Fuente: Estudio Hidrogeológico Nacional, INDRHI-EPTISA 2004.

Cuadro 9.31: Zonas potencialmente regables en sierra de Baoruco y península Sur de Barahona

Subunidad hidrogeológica	Posibles zonas de nuevos regadíos		Superficie (ha)
Septentrional	1	Ampliación del sistema de riego el Limón de Jimaní	3 605.78
	2	Nuevo sistema de riego en la zona de Bermesí	1 913.58
	2	Nuevo sistema de riego entre los sistemas de Angostura y los Saladillos	1 869.32
	4	Nuevo sistema de riego entre Cabral y la Cueva	2 800.68
	5	Nuevo sistema de riego en la zona de Barahona entre Cachón y Barahona	3 271.38
Meridional de Bahoruco y Península de Barahona	1	Nuevo sistema de riego en la zona de Manuel Golla	4 167.28
	2	Ampliación del sistema de riego de Pedernales	3 671.20
Sinclinal del Enriquillo	1	Nuevo sistema de riego en la zona del Higüero	1 331.42
Sinclinal de Nizaíto	1	Nuevo sistema de riego en la zona entre Fondos y la Lanza	494.17

Fuente: Estudio Hidrogeológico Nacional, INDRHI-EPTISA 2004.

9.3.8 Perspectivas y desafíos

El sector riego es imprescindible para el desarrollo de la agricultura nacional. Los distritos de riego juegan un papel preponderante en la gestión de los sistemas de riego nacionales. Las juntas de regantes son los organismos idóneos para el adecuado mantenimiento y operación de los sistemas de riego del país, por lo que deben apoyarse y fortalecerse. Existen áreas potenciales (250,000 ha, aproximadamente. Punto 7) para el incremento de los sistemas de riego y para el aumento de la producción agrícola nacional.

Existen retos en la reducción de daños a los suelos por mal manejo y salinización de los mismos (18% actual). Debe incrementarse la densidad de drenaje de los sistemas de drenaje del país (de 200 m/ha a 500 m/ha, según FAO) para conservar los suelos y evitar su degradación (31% actual). La baja eficiencia de riego mantiene una demanda artificial que genera conflictos entre los usuarios de riego y con otros organismos usuarios de agua. Se requiere continuar incentivando el cambio de tecnología de riego para mejorar, sustancialmente, la eficiencia de uso del agua (37% al 2004). Es conveniente y necesario proteger las zonas productoras de agua con un manejo adecuado del bosque, labor a la que deben integrarse las juntas de regantes y todos los demás usuarios del recurso. Debe impulsarse la aprobación y promulgación del anteproyecto de Ley de Agua, actualmente en el Congreso Dominicana, para ordenar adecuadamente el sector agua. Debe fomentarse e incrementarse el uso de lagunas artificiales para el almacenamiento de agua para riego, a fin de mejorar la operación de los sistemas de riego, evitar pérdidas y facilitar los turnos de riego.

9.4 REFERENCIAS

- INDRHI, 2006. Estadísticas del Agua en la República Dominicana, Santo Domingo, República Dominicana, 744pp.
- INDRHI, 2006. El INDRHI en el Desarrollo Nacional, Santo Domingo, República Dominicana.
- INDRHI-JICA, 2006. Proyecto de Mejoramiento Tecnológico de la Agricultura Bajo Riego, PRONTECAR. Santo Domingo, República Dominicana.
- INDRHI-EPTISA, 2004. Estudio Hidrogeológico Nacional de la República Dominicana, Fase II. Memoria de proyecto, 11 volúmenes.
- INDRHI-BID, 2004. Programa Manejo de Sistemas de Riego, PROMASIR. Santo Domingo, República Dominicana.
- INDRHI-JPIC. 2004. Proyecto Desarrollo Agrícola de Aguacate, Limón de Yuna y el Pozo, AGILPO II. Santo Domingo, República Dominicana.
- INDRHI-BIRD, 2002. Proyecto Manejo de Tierra Regada y Cuenca, PROMATREC. Santo Domingo, República Dominicana.
- INDRHI-AQUATER. 2000. Estudio Hidrogeológico Nacional de la República Dominicana, Fase I. Memoria de Proyecto, 7 volúmenes.
- INDRHI-PROMAF, 1995. Distritos de Riego de en la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana. 208 pp.
- INDRHI-OEA, 1994. Plan Nacional de Ordenamiento de los Recursos Hidráulicos. Santo Domingo, República Dominicana. 284 pp.
- INDRHI-USAID, 1987. Proyecto Manejo de Agua a Nivel de Finca, PROMAF. Santo Domingo, República Dominicana.
- INDRHI-TAHAL, 1983. Plan Nacional de Investigación, Aprovechamiento y Control de Aguas Subterráneas, PLANIACAS. Memorias de Proyecto, 7 volúmenes.
- INDRHI-BID-FEDA, Proyecto de Desarrollo Agrícola de San Juan de la Maguana, PRODAS. Santo Domingo, República Dominicana.
- Boletín de Noticias Económicas, "Presas Generan más Luz", 25 Dic. De 2006. www.rdnoticias.com
- www.indrhi.gov.do

- www.inapa.gob.do
- www.hidroelectrica.gov.do
- www.medioambiente.gov.do
- Problemática de la Sedimentación en Embalses durante Eventos Hidrológicos Extremos. Caso: Embalse de Valdesia, Rep. Dominicana. Oscar Jiménez R. y Héctor D. Farías.
- Estudio de Vulnerabilidad de Grandes Presas, Fase I y II. Halcrow-COR Ingeniería, S. A. Marzo 2003.
- Tendencias del Uso del Agua de Calidad Marginal en el Riego. Matías Prieto-Celi. Chile.
- Plan para el manejo Sostenible de la Calidad y Cantidad del Agua. Manuel Paulet Iturri. IICA, Sede Central.

CAPÍTULO

10

ESTRATEGIA Y OBJETIVOS DE DESARROLLO

10.1 INTRODUCCIÓN

El Sector Agua es uno de los ejes del desarrollo económico de la nación. El agua es, por lo tanto, además de un recurso natural, un bien económico, y también un bien social. La integración de estos tres enfoques es importante para desarrollar la visión general del Plan Hidrológico Nacional, PHN.

Los recursos hídricos están siendo altamente afectados por la presión humana sobre el mismo, agravando cada vez más su situación de disponibilidad (cantidad y calidad). Estos factores de presión son principalmente la sobreexplotación de los acuíferos, el vertimiento de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua, los cambios en el uso de suelos tales como la deforestación, las prácticas agrícolas inadecuadas, el incremento de urbanizaciones en zonas de producción hídrica, entre otros. Este decrecimiento en la disponibilidad hídrica aunado a un alto índice de crecimiento poblacional, genera conflictos que han comenzado a sentirse y que tienden a agravarse si no se toman las medidas necesarias, como la regulación del uso del agua a través de mecanismos de planificación, normativas y leyes que permitan su protección y su distribución en forma racional.

Las metas de desarrollo del milenio, dentro del campo de los recursos hídricos, están relacionadas a la implementación de instrumentos que tienen como objetivo la gestión integrada de esos recursos, así como el establecimiento de mecanismos orientados hacia su desarrollo sostenible.

10.1.1 Objetivos del PHN

Este enfoque tridimensional está claramente contenido en los objetivos del PHN que son enunciados en el acápite 2.1 de los Términos de Referencia del PHN según se cita a continuación:

“El objetivo general de este estudio es revelar la situación de los recursos hídricos de la República Dominicana, identificando áreas que merecen de intervención prioritaria y determinar las actuaciones necesarias que aporten a la racionalización y aprovechamiento sustentable del agua para solucionar o prevenir problemas que afectan o amenacen el crecimiento social y económico de nuestra nación. El objeto básico del estudio consiste en identificar y estimar las demandas actuales y futuras para todos los sectores sociales y productivos de manera regionalizada, así como cuantificar los recursos hídricos disponibles por cuencas hidrográficas, con el fin de determinar los balances hídricos correspondientes en diferentes años horizontes e identificar zonas de déficit actual y pronosticar posibles consecuencias en el Sector Agua con implicaciones sociales y económicas. A partir de este diagnóstico, se definirán para distintos escenarios de crecimiento económico, social y ambiental, las acciones, proyectos pertinentes para enfrentar con racionalidad estos problemas y cuantificar las inversiones necesarias e identificar las posibles fuentes de financiación a fin de satisfacer las demandas citadas con las garantías adecuadas para cada sector. Con los resultados de este estudio se espera contar con un marco orientador para la toma de decisiones sobre las acciones prioritarias para solucionar los problemas del agua en la República Dominicana”.

10.1.2 Enfoque de inversión

Dentro de los objetivos específicos de los términos de referencia se señala en el acápite 2.2.e, la necesidad de la cuantificación económica de los proyectos.

“Cuantificar los recursos económicos requeridos para implementar las acciones y proyectos prioritarios, identificando las opciones financieras y las posibles fuentes de financiación, proponiendo además un conjunto de acciones y medidas institucionales coadyuvantes para hacer frente a metas de desarrollo y eficiencia en el aprovechamiento de los recursos hídricos”.

Además, en el acápite 3 de los Términos de Referencia del PHN, Alcance y Especificaciones puntualiza en el literal “d.) Análisis de Sostenibilidad Económica y Opciones Financieras”:

“Valoraciones presupuestarias, comparación entre diversas alternativas, priorización de actividades y acciones a realizar, basada en el grado de solución que su disponibilidad producirá, considerando incrementos de bienestar y beneficios indirectos que producirá. Se tendrá como resultado una estimación de la valoración económica de las actividades e infraestructuras recomendadas y un documento indicando una breve descripción de las características, el período de implementación y el procedimiento de financiación”.

En los “Resultados, productos esperados e informes”, literal 5.1.b, señala:

“Este plan contendrá las recomendaciones sobre como viabilizar, desde el punto de vista financiero, la ejecución de los proyectos propuestos, presentando alternativas de financiación adecuadas y aplicables”.

10.1.3 Análisis financiero

El producto final de la implementación de la estrategia financiera se presenta en tres documentos denominados; I) Plan general de inversiones, que incluye los planes y proyectos del PHN, II) Organismos de cooperación financiera y técnica y III) Sostenibilidad económica y opciones financieras, que identifica los programas y los proyectos dominantes que se deben emprender hasta 2025 que hagan la contribución inicial para alcanzar los objetivos de la estrategia, con el plan de inversión, que identifica los proyectos dominantes que se deben emprender hasta 2025 y que contribuyan a alcanzar los objetivos de la estrategia.

En los documentos de la Fase II del PHN, se han analizado los documentos relacionados con la planificación, que incluye la identificación de problemas, la planificación estratégica de la gestión de los recursos hídricos, el ordenamiento de los proyectos y su priorización.

La estrategia y el programa de inversión de medio término son responsables de los programas de desarrollo nacional de los recursos hídricos, de los principios de la eficacia económica y de la mejora ambiental. El estudio incluyó todos los subsectores del agua, definidos como: Desarrollo de los recursos hídricos, abastecimiento y saneamiento de agua, control de la contaminación, irrigación y drenaje, hidroelectricidad, el medio ambiente y protección de la inundación.

Para cada subsector se ha determinado su situación actual, requisitos futuros, objetivos para el subsector (a 2025), apremios para resolver esos objetivos, una estrategia propuesta para el subsector, un plan detallado de la inversión con los proyectos dirigidos alcanzando los objetivos de la estrategia, con una valoración de costes para resolver esos objetivos.

Los proyectos presentados en el plan de inversiones se basan en los criterios de selección convenidos en los talleres sectoriales, regionales y acordados con funcionarios del INDRHI. También, se basan en las finanzas estimadas a estar disponible para el sector agua durante el período seleccionado. El plan de inversión incluye todos los subsectores del agua, agrupados como sigue:

- Desarrollo de recursos de agua
- Protección de la irrigación, drenaje e inundación
- Abastecimiento y saneamiento de agua, que cubre subsectores urbanos, rurales e industriales
- Ambiente
- Hidroelectricidad

Además, hay proyectos designados de "actividades soporte", denominados "Fortalecimiento institucional" que apoyan apuntalar la eficiencia del financiamiento para el sector del agua.

Los proyectos que están implementándose o tienen financiamiento destinado a ellas y tienen probabilidad de comenzar pronto, han sido incluidos debido a sus asignaciones del presupuesto, especialmente en los años del PHN.

El resultado del estudio por sector se presenta en el **Cuadro 10.1**

Cuadro 10.1: Resumen de la inversión por sub sector hídrico

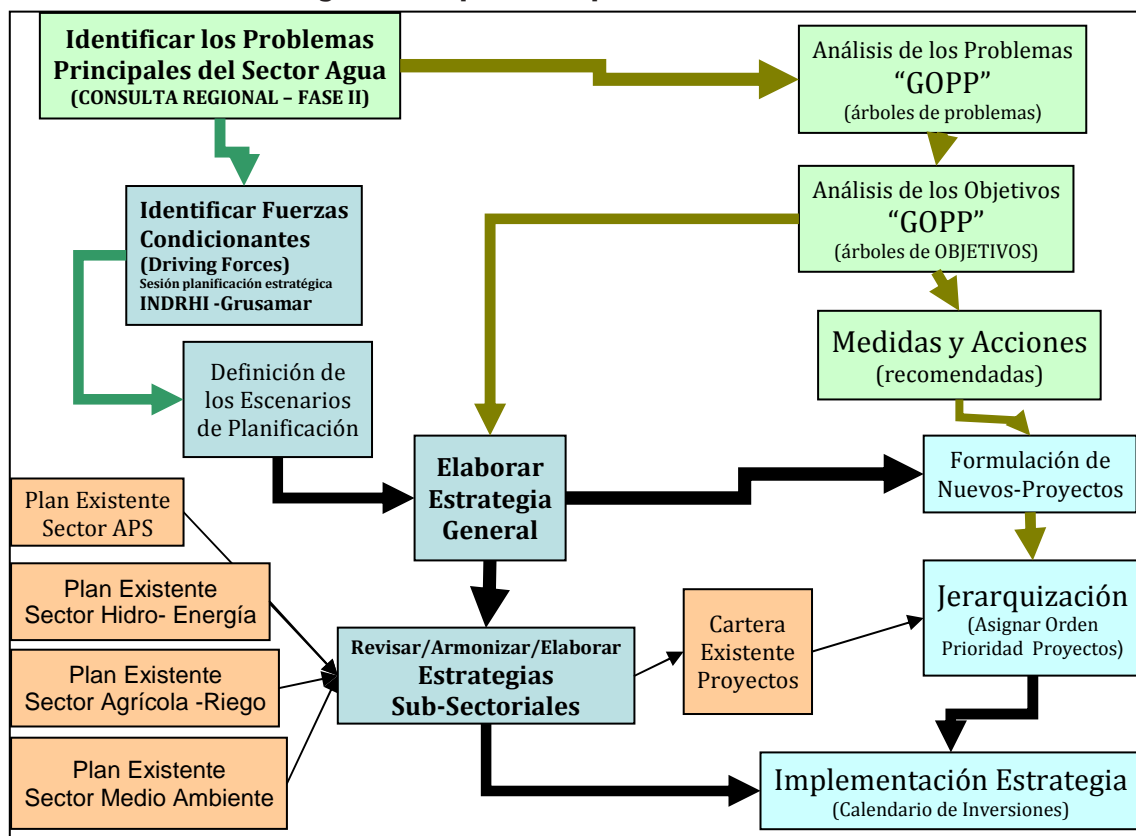
Sub Sector	Costo (MM US\$)
Proyectos grandes presas y embalses	3,696.41
Agua potable y saneamiento	3,110.80
Medio ambiente	40.67
Irrigación y drenaje	736.93
Fortalecimiento institucional	62.16
Total (MM US\$)	7,646.97

10.2 PROCESO DE PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA

El manejo y administración de los recursos hídricos en la sociedad actual ha dejado de ser un problema biofísico o de gestión de recursos naturales y se ha transformado en un proceso social, económico y político, por lo cual es necesario involucrar a los diversos actores y las organizaciones que forman parte de las regiones hidrográficas. Con este enfoque se han evaluado los cambios que pueden originarse en el marco de la sociedad nacional y a nivel internacional, teniendo en cuenta la situación actual de los recursos hídricos y las tendencias ambientales, mundiales y locales, para garantizar el suministro adecuado de agua a los diferentes usuarios mediante la construcción de proyectos de aprovechamiento de los recursos hidráulicos en armonía con la gestión sostenible del medio ambiente.

En la **Figura 10.1** se muestra el proceso de la planificación seguida por el PHN, encontrándonos en la etapa de la Implementación de la estrategia, que incluye el Plan General de Inversiones y el análisis de la Sostenibilidad Económica y de las Opciones Financieras, con su calendario de inversiones y sus fuentes de financiamiento.

Fig. 10.1: Esquema de planificación de PHN



Fuente: Plan Hidrológico Nacional, 2007.

10.2.1 Participación Comunitaria

Dando cumplimiento a los requerimientos metodológicos de los Términos de Referencia del Plan Hidrológico Nacional (PHN), se implementó un proceso con un **Enfoque Participativo** en la fase de planificación con la participación de los principales actores e interesados en el agua, tanto a nivel de la cuenca como a escala nacional. Este espacio a la participación integró a los interesados a través de reuniones de trabajo, talleres, seminarios con los interesados, identificando previamente quienes eran los actores claves. En coordinación con el equipo de contraparte del Departamento de Planificación del INDRHI, la Consultora realizó las consultas y talleres en los que se formularon los Planes de Desarrollo. En el **Cuadro 10.2** se muestran los lugares y las fechas de celebración de los talleres.

Cuadro 10.2: Organismos y fechas de los talleres de participación comunitaria del PHN

Región	Organización	Fecha
Este	UCE	20 y 21 septiembre 2007
Costa Atlántica	CORAAPLATA	9 octubre 2007
Yaque del Norte	APEDI	11-12 octubre 2007
Ozama-Nizao	INDRHI	16-17 octubre 2007
Yuna	Junta de Regantes de Jima	23-24 octubre 2007
Yaque del Sur	FUNDASEP	29 noviembre 2007

Del primer taller realizado en la región ESTE, surgieron las declaraciones de visión y misión que fueron luego ratificadas en los talleres de las demás regiones. La declaración de visión y misión consensuada son respectivamente:

Visión

Para el año 2030 toda las Regiones habrán logrado la disponibilidad de agua en cantidad adecuada y calidad óptima para toda la población y su gestión contribuirá al desarrollo socio económico de todos los sectores y la preservación del medio ambiente.

Misión

- Concientizar a la población sobre el uso de los recursos hídricos
- Manejo y conservación de los recursos naturales y ambientales
- Inversión
- Participación público-privada en la solución de problemas
- Desarrollo, regulación y cumplimiento de las normas
- Fortalecimiento y coordinación institucional.

La herramienta principal utilizada fue la planificación de proyectos por objetivos, promovido por la GTZ (ZOPP), aunque también se la denomina Planeamiento Orientado a Meta del Proyecto, de sus siglas en inglés GOPP.

En la región Este se utilizó la técnica del sistema Shell o Método de Planificación Estratégica (mejor conocido por el Análisis DAFO o Análisis FODA (en inglés SWOT - Strength, Weaknesses, Opportunities, Threats) que es una metodología para desarrollar un plan estratégico. Se basa en el estudio de la situación competitiva de una empresa o corporación dentro de su mercado y de las características internas de la misma, a efectos de determinar sus debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades.

10.2.2 Resultados de los talleres

Los problemas principales identificados y la votación obtenida en los talleres regionales son presentados en el **Cuadro 10.3**,

Cuadro 10.3: Resumen de los problemas principales regionales de la República Dominicana

No.	Necesidad o Problema	Yaque del Norte	Atlántica	Yuna	Este	Ozama-Nizao	Yaque del Sur
1	Deforestación	18	14	5	10	12	19
2	Contaminación por aguas residuales	13	16	10	10	11	2
3	Falta de educación	11	9	2	9	2	12
4	Asentamientos humanos		13	2	4	8	4
5	Residuos sólidos		8	5	5	8	x
6	Falta de planificación		8	9	8		5
7	Erosión de cuencas	15	5	2	2	5	2
8	Baja eficiencia de riego	5		6	2	4	4
9	Falta de alcantarillado	7			x	18	7
10	Sobreexplotación e Intrusión salina		3		9	3	

Fuente: Plan Hidrológico Nacional, 2007.

Obsérvese, en la tabla de arriba, que los temas de deforestación y contaminación por aguas residuales y la falta de educación fueron identificados consistentemente como los problemas principales que afectan a todas las regiones del país.

El árbol de problemas es la herramienta principal del método de Planificación de Proyectos por Objetivos. Presentados los problemas y agrupados de manera lógica, los participantes en los talleres regionales identificaban el problema central (similar al tronco de un árbol), y a partir de este se determinaban cuales de los problemas eran causales (CAUSAS= raíces del árbol) y cuáles eran sus resultados (EFECTOS = ramas del árbol).

Los problemas centrales o troncales, que surgieron de estos ejercicios fueron: Deterioro medio físico ambiental, contaminación aguas, saneamiento urbano, manejo de cuencas, déficit hídrico, déficit agua potable, mala gestión riego, y debilidad institucional y del marco legal, tal como se muestra en el **Cuadro 10.4**.

Cuadro 10.4: Reagrupación del problema principal en los árboles de problemas

No.	Problema principal reagrupado	Yaque del Norte	Atlántica	Yuna	Este	Ozama Nizao	Yaque del Sur
1	Deterioro medio físico ambiental	X	X	X	X	X	
1ª	Contaminación aguas	X				X	
1B	Saneamiento urbano						X
1C	Manejo de cuencas			X			X
2	Déficit hídrico	X					
2A	Déficit agua potable		X		X	X	
3	Mala gestión riego			X			X
4	Debilidad institucional marco legal					X	X

Fuente: Plan Hidrológico Nacional, 2007.

Los árboles de problemas tal como surgieron de los talleres fueron analizados y agrupados para pasar del enfoque regional al enfoque temático, resumiendo el análisis a los cuatro temas principales.

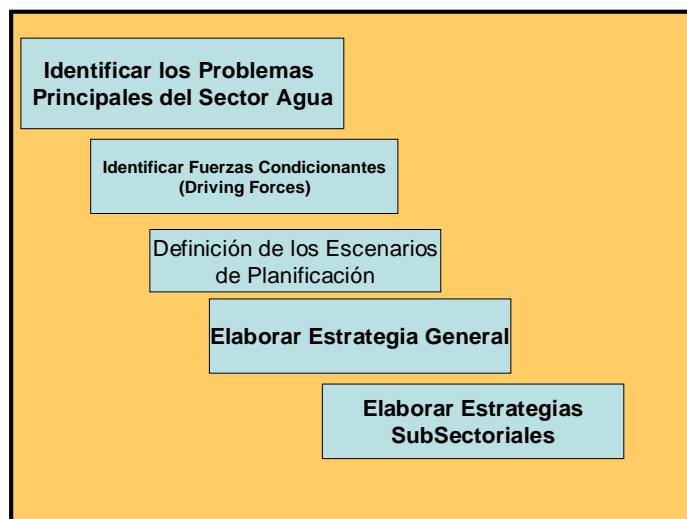
Del árbol de problemas, se deriva el árbol de objetivos, en el cual se invierte el árbol de problemas colocando las "CAUSAS" arriba y los "EFECTOS" debajo y cambiando al sentido "positivo" todas las etiquetas de los "problemas" para convertirlos en "objetivos".

10.2.3 Fuerzas condicionantes de la estrategia

En la elaboración de la estrategia, dentro del Plan Hidrológico Nacional, se ha seguido el siguiente procedimiento, **Figura 10.2:**

1. Identificación de las condiciones de los problemas principales o claves dentro del sector agua (realizado mediante consulta participativa en los talleres regionales).
2. Identificación de las condiciones claves (mercado, regulación marco legal, clima, tecnología) del sector en el futuro para justificar una decisión.
3. Evaluación del estado de estas condiciones en cada escenario.
4. Comparación de las condiciones de los escenarios con las condiciones futuras deseadas
5. Evaluación de cuan exitosa y resistente o vulnerable sería una decisión en cada escenario.
6. Evaluación de la robustez general de una decisión de proceder con la estrategia propuesta
7. Consideración de la necesidad o deseo de encabezar o modificar la decisión original de algún modo para mejorar su robustez.

Fig. 10.2: Procedimiento para la planificación estratégica



Fuente: Plan Hidrológico Nacional, 2007.

Antes de establecer una estrategia es necesario realizar un análisis de cuáles son las fuerzas condicionantes que restringen o influyen la gestión del agua y el funcionamiento del sector agua en sentido general. Estas fuerzas condicionantes son fuerzas externas al sector y la nación e internas al sector. Existe consenso de que las fuerzas condicionantes deben ser organizadas genéricamente por los siguientes tipos de fuerzas:

- (a) Fuerzas cíclicas, como los ciclos anuales de inundaciones,
- (b) Tendencias como calentamiento global, deforestación en cuencas, crecimiento de la población
- (c) Aleatorias, pero predecibles, eventos, tales como sismos, cambios en cursos de los ríos
- (d) Eventos de posicionamiento (Benchmark), como firma de importante convención, ratificación de Ramsar convención
- (e) Eventos sorpresivos, e.g., represamiento de un río (sin consulta previa) por un país fronterizo aguas arriba, golpe de estado, ataques terroristas

El análisis de las fuerzas condicionantes debe identificar cuáles de las fuerzas son verdaderamente importantes en influenciar el sector y como cambiarían la magnitud y naturaleza de estas fuerzas.

Es imperativo que las fuerzas condicionantes condensadas (agrupadas) en un número razonable de fuerzas (no más de 12 internas y 12 externas) de forma tal que los escenarios puedan ser desarrollados y se aporte información efectiva al ejercicio de la formulación estratégica.

En el **Cuadro 10.5** se muestran las fuerzas condicionantes de la planificación estratégica en la República Dominicana.

Cuadro 10.5: Esquema de fuerzas condicionantes

Fuerzas demográficas Crecimiento de la población (5) Urbanización Migración (0)	Fuerzas económicas Globalización Precio de los combustibles (6) Cambios en mezcla de rendimiento económico Macroeconomía (0) Industrialización (3) Desarrollo turístico (1)
Fuerzas sociales Estilos de vida Preferencias culturales Pobreza (1)	Fuerzas tecnológicas Nivel tecnológico (4) Tecnologías de uso del agua Eficiencia distribución de agua Desarrollo de fuentes prácticas de energía renovable No contaminación del agua
Fuerzas ambientales Sobre explotación de recursos hídricos Contaminación ambiental (6) Contaminación de recursos hídricos Degradación de ecosistemas acuáticos Cambios climáticos (6)	Fuerzas de gobernabilidad Reformas institucionales Reformas legales Participación de comunidades Introducción de manejo de la demanda Descentralización del estado Clima político

Fuente: Plan Hidrológico Nacional, 2007.

10.2.4 Planes de gestión

Elaboradas las estrategias, Volumen II de la Fase Planificación y su priorización, Volumen IV de la Fase Planificación; y teniendo en cuenta todos estos elementos, se han preparado los

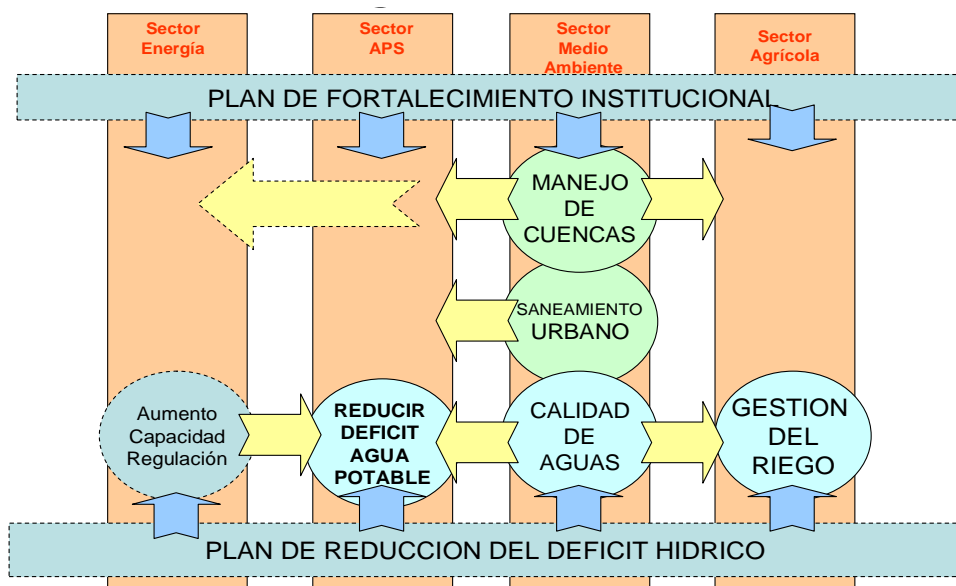
planes de gestión de los diferentes sectores que integran los recursos hídricos de la República Dominicana. Los planes de gestión son programas o disposiciones detalladas para la ejecución de una obra o acción y del modo de realizarlas.

La planificación estratégica marca los fines, objetivos y principales líneas de actuación de futuro, mientras que el plan de gestión constituye un enlace básico entre la estrategia y el corto plazo, sirviendo de control del plan estratégico para que se llegue a tiempo y cumplir los objetivos establecidos.

Como puede apreciarse en la **Figura 10.3**, los planes de gestión resultantes de los talleres regionales han sido agrupados por sector, y estos encajan de manera coherente con los cuatro sub-sectores del sector agua. Los temas principales que surgieron del Análisis de objetivos son: Reducir el deterioro ambiental (con los sub-planes de calidad de aguas, manejo de cuenca y saneamiento urbano), la reducción del déficit hídrico (y en particular el de agua potable), mejorar la gestión del riego, y el fortalecimiento institucional. Dos de estos planes son de carácter transversal a todo el sector agua y son: la reducción del déficit hídrico y el fortalecimiento institucional.

En el sector agua potable y saneamiento se inserta el plan para reducir el déficit de agua potable. En el sector medio ambiente se desarrolló el plan de cuencas hidrográficas con tres sub planes: Sub plan manejo de cuencas, sub plan saneamiento urbano y sub plan calidad de las aguas. En el sector agrícola se inserta el Plan de mejorar la gestión de Riego. Y en el sector energía se inserta el sub-plan de aumento de la capacidad de regulación (Plan de grandes presas y embalses) que es uno de los objetivos específicos del Plan de Reducción del Déficit Hídrico.

Fig. 10.3 Planes de Gestión de los Recurso Hídricos, República Dominicana, PHN



10.3 PLAN GESTIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

10.3.1. Situación actual y justificación

El sector riego en República Dominicana utiliza 7,802 MMC, equivalente al 82% del recurso agua. Sus actividades son planificadas y manejadas por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), que lo ha organizado para su manejo administrativo en 10 distritos de riego que comprenden 31 zonas de riego con una superficie total de 301,537 hectáreas y con una infraestructura de 4,439.52 kilómetros de canales. Desde el año 1985, los distritos de riego han transferido la administración y operación de los sistemas, incluyendo canales principales y secundarios a las juntas de regantes que integran a 86,026 usuarios.

En todo el país operan 831 sistemas de riego conformados por redes de canales principales, secundarios y terciarios; además, de un número importantes de obras de almacenamientos que en conjunto almacenan 1,900 MMC, estas redes conducen las aguas que riegan en todas las regiones de nuestra geografía, las distintas plantaciones que satisfacen parte de la demanda nacional de los más diversos rubros agrícolas y permitir en algunas ocasiones, exportar parte de la producción excedente de algunos de estos rubros.

Como complemento para el mejor funcionamiento de los sistemas de riego se desarrollan los sistemas de drenaje que hacen mucho más eficiente el uso del agua en las distintas zonas y reducen de manera efectiva los riesgos de salinización y degradación de los suelos agrícolas.

Las problemáticas del sector riego fueron identificadas en las regiones Yaque del Sur y en la región del Yuna, como uno de los problemas centrales en los talleres de planificación regional llevados a cabo en la FASE II del plan hidrológico nacional. La aplicación del sub-plan para el sector riego aplicarían igualmente en todas las demás regiones, aunque serían de menor envergadura en la región Atlántica y la región Este, en las cuales priman otras problemáticas y otros sub-sectores.

Del análisis del árbol de problemas desarrollado en los talleres regionales, se construyó un árbol de problemas único para todo el sector riego y luego se derivó el árbol de objetivo. De este árbol de objetivos, se desprende el objetivo general del sub-plan y los cinco (5) objetivos específicos mostrados en el cuadro siguiente:

OBJETIVO GENERAL
Mejoramiento de la gestión de los sistemas de riego
Objetivos específicos:
1. Optimizar el uso del recurso agua
2. Mejorar la capacidad gerencial
3. Mejorar y ampliar la infraestructura de riego
4. Fortalecimiento institucional
5. Reducir la vulnerabilidad de los sistemas de riego y de los regantes

Uno de los objetivos fundamentales que tiene planteado todo el sector agropecuario para impulsar el desarrollo agrícola nacional es el mejoramiento de la gestión de los sistemas de Riego.

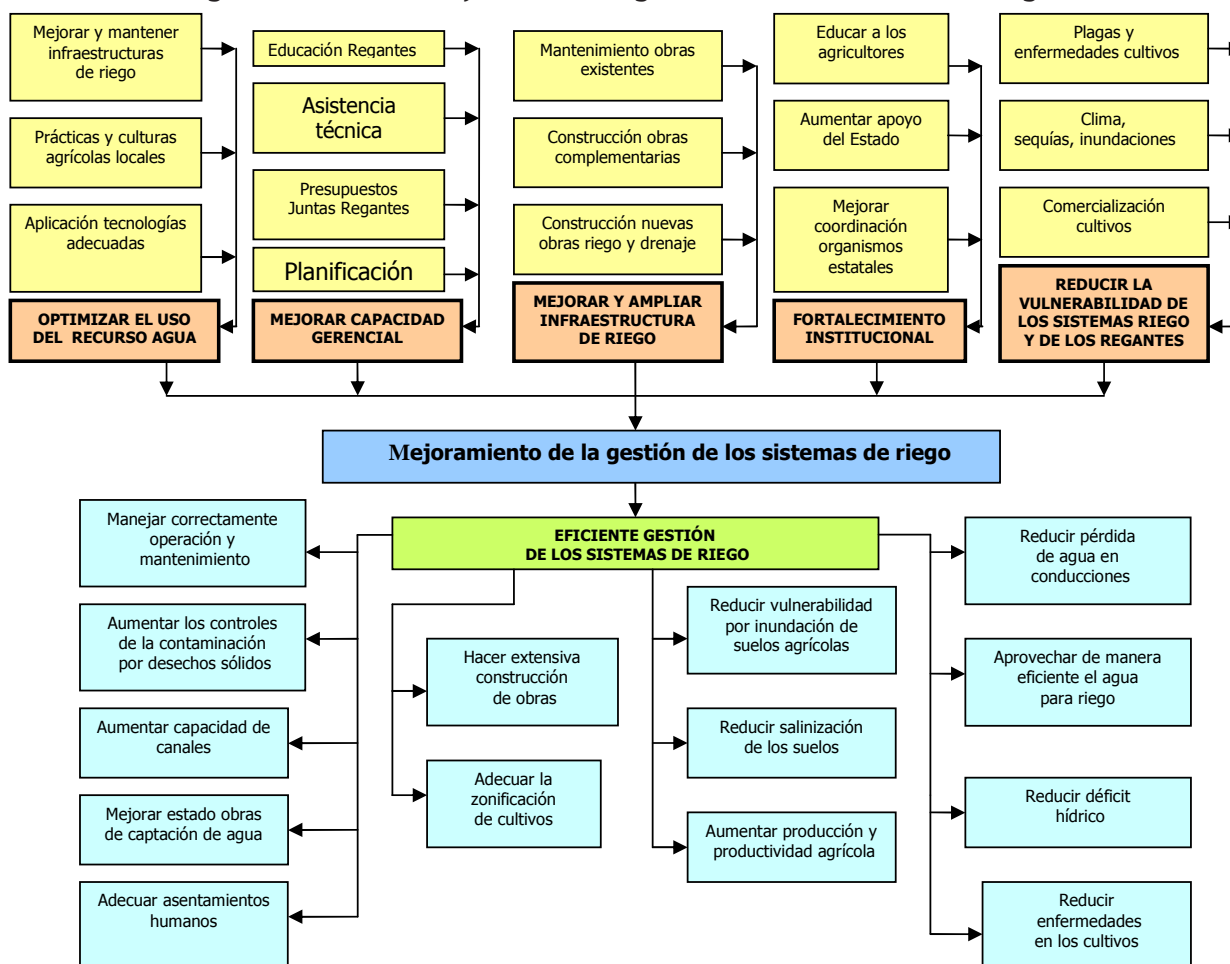
El mejoramiento de estos sistemas tiene las más diversas implicaciones, entre las que tenemos:

- Las instituciones del sector agropecuario deben involucrarse de manera efectiva en la consecución del objetivo general planteado.
- Desarrollar un plan nacional de mejoramiento y ampliación de la infraestructura de riego.
- Instruir a las asociaciones de regantes en torno a las más novedosas prácticas de riego y técnicas de cultivos.
- Instruir en torno a las técnicas modernas del manejo gerencial, a los directivos de las juntas y asociaciones de regante a fin de que dichas instituciones se manejen y operen apegadas a los reglamentos que las rigen.
- Todo el sector agropecuario debe aunar esfuerzos en la permanente vigilancia de los fenómenos naturales extremos y de otros tipos, que de manera recurrente vulneran los sistemas de riego y los bienes e intereses de los regantes.

Como es sabido, el cada vez más escaso y vital recurso agua, tiene su mayor uso en la agricultura, siendo su demanda actual mayor del 80% del total de las disponibilidades para el consumo nacional y una de las grandes prioridades del sector, es reducir ese porcentaje a valores más racionales; para lograr ese objetivo deben todos los actores del sector hacer conciencia de esta perentoria necesidad y unificar esfuerzos a fin de disminuir dichos porcentajes de uso y ampliar las fronteras agrícolas existentes. El objetivo del mejoramiento de la gestión de riego se torna en la actualidad, en uno de los pilares de mayor importancia para impulsar el desarrollo agrícola nacional, ya que su implementación con efectividad, permite ampliar de forma significativa la frontera agrícola nacional.

En la **Figura 10.4** se muestra el objetivo general del sub-plan y los cinco (5) objetivos específicos a lograr de manera perentoria; además de las acciones a ejecutar a fin de cumplir los propósitos planteados para mejorar la gestión de los sistemas de riego.

Fig. 10.4: Árbol de objetivos: Plan gestión de los sistemas de riego



10.3.2 Objetivos específicos

- **Objetivo específico 1: Optimizar el uso del recurso agua**

Las eficiencias globales para las zonas de riego varían en el rango de 13% a 32%, mientras que la eficiencia de distribución varía de 39% a 90% y las de aplicación en el rango de 15% a 40%. Estas cifras revelan que del 82% del agua usada, se desperdicia un porcentaje muy elevado, que debe ser reducido para lograr un uso más eficiente del agua y una mejor gestión del riego.

Con el propósito de reducir la excesiva demanda en el manejo de agua para riego es perentorio llevar a cabo acciones, ejecutar proyectos y los programas más diversos, a fin de disminuir en todas sus manifestaciones, las deficientes prácticas de riego que actualmente consumen un porcentaje muy importante de las disponibilidades hídricas del país.

Las causas de estas pérdidas tienen las más diversas tipificaciones, estas van desde la falta de mantenimiento de las estructuras de riego hasta malas prácticas de riego, que durante años han resultado excesivamente deficientes.

Los diversos sectores que inciden en el sector agropecuario tienen como meta de primer orden, la optimización del uso del recurso agua, para ello es preciso implementar una serie de acciones que hacen posible mejorar el riego agrícola.

El promedio de la eficiencia global actual, estimada en 20%, nos da una idea de lo deficiente que resulta la gestión de riego, esto conlleva un gasto excesivo en la demanda de agua para la agricultura y da una idea de la gravedad del dispendio de este recurso tan vital; es preciso implementar acciones para revertir esta negativa realidad, para ello se precisa aplicar tecnologías eficientes en los sistemas de riego, conjuntamente con esto se requiere llevar a cabo un permanente plan de mantenimiento a la infraestructura de riego.

A estas acciones se deben agregar la educación al hombre del campo en cuanto a la necesidad de mejorar las técnicas de riego, teniendo como norte el ahorro y la conservación del escaso recurso agua y mejorar las técnicas de cultivo, acorde con las innovaciones disponibles en esta actividad productiva.

Más adelante se presenta el cuadro del objetivo específico No. 1 y las acciones a implementar para lograr su cumplimiento, se muestra de manera detallada los proyectos y actividades necesarios para obtener los resultados esperados y detallados a continuación:

Objetivo específico 1:
Optimizar el uso del recurso agua
ACCIONES
1. Introducir tecnología más eficiente en el uso de agua
2. Cambiar las prácticas y cultura agrícolas tradicionales
3. Mejorar el estado de la infraestructura (ver objetivo No. 3)
4. Incrementar aprovechamiento de las aguas subterráneas

1. 1 Introducir tecnología más eficiente en el uso de agua

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Nivelación de terrenos empleando la técnica de rayos láser	Optimizar el uso del agua para riego, reduciendo significativamente los volúmenes demandados en las áreas regadas.
Instalación de estructuras de control	La eficiencia de riego se incrementa al implementarse estructuras de distribución o compuertas mejoradas, a fin de regular el suministro de agua en los canales de riego
Instalación de sistemas de riego presurizado	Optimizar, reduciendo de manera significativa el uso del agua para riego en las distintas zonas del país, con la instalación de sistemas de riego por goteo
Instalación de macro y micro medidores	Con esta iniciativa se espera lograr un mayor control del usuario con respecto al uso del servicio y cobrar la cantidad real en dinero del consumo.
Uso de tecnología de punta	Mayor producción y productividad y reducción significativa de pérdidas de agua en la gestión de riego

1.2 Cambiar las prácticas y cultura agrícolas tradicionales

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Programa de educación para el manejo agrícola eficiente.	Agricultores instruidos en los centros CABI y similares, acerca de las nuevas técnicas de cultivos y el manejo eficiente del agua para riego.
Fomentar el desarrollo de la agricultura orgánica	Obtención de cultivos usando métodos conservacionista que no lesionan el medio ambiente

1.3 Mejorar el estado de las infraestructuras de riego

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Mejoramiento de drenajes	Mejorar el drenaje de las tierras regadas para evitar y en otros casos reducir, la salinización de las mismas
Rehabilitación de canales	Mejorar sustancialmente la eficiencia de riego por reducción de pérdidas por conducción.
Ampliación de las redes de canales de los sistema de riego	Permitir mejorar el suministro de agua para riego e integrar nuevas áreas de riego

1.4 Incrementar aprovechamiento de las aguas subterráneas

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Construcción de campos de pozos	Disponer de mayores volúmenes de agua en áreas deprimidas, para mejorar los rendimientos en la agricultura, e integrar nuevas áreas a la producción.

• Objetivo Específico 2: Mejorar la Capacidad Gerencial

Aunque se ha logrado mucho en poco tiempo, la transferencia de los sistemas de riego a los usuarios debe mejorar en los aspectos de elevar la capacidad gerencial de las juntas de regantes y las asociaciones de usuarios para que el desempeño de las mismas sea siempre exitosa, logrando las metas de conservación, sostenibilidad y autogestión del sistema.

A pesar de que las recaudaciones por concepto de pago de tarifa de agua se incrementaron de un 20% antes de la transferencia de los sistemas de riego, a cerca de 85% en la actualidad, es preciso insistir en mejorar las mismas a fin de lograr las máximas eficiencias.

La formulación de los planes orientados a funcionar por 10 años, y en el que se plantean soluciones alternativas a los principales problemas que han enfrentado las juntas, se llevan a cabo con miras a alcanzar y asegurar la autosuficiencia económica de la entidad.

La capacitación de los directivos y técnicos de las juntas de regantes tiene como propósito enseñar las herramientas que son necesarias para elaborar planes de trabajo y presupuesto anuales así como para definir criterios que coadyuven a que dichas juntas sean autogestionarias, estas técnicas deben ser mejoradas implementando y aplicando las herramientas que proporcionan la planificación estratégica que permite optimizar la gestión de los sistemas de riego.

La educación de los agricultores es de suma importancia ya que con ello se logra una mejor gestión del recurso; las nuevas técnicas de cultivo y las técnicas de riego con eficiencia conllevan una sustancial mejoría de la producción y la productividad como también un ahorro considerable en el suministro de agua para riego.

A continuación se presenta el cuadro del objetivo específico No. 2 y las acciones a implementar para lograr su cumplimiento, se muestra de manera detallada los proyectos y actividades necesarios para obtener los resultados esperados, los cuales se detallan a continuación:

Objetivo específico 2:
Mejorar la capacidad gerencial
ACCIONES
1. Proveer asistencia técnica a las Juntas de Regantes en gerencia de los sistemas
2. Mejorar el desempeño financiero, la planificación y la ejecución del presupuesto
3. Introducir la planificación estratégica en la gestión de los sistemas
4. Educar a los agricultores (ver Objetivos 1.2 y 1.3)
5. Mejorar la gestión de la producción y comercialización.

2.1 Proveer asistencia técnica a las juntas de regantes en gerencia de los sistemas

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Implementar programa de capacitación en torno a técnicas de riego y de cultivo de última generación.	Incremento de la producción y la productividad como también la eficiencia de riego.

2.2 Mejorar el desempeño financiero, la planificación y la ejecución del presupuesto

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Eficientizar los gastos	Realizar mensualmente un cotejo entre los gastos y cobros para evitar el gasto innecesario de capital que puede ser utilizado de manera más provechosa.
Eficientizar el sistema de cobros	Lograr la cantidad de recursos necesarios para mantener un funcionamiento adecuado de las instituciones encargadas del suministro de agua y el manejo del alcantarillado
Implementar tarifas de acuerdo a las posibilidades económicas de los sectores	Poner tarifas próximas a la realidad en los sectores de mayores recursos en los sectores de menores ingresos. Implementar tarifas menos elevadas para que los moradores en las mismas puedan acceder al pago del servicio

2.3 Introducir la planificación estratégica en la gestión de los sistemas

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Programa de educación acerca de planificación estratégica, en las juntas y asociaciones de riego.	Lograr una optima gerencia de los sistemas.

2.4 Educar a los agricultores

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Programa de educación	A través de la radio, la televisión y las escuelas, crear conciencia en la población de que el agua es vida
Capacitación	Enseñar a los usuarios el manejo de la tierra y de la distribución del agua
Implementación de programas educativos que creen conciencia en la población.	Este programa debe estar bien equipado de todos los medios para llevar una mejor información que debe llegar a las escuelas públicas y privadas, instituciones y a la población en general, ya sea a través de facilitadores, medios de comunicación radial y televisivo.
Organizar una campaña de concientización en la población sobre el valor del agua	La población toma conciencia del valor del agua y producto de ello, se reducen los desperdicios
Crear leyes y normas	Hacer que estas se cumplan y sean sancionadas las personas que amenacen dicho recurso.

2.5 Mejorar la gestión de la producción y comercialización

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Implementar tarifas de acuerdo a las posibilidades económicas de los sectores	Poner tarifas próximas a la realidad en los sectores de mayores recursos en los sectores de menores ingresos. Implementar tarifas menos elevadas para que los moradores en las mismas puedan acceder al pago del servicio
Actualización constante del catálogo de usuarios	Esta medida nos ayudará a evitar la evasión de pago por parte del usuario, ya que estará debidamente ubicado en cada momento.
Implementar un nuevo sistema tarifario que refleje el costo final del agua al usuario	Incremento de los recursos disponibles para el mejoramiento y correcta operación del servicio de agua potable
Alza del costo del servicio	Al igual que el teléfono y la electricidad, la población se preocuparía por la fugas y no dejarían acometidas abiertas.
Actualización permanente de catastro digital de usuarios	Hace posible la actualización de la gestión parcelaria y de las estadísticas agrícolas

• Objetivo específico 3: Mejorar y ampliar la infraestructura

En muy buena medida las bajas eficiencia de los sistemas de riego están relacionadas al mal estado o a la falta de operación y mantenimiento adecuado de la infraestructura de riego, en otros caso hace falta construir nuevos sistemas.

Más adelante se presenta el cuadro del objetivo específico No. 3 y las acciones a implementar para lograr su cumplimiento, se muestra de manera detallada los proyectos y actividades necesarios para obtener los resultados esperados, los cuales se detallan a continuación:

Objetivo Específico 3:
Mejorar y Ampliar la Infraestructura
ACCIONES
1. Dar mantenimiento adecuado a la infraestructura existente
2. Construir nuevas obras de riego y drenaje
3. Construir obras complementarias (caminos de acceso, etc.)
4. Construir nuevas obras de almacenamiento
5. Construir campos de pozos en zonas con sensible presión hídrica.
6. Realizar trasvases de cuencas excedentarias a cuencas deficitarias

3.1 Dar mantenimiento adecuado a la infraestructura existente

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Rehabilitación de canales	Mejorar sustancialmente la eficiencia de riego por reducción de pérdidas en la conducción.
Mejoramiento de drenajes	Mejorar el drenaje de las tierras regadas para evitar altos niveles freáticos y en otros casos reducir su salinización.
Mejoramiento Bermas de canales	Mejorar el drenaje de las tierras regadas para evitar altos niveles freáticos y en otros casos reducir su salinización.
Mejoramiento permanente a las vías de acceso a los mercados agrícolas	Permitir la salida ágil de los productos del agro a los distintos mercados

3.2 Construir nuevas obras de riego y drenaje

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Construcción de drenajes	Mejorar el drenaje de las tierras regadas para evitar altos niveles freáticos y en otros casos reducir su salinización.
Construcción de presas de uso múltiples	Disponer de mayores volúmenes de agua para obtener mayores rendimientos en la agricultura e integrar nuevas áreas a la producción agrícola.
Ampliación de las redes de canales de los sistema de riego	Permitir mejorar el suministro de agua para riego e integrar nuevas áreas de riego
Construcción de lagunas de regulación	Permitir mejorar el suministro de agua para riego e integrar nuevas áreas a la producción agrícola.
Construcción de campos de pozos	Reducir los déficit de agua para riego y uso domestico, en zonas donde este liquido resulta escaso

3.3 Construir obras complementarias (caminos de acceso, entre otros)

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Construcción de vías de acceso a las nuevas áreas de producción agrícolas	Facilitar el transporte para la comercialización de los productos

3.4 Construir nuevas obras de almacenamiento (embalses, lagunas de regulación, ...)

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Construcción de obras hidráulicas	Logramos optimizar el recurso almacenando la cantidad necesaria

3.5 Construir campos de pozos en zonas con sensible presión hídrica

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Construcción de campos de pozos	Reducir los déficit de agua para riego y uso domestico, en zonas donde este liquido resulta escaso

3.6 Construir trasvases de cuencas excedentarias a deficitarias

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Planificar el trasvase de agua en atención a la caracterización de la demanda y las características físicas de la cuenca	Llevar agua de donde hay más a donde hay menos De donde se extrae no comprometer demandas ya satisfechas o déficit por falta de infraestructura

• **Objetivo específico 4: Fortalecimiento institucional**

Uno de los mayores problemas para el desarrollo nacional es la debilidad institucional en todos los sectores, esto es también particularmente cierto para el sector riego. Esta debilidad permite que aun prevalezcan distintas prácticas deficientes en dicho sector.

A continuación se presenta el cuadro del objetivo específico No. 4 y las acciones a implementar para lograr su cumplimiento, se muestra de manera detallada los proyectos y actividades necesarios para obtener los resultados esperados, los cuales se detallan a continuación:

Objetivo Específico 4: Fortalecimiento Institucional
ACCIONES
1. Mejorar la coordinación interinstitucional dentro del sector riego
2. Aumentar el apoyo del estado al sector
3. Mejorar la capacidad gerencial de las juntas de regantes (ver objetivo 2)

4.1 Mejorar la coordinación interinstitucional dentro del sector riego

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Integración de las instituciones que inciden en el sector, a fin de encausar en conjunto las acciones de gestión del sector riego	Ejecutar proyectos, planes y programas de manera unificada evitando así la duplicidad de funciones y por tanto malgastar los recursos

4.2 Aumentar el apoyo del estado al sector

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Implementar acciones a fin de que el estado, otorgue el necesario apoyo al sector para posibilitar los planes y sub-planes que amerita ejecutar de manera prioritaria	Posibilitar la ejecución de los proyectos, planes y programas planteado en el plan hidrológico nacional

4.3 Mejorar la capacidad gerencial de las juntas de regantes (ver objetivo 2)

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Capacitar las juntas y asociaciones de regantes en lo relativo al manejo gerencial del sistema, como también introducir sus integrantes en las técnicas de la planificación estratégica	Lograr una mejor gestión de los sistemas del sector riego en conjunto.

- **Objetivo específico 5: Reducir la vulnerabilidad de los sistemas de riego y de los regantes**

La producción agrícola descansa en agricultores que asumen todos o la mayoría de riesgos, desde aquellos intrínsecos a la cadena de comercialización hasta aquellos relacionados a la ocurrencia de fenómenos naturales extremos.

A continuación se presenta el cuadro del objetivo específico No. 5 y las acciones a implementar para lograr su cumplimiento, se muestra de manera detallada los proyectos y actividades necesarios para obtener los resultados esperados, los cuales se detallan a continuación:

Objetivo Específico 5: Reducir la Vulnerabilidad de los Sistemas de Riego y de los Regantes
ACCIONES
1. Reducir la vulnerabilidad ante el peligro de inundaciones
2. Reducir la vulnerabilidad ante la ocurrencia de sequías
3. Reducir la vulnerabilidad ante la aparición de plagas dañinas a la agricultura.
4. Reducir la vulnerabilidad ante la contaminación de las fuentes de agua
5. Reducir la vulnerabilidad ante la erosión de los suelos

5.1 Reducir la vulnerabilidad ante el peligro de inundaciones

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Rehabilitar y ampliar el Sistema Nacional de Alerta Temprana	Lograr un óptimo manejo de las presas cuando se presente un evento climático extremo
Construcción de presas para el control de avenidas	Evitar las inundaciones y luego usar el agua para riego y otros usos

5.2 Reducir la vulnerabilidad ante la ocurrencia de sequías

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Eficientizar el manejo de los diversos sistemas de almacenamiento y suministro de agua para riego y uso doméstico	Se logra eliminar el desperdicio de agua en los sistemas.
Reforestación	Logramos retener mayor porcentaje de la precipitación en el área y más infiltración que ayude a la recarga de los acuíferos y la disminución de la velocidad de los ríos

5.3 Reducir la vulnerabilidad ante la aparición de plagas dañinas a la agricultura

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Implementar sistemas de vigilancia para el control de plagas dañinas a la agricultura	Evita el daño a las cosechas y las pérdidas cuantiosas que sufren los agricultores.

5.4 Reducir la vulnerabilidad ante la contaminación de las fuentes de agua

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Concientización a través del Ministerio de Medio Ambiente a las compañías y habitantes en zonas rurales sobre el uso de las aguas, así como evitar la contaminación por descarga de residuos	Cuidar el Medio Ambiente y evitar que las fuentes de agua resulten cañadas por contaminación.

5.5 Reducir la vulnerabilidad ante la erosión de los suelos

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Trabajar con curvas de nivel	Retención de humus; disminuye erosión; aumento percolación de agua
Trabajar con barreras vivas y muertas	Aumento del rendimiento agrícola, disminución de la erosión, con las barreras vivas aumenta la retención del bióxido de carbono y con las raíces aumenta la percolación de las aguas
Construcción de terrazas y bancos	Mejora el uso de los suelos, aumenta su productividad y mejora la eficiencia en el uso del agua
Caracterización de suelos	Elegir los cultivos que mejoren los rendimientos y logren menos deterioro de los suelos

10.4 PLAN MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS

10.4.1 Sub plan manejo cuenca

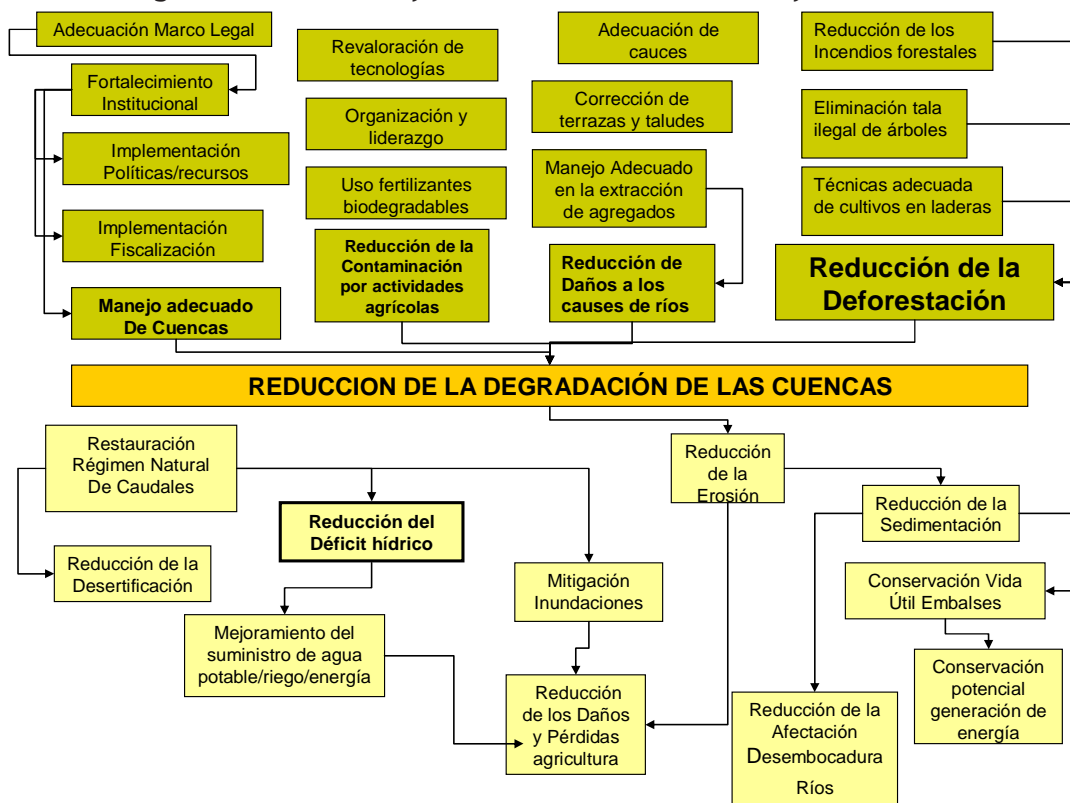
Un manejo de cuenca hidrográfica integral, incluye todos los componentes de la misma, entre los que tenemos: i) componentes físicos (geológicos, geomorfológicos, climáticos, recursos hídricos y suelos), ii) componentes biológicos (flora, fauna, ecosistemas y el hombre) y iii) componentes socioeconómicos y culturales (población, actividades educativas, actividades económicas, salud, tradiciones culturales, entre otros).

La problemática del deterioro de las cuencas fue identificada en las seis (6) regiones; se evidencian en casi todas las cuencas del país. Se estima que el área actual de cobertura boscosa es alrededor del 32.89% (Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana, 2004), y cada año se pierden 4,000 hectáreas (Rodríguez T, Ramón I, 1998) debido a tala ilegal e indiscriminada de árboles, malas prácticas agrícolas de cultivo en laderas y los incendios forestales (naturales y provocados). Como consecuencia de esto, se observa un agravado problema de erosión y pérdida de suelos en las cuencas, lo cual a su vez provoca la sedimentación de los embalses y daños a la desembocadura de los ríos y las costas.

Otro problema grave en las cuencas es la contaminación por actividades agrícolas como uso de pesticidas y otros agroquímicos. Se añade a la lista de problemas que el déficit hídrico resultante de usos excesivos de agua y que incide en el deterioro de la cuenca el manejo no eficiente de los recursos hídricos.

Del análisis del árbol de problema desarrollado en los talleres regionales, se construyó un árbol de problema único para el tema deterioro de las cuencas. De este árbol se construyó el árbol de objetivos, del que se desprenden el objetivo general del sub-plan y los cuatro (4) objetivos específicos principales mostrados en los cuadros de abajo y en la **Figura 10.5**.

Fig. 10.5: Árbol de Objetivos del Sub-Plan de Manejo de Cuencas



En términos generales, las causas de deterioro de las cuencas hidrográficas del país, no tienen otro origen que las actividades humanas, que en su totalidad no consideran los procesos naturales y las interrelaciones entre los recursos agua, bosque, suelo y vida silvestre; con consecuencias negativas que se reflejan en el deterioro general de las condiciones ambientales, escasez de agua durante verano, contaminación de las fuentes de agua, pérdida de la capa fértil del suelo y desaparición de la fauna silvestre.

Objetivos Específicos:
1. Recuperación de cobertura boscosa
2. Reducción de la contaminación por actividades agrícola
3. Eliminación de los daños a cauces de los ríos
4. Fortalecimiento del manejo de cuencas

Objetivos específicos

- **Objetivo Específico 1: Recuperación de la Cobertura Boscosa**

El proceso de degradación de los recursos naturales que afecta áreas importantes del territorio nacional debido al manejo incorrecto de los suelos, prácticas agrícolas inadecuadas, deforestación, agricultura migratoria, sobre pastoreo y uso inapropiado del agua, ha impactado negativamente en el medio ambiente, llegándose a tal extremo que el 69% del territorio dominicano se encuentra ubicado dentro de una de las tres categorías consideradas dentro de la escala de desertificación, como son: zonas áridas, semiáridas y/o húmedas secas. De ahí la importancia de la recuperación de la cobertura boscosa nacional.

Objetivo Específico 1: Recuperación de cobertura boscosa
ACCIONES
1. Reducción de los Incendios forestales
2. Eliminación tala ilegal de árboles
3. Fomento de técnicas adecuadas de cultivos en laderas
4. Reforestación y creación de un fondo forestal
5. Proveer alternativas de subsistencia económica a habitantes cuencas altas

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan las ideas de proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

1.1. Reducción de los incendios forestales

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Inventario de los ríos y las condiciones de sus cuencas	Siembra masiva de árboles Aumento de sus causas
Educación sobre la importancia de la vegetación	Siembra y protección de nuestros árboles en los ríos
Facilitar y concientizar sobre el uso del carbón vegetal	Disminución al mínimo de la deforestación por este motivo
Incentivar y facilitar otros tipos de construcciones de mínimo uso de madera	Viviendas más duraderas, resistentes que reduzcan la necesidad de usar madera de nuestros bosques.
Asesoramiento técnico de la explotación agrícola	Reducir al mínimo la tala y quema de nuestra vegetación rural para agricultura doméstica de nuestros bosques.
Mayor presencia institucional (más personal)	Mayor respeto a nuestros recursos forestales.
Regularización urbanística	Ciudades con sus «pulmones verdes»
Incentivar la siembra y cuidado de los árboles, reactivando el Plan Quisqueya Verde	Corrección de la erosión y sedimentación del agua potable y pobreza de nuestros suelos agrícolas
Aplicación de las Leyes que defienden nuestros Recursos Naturales	Reducción de factores que perjudican nuestros recursos naturales.

1.2. Eliminación tala ilegal de árboles

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Establecer viveros para la producción y reproducción de plantas	Obtener una población de plantas que permita reforestar áreas sin cobertura vegetal
Programar un plan de siembra de plantas forestales	Crear sembrados para reforestar en función de su degradación
Siembra de café combinando árboles frutales	Reforestar y obtener sustento económico
Determinar geoespacialmente cada área a reforestar	Permite localizar, medir y mejorar con más eficiencia las áreas boscosas a implementar.

1.3. Fomento de técnicas adecuadas de cultivos en laderas

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Trabajar con curvas de nivel	Retención de humus; disminuye erosión; aumento percolación de agua
Trabajar con barreras vivas y muertas	Aumento del rendimiento agrícola, disminución de la erosión, con las barreras vivas aumenta la retención del bióxido de carbono y con las raíces aumenta la percolación de las aguas
Construcción de terrazas y bancos	Mejora el uso de los suelos, aumenta su productivas y mejora la eficiencia en el uso del agua
Caracterización de suelos	Elegir los cultivos que mejoren los rendimientos y logren menos deterioro de los suelos
Planificar el trasvase de agua en atención a la caracterización de la demanda y las características físicas de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> – Llevar agua de donde hay más a donde hay menos – De donde se extrae no comprometer demandas ya satisfechas o déficit por falta de infraestructura
Aumento del drenaje	Disminuir la salinidad de suelos y la parte preventiva.

1.4. Reforestación

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Implementación de viveros forestales	Con la producción de los viveros forestales obtenemos las plantas nativas viables para abastecer las necesidades de cada cuenca
Programas de extensión forestal y capacitación técnica	<ul style="list-style-type: none"> – Crear conciencia en la población acerca de los beneficios que nos brinda el bosque y la importancia de cuidarlo – Generar capacidades técnicas en representantes de la comunidad
Reforestación con subvención estatal o de ONGs.	Lograr una cobertura vegetal en cada cuenca por parte del gobierno en una primera etapa
Creación de un fondo forestal	Obtención de ingresos, basado en un manejo sostenible de los bosques.
Siembra de árboles en las cuencas y lugares más afectados	Un aumento de la población forestal y una mayor protección en los recursos suelo y agua
Realizar una campaña de educación para que las personas tomen conciencia de lo que produce la quema y tala indiscriminada de árboles	Disminución considerable en el corte y quema de árboles para usarlos como combustible.
Suministro de estufas a residentes en lugares vulnerables.	
Penalizar a las personas que violen las disposiciones en cuanto a tala y quema.	

1.5. Proveer alternativas de subsistencia económica

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Establecer viveros para la producción y reproducción de plantas	Obtener una población de plantas que permita reforestar áreas sin cobertura vegetal
Programar un plan de siembra de plantas forestales	Crear sembrados para reforestar en función de su degradación
Siembra de café combinando árboles frutales	Reforestar y obtener sustento económico
Determinar geoespacialmente cada área a reforestar	Permite localizar, medir y mejorar con más eficiencia las áreas boscosas a implementar.

• **Objetivo específico 2: Reducción de la contaminación por actividades agrícolas**

Todos vivimos en una cuenca hidrográfica y dependemos del agua y de otros recursos naturales para sostener la vida, y todo lo que hacemos afecta la calidad y la cantidad del agua y de los demás recursos naturales, por tanto la vida misma depende del equilibrio entre todos los seres vivos que la habitan.

La contaminación agrícola es del tipo difusa y está relacionada con los retornos del agua con altas concentraciones de agroquímicos y desechos de la actividad agrícola.

Objetivo Específico 2: Reducción de la contaminación por actividades agrícola
ACCIONES
1. Uso de fertilizantes biodegradables
2. Aplicación de tecnología apropiada
3. Revaloración de tecnología tradicional
4. Organización y liderazgo
5. Promover la capacitación rural

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan los proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

2.1. Uso de fertilizantes biodegradables

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Uso de fertilizantes biodegradables o no ajustados al rendimiento biológico de las especies	
Almacenar y vigilar envases después de utilizados	Contaminación de aguas superficiales y subterráneas reducidas
Educar y adiestrar a productores en cuerpo a dosificación de uso de fertilizantes y pesticidas	Contaminación de aguas superficiales y subterráneas reducidas
Monitorear los cuerpos receptores de agua	Control de los agentes contaminantes

2.2. Aplicar tecnología apropiada

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Tratamiento de aguas industriales	Cumplimiento de normas ambientales Reutilización de las aguas
Tratamiento aguas municipales	Disminuir los niveles de contaminación hacia los cuerpos receptores
Alcantarillados – Pluvial – Sanitario	Separación de las aguas residuales para el tratamiento y disposición final de las mismas.
Concientización	Cambio de actitud y aptitud en los sectores municipales e industriales
Captación de fondos	Disponibilidad de fondos para control de vertidos tanto municipales como industriales.
Fortalecimiento Institucional INAPA, COOARAM – Medio Ambiente	Regulación de la calidad y cantidad de vertidos a los cuerpos receptores.

2.3. Revaloración de tecnología tradicional

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Rehabilitación de canales	Revestimiento de 20 kilómetros de canales principales
Instalación de estructura de control	Instalación de 12 compuertas en canal principal
Extracción de sedimento	Limpieza y extracción de sedimento

2.4. Organización y liderazgo

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Proyectos de capacitación a través de cursos y talleres	Mejorar el nivel de preparación y conocimiento del personal
Proyectos de implementación de tecnologías de punta	Modernización de los procedimientos

2.5. Promover la capacitación rural

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Concientización a través de Medio Ambiente a las compañías y habitantes en zonas rurales sobre el uso de las aguas, así como evitar la contaminación por descarga de residuos	Cuidar el Medio Ambiente

• Objetivo específico 3: Eliminación de los daños a cauces de los ríos

El deterioro ambiental, ocasionado principalmente por la acción descuidada de la mano del hombre, se manifiesta en la destrucción de la biodiversidad, desnaturilización de las condiciones físicas, químicas y biológicas de las aguas, modificación de microclimas y ecosistemas, que traen como consecuencia la alteración de las condiciones naturales del suelo y la alteración de los cauces de los ríos.

Objetivo Específico 3: Eliminación de los daños a cauces de los ríos
ACCIONES
1. Manejo Adecuado en la extracción de agregados
2. Corrección de terrazas y protección de taludes
3. Adecuación de Cauces y Torrentes
4. Organización y capacitación comunitaria

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan los proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

3.1. Manejo adecuado de extracción de agregados

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Regular la extracción de áridos, ajustándose a las Normas establecidas	Que las extracciones se realicen sin afectar el nivel freático, aplicando el Plan de manejo y adecuación ambiental donde se considere el permiso para evitar la concentración, evaporación, contaminación y disminución de la humedad de los suelos para el sostén de raíces.
Identificar lugares alternativos que puedan suplir las demandas consideradas como minas secas	Nos permite planificar después de la extracción, qué cultivos podemos fomentar en estos terrenos ya minados. Las pendientes deben ser ordenadas en atención al ángulo deseado del material en cuestión.
Caracterización geológica por región	Identificar materiales que sean de óptima calidad para la construcción y volúmenes significativos.
Determinación de volúmenes en zonas donde hay grandes aluviones y estimar distancias de las regiones de mayor demanda.	Disminución del área a impactar

3.2. Corrección de terrazas y protección de taludes

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Trabajar con curvas de nivel	Retención de humus; disminuye erosión; aumento percolación de agua
Trabajar con barreras vivas y muertas	Aumento del rendimiento agrícola, disminución de la erosión, con las barreras vivas aumenta la retención del bióxido de carbono y con las raíces aumenta la percolación de las aguas
Construcción de terrazas y bancos	Mejora el uso de los suelos, aumenta su productividad y mejora la eficiencia en el uso del agua
Caracterización de suelos	Elegir los cultivos que mejoren los rendimientos y logren menos deterioro de los suelos
Planificar el trasvase de agua en atención a la caracterización de la demanda y las características físicas de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> – Llevar agua de donde hay más a donde hay menos – De donde se extrae no comprometer demandas ya satisfechas o déficit por falta de infraestructura
Aumento del drenaje	Disminuir la salinidad de suelos y la parte preventiva.

3.3. Adecuación de cauces y torrentes

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Fortalecimiento institucional y legal	Prohibición: Conservación de los ecosistemas
Concientización	Cambio de actitud en cuanto a la extracción material
Exploración	Otras alternativas de explotación de agregados.

3.4. Organización y capacitación comunitaria

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Organización y Capacitación <ul style="list-style-type: none"> • Reuniones • Charlas • Talleres 	Comunitarios organizados y capacitados
Conservación de la cuenca <ul style="list-style-type: none"> • Reforestación • Corrosión de terrazas y protección de taludes. • Construcción de diques de bajo costo 	Cobertura de bosques mejorados 40% con respecto al inicio del proyecto. Reducción de arrastre de materiales del río, proveniente de las laderas y márgenes del río. Reducción de la erosión y sedimentación en el cauce del río
Monitoreo <ul style="list-style-type: none"> • Supervisión periódica de las terrazas y taludes por los comunitarios cercanos • Reportes periódicos 	Registro y control para su mejor seguimiento

• **Objetivo Específico 4: Fortalecimiento del manejo de cuencas**

Por manejo de cuencas se entiende el conjunto de esfuerzos tendientes a identificar y aplicar opciones técnicas, socioeconómicas y legales, que establezcan una solución a la problemática causada por el deterioro y mal uso de los recursos naturales renovables, así como de las cuencas hidrográficas, para lograr un mejor desarrollo de la sociedad inserta en ella y de la calidad de vida de su población.

Los principales problemas asociados al manejo de las cuencas hidrográficas son:

Riesgos naturales

- Inundaciones
- Aluviones
- Deslizamientos

Depredación de potencial productivo

- Desertificación
- Erosión
- Incendios forestales / quemas
- Sobrepastoreo
- Sobre utilización agrícola

Conflictos en el uso de los recursos

- Contaminación
- Eutroficación
- Aumento de demandas para energía hidroeléctrica
- Aumento de requerimientos hídricos para riego
- Sobre explotación de los recursos: tierra, aguas y vegetación

Objetivo Específico 4: Fortalecimiento del manejo de cuencas
ACCIONES
1. Implementar tecnología adecuada
2. Implementación Fiscalización
3. Implementación Políticas/recursos
4. Capacitación comunitaria
5. Fortalecimiento Institucional y Marco legal

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan los proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

4.1. Implementar tecnología adecuada

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Aplicar tecnologías adecuadas de riego. Riego por goteo, microaspersión	Mayor productividad de los cultivos, más eficiencia del uso del agua. Disminuye y/o retarda la salinización de los suelos.
Limpieza de canales de riego primarios, secundarios y terciarios	Mayor eficiencia de riego, mejor distribución del agua y mayores áreas regadas.
Aplicación de tecnologías que midan la necesidad de riego (tensiómetros)	Aplicar el riego cuando se necesite, sin que le falte ni le sobre a los cultivos. Suministrar agua de acuerdo a la demanda biológica
Usar aplicaciones menores (sifones, pequeñas presas, etc.)	Menor desperdicio del agua, uso eficiente
Tecnologías de nivelación de suelo	Evitar erosión y arrastre del suelo excesivamente, mejor penetración hacia los cultivos, etc. (parcelación)
Monitoreo de la calidad del agua de riego	Para asegurar la no salinización de los suelos y su capacidad de intercambio catiónico (CIC)

4.2. Implementación Políticas y Recursos

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Aumentar eficiencia de la conducción y distribución del agua para el consumo humano	Suministrar agua potable a una mayor población utilizando la misma cantidad de agua disponible
Estudio de la situación de las fuentes, tomas, tuberías (estado actual) y demandas	<ul style="list-style-type: none">• Diagnóstico de las disponibilidades de las fuentes• Estado físico de las infraestructuras y su eficiencia• Revisión del estado de deterioro de las tuberías, pérdidas por conexiones, cambio de dirección, altura, etc.
Rediseño de las redes de conducción y distribución.	Mejora la eficiencia en la conducción y distribución
Construir, reparar y mejorar obras civiles y redes	Contar con obras civiles y redes construidas, reparadas y/o mejoradas
Suministro de equipamiento	Contar con equipos instalados y en funcionamiento de bombeo, de electrificación, entre otros.

4.3. Capacitación comunitaria

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Organización y Capacitación <ul style="list-style-type: none"> • Reuniones • Charlas • Talleres 	Comunitarios organizados y capacitados
Conservación de la cuenca <ul style="list-style-type: none"> • Reforestación • Corrosión de terrazas y protección de taludes. • Construcción de diques de bajo costo 	Cobertura de bosques mejorados 40% con respecto al inicio del proyecto. Reducción de arrastre de materiales del río, proveniente de las laderas y márgenes del río. Reducción de la erosión y sedimentación en el cauce del río
Monitoreo <ul style="list-style-type: none"> • Supervisión periódica de las terrazas y taludes por los comunitarios cercanos • Reportes periódicos 	Registro y control para su mejor seguimiento

4.4. Fortalecimiento Institucional

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Capacitación	Empoderamiento de las comunidades
Programas de manejo y conservación coordinado	Conservación de la calidad de los ecosistemas; nos permite la investigación del turismo ecológico
Fortalecimiento institucional	Conservación de la calidad ambiental
Energético	Uso de nuevas fuentes de energía y conservación de ecosistemas

10.4.2 Sub-plan mejoramiento calidad de las aguas

10.4.2.1 Situación actual

La contaminación en la República Dominicana, es principalmente de naturaleza antrópica, entendiéndose por contaminación la introducción en un medio cualquiera de un contaminante, es decir, la introducción de cualquier sustancia o forma de energía con potencial para provocar daños, irreversibles o no, en el medio inicial.

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos. La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público.

Las conductividades en las aguas subterráneas de la República Dominicana oscilan entre 55 y 14.350 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con valores más elevados en el sector noroeste del valle del Cibao. Las muestras de menor salinidad se relacionan, en general, con los materiales carbonatados de Los Haitises, cordillera Oriental y cordillera Central.

En el caso de los aniones, las concentraciones de bicarbonatos tienen un margen de variación que oscila entre 6 y 1.342 mg/l de HCO_3^- ; los sulfatos varían entre 1 y 3.756 mg/l de SO_4^- y, los cloruros oscilan entre 4 y 3.020 mg/l de Cl^- . (INDRHI-EPTISA, 2004).

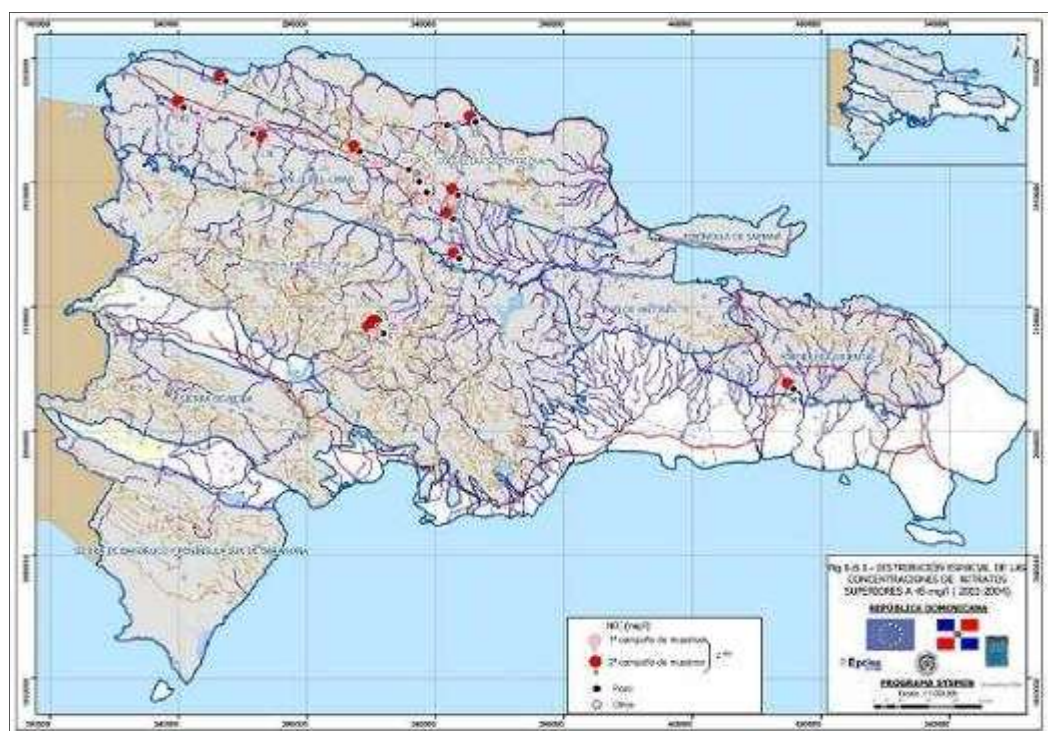
En cuanto a los cationes, el calcio presenta un rango de variación que oscila entre 2 y 512

mg/l de Ca^{++} ; el sodio, por su parte, varía entre 2 y 1.890 mg/l de Na^+ ; el potasio tiene un margen de variación comprendido entre 0 y 152 mg/l de K^+ y el magnesio se encuentra en concentraciones comprendidas entre 2 y 760 mg/l de Mg^{++} .

Debido a que la mayoría de los pozos observados (83%) son someros, en los análisis bacteriológicos se observa la presencia de coliformes totales cuyo NMP/100 mL alcanza valores superiores a 1.100. Por su parte, los coliformes fecales se encuentran en algunas muestras. Lo mismo sucede con mesófilos y pseudomonas.

En cuanto a las especies nitrogenadas se han obtenido valores de nitratos que oscilan entre 0 y 303 mg/l de NO_3^- . Los valores más frecuentes (59%) corresponden al rango de menor concentración (0-10 mg/l de NO_3^-). Los valores comprendidos entre 26 y 44 mg/l (29%) se distribuyen por gran parte del país, a excepción de Los Haitises, península de Samaná y sierra de Bahoruco y península Sur de Barahona. Por su parte, los valores más elevados, superiores 45 mg/l, se registran en varias Unidades Hidrogeológicas (valle del Cibao, valle de Constanza y cordillera Septentrional). En la **Figura 10.6** se muestran los lugares con concentraciones de nitratos superiores a 45 mg/l (2003-2004).

Fig. 10.6: Distribución espacial de concentraciones de nitratos superiores a 45 mg/l



Los plaguicidas, organoclorados, organofosforados y triazinas, se encuentran por debajo de los límites de detección.

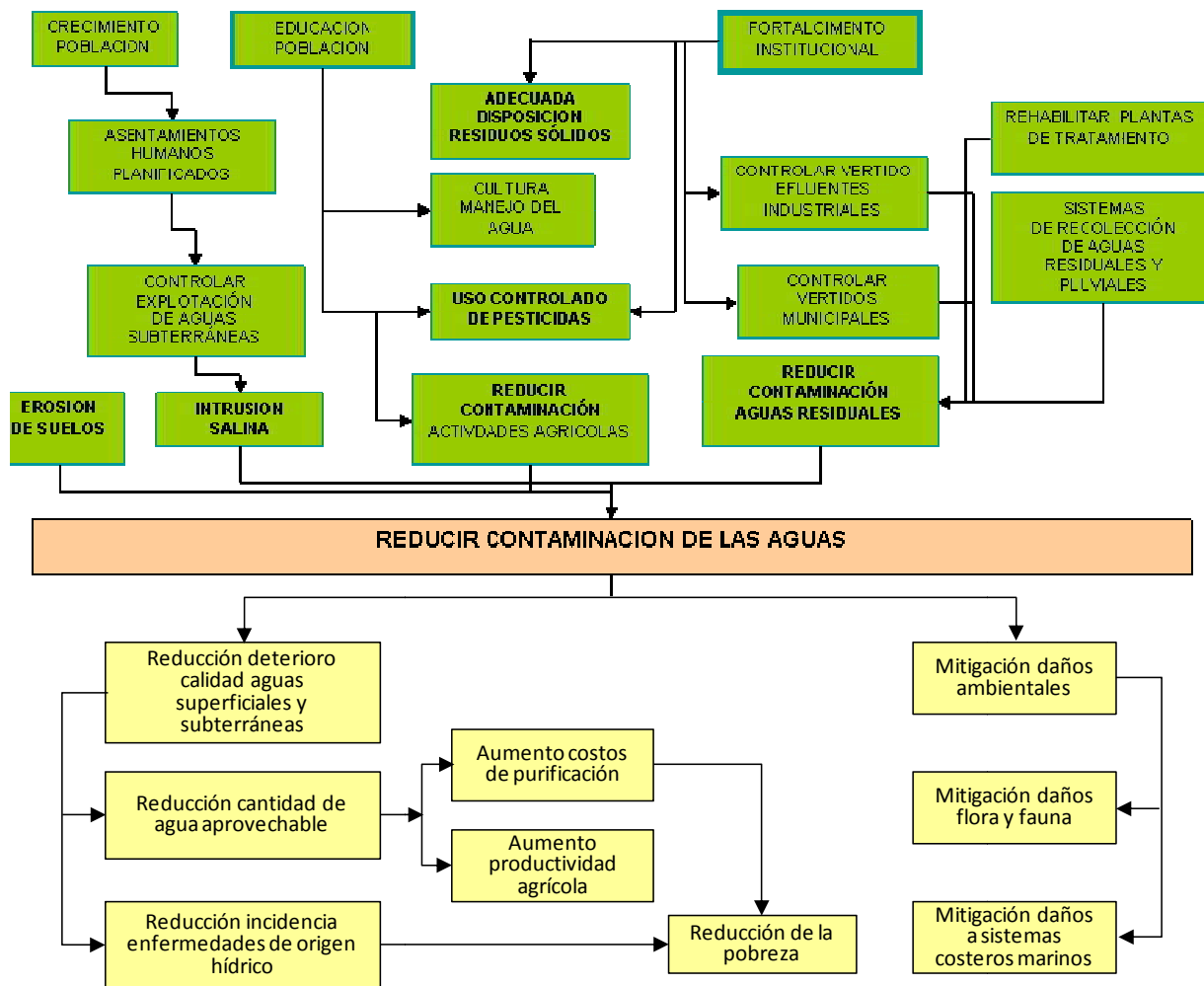
Los focos potenciales de contaminación por metales pesados de las aguas dentro de la República Dominicana están constituidos por las actividades antrópicas relacionadas con la

minería y con algunos tipos de industrias (cerámica, galvanotecnia, curtidos, minería, etc). El cromo se supera el límite de 0.05 mg/l en 61 % del total de los puntos muestreados.

En la República Dominicana las industrias que tienen un potencial más alto para causar problemas de contaminación son las de azúcar, minas, generación de fuerza eléctrica, cemento, acero, sustancias químicas y papel. Generalmente, es de carácter orgánico (industria azucarera, de procesado de alimentos, etc.), también emisiones de humo o de partículas de polvo (industria de cemento), emisiones de óxidos de azufre (generadores de fuerza eléctrica), etc.

Del análisis del árbol de problema desarrollado en los talleres regionales, se construyó un árbol de problema único para el tema de la contaminación. De este árbol se construyó el árbol de objetivos, del que se desprenden el objetivo general del sub-plan y los objetivos específicos principales mostrados en los cuadros de abajo y en la **Figura 10.7**.

Fig. 10.7: Árbol de objetivos del sub plan mejoramiento calidad de las aguas



OBJETIVO GENERAL: Mejora de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas

La calidad de las aguas depende fundamentalmente de las actividades antrópicas, por lo que los habitantes de la República Dominicana somos responsables del bienestar de las actuales y futuras generaciones.

Por tanto, debemos aplicar una estrategia de acción ambiental, básicamente preventiva y participativa en el nivel local que reconozca el derecho del ser humano a vivir en un ambiente sano y adecuado y a ser informado sobre los riesgos del ambiente en relación con la salud, bienestar y supervivencia; pero a la vez define sus responsabilidades y deberes en relación con la protección, conservación y recuperación del ambiente y la salud.

El proceso de urbanización acelerado, el crecimiento económico sostenido, han estado ejerciendo serias presiones sobre los recursos ambientales del país. Aunque el crecimiento económico aumenta los estándares de vida, a menudo va acompañado de un incremento del consumo de energía, de la degradación de ecosistemas naturales y la contaminación y esto se hace insostenible a largo plazo. El crecimiento desordenado puede conducir a peligrosas reducciones en la calidad del aire, del agua y de la biodiversidad. En nuestro país, no ha habido un uso racional de los recursos ambientales, por falta de políticas adecuadas, incluyendo la adopción de tecnologías limpias y protectoras del medio ambiente y por la adecuada disposición de los desechos contaminantes.

Objetivos Específicos:
1. Disminuir la contaminación por aguas residuales
2. Reducción de la intrusión salina
3. Disminuir contaminación por aguas de retorno agrícola
4. Disminuir contaminación por desechos sólidos
5. Reducir la contaminación por erosión de suelos

10.4.2.2 Objetivos específicos

- **Objetivo específico 1: Disminuir la contaminación por aguas residuales**

La disposición inadecuada de las excretas es una de las principales causas de enfermedades infecciosas intestinales y parasitarias, particularmente en la población infantil y en aquellas comunidades de bajos ingresos en áreas marginales urbanas y rurales, donde comúnmente no cuenta con un adecuado abastecimiento de agua, ni con instalaciones para el saneamiento.

En la zona urbana, los principales retos ambientales que se identificaron fueron la contaminación del agua y los residuos sólidos. En la zona rural, la degradación de las cuencas y el acceso al agua potable y alcantarillado encabezan la lista de prioridades, mientras que los problemas urgentes en la franja costera incluyen la contaminación de las aguas costeras. En cada área geográfica en particular hay problemas ambientales locales. Así, por ejemplo, las áreas turísticas de la costa norte sufren una degradación de la calidad costera, en tanto las de la costa este están amenazadas principalmente por la sobre explotación de aguas subterráneas. Lo que destaca la necesidad de ordenamiento territorial.

En la República Dominicana, el porcentaje de hogares que recibieron el agua por tubería dentro de las viviendas se incrementó ligeramente de 35% a 37% para los años 1996 y 2002, respectivamente, mientras que en la zona rural se duplicó, de 10.8% a 21% durante el mismo lapso de tiempo.

La cobertura en saneamiento mejorado ha evolucionado de la siguiente manera: 60% en 1990 y 90% en 2000, según estimados de OPS/OS-UNICEF. De acuerdo con ENDESA, el porcentaje de hogares con inodoros (privados o colectivos) aumentó de 43.3% en 1996 a 55.4% en 2002, en promedio para el total de las zonas rurales y urbanas. Sin embargo, para el año 2005 aproximadamente 400,000 dominicanos (4.4% de la población total) practican el fecalismo y cerca del 70.0% de la población que reside en zonas urbanas dispone sus aguas residuales en el subsuelo. La cobertura de alcantarillados apenas llega al 21.0%, y de la poca cantidad de aguas residuales que se recolecta, solamente el 48.7% recibe tratamiento.

Objetivo Específico 1: Disminuir la contaminación por aguas residuales
ACCIONES
1. Ampliar cobertura de los sistemas de recolección de aguas residuales
2. Eliminar vertidos municipales sin tratamiento
3. Eliminar vertido efluentes industriales sin tratamiento
4. Corregir deficiencias plantas de tratamiento
5. Fortalecimiento instituciones encargadas velar por controles

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan las ideas de proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

1.1. Ampliar Cobertura De Los Sistemas De Recolección De Aguas Residuales

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Adecuación de la red de distribución de agua potable	Construcción de sistemas de conducción y distribución de agua potable
Aumentar la capacidad de almacenamiento y distribución de agua potable	Construcción de acueductos para almacenamiento
Adecuación de la red de conducción de agua de las de desechos sólidos y las de tratamiento	No contaminar las aguas río abajo con el vertido de desechos
Que la población tenga la seguridad de que está recibiendo agua potable con la calidad requerida, con un seguimiento de forma permanente	Contar con una población sana

1.2. Eliminar vertidos municipales sin tratamiento

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Eliminación de aguas contaminadas	No habrán enfermedades hídricas
Eliminar lavado de vehículos	No se contaminarán las aguas y tendremos suelos más fértiles y saludables
Eliminar contaminación por gases	Tendremos menos enfermedades epidémicas
Eliminar contaminación industrial	Protección a la capa de ozono

1.3. Eliminar vertidos industriales sin tratamiento

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Hacer cumplir la ley de que todas las industrias tengan plantas de tratamiento	Evita que las aguas negras sean descargadas a los ríos o mares
Reubicar las familias que viven en la rivera de los ríos	Que los baños o letrinas no sean descargadas a los ríos
Monitorear aguas superficiales para que no sean envenenadas o utilizadas como car wash	Evitar la descarga de productos químicos a las aguas superficiales

1.4. Corregir deficiencias plantas De tratamiento

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Compra de equipos para laboratorios	Centro
Compra de sustancias químicas: sulfato, cloro	Garantizan la potabilización de agua que será consumida
Construcción de plantas potabilizadoras	Brindar a la ciudadanía un mejor servicio
Compra de equipos de desinfección	Asegura la calidad del servicio y erradica enfermedades de origen hídrico.
Dar mantenimiento a las plantas potabilizadoras	Asegurar que el producto obtenido sea suficiente y de calidad.
Instalación y desarrollo de nuevas y modernas plantas de tratamiento en el sector industrial	Disminución considerable de los niveles de contaminación (entes patógenos) en las aguas
Mantenimiento y plan de construcción de nuevas sistemas de red de alcantarillado sanitario	Eficiencia en la recolección y descarte o eliminación de las aguas residuales y pluviales en el propio sistema de red de alcantarillado sanitario
Implementación de acciones, sanciones y nuevas leyes jurídicas que regulen el uso inadecuado de residuos o agentes contaminantes al sistema de red de alcantarillado sanitario y al medio ambiente	Concientización del proceso y normas para disminuir o eliminar elementos químicos o residuos tóxicos en el sistema de alcantarillado y medio ambiente
Control de calidad de las fuentes	Realizar análisis periódicos para determinar la calidad de las aguas
Control sanitario de las aguas servidas	Mediante análisis bacteriológico y físico-químico se mantendrá la calidad de las aguas.
Control y vigilancia de los puntos críticos de la red de distribución	Verificar que el agua esté llegando al usuario con la calidad adecuada
Compra de equipos para laboratorios	Mejorar la calidad de los análisis
Compra de reactivos	Realizar análisis con calidad requerida
Capacitación del personal	Lograr mayor eficiencia y calidad en el trabajo

1.5. Fortalecimiento institucional

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Realizar campañas de ahorro y buen uso del agua en los medios de comunicación (prensa, TV, radio, etc.)	Reducción de volúmenes de agua que se pierden debido al mal uso y desperdicio del agua en los hogares y negocios
Promulgar leyes que contribuyan al ahorro de agua en la población y ¡APLICARLAS!	Formar individuos con conciencia en el buen uso del agua. Que los niños actúen como multiplicadores en el centro de la familia
Promover el uso de agua no tratada en labores donde no se necesite (ejemplo: agua de lluvia para regadío de jardines, lavar autos, etc.)	Reducción del volumen de agua potable, consumida donde no se requiera esta calidad.
Definir un ordenamiento territorial y leyes que lo rijan.	Permite establecer las diferentes áreas para el uso de suelos
Clasificar y/o inventariar los espacios públicos.	
Categorizar los espacios.	
Campaña de concientización acorde al desarrollo estructural de la ciudad.	

- **Objetivo específico 2: Reducción de la intrusión salina**

En los acuíferos costeros, el agua salada del mar debido a su mayor densidad, se introduce por debajo del agua dulce en forma de cuña. En la zona de separación entre el agua salada y la dulce se forma una zona de mezcla, de salinidad intermedia, conocida como interfase.

Cuando existe un equilibrio natural, el agua marina permanece estacionaria, mientras que el agua dulce fluye hacia el mar. Sin embargo, cuando se produce una extracción intensa de agua dulce, el flujo hacia el mar disminuye, provocando un avance de la cuña de agua salada tierra adentro y si la extracción aumenta, se produce un ascenso de la zona de mezcla, que puede afectar a los pozos existentes, que empezarán a captar aguas salobres.

Esta diferencia observada entre los dos grupos mencionados es el reflejo de los procesos que experimenta el agua en su recorrido desde las zonas de recarga a las de descarga, a los que hay que sumar los efectos modificadores que se producen por las diferencias litológicas existentes (presencia de evaporitas o de materiales sulfatados), por efecto de la proximidad al mar (en algunos sectores se pueden producir procesos de mezcla con agua de mar en distintas proporciones), por las actividades antrópicas que se desarrollan, por la presencia de salinas, entre otras; y se asocian con procesos de disolución de evaporitas y de materiales sulfatados.

Se descartan, por tanto, los sectores en los que se registran aguas de elevada salinidad correspondientes a la cordillera Septentrional y valle del Cibao, que se asocian con procesos de disolución de evaporitas y de materiales sulfatados.

En la **Figura 10.8**, se observan penetraciones de hasta 25 kilómetros, en la planicie oriental.

Fig. 10.8: Intrusión marina en la República Dominicana



Fuente: Boletín Geológico Minero, 117, 2006. Potencial Hidrogeológico de la Rep. Dom.

Objetivo Específico 2: Reducción de la intrusión salina
ACCIONES
1. controlar la explotación de las aguas subterráneas
2. ordenamiento del territorio en las zonas costeras
3. fortalecimiento instituciones encargadas velar por controles
4. monitorear las aguas subterráneas
5. educación comunitaria

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan las ideas de proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

2.1. Controlar La Explotación De Las Aguas Subterráneas

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Inventario de pozos actuales y futuros	Tener cuantificado el número de pozos
Estudios demográficos y socioeconómicos Estudio de aguas superficiales Estudio de demandas	Disponer de aguas superficiales para disminuir la sobre explotación Determinar la duración (doméstica, turística, industrial)
Instalación de equipos de monitoreo Campañas de monitoreo	Medición de niveles acuíferos y recarga Conocer la calidad y cantidad de las aguas
Disminuir la explotación de los acuíferos	Con esta medida esperamos que los niveles de agua suban de tal manera que la recarga sea mayor que la descarga y de esta manera disminuir la salinidad.
Monitoreo y control de las zonas más afectadas por salinización	Con un monitoreo cada tres meses podemos ver los resultados de su puesta en acción

2.2. Ordenamiento Del Territorio En Las Zonas Costeras

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Asentamiento humano e industrial en la rivera le río Higuamo	
Asentamiento humano en la laguna Mallén Sub-componentes: 1. Concientizar a las personas sobre el mejor uso del suelo 2. Reasentamiento de los habitantes que actualmente están interviniendo áreas cuyo uso está destinado a otros fines 3. Construcción de viviendas económicas para habitantes que haya que reubicar 4. Crear leyes que penalicen a las personas que intervienen áreas cuyo uso de suelo esté destinado a fines específicos. 5. Zonificación de las áreas	Las personas ya no intervendrán en áreas en conflicto Los habitantes permanecerán en la viviendas construidas por el gobierno Las personas no violarán las leyes creadas para penalizar a aquellos que realicen un uso inadecuado del suelo.
Inventario de las zonas afectadas	Conocer cantidad de asentamientos a planificar
Programa de reubicación	Asentamientos planificados, con disponibilidad de todos los servicios
Saneamiento de zonas desoladas	Recuperación ambiental
Programa de monitoreo de zona impactada	Evitar nuevos asentamientos

2.3. Fortalecimiento Institucional

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Reordenar los asentamientos urbanos	Zonas específicas para la ocupación. Control de las actividades ambientales
Planificar crecimiento urbano	Controles de crecimiento de la población Supervisiones efectivas de construcciones
Limitar zonas de crecimiento urbano	Mejor distribución y uso de los servicios de agua potable y aguas residuales Mejor control de la calidad del agua Menos daños ecológicos Mayor y mejor caudal de aguas para riego
Capacitar a los asentados	Buena cultura ambientalista, mejor preservación de la foresta y la fauna
Resultado final: 1. Aportar a la recuperación del medio ambiente 2. Ciudadanos aptos para residir en lugares en los que el medio ambiente es parte de uno mismo	

2.4. Monitorear las aguas subterráneas

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Establecer una medición periódica de los niveles freáticos	Conocer la fluctuación de los niveles freáticos dentro del suelo
Tomar muestras de agua por cada pozo	Medir el grado de contaminación, conductividad eléctrica y salinidad del agua
Localización geoespacial de los pozos existentes	Saber con exactitud y rapidez la localización de cada pozo en una base de datos

2.5. Educación Comunitaria

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Capacitación a maestros en Liceos y Colegios sobre la importancia del agua (su manejo adecuado y su conservación)	Dar a conocer a la población estudiantil, sobre el cuidado y conservación de las fuentes de agua y por tanto realizar campañas para su ahorro y cuidado de contaminación
Campaña por parte de los medios de comunicación radial, plana y televisiva	La población de toda la región tomaría conciencia sobre el uso y el manejo del agua, por lo que se reducirían las enfermedades de origen hídrico y contribuiría a su ahorro
Monitoreo de las fuentes de agua	La población tiene conocimiento de los niveles en que se encuentran las fuentes de agua y de su posible contaminación
Implementar una materia en los centros educativos sobre el uso, protección y conservación del agua	Los estudiantes se verán obligados a conocer la importancia del uso y conservación de las fuentes de agua, así como de ahorrarla y evitar su contaminación

• **Objetivo específico 3: Disminuir la contaminación por agua de retorno agrícola**

Un problema grave en las cuencas es la contaminación por actividades agrícolas debido al uso de pesticidas y otros agroquímicos.

En general, se considera que las prácticas agrícolas constituyen el principal aporte de compuestos nitrogenados a las aguas subterráneas. No obstante, el nitrógeno puede proceder también de otras fuentes (vertidos de aguas residuales, fosas sépticas, instalaciones ganaderas, industria alimentaria, entre otras), que en ocasiones constituyen la vía fundamental de contaminación por compuestos nitrogenados de las aguas subterráneas.

Los plaguicidas o pesticidas engloban a una serie de compuestos de notable resistencia a la degradación que con frecuencia son muy nocivos para los seres vivos, ya que tienden a acumularse en los tejidos.

Los plaguicidas aplicados y sus productos de degradación tóxicos permanecen en el terreno hasta que son arrastrados por el agua de lluvia o riego hasta alcanzar los recursos superficiales o subterráneos. La contaminación del agua por estos compuestos presenta características especiales, ya que estas sustancias son tóxicas para diversas formas de vida animal y vegetal, y se van concentrando en los tejidos según se asciende en la cadena trófica (efecto de bioacumulación).

El empleo indiscriminado de estos compuestos puede provocar serios desequilibrios ecológicos puesto que no sólo elimina a la especie que constituye la plaga, sino que también afecta a muchas otras.

La movilidad de los pesticidas en los acuíferos depende entre otros, de la litología y potencia de la zona no saturada, y de la composición química del plaguicida. Los compuestos organoclorados, con una solubilidad en agua muy baja, son los menos móviles, seguidos de los organofósforados.

Los plaguicidas que resisten los procesos de degradación química y además no se evaporan, son muy persistentes, con una vida media muy larga y por tanto tienen un alto potencial para contaminar las aguas subterráneas.

Los mecanismos de adsorción en el suelo varían de acuerdo con la estructura química, concentración y naturaleza del plaguicida (además de los contenidos de arcillas y materia orgánica del suelo y del pH).

Objetivo Específico 3: Disminuir contaminación por aguas de retorno agricultura
ACCIONES
1. Control Del Uso De Pesticidas
2. Educar a las organizaciones de productores agrícola
3. Fortalecimiento Instituciones encargadas velar por controles (ver Plan Fort Inst)
4. Fomentar uso fertilizantes biodegradables
5. Monitorear fuentes receptoras

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan las ideas de proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

3.1. Control Del Uso De Pesticidas

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Uso de fertilizantes biodegradables o no ajustados al rendimiento biológico de las especies	
Almacenar y vigilar envases después de utilizados	Contaminación de aguas superficiales y subterráneas reducidas
Educación y adiestrar a productores en cuerpo a dosificación de uso de fertilizantes y pesticidas	Contaminación de aguas superficiales y subterráneas reducidas
Monitorear los cuerpos receptores de agua	Control de los agentes contaminantes

3.2. Educar a las organizaciones de productores agrícolas

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Capacitación a maestros en Liceos y Colegios sobre la importancia del agua (su manejo adecuado y su conservación)	Dar a conocer a la población estudiantil, sobre el cuidado y conservación de las fuentes de agua, y por tanto realizar campañas para su ahorro y cuidado de contaminación
Campaña por parte de los medios de comunicación radial, plana y televisiva	La población de toda la región tomaría conciencia sobre el uso y el manejo del agua, por lo que se reducirían las enfermedades de origen hídrico y contribuiría a su ahorro
Implementar una ley que penalice la contaminación de las aguas (vertido de desechos sólidos,)	Reducir la contaminación de las fuentes de agua por vertido de desechos sólidos agroquímicos, heces fecales, entre otras
Monitoreo de las fuentes de agua	La población tiene conocimiento de los niveles en que se encuentran las fuentes de agua y de su posible contaminación
Implementar una materia en los centros educativos sobre el uso, protección y conservación del agua	Los estudiantes se verán obligados a conocer la importancia del uso y conservación de las fuentes de agua, así como de ahorrarla y evitar su contaminación
Concientización a través de Medio Ambiente a las compañías y habitantes en zonas rurales sobre el uso de las aguas, así como evitar la contaminación por descarga de residuos	Cuidar el Medio Ambiente

3.3. Fortalecimiento institucional

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Capacitación	Empoderamiento de las comunidades
Programas de manejo y conservación coordinado	Conservación de la calidad de los ecosistemas; nos permite la investigación del turismo ecológico
Fortalecimiento institucional	Conservación de la calidad ambiental
Energético	Uso de nuevas fuentes de energía y conservación de ecosistemas

3.4. Fomentar uso fertilizantes biodegradables

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Uso de fertilizantes biodegradables o no ajustados al rendimiento biológico de las especies	
Almacenar y vigilar envases después de utilizados	Contaminación de aguas superficiales y subterráneas reducidas
Educación y adiestrar a productores en cuerpo a dosificación de uso de fertilizantes y pesticidas	Contaminación de aguas superficiales y subterráneas reducidas
Monitorear los cuerpos receptores de agua	Control de los agentes contaminantes

3.5. Monitorear fuentes receptoras

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Control de calidad de las fuentes	Realizar análisis periódicos para determinar la calidad de las aguas
Control sanitario de las aguas servidas	Mediante análisis bacteriológico y físico-químico se mantendrá la calidad de las aguas.
Control y vigilancia de los puntos críticos de la red de distribución	Verificar que el agua esté llegando al usuario con la calidad adecuada
Compra de equipos para laboratorios	Mejorar la calidad de los análisis
Compra de reactivos	Realizar análisis con calidad requerida
Capacitación del personal	Lograr mayor eficiencia y calidad en el trabajo

- **Objetivo específico 4: Disminuir la contaminación por desechos sólidos**

En la actualidad, el problema fundamental es la producción excesiva de residuos sólidos, siendo el mayor problema la disposición final inadecuada a cielo abierto, con problemas de arrastre y descomposición contaminando las aguas superficiales y subterráneas.

En toda la geografía nacional existen vertederos manejados en forma inadecuada con grandes problemas de contaminación, los cursos de agua y en las grandes ciudades con casos de incendios en ciertas épocas del año.

Objetivo Específico 4: Disminuir contaminación por desechos sólidos
ACCIONES
1. Implementar plan de saneamiento
2. Educar a las comunidades
3. Fortalecimiento instituciones encargadas velar por controles
4. Cuantificar focos de contaminación
5. Fomentar el reciclaje de los desechos

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan las ideas de proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

4.1. Implementar Plan de Saneamiento

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Creación de rellenos para sanitarios comunitarios	Cuidado del medio ambiente
Plan eficiente de recogida de residuos	Evita la acumulación, la contaminación y la generación de agentes patógenos
Plan de saneamiento por medio de dragado	Disminuye los niveles de contaminación en el agua
Plan de educación y seguimiento ambiental	Crear conciencia en la población para la correcta disposición de los residuos

4.2. Educar a las comunidades

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Establecimiento de campañas en la prensa escrita, medios radiales y televisivos, sobre las consecuencias del vertido de desechos sólidos.	Que la población conozca la importancia de no verter desechos sólidos en las fuentes de abastecimiento de agua potable.
Introducir charlas en las escuelas públicas y privadas sobre el daño que ocasiona el vertido de desechos sólidos	Los niños y adolescentes toman conciencia sobre el compromiso que tienen con las fuentes abastecimiento de agua potable y sobre las consecuencias de verter desechos sólidos en ellas
Distribución de afiches, hojas informativas y todo tipo de propaganda que sensibilice a la población sobre el daño que ocasiona el vertido de desechos sólidos en las fuentes de agua	Que la población se sienta comprometida con cuidar las fuentes de abastecimiento de agua potable y por tanto de las implicaciones que trae como consecuencia el vertido de desechos sólidos en las fuentes de agua
Estableces normas, leyes y sanciones a infractores por vertido de desechos sólidos en las fuentes de agua	Que la población respete y no viole las leyes que protegen las fuentes de abastecimiento de agua potable y por tanto no viertan en ellas

4.4. Cuantificar focos de contaminación

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Cuantificación de los focos contaminantes	Ayuda a la eliminación de los focos contaminantes. Construir vertederos de residuos sólidos, traslado de asentamientos humanos y de animales de las proximidades de las fuentes de agua.
Análisis de la calidad del agua	
Monitoreo de la calidad del agua	Reducción de la sobreexplotación de las aguas, construcción de plantas para potabilizar las aguas, reforestación de las cuencas hídricas, regeneración de los suelos, eliminación de cultivos en áreas no aptas para ello.

4.5. Fomentar el reciclaje de los desechos

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Eliminar la recolección y disposición inadecuada de los desechos sólidos	Medio ambiente mejorado, sin contaminación
Educar a la población en reciclaje de los desechos	Población educada y concientizada en el manejo de los residuos sólidos
Establecer frecuencias en la recolección de los residuos sólidos	Mejor disposición y reciclaje de los residuos sólidos en las viviendas
Recolección de los residuos en horarios nocturnos	Calles sin entaponamiento de vehículos y evitar arrastres por lluvias a los cuerpos
Barrido y cuneteo de las calles	Buena higiene de las calles, calles limpias sin contaminación
Reciclaje de la basura en las viviendas	Disminución del volumen de los residuos y aprovechamiento para su uso comercial
Disposición final de los residuos sólidos en rellenos sanitarios	Disminución de la contaminación de las aguas subterráneas y aprovechamiento de los gases y lixiviados para producir energía

• **Objetivo específico 5: Reducir la contaminación por erosión del suelo.**

El deterioro ambiental, ocasionado principalmente por la acción descuidada de la mano del hombre, se manifiesta en la destrucción de la biodiversidad, desnaturalización de las condiciones físicas, químicas y biológicas de las aguas, modificación de microclimas y ecosistemas, que traen como consecuencia la alteración de las condiciones naturales del suelo.

Causas principales de la degradación del suelo:

- Meteorización, consiste en la transformación o la fragmentación de los materiales en la superficie terrestre por acción de la temperatura, presión y el agua. Puede ser física o mecánica, y química.

- Erosión, consiste en el desgaste y fragmentación de los materiales de la superficie terrestre por acción del agua, el viento, entre otros. Los fragmentos que se desprenden reciben el nombre de detritos.
- Transporte, que consiste en el traslado de los detritos de un lugar a otro.
- Sedimentación, consiste en el depósito de los materiales transportados, los materiales transportados reciben el nombre de sedimentos, y cuando estos sedimentos se cementan originan las rocas sedimentarias.

La tercera parte del país, aproximadamente, pueden ser consideradas zonas con alto riesgo de deterioro, debido a lo accidentado de su relieve predominante, en todas las regiones con pendientes superiores al 32% y al poder erosivo de las lluvias en dicha zona.

Objetivo Específico 5: Reducir la contaminación por erosión de suelos
ACCIONES
1. Implementar técnicas de conservación de suelos.
2. Educar a las comunidades
3. Fortalecimiento Instituciones encargadas velar por controles (ver Plan Fortalecimiento Institucional, desarrollado más adelante)
4. Fomento de técnicas adecuadas de cultivos en laderas
5. Reforestación

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan las ideas de proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

5.1. Implementar técnicas de conservación de suelos

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Organización y Capacitación <ul style="list-style-type: none"> • Reuniones • Charlas • Talleres 	Comunitarios organizados y capacitados
Conservación de la cuenca <ul style="list-style-type: none"> • Reforestación • Corrosión de terrazas y protección de taludes. • Construcción de diques de bajo costo 	Cobertura de bosques mejorados 40% con respecto al inicio del proyecto Reducción de arrastre de materiales del río, proveniente de las laderas y márgenes del río. Reducción de la erosión y sedimentación en el cause del río
Monitoreo <ul style="list-style-type: none"> • Supervisión periódica de las terrazas y taludes por los comunitarios cercanos • Reportes periódicos 	Registro y control para su mejor seguimiento

5.2. Educar a las comunidades

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Organización y Capacitación <ul style="list-style-type: none"> • Reuniones • Charlas • Talleres 	Comunitarios organizados y capacitados
Conservación de la cuenca <ul style="list-style-type: none"> • Reforestación • Corrosión de terrazas y protección de taludes. • Construcción de diques de bajo costo 	Cobertura de bosques mejorados 40% con respecto al inicio del proyecto Reducción de arrastre de materiales del río, proveniente de las laderas y márgenes del río. Reducción de la erosión y sedimentación en el cause del río
Monitoreo <ul style="list-style-type: none"> • Supervisión periódica de las terrazas y taludes por los comunitarios cercanos • Reportes periódicos 	Registro y control para su mejor seguimiento

5.4. Fomento de técnicas adecuadas de cultivos en laderas

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Trabajar con curvas de nivel	Retención de humus; disminuye erosión; aumento percolación de agua
Trabajar con barreras vivas y muertas	Aumento del rendimiento agrícola, disminución de la erosión, con las barreras vivas aumenta la retención del bióxido de carbono, y con las raíces aumenta la percolación de las aguas
Construcción de terrazas y bancos	Mejora el uso de los suelos, aumenta su productivas y mejora la eficiencia en el uso del agua
Caracterización de suelos	Elegir los cultivos que mejoren los rendimientos y logren menos deterioro de los suelos
Planificar el trasvase de agua en atención a la caracterización de la demanda y las características físicas de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar agua de donde hay más a donde hay menos • De donde se casa no comprometer demandas ya satisfechas o déficit por falta de infraestructura
Aumento del drenaje	Disminuir la salinidad de suelos y la parte preventiva.

5.5. Reforestación

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Programas de extensión forestal y capacitación técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Crear conciencia en la población acerca de los beneficios que nos brinda el bosque y la importancia de cuidarlo • Generar capacidades técnicas en representantes de la comunidad
Reforestación con subvención estatal o de ONGs.	Lograr una cobertura vegetal en cada cuenca por parte del gobierno en una primera etapa

10.4.3 Sub-plan manejo del saneamiento urbano

10.4.3.1 Situación actual

En la República Dominicana los servicios de agua potable y saneamiento están a cargo del Instituto Nacional de Aguas Potable y Alcantarillado, INAPA, y las Corporaciones de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo, Santiago, Moca, Puerto Plata y La Romana.

La cobertura en saneamiento mejorado ha evolucionado de la siguiente manera: 60% en 1990 y 90% en 2000, según estimados de OPS/OS-UNICEF. De acuerdo con ENDESA, el porcentaje de hogares con inodoros (privados o colectivos) aumento de 43.3% en 1996 a 55.4% en 2002, en promedio para el total de las zonas rurales y urbanas. Sin embargo, para el año 2005 aproximadamente 400,000 dominicanos (4.4% de la población total) practican el fecalismo

y cerca del 70.0% de la población que reside en zonas urbanas dispone sus aguas residuales en el subsuelo. La cobertura de alcantarillados apenas llega al 21.0%, y de la poca cantidad de aguas residuales que se recolecta, solamente el 48.7% recibe tratamiento. Además, se producen unas 8,422 toneladas diarias de residuos sólidos y la dotación de agua a la ciudad de Santo Domingo asciende a 900 lppd.

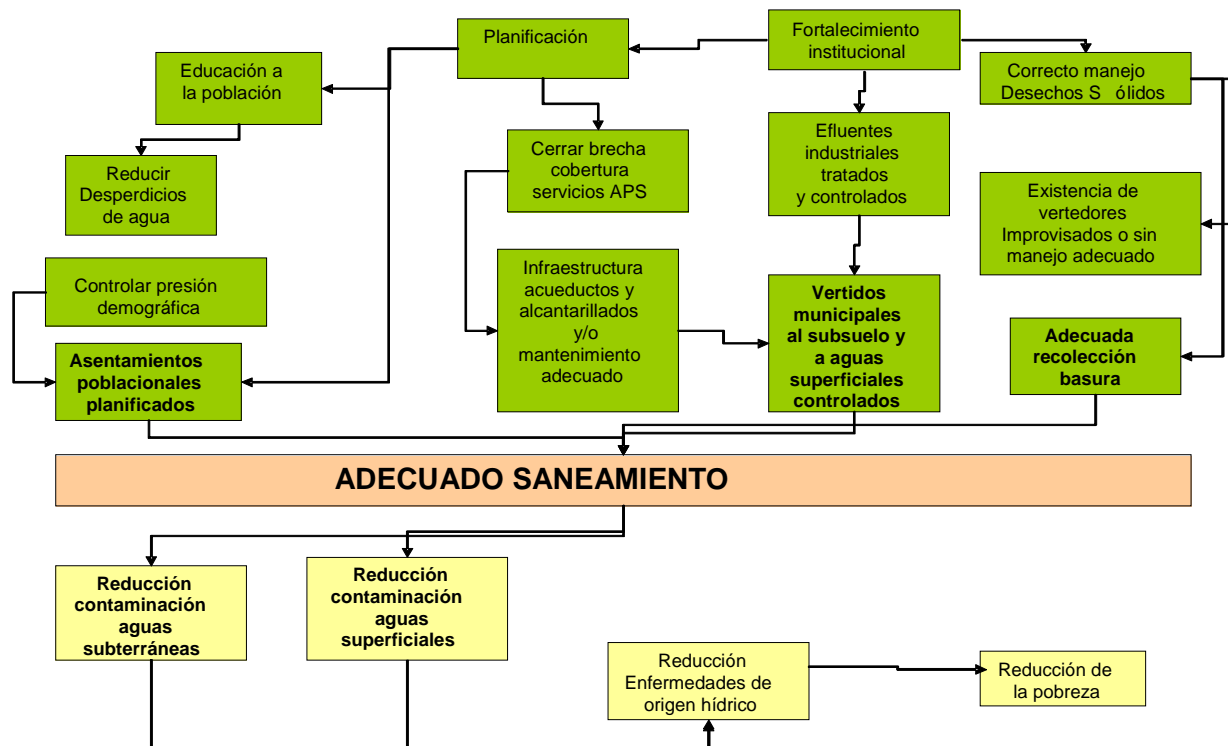
El Año Internacional del Saneamiento fue establecido en diciembre de 2006 por la Asamblea General de la ONU con el objetivo de dar prioridad a esa crisis mundial en la agenda internacional. La falta de servicios tan básicos como agua potable, alcantarillado o letrinas afecta a la salud y el medio ambiente de millones de personas en todo el mundo. A pesar de ser un bien básico para la higiene y el medio ambiente, el 40% de la población mundial, unos 2.600 millones de personas (entre ellas unos 980 millones de niños), carece de instalaciones de saneamiento ambiental apropiadas. Para luchar contra este problema, Naciones Unidas ha elegido 2008 como Año Internacional del Saneamiento Ambiental.

El Año Internacional del Saneamiento Ambiental viene por tanto a llamar la atención sobre este problema y a tratar de buscar soluciones al mismo. El programa se alinea dentro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, que pretende reducir los niveles de pobreza antes de 2015.

Mayores detalles sobre este tema pueden observarse en el punto 4.2 de este volumen bajo el título Sub-Plan: Mejoramiento de la calidad de las aguas.

Del análisis del árbol de problema desarrollado en los talleres regionales, se construyó un árbol de problema único para el tema del saneamiento urbano. De este árbol se construyó el árbol de objetivos, del que se desprenden el objetivo general del sub-plan y los objetivos específicos principales mostrados en los cuadros de abajo y en la **Figura 10.9**.

Fig. 10.9: Árbol de objetivos del sub-plan manejo del Saneamiento urbano



OBJETIVO GENERAL: Manejo del saneamiento en zonas urbanas

La Estrategia de Saneamiento Básico permite conocer las alternativas más comunes para la identificación y solución de los problemas de saneamiento en las comunidades, ya que esto condiciona un manejo adecuado del agua y del alimento y una disposición correcta de los residuos sólidos y excretos.

Por saneamiento básico se entiende el mejoramiento y la preservación de las condiciones sanitarias óptimas de:

- Fuentes y sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano.
- Disposición sanitaria de excrementos y orina, ya sean en letrinas o baños.
- Manejo sanitario de los residuos sólidos, conocidos como basura.
- Control de la fauna nociva, como ratas, cucarachas, pulgas, entre otras.
- Mejoramiento de las condiciones sanitarias y limpieza de la vivienda.

La evolución de los servicios sanitarios en la República Dominicana puede observarse en el **Cuadro 10.6.**

Cuadro 10.6: Evolución de los servicios de saneamiento en la República Dominicana

Porcentaje de la población con acceso a servicio sanitario en el hogar, según zona de residencia, años seleccionados			
Año	Urbana	Rural	Total
1981*	38.9	1.4	21.1
1991	62.7	8.8	42.2
Inodoro privado	51.4	6.9	34.5
Inodoro compartido	11.3	1.9	7.7
1996	64.6	9.0	43.3
Inodoro privado	53.5	8.9	36.3
Inodoro compartido	11.1	0.1	7.0
2002	69.7	29.3	55.4
Inodoro privado	61.8	26.8	49.4
Inodoro compartido	7.09	2.5	6.0

Nota: (*) Incluye dentro y fuera de la vivienda.
Fuente: ODH/PNUD en base a Censo Nacional 1981 y ENDESA 1991,1992 Y 2002.

Fuente: INDRHI, Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana, 2006.

Objetivos Específicos:
1. Asentamientos poblacionales planificados
2. Infraestructura APS y/o mantenimiento adecuado
3. Vertidos municipales controlados
4. Adecuada recolección de la basura
5. Fortalecimiento institucional (ver punto 5, vol. I, Plan General de Inversiones)

10.4.3.2 Objeivos específicos

- **Objetivo específico 1: Asentamientos poblacionales planificados**

Todas las actividades dentro de una cuenca tienen un impacto sobre los recursos naturales. Ciudades, casas, caminos y fábricas modifican la cuenca y afectan sus recursos naturales. La agricultura, recreación, minería, construcción y silvicultura también pueden afectar seriamente a la cuenca.

La población crece aceleradamente y deben ser asentados, pero para garantizar la calidad de vida de las generaciones actual y futura debemos realizar estos asentamientos humanos planificados, en lugares que produzcan el mínimo impacto en el ambiente, para luego no tener que lamentar nuestros errores con pérdida de vidas y propiedades, en épocas de exceso y escasez de agua, entre otros. Deben evitarse las zonas críticas, por su vulnerabilidad a los eventos extremos y en las que producirían mayor impacto sobre el ambiente.

Objetivo Específico 1: Asentamiento Poblacionales Planificados
ACCIONES
1. Establecer el ordenamiento territorial
2. Normar la autorización de expansión y nuevos asentamientos
3. Planificar los nuevos asentamientos humanos
4. Educar a las comunidades.
5. Fortalecimiento Instituciones encargadas velar por controles (ver Plan Fort Inst)

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan las ideas de proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

1.1 Ordenamiento territorial

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Definir un ordenamiento territorial y leyes que lo rijan.	Permite establecer las diferentes áreas para el uso de suelos
Clasificar y/o inventariar los espacios públicos.	
Categorizar los espacios.	
Campaña de concientización acorde al desarrollo estructural de la ciudad.	

1.2 Reordenamiento y planificación de asentamientos

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Reordenar los asentamientos urbanos	Zonas específicas para la ocupación. Control de las actividades ambientales
Planificar crecimiento urbano	Controles de crecimiento de la población Supervisiones efectivas de construcciones
Limitar zonas de crecimiento urbano	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor distribución y uso de los servicios de agua potable y aguas residuales • Mejor control de la calidad del agua • Menos daños ecológicos • Mayor y mejor caudal de aguas para riego
Capacitar a los asentados	Buena cultura ambientalista, mejor preservación de la foresta y la fauna
Resultado final: <ul style="list-style-type: none"> • Aportar a la recuperación del medio ambiente • Ciudadanos aptos para residir en lugares en los que el medio ambiente es parte de uno mismo 	

1.3 Planificación y reubicación

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Inventario de las zonas afectadas	Conocer cantidad de asentamientos a planificar
Programa de reubicación	Asentamientos planificados, con disponibilidad de todos los servicios
Saneamiento de zonas desoladas	Recuperación ambiental
Programa de monitoreo de zona impactada	Evitar nuevos asentamientos

1.4 Educación a comunidades

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Asentamiento humano e industrial en la rivera le río Higuamo	
Asentamiento humano en la laguna Mallén Sub-componentes: a. Concientizar a las personas sobre el mejor uso del suelo b. Reasentamiento de los habitantes que actualmente están interviniendo áreas cuyo uso está destinado a otros fines c. Construcción de viviendas económicas para habitantes que haya que reubicar d. Crear leyes que penalicen a las personas que intervienen áreas cuyo uso de suelo esté destinado a fines específicos. e. Zonificación de las áreas	<p>Las personas ya no intervendrán en áreas en conflicto</p> <p>Los habitantes permanecerán en la viviendas construidas por el gobierno</p> <p>Las personas no violarán las leyes creadas para penalizar a aquellos que realicen un uso inadecuado del suelo.</p>

1.5 Fortalecimiento institucional

Proyectos y actividades
Elaborar un plan estratégico a corto, mediano y largo plazo (inter-institucional)
Seminarios inter-institucionales donde intervengan todos los actores (políticos y sociales) de donde surja un primer plan general delimitado en el tiempo (observando otras experiencias)
Crear una agenda-país que permita establecer las actividades a corto, mediano y largo plazo

- **Objetivo específico 2: Infraestructura APS y/o mantenimiento adecuado**

Los sistemas de distribución de agua potable deben proyectarse y construirse para suministrar en todo tiempo la cantidad suficiente de agua en cualquier sector de la red, manteniendo la presión adecuada en todo el sistema. También deben permitir la circulación continua del agua en la red, evitándose los ramales con punta muerta que dan lugar a presiones bajas y a estancamientos del agua con acumulación de sedimentos y bacterias. Ya que de acuerdo con el artículo 88 del Reglamento de Agua para consumo humano,

Cuando se presenten interrupciones prolongadas del servicio debido a fallas mecánicas, eléctricas, por mantenimiento, o de cualquier otro tipo, al restablecimiento del servicio se reforzará la desinfección durante las seis horas siguientes al paro. La dosificación garantizará la existencia de cloro residual, o su equivalente, en todos los puntos de la red de distribución entre los límites 0.2 a 1.0 mg/l.

No se debe permitir la colocación de líneas de agua potable y de aguas servidas en la misma excavación, ni cruce de líneas de agua potable y alcantarillados porque ofrecen peligro de contaminación.

La vigilancia e inspección sanitaria debe realizarse periódicamente, así con el mantenimiento de la infraestructura para evitar su deterioro y las fugas de agua. En el artículo 90 de referido reglamento se establecen los compromisos de mantenimiento de los operadores de los sistemas.

La Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social asigna a los prestadores de servicios u operadores de los sistemas de abastecimiento, la responsabilidad del control y el mantenimiento, cumpliendo al menos con los requisitos siguientes:

- a) Establecer la cantidad de agua que captará y la calidad necesaria de las fuentes, cuencas y acuíferos para asegurar el abastecimiento adecuado de agua y su condición sanitaria*
- b) Limpiar y operar las obras, instalaciones y equipos de captación, conducción y tratamiento utilizados en la producción y potabilización del agua, tales como válvulas, compuertas, canales, tanques, equipos electromecánicos y dosificadores, entre otros*
- c) Limpiar y vigilar los caminos y áreas de acceso propios de la captación, la conducción y las instalaciones de tratamiento*

- d) Clarificar, purificar, estabilizar y desinfectar las aguas de abastecimiento, conforme a sus características
- e) Coordinar y controlar el abastecimiento de sustancias químicas para controlar la potabilización del agua
- f) Suministrar información estadística para el mejoramiento y ampliaciones futuras de las instalaciones.

Más detalles sobre el tema puede encontrarse en el “Objetivo específico 3: Ampliar la cobertura de los servicios APS”, del punto 7 de este volumen, “Reducir el déficit de agua potable”.

Objetivo Específico 2: Infraestructura APS y/o Mantenimiento Adecuado
ACCIONES
1. Aumentar la capacidad de almacenamiento
2. Rehabilitar las plantas de tratamiento
3. Construir nuevos sistemas
4. Dar mantenimiento oportuno a la red de distribución
5. Mejorar suministro de energía

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan las ideas de proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

2.1 Aumentar capacidad de almacenamiento

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Adecuación de la red de distribución de agua potable	Construcción de sistemas de conducción y distribución de agua potable
Aumentar la capacidad de almacenamiento y distribución de agua potable	Construcción de acueductos para almacenamiento
Adecuación de la red de conducción de agua de las de desechos sólidos y las de tratamiento	No contaminar las aguas río abajo con el vertido de desechos
Que la población tenga la seguridad de que está recibiendo agua potable con la calidad requerida, con un seguimiento de forma permanente	Contar con una población sana
Inventario de pozos actuales y futuros	Tener cuantificado el número de pozos
Estudios demográficos y socioeconómicos Estudio de aguas superficiales Estudio de demandas	Disponer de aguas superficiales para disminuir la sobre explotación Determinar la duración (doméstica, turística, industrial)
Instalación de equipos de monitoreo Campañas de monitoreo	Medición de niveles acuíferos y recarga Conocer la calidad y cantidad de las aguas

2.2 Rehabilitar plantas de tratamiento

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Hacer cumplir la ley de que todas las industrias tengan plantas de tratamiento	Evita que las aguas negras sean descargadas a los ríos o mares
Reubicar las familias que viven en la rivera de los ríos	Que los baños o letrinas no sean descargadas a los ríos
Monitorear aguas superficiales para que no sean envenenadas o utilizadas como car wash	Evitar la descarga de productos químicos a las aguas superficiales

2.3 Construir nuevos sistemas

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Recursos para las Instituciones (económico)	Realizar trabajo para que funcionen todas las instituciones de manera integral.
Capacitar a los miembros de las instituciones	Mejora la calidad del trabajo de los miembros en las instituciones
Dotar a los miembros de las instituciones de los equipos más elementales y esenciales para su trabajo	Eficiencia y calidad en el trabajo desempeñado
Definir la política de trabajo de las instituciones en todos los niveles	Nos permite enfocar y orientar las labores de trabajo.
Programa de trabajo y tareas de las instituciones	Organizar los recursos, esfuerzos y trabajo, para solucionar los problemas de manera satisfactoria
Difusión de programas educativos a nivel institucional a todos los niveles.	Permite crear mayor conciencia en la población sobre los problemas para su tratamiento.

2.3.1 Nuevos sistemas, aumentar tarifa

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Alza del costo del servicio	Al igual que el teléfono y la electricidad, la población se preocuparía por las fugas y no dejarían cometidas abiertas.
Programa de educación	A través de la radio, la televisión y las escuelas, crear conciencia en la población de que el agua es vida
Crear leyes y normas	Hacer que estas se cumplan y sean sancionadas las personas que amenacen dicho recurso.

2.3.2 Nuevos sistemas, eficientizar el cobro

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Eficientizar el sistema de cobros	Lograr la cantidad de recursos necesarios para mantener un funcionamiento adecuado de las instituciones encargadas del suministro de agua y el manejo del alcantarillado
Implementar tarifas de acuerdo a las posibilidades económicas de los sectores	Poner tarifas próximas a la realidad en los sectores de mayores recursos en los sectores de menores ingresos. Implementar tarifas menos elevadas para que los moradores en las mismas puedan acceder al pago del servicio
Postura de macro y micro medidores	Con esta iniciativa se espera lograr un mayor control del usuario con respecto al uso del servicio y cobrar la cantidad real en dinero del consumo por el usuario.
Actualización constante del catálogo de usuarios	Esta medida nos ayudará a evitar la evasión de pago por parte del usuario, ya que estará debidamente ubicado en cada momento.
Eficientizar los gastos	Realizar mensualmente un cotejo entre los gastos y cobros para evitar el gasto innecesario de capital que puede ser utilizado de manera más provechosa.

2.3.3 Nuevos sistemas

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Instalación y desarrollo de nuevas y modernas plantas de tratamiento en el sector industrial	Disminución considerable de los niveles de contaminación (entes patógenos) en las aguas
Mantenimiento y plan de construcción de nuevas sistemas de red de alcantarillado sanitario	Eficiencia en la recolección y descarte o eliminación de las aguas residuales y pluviales en el propio sistema de red de alcantarillado sanitario
Implementación de acciones, sanciones y nuevas leyes jurídicas que regulen el uso inadecuado de residuos o agentes contaminantes al sistema de red de alcantarillado sanitario y al medio ambiente	Concientización del proceso y normas para disminuir o eliminar elementos químicos o residuos tóxicos en el sistema de alcantarillado y medio ambiente

2.4 Mantenimiento a la red

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Proyectos de restablecimiento y nuevas redes	<ul style="list-style-type: none"> • Se reducen las pérdidas por fugas en las redes que están en malas condiciones • Se reduce la contaminación de las aguas en las redes
Proyectos de educación en el manejo de las aguas	Crea conciencia y conocimiento sobre el valor del agua
Construcción de sistemas de almacenamiento	Permite contar con reservas de agua para enfrentar eventos (sequías, etc.)
Proyecto de sistemas de medición	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir gasto de agua no contabilizada • Reducir el uso inadecuado de agua
Establecer tarifas para uso y consumo de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Precios para diferentes tipos de usuario • Precios para diferentes niveles de consumo

2.4.1 Mantenimiento a la red

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Aumentar eficiencia de la conducción y distribución del agua para el consumo humano	Suministrar agua potable a una mayor población utilizando la misma cantidad de agua disponible
Estudio de la situación de las fuentes, tomas, tuberías (estado actual) y demandas	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico de las disponibilidades de las fuentes • Estado físico de las infraestructuras y su eficiencia • Revisión del estado de deterioro de las tuberías, pérdidas por conexiones, cambio de dirección, altura, etc.
Rediseño de las redes de conducción y distribución.	Mejora la eficiencia en la conducción y distribución
Construir, reparar y mejorar obras civiles y redes	Contar con obras civiles y redes construidas, reparadas y/o mejoradas
Suministro de equipamiento	Contar con equipos instalados y en funcionamiento de bombeo, de electrificación, entre otros.

2.5 Mejorar suministro de energía

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Compra de generadores eléctricos	<p>Con la compra de generadores eléctricos y un mayor apoyo de los empleados, tendremos mejor y mayor servicio de agua potable en la Región Este</p> <p>Servicio de energía eléctrica 2M/H a través de la AES y compra de generadores</p> <p>Compra de generadores eléctricos</p>
Corrección de fugas	Mejorar el servicio de agua potable a los consumidores
Construcción de presas	Presas de almacenamiento de agua

• Objetivo específico 3: Vertidos municipales controlados

Por desechos se entiende todo aquello que no se puede o no es fácil aprovechar considerándose como inservible o inútil. Los desechos pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos. En términos generales se pueden considerar como desechos sólidos a la basura, líquidos a las aguas servidas y gaseosos a los gases.

Los residuos sólidos son integrados por una mezcla de materiales como papel, vidrio, plástico, metal, cartón, residuos de alimentos, entre otros, procedentes de las actividades diarias.

- Los residuos sólidos representan un problema por ser un factor importante en la presencia de enfermedades por la propagación de fauna nociva, como moscas, cucarachas, mosquitos, ratas y ratones.
- Entre las enfermedades relacionadas con la fauna nociva están las infecciones intestinales, parasitosis, dengue, paludismo, entre otras.

Los residuos líquidos se denominan a las aguas que resultan de los diversos usos que se da a este líquido.

El Saneamiento Básico es el mejoramiento y la preservación de las condiciones sanitarias óptimas de:

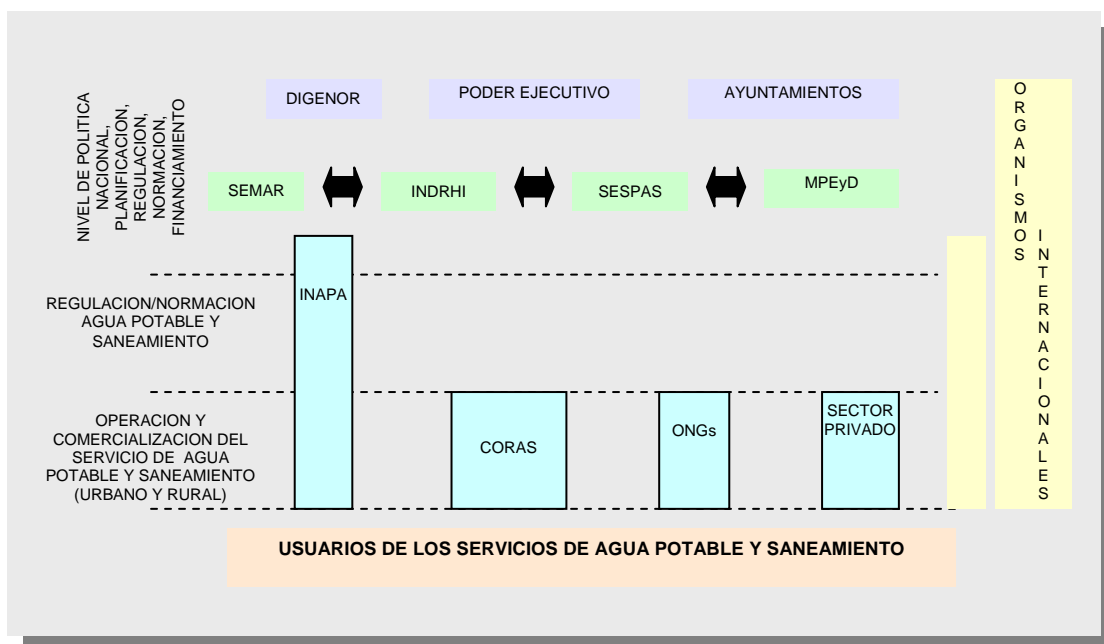
- Fuentes y sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano.
- Disposición sanitaria de excrementos y orina, ya sean en letrinas, baños o alcantarillado.
- Manejo sanitario de los residuos sólidos, conocidos como basura.
- Control de la fauna nociva, como ratas, cucarachas, pulgas, entre otros.
- Mejoramiento de las condiciones sanitarias y limpieza de la vivienda.

El Sector Agua Potable y Saneamiento (APS) de la República Dominicana, se refiere a los servicios que incluyen:

1. La captación, conducción y potabilización de agua cruda, así como el almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de agua potable.
2. Recolección, tratamiento, transporte, disposición y comercialización de aguas servidas de carácter domiciliario y de efluentes industriales.

En el Sector APS convergen instituciones centralizadas y descentralizadas del Gobierno, Ministerios, ONGs e instituciones internacionales las que, de una u otra manera, inciden en las políticas, objetivos, estrategias y metas del sector. En la **Figura 10.10**, se agrupan y ubican, de acuerdo al tipo de funciones que realizan actualmente, a las principales instituciones que intervienen en el sector.

Fig. 10.10 Instituciones que intervienen en el sector APS de República Dominicana.



Fuente: Abreu, R.U. Evaluación Global de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento 2000. Organización Panamericana de la Salud. Santo Domingo, 1999.

Más detalles sobre el tema puede encontrarse en el “Objetivo Específico 1: Disminuir la contaminación por aguas residuales”, del punto 4 de este volumen, “Mejoramiento de la Calidad de las Aguas”.

Objetivo Específico 3: Vertidos Municipales Controlados	
ACCIONES	
1.	Ampliar cobertura de los sistemas de recolección de aguas residuales
2.	Eliminar vertidos municipales sin tratamiento
3.	Eliminar vertido efluentes industriales sin tratamiento
4.	Educación a las instituciones y a la comunidad.
5.	Fortalecimiento instituciones encargadas velar por controles

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan las ideas de proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

3.1 Ampliar cobertura de los sistemas.

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Tratamiento de aguas industriales	Cumplimiento de normas ambientales Reutilización de las aguas
Tratamiento aguas municipales	Disminuir los niveles de contaminación hacia los cuerpos receptores
Alcantarillados <ul style="list-style-type: none"> • Pluvial • Sanitario 	Separación de las aguas residuales para el tratamiento y disposición final de las mismas.
Concientización	Cambio de actitud y aptitud en los sectores municipales e industriales
Captación de fondos	Disponibilidad de fondos para control de vertidos tanto municipales como industriales.
Fortalecimiento Institucional INAPA, COOAARAM – Medio Ambiente	Regulación de la calidad y cantidad de vertidos a los cuerpos receptores.

3.2 y 3.3 Eliminación de vertidos municipales e industriales.

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Eliminación de aguas contaminadas	No habrán enfermedades hídricas
Eliminar lavado de vehículos	No se contaminarán las aguas y tendremos suelos más fértiles y saludables
Eliminar contaminación por gases	Tendremos menos enfermedades epidémicas
Eliminar contaminación industrial	Protección a la capa de ozono

3.4 Educación a las instituciones y a la comunidad.

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Capacitación a maestros en Liceos y Colegios sobre la importancia del agua (su manejo adecuado y su conservación)	Dar a conocer a la población estudiantil, sobre el cuidado y conservación de las fuentes de agua, y por tanto realizar campañas para su ahorro y cuidado de contaminación
Campaña por parte de los medios de comunicación radial, plana y televisiva	La población de toda la región tomaría conciencia sobre el uso y el manejo del agua, por lo que se reducirían las enfermedades de origen hídrico y contribuiría a su ahorro
Implementar una ley que penalice la contaminación de las aguas (vertido de desechos sólidos,)	Reducir la contaminación de las fuentes de agua por vertido de desechos sólidos agroquímicos, heces fecales, entre otras
Monitoreo de las fuentes de agua	La población tiene conocimiento de los niveles en que se encuentran las fuentes de agua y de su posible contaminación
Implementar una materia en los centros educativos sobre el uso, protección y conservación del agua	Los estudiantes se verán obligados a conocer la importancia del uso y conservación de las fuentes de agua, así como de ahorrarla y evitar su contaminación

10.4.3.5 Objetivo específico 4: Adecuada recolección de desechos sólidos

Los residuos sólidos o basura son aquellos materiales que no se consideran útiles para quien se deshace de ellos, pero que si son manejados adecuadamente pueden obtenerse diversos beneficios.

El servicio de recolección de basura en la República Dominicana está a cargo de los municipios. Cada día es mayor la preocupación municipal por el progresivo crecimiento de estos residuos y por la gran magnitud de las cifras que se manejan en su eliminación.

Los residuos generados pueden clasificarse en dos grandes grupos: Residuos sólidos urbanos y residuos sólidos industriales, que a su vez se clasifican en inertes y especiales (sanitarios, tóxicos, peligrosos y radiactivos).

Existen diferentes métodos de deposición final de estos desechos, entre los cuales se encuentran:

- o Vertederos a cielo abierto.
- o Rellenos sanitarios (como Duquesa y Rafey)
- o Conversión en abonos orgánicos.
- o Incineración.
- o Trituración.
- o Reciclaje.

Más detalles sobre el tema puede encontrarse en el “Objetivo específico 4: Disminuir contaminación por desechos sólidos”, del punto 4 de este volumen, “Mejoramiento de la Calidad de las Aguas”.

Objetivo Específico 4: Adecuada Recolección de los Residuos Sólidos
ACCIONES
1. Implementar Plan de Saneamiento
2. Fomentar el reciclaje de los desechos
3. Cuantificar focos de contaminación.
4. Educar a las comunidades.
5. Fortalecimiento Instituciones encargadas velar por controles (ver Plan Fort Inst)

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan las ideas de proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

4.1 Implementar plan de saneamiento

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Creación de rellenos para sanitarios comunitarios	Cuidado del medio ambiente
Plan eficiente de recogida de residuos	Evita la acumulación, la contaminación y la generación de agentes patógenos
Plan de saneamiento por medio de dragado	Disminuye los niveles de contaminación en el agua
Plan de educación y seguimiento ambiental	Crear conciencia en la población para la correcta disposición de los residuos

4.2 Fomentar el reciclaje de los desechos

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Eliminar la recolección y disposición inadecuada de los desechos sólidos	Medio ambiente mejorado, sin contaminación
Educar a la población sobre el reciclaje	Población educada y concientizada en el manejo de los residuos sólidos
Establecer frecuencias en la recolección de los residuos sólidos	Mejor disposición y reciclaje de los residuos sólidos en las viviendas
Recolección de los residuos en horarios nocturnos	Calles sin entaponamiento de vehículos y evitar arrastres por lluvias a los cuerpos
Barrido y cuneteo de las calles	Buena higiene de las calles, calles limpias sin contaminación
Reciclaje de la basura en las viviendas	Disminución del volumen de los residuos y aprovechamiento para su uso comercial
Disposición final de los residuos sólidos en rellenos sanitarios	Disminución de la contaminación de las aguas subterráneas y aprovechamiento de los gases y lixiviados para producir energía

4.3 Cuantificar focos de contaminación

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Cuantificación de los focos contaminantes	Ayuda a la eliminación de los focos contaminantes. Construir vertederos de residuos sólidos, traslado de asentamientos humanos y de animales de las proximidades de las fuentes de agua.
Análisis de la calidad del agua	Agua con calidad para evitar enfermedades de origen hídrico
Monitoreo de la calidad del agua	Reducción de la sobreexplotación de las aguas, construcción de plantas para potabilizar las aguas, reforestación de las cuencas hídricas, regeneración de los suelos, eliminación de cultivos en áreas no aptas para ello.

4.4 Educar a las comunidades e instituciones

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Proyectos de capacitación a través de cursos y talleres	Mejorar el nivel de preparación y conocimiento del personal
Proyectos de implementación de tecnologías de punta	Modernización de los procedimientos

4.4.1 Educar a las comunidades

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Educación	Concientización a la población
Aplicación de la asignatura Educación en las escuelas	Que toda la población escolar sepa las consecuencias de la desaparición del agua
Despliegue de un amplio programa de orientación	Llevar por todo el país a través de las organizaciones grupales las charlas para que la ciudadanía tome conciencia
Uso de los medios masivos de comunicación, radio-TV, periódicos	Que toda la ciudadanía se eduque y cree conciencia sobre el medio ambiente para hoy y para el futuro.
Orientación	Que las personas tomen mayor conciencia y sepan de la necesidad de tener un ambiente sano
Conformar e incentivar en las instituciones el concepto ambientalista	Cuanto más instituciones y ciudadanos conozcan de medio ambiente, más cuidado.

4.4.2 Educación comunitaria

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Establecimiento de campañas en la prensa escrita, medios radiales y televisivos, sobre las consecuencias del vertido de desechos sólidos	Que la población conozca la importancia de no verter desechos sólidos en las fuentes de abastecimiento de agua potable
Introducir charlas en las escuelas públicas y privadas sobre el daño que ocasiona el vertido de desechos sólidos	Los niños y adolescentes toman conciencia sobre el compromiso que tienen con las fuentes abastecimiento de agua potable y sobre las consecuencias de verter desechos sólidos en ellas
Distribución de afiches, hojas informativas y todo tipo de propaganda que sensibilice a la población sobre el daño que ocasiona el vertido de desechos sólidos en las fuentes de agua	Que la población se sienta comprometida con cuidar las fuentes de abastecimiento de agua potable y por tanto de las implicaciones que trae como consecuencia el vertido de desechos sólidos en las fuentes de agua
Establecer normas, leyes y sanciones a infractores por vertido de desechos sólidos en las fuentes de agua	Que la población respete y no viole las leyes que protegen las fuentes de abastecimiento de agua potable y por tanto no viertan en ellas

• Objetivo específico 5: Fortalecimiento institucional

En el punto 5 de este volumen I, Plan General de Inversiones, de la Fase IV: Análisis Financiero, se trata en extenso el tema del fortalecimiento institucional.

La debilidad institucional es la causa principal de deficiencias sectoriales.

Gobernabilidad es el marco de reglas, instituciones y prácticas establecidas que sientan los límites y los incentivos para el comportamiento de los individuos, las organizaciones y las empresas. Entre los componentes de esta fuerza condicionante de la gestión del agua se encuentran las reformas institucionales, reformas legales, participación comunitaria, manejo de la demanda, descentralización del estado y clima político, que condicionan el estatus institucional.

En el **Sector Agua Potable** el desempeño del sector se ve seriamente perjudicado por la ausencia de un ordenamiento institucional, caracterizado por la indefinición de roles, coincidencia de roles compatibles al interior de una misma institución, coincidencia de roles en varias instituciones, entre otros aspectos. No existe un ente que desempeñe el papel de rector y aunque algunas instituciones tienen por fuerza de ley un papel de regulación, prácticamente

este tampoco existe. Entre las principales causas de las brechas de servicios se fundamentan en la ausencia de planificación sectorial y por tanto de planes maestros de acueductos y alcantarillados nacionales.

No existe ningún plan sectorial en ejecución en el sector APS, en lo referente a las estrategias implementadas para el desarrollo del sector, no han diferido sustancialmente a las implementadas en las últimas décadas y se han caracterizado básicamente por la centralización y elevados subsidios del gobierno central que no incentivan el desempeño eficiente de las instituciones que prestan servicios, la ausencia de participación comunitaria, la utilización de tecnologías convencionales, entre otros, lo que se refleja en la falta de una política de saneamiento ambiental.

Repetimos los objetivos específicos del punto 5, fortalecimiento institucional.

Objetivo Específico 5: Fortalecimiento Institucional.
ACCIONES
1. Adecuar y mejorar el marco legal del sector
2. Planificación institucional
3. Aumentar los recursos económicos de las instituciones
4. Fortalecer el recurso humano y actualización tecnológica

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan las ideas de proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

5.1. Mejorar y fortalecer el marco legislativo

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
1. Realizar visitas públicas de los proyectos en la zona 2. Realización de seminarios 3. Estudiar el desarrollo de otros modelos similares en otros países 4. Creación de células comunitarias para requerimiento y monitoreo continuo 5. Conformar equipos enlaces, responsables de dar respuesta a la comunidad	Involucrar a la comunidad en los diferentes planes y proyectos relacionados con la elaboración del marco legal
Consensuar y Promulgar la Ley de Aguas y la Ley de Reforma del Sector Agua Potable y Saneamiento	Un Marco Legal actualizado y armonizado con la Función y competencia de cada Institución en el Sector Agua

5.2. Planificación institucional

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Elaborar un plan estratégico a corto, mediano y largo plazo (inter-institucional)	
Seguimiento al Plan Hidrológico Nacional. Seminarios a nivel inter-institucional donde intervengan todos los actores (políticos y sociales) de donde surja un primer plan general delimitado en el tiempo (observando otras experiencias de otros países) y con continuidad	Planificación Institucional por parte del Estado Dominicano, en cuanto a las ejecutorias de proyectos a nivel nacional de acuerdo a una Agenda-País. Dicho Plan ha de reevaluarse cada 2 años a nivel Nacional y será revisado de acuerdo a las ejecutorias de proyectos por la institución pertinente.

5.2.1 Fijar políticas institucionales

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Definir un ordenamiento territorial y leyes que lo rijan	Permite establecer las diferentes áreas para desarrollo en cuanto a uso de suelos
Creación de un banco de datos para almacenar información de sectores comunes	Facilitar el flujo de información entre las instituciones y hacia la población en sentido general

5.3. Aplicar política tarifaria

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Implementar tarifas de acuerdo a las posibilidades económicas de los sectores	Poner tarifas próximas a la realidad en los sectores de mayores recursos en los sectores de menores ingresos. Implementar tarifas menos elevadas para que los moradores en las mismas puedan acceder al pago del servicio
Implementar un nuevo sistema tarifario que refleje el costo final del agua al usuario	Incremento de los recursos disponibles para el mejoramiento y correcta operación del servicio de agua potable
Postura de macro y micro medidores	Con esta iniciativa se espera lograr un mayor control del usuario con respecto al uso del servicio y cobrar la cantidad

5.3.1 Apoyo Gobierno central

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Recursos Suficientes para las Instituciones por parte del Gobierno Central	Mejorar de manera Integral las funciones que debe realizar cada Institución
Organizar una campaña de concientización en la población sobre el valor del agua	La población toma conciencia del valor del agua y producto de ello, se reducen los desperdicios

5.4. Programa de capacitación permanente a empleados de las instituciones

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Proyectos de capacitación a través de cursos y talleres	Mejorar el nivel de preparación y conocimiento del personal
Despliegue de un amplio programa de orientación	Llevar por todo el país a través de las organizaciones grupales las charlas para que la ciudadanía tome conciencia

5.4.1 Empleomanía calificada

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Capacitar a los miembros de las instituciones	Mejora la calidad del trabajo de los miembros en las instituciones
Realizar un inventario de recursos humanos especializados, por institución	Actualizar y conocer la base de dato de la empleomanía de cada Institución

5.4.2 Programa de implementación de tecnología de punta

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Dotar a los miembros de las instituciones de los equipos más elementales y esenciales para su trabajo	Eficiencia y calidad en el trabajo desempeñado
Adquirir tecnología de punta que vaya acorde con el proyecto a ejecutar	Modernizar Infraestructura
Proyectos de implementación de tecnologías de punta	Modernización de los procedimientos y herramientas operativas a nivel Institucional
Poner a disposición del público en general, las informaciones a través de una página Web	Que haya un acceso a la información a la población en sentido general y fluya de manera veraz, real y eficaz el intercambio de información inter-institucional

5.4.3 Banco de datos del sector

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Creación de un banco de datos para almacenar información de sectores comunes	Facilitar el flujo de información entre las instituciones
Programa de regulación de las funciones de cada institución	Cada institución resuelve lo que le corresponda (evitar duplicidad)

10.5 FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL Y MARCO LEGAL

10.5.1 Situación actual y justificación

La debilidad institucional es la causa principal de deficiencias sectoriales.

Gobernabilidad es el marco de reglas, instituciones y prácticas establecidas que sientan los límites y los incentivos para el comportamiento de los individuos, las organizaciones y las empresas. Entre los componentes de esta fuerza condicionante de la gestión del agua se encuentran las reformas institucionales, reformas legales, participación comunitaria, manejo de la demanda, descentralización del Estado y clima político, que condicionan el estatus institucional.

En el Diagnostico del Sector Agropecuario se destacan como causas de las deficiencias varios factores internos dentro de los cuales aparecen: a) la desarticulación de la política sectorial; y b) la ineficiencia institucional, en la ejecución de proyectos de desarrollo agropecuario y forestal.

En el Sector Eléctrico se combinan las limitaciones económicas del Estado y con la inexperiencia de las autoridades para ajustar su política eléctrica a los sustanciosos e inesperados incrementos en los precios de los combustibles, lo cual genera una situación de precariedad, en el servicio eléctrico y en la economía de la CDEEE, de tal magnitud y de tal permanencia que llevaron a la ciudadanía a convencerse de que la misma, en manos del Estado era insuperable.

En el Sector Agua Potable el desempeño del sector se ve seriamente perjudicado por la ausencia de un ordenamiento institucional, caracterizado por la indefinición de roles, coincidencia de roles compatibles al interior de una misma institución, coincidencia de roles en varias instituciones, entre otros aspectos. No existe un ente que desempeñe el papel de rector y aunque algunas instituciones tienen por fuerza de ley un papel de regulación, prácticamente este tampoco existe. Entre las principales causas de las brechas de servicios se fundamentan en la ausencia de planificación sectorial y por tanto de planes maestros de acueductos y alcantarillados nacionales. Ambas razones, tienen como raíz común la falta de políticas públicas sectoriales, en general, y en forma específica, orientadas a disminuir brechas. La gestión de los sistemas es altamente ineficiente. No existe ningún plan sectorial en ejecución en el sector APS, en lo referente a las estrategias implementadas para el desarrollo del sector, no han diferido sustancialmente a las implementadas en las últimas décadas y se han caracterizado básicamente por la centralización y elevados subsidios del gobierno central que no incentivan el desempeño eficiente de las instituciones que prestan servicios, la ausencia de participación comunitaria, la utilización de tecnologías convencionales, entre otros. En sentido general, puede afirmarse que no se han producido en el sector APS cambios sustanciales en su estructura institucional, así como tampoco en las modalidades de gestión administrativa, económica y financiera de los sistemas. Las directrices generales planteadas para el proceso de reforma del sector APS: Reorganización institucional y separación de funciones, transformación del modelo de gestión empresarial, eficiencia económica y auto-sostenibilidad financiera, desarrollo de

una política de subsidios eficiente y transparente para la comunidad, disminuir brechas. La evolución normativa del sector agua se caracteriza por no tener un orden jurídico especial y por carecer de coherencia y coordinación a la hora de su promulgación. Esto se debe a la independencia que posee cada una de las instituciones del sector a la hora de accionar, con relación a las demás instituciones del sector.

El sector agua en República Dominicana lo conforman variadas instituciones centralizadas y descentralizadas del gobierno, que involucran los siguientes sectores, que deben ser tomados en cuenta al establecer estrategias y políticas de desarrollo y planificación de los recursos hídricos. Dichos sectores son:

- o Sector medio ambiente
- o Sector agua potable y saneamiento
- o Sector agropecuario
- o Sector energía

Estos organismos tienen a su cargo la administración de los recursos hídricos en nuestro país y ejercen sus acciones dentro del marco legal existente, **Fig. 10.11**.

Fig. 10.11: Marco legal vigente del sector agua de la República Dominicana

<u>Ley 4018 de 1954</u>	<u>Ley 5852 de 1962</u>	<u>Ley 6 de 1965</u>	<u>Ley 487 de 1969</u>
Ley de creación de Corporación Dominicana de Electricidad (CDE)	Ley de Dominio de las Aguas Terrestres y Distribución de Aguas Públicas	Crea el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, INDRHI	Control, Explotación y Conservación de las Aguas Subterráneas
<u>Reglamento No. 2889 de Ley 497 de 1977</u>	<u>Ley 64-00 de 2000</u>	<u>Ley 44-01 de 2001</u>	<u>Ley 125 de 2001</u>
Reglamento para Aplicación Ley Aguas Subterránea	Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales y creación Secretaría de Estado	Ley General de Salud	Ley General de Electricidad

Fuente: Rodríguez, F.T., ponencia IV Foro Mundial del Agua, Retos Reforma Legal.

Cabe destacar los esfuerzos que en los últimos años se han venido haciendo por reformar dicho sector en República Dominicana, y que ahora a través de la presentación del diagnóstico realizado por el Plan Hidrológico Nacional, se pretende dar una visión mucho más clara y objetiva de las estrategias y directrices que, en cuanto a política de gestión y planificación, deben seguirse respecto a este sector en todo el territorio nacional. También, vale señalar que reposa en el congreso nacional, en fase de estudio y concertación, y referente al ámbito jurídico y legal, la propuesta de la Ley de Aguas de la República Dominicana.

A el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales se le han asignado como funciones, la elaboración de la política nacional sobre medio ambiente y recursos naturales del país, así como la ejecución y fiscalización de la política nacional sobre medio ambiente y recursos naturales. El INDRHI es definido por la Ley No. 64 -2000 como la máxima autoridad de República Dominicana en materia de obras de aprovechamiento hidráulico.

A manera de resumir el rol y función de cada institución u organismo dentro del sector se presenta el siguiente cuadro:

Cuadro 10.7: Rol de las instituciones del sector agua potable y alcantarillado

Institución involucrada	Rol
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARN	Rector y regulador de la gestión ambiental y de los recursos naturales, y administrador de las áreas protegidas.
Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, INDRHI	Responsable del desarrollo de la infraestructura hidráulica, de la operación de los sistemas de riego y del manejo de los recursos hídricos.
Ministerio de Agricultura, SEA	Encargado de fomentar la producción agrícola y ganadera del país, y de la preservación y uso de los recursos naturales renovables.
Ministerio de Educación, SEE	Fomentar la educación como recurso esencial para el desarrollo individual y social, y sobre el uso racional de los recursos naturales, la defensa de la calidad del medio ambiente y el equilibrio ecológico.
Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, SESPAS	Rectora del sector salud pública. Asesor para la ejecución de obras de agua potable y saneamiento y emisor de permisos de las empresas embotelladoras de agua potable.
Instituto Nacional de Aguas Potable y Alcantarillado, INAPA, y las CORAS	Prestadoras de servicio de abastecimiento de agua potable y de las obras de saneamiento de la población urbano y rural.
Ayuntamientos	Responsables de la gestión ambiental local.
Sociedad Civil	Usuario de los recursos hídricos.

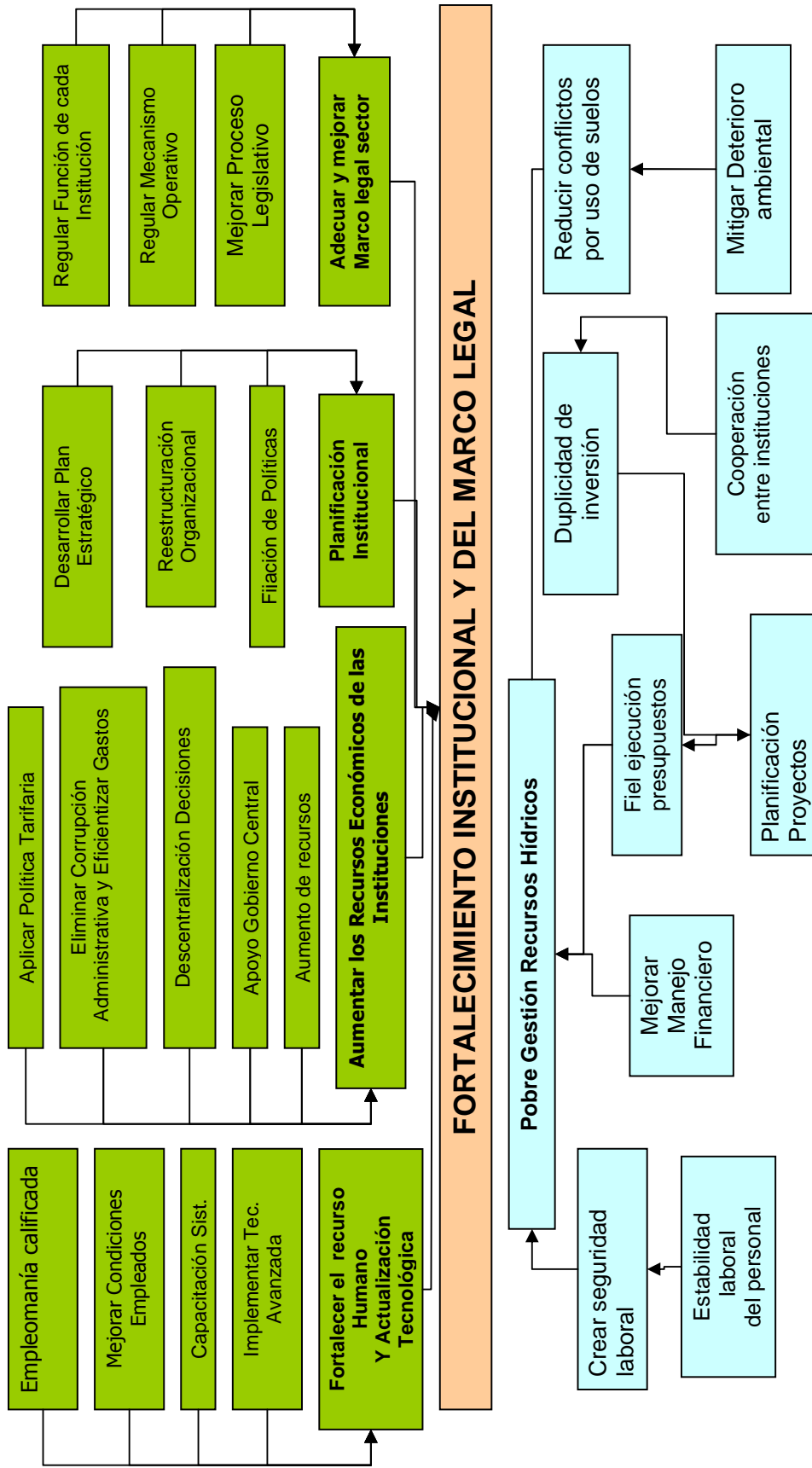
Fuente: Plan Hidrológico Nacional, 2006.

Del análisis del árbol de problemas desarrollado en los talleres regionales, se construyó un árbol de problemas único para el sector institucional, y luego se derivó el árbol de objetivo. De este **árbol de objetivos**, se desprenden el objetivo general del plan y los cuatros (4) objetivos específicos mostrados más adelante.

Analizados estos en base al los árboles de problemas levantados en cada uno de los talleres regionales realizados por la consultora GRUSAMAR, de este Plan Hidrológico, y el INDRHI.

En la **Figura 10.12**, se muestra el Árbol de Objetivos: Fortalecimiento Institucional.

Fig. 10.12: Árbol de Objetivos: Fortalecimiento Institucional



OBJETIVO GENERAL: Fortalecimiento institucional y del marco legal

Todos los diagnósticos y expertos que han sido consultados en el pasado y el presente por instituciones del sector, han coincidido en que es necesario una reforma en el sector, pero más importante también, una planificación en el uso del agua que permita una gestión eficiente y que presente mejores perspectivas para el desarrollo y convivencia de los habitantes del territorio dominicano. Se muestra a continuación tres aspectos claves visto en el presente Plan Hidrológico:

- Las propuestas de Ley de Aguas y Ley APS, ambas, son potenciales instrumentos normativos necesarios para la creación de un marco legal e institucional más moderno, fuerte, y efectivo, que esté basado en una planificación integrada y total del agua como recurso y su gestión en todo el país.
- Las propuestas mencionadas pueden ser armonizadas, para ser implementadas dentro de un mismo esquema de legislación regulador del sector aguas.
- La promulgación del Proyecto de Ley de Aguas antes de la promulgación del Proyecto de Ley APS, o al menos al mismo tiempo, y luego de las adecuaciones necesarias, debe de ser el orden de prioridad que se establezca en el Congreso Nacional.

Objetivos Específicos:
1. Adecuar y Mejorar el Marco Legal del Sector
2. Planificación Institucional
3. Aumentar los Recursos Económicos de las Instituciones
4. Fortalecer el Recurso Humano y Actualización Tecnológica

El Sector Agua es uno de los ejes del desarrollo económico de la nación. El agua es, por lo tanto, además de un recurso natural, un bien económico y también un bien social. Las Metas de Desarrollo del Milenio, dentro del campo de los recursos hídricos, están relacionadas a la implementación de instrumentos que tienen como objetivo la gestión integrada de esos recursos, así como el establecimiento de mecanismos orientados hacia su desarrollo sostenible.

10.5.2 Objetivos específicos

• Objetivo específico 1: Adecuar y mejorar el marco legal del sector

En general, las instituciones existentes pueden ser clasificadas en tres niveles: instituciones de operación, instituciones de planificación y estrategia e instituciones de gestión del recurso.

Sin embargo, ninguno de los entes participantes desempeña el papel de rector del sector Agua Potable y Saneamiento. Este rol fue parcialmente asignado al INAPA en su Ley de Creación; sin embargo, en términos prácticos no ha sido capaz de desempeñarlo, por lo cual se ha verificado un vacío en este sentido, que se ha reflejado en ineficiencia de la prestación del servicio e

indirectamente (en momentos determinados) en escasez del recurso agua. Esta carencia de coordinación y planificación se refleja en ineficiencia en la prestación del servicio. En general, no solo hay un problema de coordinación, sino de capacidad de regulación del sector que permita la sinergia entre los esfuerzos que realiza cada institución de las mencionadas. En ese sentido ha sido propuesta una Ley de Reforma del Sector Agua Potable y Saneamiento, para tratar de compensar estas deficiencias en términos de gestión del recurso, así como un anteproyecto de Ley de Aguas con la finalidad de regular el recurso desde la perspectiva de su producción, aprovechamiento y preservación.

Se observa una superposición de funciones en la organización institucional del sector aguas, así como de las competencias atribuidas, por las distintas legislaciones del marco vigente, a dichas instituciones. El análisis de la organización institucional y de las competencias muestra la duplicación de funciones y la debilidad de los organismos responsables, así como la falta de coordinación entre actores.

En este sentido, y analizando desde esta perspectiva, el proyecto de Ley General de Reforma del Sector APS pendiente de aprobación, entendemos incorpora adecuadamente las consideraciones ante planteadas en este ítem, ya que además de impedir por el momento modelos de participación privada “muy agresivos”, tales como, aquellos que involucran venta de los activos, plantea los siguientes objetivos:

Objetivo Específico 1: Adecuar y Mejorar el Marco Legal del Sector
ACCIONES
1. Mejorar y Fortalecer el Marco Legislativo
2. Definir la política de trabajo de las instituciones en todos los niveles
3. Establecer mecanismo de Regulación Operativa en las Instituciones
4. Aplicar y Fortalecer Mecanismo Legales de Regulación en Uso del Recurso

De las acciones que cumplimentan el objetivo referente a adecuar y mejorar el marco legal del sectorial, se desprende lo siguiente:

1.1. Mejorar y fortalecer el marco legislativo

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
1 Realizar visitas públicas de los proyectos en la zona 2 Realización de seminarios 3 Estudiar el desarrollo de otros modelos similares en otros países 4 Creación de células comunitarias para requerimiento y monitoreo continuo 5 Conformar equipos enlaces, responsables de dar respuesta a la comunidad	Involucrar a la comunidad en los diferentes planes y proyectos relacionados con la elaboración del marco legal
Consensuar, Evaluar y Promulgar la Ley de Aguas y la Ley de Reforma del Sector Agua Potable y Saneamiento	Un Marco Legal actualizado y armonizado con la Función y competencia de cada Institución en el Sector Agua

1.2. Definir la política de trabajo de las instituciones en todos los niveles

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Lineamientos para una política de trabajo de las instituciones en todos los niveles	Nos permite enfocar y orientar las labores de trabajo

1.3. Establecer mecanismo de regulación operativa en las instituciones

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Programa de regulación de las funciones de cada institución	Cada institución resuelve lo que le corresponda (evitar duplicidad)
Elaborar un manual de funciones inter-institucional, con posible incorporación de leyes (tomando en cuenta quién lo hará cumplir), con su reglamento	Mejoría en las ejecutorias que le corresponde a cada organismo o institución a nivel nacional

1.4. Aplicar y fortalecer mecanismo legales de regulación en uso del recurso

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Establecer normas, leyes y sanciones a infractores por vertido de desechos sólidos en las fuentes de agua	Que la población respete y no viole las leyes que protegen las fuentes de abastecimiento de agua potable y por tanto no viertan en ellas

• **Objetivo específico 2: Planificación institucional**

Actualmente, los encargados de la prestación de los servicios del sector agua potable y saneamiento son el INAPA, y las diferentes corporaciones provinciales conformadas hasta la fecha. Sin embargo, en términos de elaboración de políticas y estrategias, intervienen los siguientes organismos estatales: la Oficina Nacional de Planificación (ONAPLAN), la Oficina Nacional de Presupuesto (ONAPRES), el Ministerio de Salud Pública (SESPAS) a la cual INAPA está adscrito, y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI).

La cuenca es la unidad de planificación ideal para la gestión del agua. Existen herramientas y mecanismos empleados en la administración del agua, como: el sistema de licencia para el uso del agua, el sistema de vigilancia y control, así como los planes de educación sobre el agua y los planes de cuencas. Estos últimos se elaboran para definir qué hacer, quién debe hacerlo y con cuáles recursos se ejecutarán las acciones para el mejor aprovechamiento de los recursos hídricos de la cuenca.

Las instituciones que desarrollan esta función en el sector establecen definiciones estratégicas respecto a objetivos nacionales, provinciales y municipales de eficiencia y cobertura, los principios de determinación de precios y tarifas de los servicios, los mecanismos de financiación de inversiones, la sistematización de créditos y aportaciones presupuestarias y la coordinación interinstitucional. Como hemos indicado anteriormente dentro de estas instituciones se encuentran: El Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (MEEPYD), la Comisión Presidencial para la Reforma y Modernización del Estado, creada por el Decreto P.E. 484 del 1996, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (SESPAS), el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARN) y los ayuntamientos, y el Instituto de Recursos Hidráulicos (INDRHI).

Objetivo Específico 2: Planificación Institucional
ACCIONES
1. Elaborar un Plan Estratégico Inter-Institucional del Sector a Corto, Mediano y Largo Plazo
2. Aplicar una Re-estructuración Organizacional
3. Fijar Políticas Institucionales

De las Acciones que cumplimentan el objetivo referente a la planificación institucional, se desprende lo siguiente:

2.1. Elaborar un Plan Estratégico Inter-Institucional del Sector a Corto, Mediano y Largo Plazo

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Elaborar un plan estratégico a corto, mediano y largo plazo (inter-institucional)	
Seguimiento al Plan Hidrológico Nacional. Seminarios a nivel inter-institucional donde intervengan todos los actores (políticos y sociales) de donde surja un primer plan general delimitado en el tiempo (observando otras experiencias de otros países) y con continuidad	Planificación Institucional por parte del Estado Dominicano, en cuanto a las ejecutorias de proyectos a nivel nacional de acuerdo a una Agenda-País. Dicho Plan ha de reevaluarse cada 2 años a nivel Nacional, y sera revisado de acuerdo a las ejecutorias de proyectos por la institución pertinente.

2.2. Aplicar una Re-estructuración Organizacional

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Realización de Jornadas de Seminarios para hacer diagnóstico de funciones en las instituciones	
Crear una agenda-país que permita establecer las actividades a corto, mediano y largo plazo	Contar con una Agenda de Desarrollo a nivel Institucional

2.3. Fijar Políticas Institucionales

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Definir un ordenamiento territorial y las Leyes que lo rijan	Permite establecer las diferentes áreas para desarrollo en cuanto a uso de suelos
Creación de un banco de datos para almacenar información de sectores comunes	Facilitar el flujo de información entre las instituciones y hacia la población en sentido general

• **Objetivo específico 3: Aumentar los recursos económicos de las instituciones**

Un aspecto importante a mencionar es que el Gobierno Central históricamente ha sido altamente paternalista con el Sector Agua Potable y Saneamiento (y otros sectores también), especialmente con las corporaciones encargadas de la gestión del servicio a las cuales ha siempre subsidiado; ello se ha reflejado en deficiencia administrativa de las mismas.

El Sector Energía en Republica Dominicana ha sido un sector bastante vulnerable de los últimos 20 años. La situación de inestabilidad e ineficiencia de este sector llevó al Gobierno en el período 1996-2000, a realizar cambios y re-evaluar la situación de dicho sector, propiciando e incentivando un proceso de capitalización de las empresas que conformaban dicho sector.

Objetivo Específico 3: Aumentar los Recursos Económicos de las Instituciones
ACCIONES
1. Aplicar Política Tarifaria
2. Eliminar Corrupción Administrativa y Eficientizar Gastos
3. Descentralización de Decisiones
4. Apoyo Gobierno Central
5. Aumento y Mejoría de Recursos Económicos

De las Acciones que cumplimentan el objetivo referente a aumentar los recursos económicos de las instituciones, se desprende lo siguiente:

3.1. Aplicar política tarifaria

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Plan para Implementar Tarifas de acuerdo a las posibilidades económicas de los sectores	Poner tarifas próximas a la realidad en los sectores de mayores recursos en los sectores de menores ingresos. Implementar tarifas menos elevadas para que los moradores en las mismas puedan acceder al pago del servicio
Implementar un nuevo sistema tarifario que refleje el costo final del agua al usuario	Incremento de los recursos disponibles para el mejoramiento y correcta operación del servicio de agua potable
Programa de macro y micro medidores en Sistemas de Abastecimiento de Agua	Con esta iniciativa se espera lograr un mayor control del usuario con respecto al uso del servicio y cobrar la cantidad

3.2. Eliminar corrupción administrativa y eficientizar gastos

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Plan para Eficientizar el sistema de cobros	Lograr la cantidad de recursos necesarios para mantener un funcionamiento adecuado de las instituciones encargadas del suministro de agua y el manejo del alcantarillado
Programa para Eficientizar los gastos	Realizar mensualmente un cotejo entre los gastos y cobros para evitar el gasto innecesario de capital que puede ser utilizado de manera más provechosa
Programa de Capacitación del personal técnico con vista a maximizar los recursos económicos	Eficientizar y mejorar el uso de la asignación presupuestaria

3.3. Descentralización de decisiones

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Programa de trabajo y tareas de las instituciones	Organizar los recursos, esfuerzos y trabajo, para solucionar los problemas de manera satisfactoria

3.4. Apoyo gobierno central

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Recursos Suficientes para las Instituciones por parte del Gobierno Central	Mejorar de manera Integral las funciones que debe realizar cada Institución
Organizar una campaña de concientización en la población sobre el valor del agua	La población toma conciencia del valor del agua y producto de ello, se reducen los desperdicios

3.5. Aumento y mejoría de recursos económicos

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Implementar un nuevo sistema tarifario que refleje el costo final del agua al usuario	Incremento de los recursos disponibles para el mejoramiento y correcta operación del servicio de agua potable

• Objetivo específico 4: Fortalecer el recurso humano y actualización tecnológica

Con respecto a las plantas de tratamiento, solo en la provincia de Santo Domingo existen aproximadamente unas 30 plantas (sin incluir las industriales), de las cuales menos de un tercio está operando y de estas es necesario establecer si lo están haciendo con eficiencia. En lo referente a las plantas potabilizadoras, en el país operan 141 plantas, de ellas INAPA opera 129, CAASD 8, CORASAAN y CORAAMOCA 2 respectivamente. CORAAPLATA y CORAAROMANA reciben este servicio de las plantas de INAPA.

Objetivo Específico 4: Fortalecer el Recurso Humano y Actualización Tecnológica
ACCIONES
1. Programa de Capacitación permanente a empleados de las instituciones
2. Empleomanía Calificada
3. Programa de Implementación de Tecnología de punta
4. Mejorar Condiciones de Empleados

De las acciones que cumplimentan el objetivo referente a fortalecer el recurso humano y actualización tecnológica, se desprende lo siguiente:

4.1. Programa de capacitación permanente a empleados de las instituciones

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Proyectos de capacitación a través de cursos y talleres	Mejorar el nivel de preparación y conocimiento del personal
Despliegue de un amplio programa de orientación	Llevar por todo el país a través de las organizaciones grupales las charlas para que la ciudadanía tome conciencia

4.2. Empleomanía calificada

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Capacitar a los miembros de las instituciones	Mejora la calidad del trabajo de los miembros en las instituciones
Realizar un inventario de recursos humanos especializados, por institución	Actualizar y conocer la base de dato de la empleomanía de cada Institución

4.3. Programa de implementación de tecnología de punta

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Programa para dotar a los miembros de las instituciones de los equipos más elementales y esenciales para su trabajo	Eficiencia y calidad en el trabajo desempeñado
Plan para adquirir tecnología de punta que vaya acorde con el proyecto a ejecutar	Modernizar Infraestructura
Proyectos de implementación de tecnologías de punta	Modernización de los procedimientos y herramientas operativas a nivel Institucional
Poner a disposición del público en general, las informaciones a través de una página Web	Que haya un acceso a la información a la población en sentido general y fluya de manera veraz, real y eficaz el intercambio de información inter-institucional

4.4. Mejorar condiciones de empleados

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Implementar un programa de carrera administrativa	Evitar fugas de recursos humanos especializados
Realizar una escala salarial inter-institucional	Mejorar Salarios de empleados y técnicos, e implementar Escala Salarial

10.6 PLAN DÉFICIT HÍDRICO

10.6.1 Situación actual

Los resultados del balance hídrico en la Fase de Diagnóstico del Plan Hidrológico Nacional (PHN) presentan que la disponibilidad del recurso agua, total del país es 23.497 millones de metros cúbicos.; mientras que la disponibilidad segura es 7.025 MMC.

Los volúmenes garantizados, embalsados en presas y lagunas, equivalen al 8.8% de la disponibilidad superficial, y el 17.9% de la demanda total de agua. Los indicadores hídricos sobre la disponibilidad del recurso agua, incluyen la disponibilidad por habitante por año, el índice de Tensión Hídrica (Marlin Falkenmank y C. Widstrand - 1993), y el grado de presión sobre el recurso. Los valores para estos índices aparecen en las tablas siguientes para todas las regiones hidrográficas

El país se encuentra en problemas generales de agua para situación normal y en tensión hídrica en los años extremos de escasez de agua. La región Ozama-Nizao se encuentra en tensión hídrica permanentemente.

Las demandas aparentemente son satisfechas, pero la presión sobre el recurso es crítica en las regiones donde se utiliza un alto porcentaje del agua disponible como sucede en: región Yaque del Norte (91.76%), región Yaque del Sur (78.17%), región Yuna (54.20%), Ozama-Nizao (26.38%), Este (16.17%), y Atlántica (11.38%). El índice medio para el país es 44.69%, que quiere decir que predomina un fuerte grado de presión sobre el recurso agua.

Todos los índices anteriores describen una situación de disminución de la disponibilidad de agua, o condición de déficit hídrico para varias de las regiones hidrográficas. La situación se torna aun más crítica cuando se presentan años secos, en los cuales podría llegar a 90% de presión hídrica.

El crecimiento sin previsión de la demanda de agua, el deterioro progresivo de las cuencas y las complejidades de la contaminación y degradación de la calidad del agua, en un ambiente en el que todavía quedan insatisfechas o mal servidas importantes segmentos de la población, ponen en riesgo las oportunidades de desarrollo y amenazan el patrimonio de los recursos naturales del país. Se requiere, por lo tanto, un ordenamiento que defina pautas orientadoras para la inversión en la infraestructura hidráulica y sanitaria necesaria para ampliar la cobertura de los servicios de agua, hacer su operación más eficiente y mejorar los servicios básicos en armonía con el medio ambiente, haciendo un uso racional del agua e identificando las reservas de agua dentro de un plan de crecimiento social y económico.

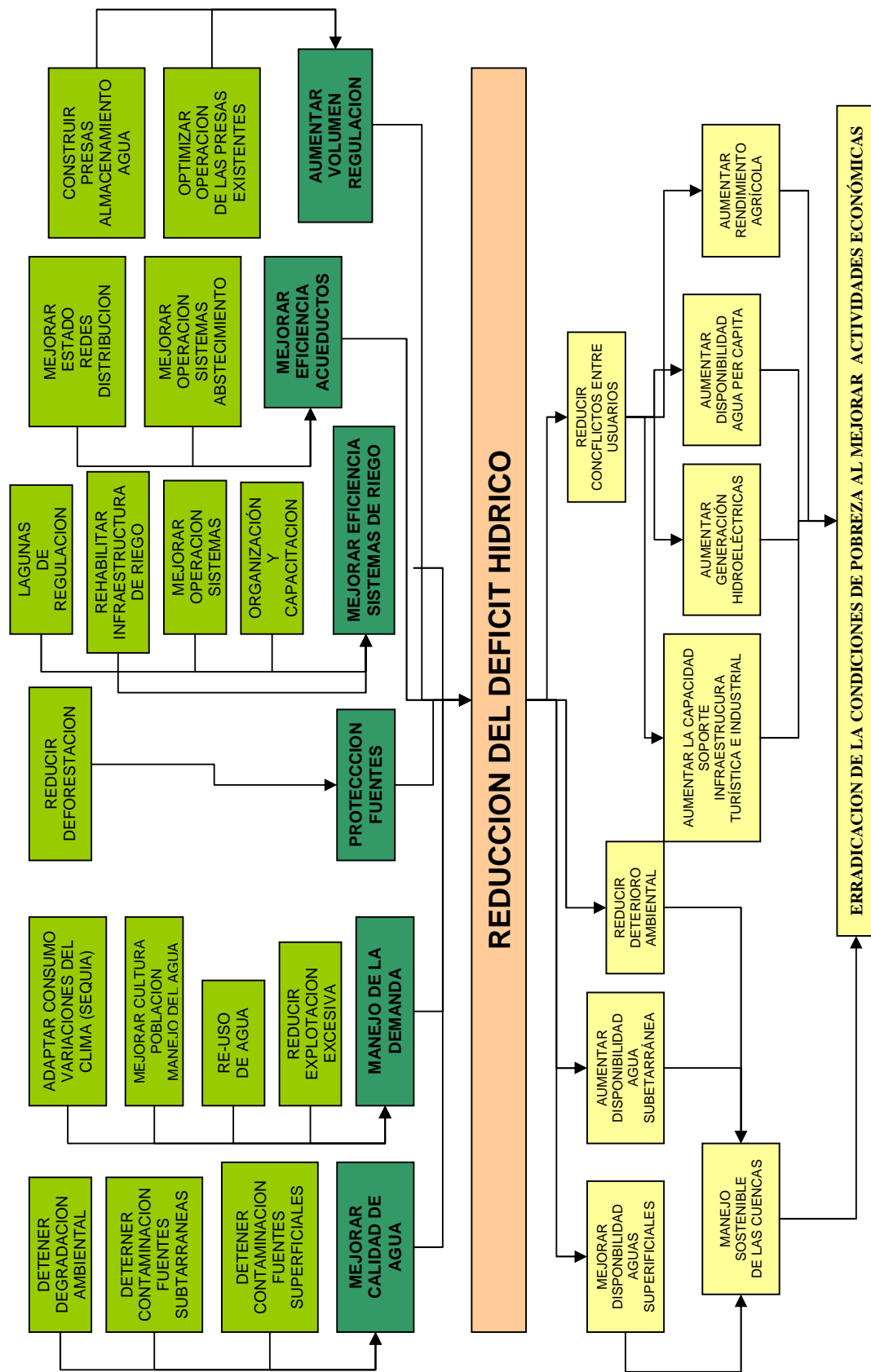
Para garantizar disponibilidad con la cual enfrentar el déficit hídrico, la solución sería el aumento de la capacidad de regulación o el volumen almacenado por los embalses y realizar cambios en la tecnología y en la eficiencia de irrigación.

Del análisis del árbol de problemas desarrollado en los talleres regionales, se construyó un árbol de problemas único para el tema de **Déficit Hídrico**, y luego se derivó el árbol de objetivos. De este árbol de objetivos, se desprenden el objetivo general y los seis (6) objetivos específicos mostrados más adelante. En la **Figura 10.13**, se muestra el árbol de objetivos.

OBJETIVO GENERAL: Reducir déficit hídrico regiones hidrográficas

Objetivos Específicos:
1. Aumentar volumen regulación
2. Mejorar eficiencia sistemas de riego (ver plan Mejorar Gestión del Riego)
3 mejorar eficiencia acueductos (ver Sub-Plan Reducir Déficit Agua Potable)
4. Mejorar calidad de agua (ver Plan Mejora Calidad de Agua)
5. Manejo de la Demanda
6 Protección de las fuentes productoras de agua

Fig. 10.13: Árbol de Objetivo: Reducción del Déficit Hídrico



10.6.2 Objetivos específicos

- **Objetivo específico 1: Aumentar volumen regulación**

Los volúmenes almacenados en embalses y lagunas son los volúmenes que pueden garantizarse en el suministro a los diferentes usuarios. El **Cuadro 10.11** muestra el volumen almacenado por región hidrográfica. El volumen total actual es el 18.27% de la demanda total de agua (11,626.36 MMC) y 9.04% de la disponibilidad de agua superficial (23,497.69 MMC).

Cuadro 10.10: Volúmenes almacenados, por región hidrográfica.

Región hidrográfica	Volúmenes almacenados en (mm ³)		
	Embalses	Lagunas	Total
Yaque del Norte	786.18	0.53	786.71
Atlántica	0.00	0.00	0.00
Yuna	550.33	0.05	550.38
Este	0.00	0.00	0.00
Ozama-Nizao	314.41	0.05	314.46
Yaque del Sur	426.54	0.42	426.96
Total disponible	2,077.46	1.05	2,078.51

Cuadro 10.11: Evolución de capacidad de almacenamiento por habitante (1960-2010)

Decenio	Presas Construidas	Volumen Almacenado Añadido (MMC)	Volumen Almacenado Acumulado	Población Habitantes	Volumen Almacenado per capita (MMC/hab)
1960-1970	1	0.04	0.04	4,009,458	0.010
1970-1980	7	979.20	979.24	5,779,089	169.445
1980-1990	5	594.10	1,573.34	7,163,658	219.628
1990-2000	4	174.20	1,747.54	8,480,793	206.059
2000-2010	2	377.00	2,124.54	9,249,970	229.681
Totales	19	2,124.54			

Cuadro 10.12: Capacidad de almacenamiento por habitante requerida (2010-2050)

Año	Valor Meta	Volumen Almacenado = 250 MC/hab	Volumen Almacenado = 500 MC/hab	Volumen Almacenado = 750 MC/hab
	Población habitantes	Volumen Total Embalsado Requerido	Volumen Total Embalsado Requerido	Volumen Total Embalsado Requerido
2010	10,168,855	2,542.21	5,084.43	7,626.64
2020	11,493,529	2,873.38	5,746.76	8,620.15
2030	12,624,554	3,156.14	6,312.28	9,468.42
2040	13,464,995	3,366.25	6,732.50	10,098.75
2050	14,023,080	3,505.77	7,011.54	10,517.31

El **Cuadro 10.12** contiene los volúmenes almacenados per cápita requeridos en el período 2010-2050 para mantener o alcanzar valores metas de 250, 500 y 750 MC por habitante. Actualmente, se dispone en embalses de 229.68 MC/hab. Si se desea mantener el valor meta de 250 MC/hab, esto significa que deberá añadirse cada año 44.85 MC. Para aumentar la seguridad de disponibilidad de agua embalsada al doble, 500 MC/hab. entonces habría que construir anualmente embalses con capacidad promedio de 82.08 MC, y si se desea lograr o alcanzar el valor meta de 750 MC/hab. esta cifra sería 319.30 MC en nuevos embalses cada año.

Objetivo Específico 1: Aumentar Volumen Regulación
ACCIONES
1. Optimizar Operación de Las Presas Existentes
2. Construir Presas Almacenamiento Agua
3. Contener sedimentación y/o preservar capacidad actual de los embalses

Las acciones propuestas, salidas de los talleres regionales realizados para hacer frente a buscar la solución o facilitar el cumplimiento del objetivo específico 1: Aumentar volumen de regulación son: Optimizar operación de las presas existentes; construir nuevas presas para almacenamiento de agua; y contener la sedimentación de los embalses para preservar la capacidad actual de almacenamiento.

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan los proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

1.1. Optimizar operación de las presas existentes

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Estudio de Optimización de la Operación de los embalses	Mejorar la operación actual para aprovechar al máximo la disponibilidad de agua superficial

1.2. Construir presas almacenamiento agua

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Estudio de Planificación Nuevas Presas	Programa o calendario de proyectos para diseño y construcción de presas
Construcción de nuevas presas	Aumentar el volumen de regulación y garantizar el suministro de agua

1.3. Contener sedimentación y/o preservar capacidad actual de los embalses

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Batimetrías periódicas de los embalses	Monitorear la situación de los embalses
Rehabilitación hidrológica de cuencas de aporte a los embalses	Evitar la sedimentación o colmatación del volumen de los embalses y preservar su capacidad de almacenamiento

• Objetivo específico 2: Mejorar eficiencia sistemas de riego

En el caso dominicano la agricultura tiene también una gran relevancia para el desarrollo dominicano. La importancia del agro en República Dominicana viene no solo por el hecho de que es un sector estratégico, por su incidencia en la seguridad alimentaria, en la reducción de la pobreza, la estabilidad política y económica, generación de empleos y ayudar a corregir problemas de balanza de pagos; sino también porque es un eje cardinal dentro de las políticas de desarrollo sustentable del país.

De ahí la necesidad de poner en práctica un nuevo enfoque que ponga mayor atención sobre la relación de las actividades agropecuarias con la gestión de los recursos naturales, en especial los recursos hídricos. Aquí en República Dominicana, la principal demanda de agua es para fines de riego, de ahí la importancia del tema cuando se habla de la gestión de los recursos hídricos.

Objetivo Específico 2: Mejorar Eficiencia Sistemas De Riego
ACCIONES
1. Lagunas de regulación
2. Rehabilitar infraestructura de riego
3. Mejorar operación sistemas riego
4. Organización y capacitación agricultores

Este objetivo específico debe integrarse y armonizarse con el plan y objetivo del sector riego.

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan los proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

2.1. Lagunas de regulación

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Construcción de obras hidráulicas	Logramos optimizar el recurso almacenando la cantidad necesaria

2.2. Rehabilitar infraestructura de riego

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Rehabilitación de canales	Revestimiento de 20 kilómetros de canales principales
Limpieza de canales de riego primarios, secundarios y terciarios	Mayor eficiencia de riego, mejor distribución del agua y mayores áreas regadas.

2.3. Mejorar operación sistemas riego

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Uso de tecnología	Mayor producción y reducción de pérdidas de agua Disminuye y/o retarda la salinización de los suelos.
Instalación de sistemas de riego presurizado	Equipar e instalar sistemas de riego por goteo
Nivelación de terreno por rayos láser	Nivelar 150 tas. con el sistema de rayos láser en frutos menores
Monitoreo de la calidad del agua de riego	Para asegurar la no salinización de los suelos y su capacidad de intercambio catiónico (CIC)

2.4. Organización Y capacitación agricultores

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Capacitación	Enseñar a los usuarios el manejo de la tierra de la distribución del agua
Aplicación de tecnologías que midan la necesidad de riego (tensiómetros)	Aplicar el riego cuando se necesite, sin que le falte ni le sobre a los cultivos. Suministrar agua de acuerdo a la demanda biológica
Tecnologías de nivelación de suelo	Evitar erosión y arrastre del suelo excesivamente, mejor penetración hacia los cultivos, etc. (parcelación)

• **Objetivo específico 3: Mejorar eficiencia acueductos**

“En primer lugar y en relación a la cobertura de los servicios, el aumento que se ha venido experimentando con relación a periodos anteriores, no resulta coherente con los niveles de inversión realizados en el sector durante las últimas décadas.

Actualmente, todavía aproximadamente 1, 565,000 habitantes en la República Dominicana no tienen acceso a agua por acueducto y la cobertura intradomiciliaria

(agua por acueducto dentro de la vivienda) reporta una disminución desde 45.0% en 1993 hasta 37.4% en 2002, situación que requiere una investigación a fin de identificar si se trata de un error censal.” Ver volumen F.3 Diagnóstico del sector APS.

La gestión de los servicios en los sistemas de acueductos ha sido ineficiente y ha cultivado y fomentado un paternalismo estatal que ha ido en desmedro de las instituciones primeramente y luego reflejadas de manera directa a la población debido a la ineficiente administración y gestión de acueductos.

Dentro del presente plan: Reducir déficit hídrico, está el presente objetivo, el cual nos limitamos a referirnos a un plan más amplio y que se relaciona con este y tiene que ver con los sistemas acueductos. Por ello colocamos el cuadro abajo que sale del árbol de objetivos: Reducir déficit hídrico, pero enviamos al lector a integrar y armonizar los planes y acciones para este objetivo con el plan de agua potable.

Objetivo Específico 3: Mejorar Eficiencia Acueductos
ACCIONES
1. Mejorar operación sistemas abastecimiento
2. Mejorar el estado de las redes de distribución

Estos objetivos son los mismos o deben armonizarse con el plan y con los objetivos del sector APS. Las acciones planteadas aquí caen dentro de las acciones del plan del sector APS al cual nos limitamos a remitir en este capítulo.

Las acciones aquí planteadas, deben ser armonizadas con las del plan al que hacemos referencia, ya que están incluidas estas acciones en el plan de agua potable.

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan los proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

3.1. Mejorar operación sistemas abastecimiento

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Proyectos de educación en el manejo de las aguas	Crea conciencia y conocimiento sobre el valor del agua
Proyecto de sistemas de medición	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir gasto de agua no contabilizada • Reducir el uso inadecuado de agua
Establecer tarifas para uso y consumo de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Precios para diferentes tipos de usuario • Precios para diferentes niveles de consumo

3.2. Mejorar el estado de las redes de distribución

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Corrección de fugas	Eliminación de las fugas
Construcción de presas	Presas de almacenamiento de agua para múltiples usos
Proyectos de restablecimiento y nuevas redes	<ul style="list-style-type: none"> • Se reducen las pérdidas por fugas en las redes que están en malas condiciones • Se reduce la contaminación de las aguas en las redes
Construcción de sistemas de almacenamiento	Permite contar con reservas de agua para enfrentar eventos (sequías, etc.)

- **Objetivo específico 4: Mejorar calidad de agua**

Los recursos de agua dulce son un componente esencial de la hidrosfera de la Tierra y parte indispensable de todos los ecosistemas terrestres.

El agua, una vez usada se pierde la calidad de entrada por sus usos específicos y retorna al ciclo por infiltración profunda, otra infiltra y pasa a recargar a lagos, ríos, y le quita a estos la oportunidad del auto depuración natural de los cuerpos de aguas superficiales (ríos, lagos artificiales o no); que el caso de los ríos que además de pequeños, tienen una recarga de aguas residuales no tratadas cada vez más grande. Parte del agua pasa a ser de retorno o de reuso y sus volúmenes en tiempo de estiaje pasan a ocupar una parte considerable en porcentaje del caudal por mezcla en las aguas superficiales.

Las acciones de prevención, vigilancia y control de la calidad del agua, permiten la conservación de la fuente y elevar el nivel de salud y bienestar de la población. En este sentido la implementación de un programa sistemático de calidad de agua nacional, resulta un paso trascendente, para la planificación de los recursos hídricos, su adecuación para usos múltiples y con ello dar seguimiento a una de las metas de los Objetivos del Milenio, reducir a la mitad el número de personas que no tienen acceso a agua potable en el año 2015.

La mala calidad del agua y un abastecimiento no sostenible frenan del desarrollo económico nacional y pueden tener efectos negativos a la salud y los medios de vida. La calidad de las aguas depende fundamentalmente de las actividades antrópicas, por lo que los habitantes de República Dominicana somos responsables del bienestar de las actuales y futuras generaciones.

Objetivo Específico 4: Mejorar Calidad De Agua
ACCIONES
1. Detener la Contaminación de las Fuentes Superficiales
2. Detener la Contaminación de las Fuentes Subterráneas
3. Detener la Degradación Ambiental

Del árbol de objetivos se derivan estas acciones en lo que se refiere a mejorar calidad de agua, pero se recomienda, ya que están de una forma u otra relacionada e integrada con las del plan Mejoramiento de la Calidad de las Aguas, referirse a las de dicho plan ya formulado en el capítulo 4 del presente documento.

Este objetivo en cuanto a mejorar calidad del agua, debe integrarse y armonizarse con el plan calidad de aguas del sub-plan Mejoramiento de la Calidad de las Aguas. Por ello se remite en esta parte a los planes y acciones del Plan Mejoramiento de la Calidad de las Aguas.

- **Objetivo Específico 5: Manejo de la Demanda**

El consumo de agua depende de varios de factores sociales y factores ambientales. Entre los sociales se puede destacar que a mayor nivel de desarrollo económico, se incrementa el

consumo. Entre los factores ambientales está el clima, que condiciona no solo los niveles de consumo sino también la distribución de la variación anual o estacional.

En cuanto al objetivo específico: **Manejo de la demanda**, en las condiciones actuales del país, la mayor parte de los sistemas operan con tarifas subsidiadas que no reflejan los verdaderos costos de producción de agua potable, y que tampoco incentiva el ahorro de agua.

De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan los proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

Objetivo Específico 5: Manejo de la Demanda
ACCIONES
1. Reducir la explotación excesiva del recurso y de las fuentes de agua
2. Implementar el re-uso de agua para
3. Adaptar el consumo a las variaciones naturales del clima (sequía)
4. Mejorar la cultura población en torno al manejo del agua

5.1. Reducir explotación excesiva

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Promulgar leyes que contribuyan al ahorro de agua en la población y ¡APLICARLAS!	Formar individuos con conciencia en el buen uso del agua. Que los niños actúen como multiplicadores en el centro de la familia
Monitoreo de las fuentes de agua	La población tiene conocimiento de los niveles en que se encuentran las fuentes de agua y su capacidad de explotación

5.2. Re-uso de agua

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Promover el uso de agua no tratada en labores donde no se necesite (ejemplo: agua de lluvia para regadío de jardines, lavar autos, etc.)	Reducción del volumen de agua potable, consumida donde no se requiera esta calidad.
Implementar Sistemas de Re-Useo del Agua	Incremento del recurso agua para fines de satisfacer demanda en algún sector que resulte ventajoso la utilización de agua en base a este sistema.

5.3. Adaptar consumo variaciones del clima (Sequía)

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Realizar campañas de ahorro y buen uso del agua en los medios de comunicación (prensa, TV, radio, etc.)	Reducción de volúmenes de agua que se pierden debido al mal uso y desperdicio del agua en los hogares y negocios
Promulgar leyes que contribuyan al ahorro de agua en la población y ¡APLICARLAS!	Formar individuos con conciencia en el buen uso del agua. Que los niños actúen como multiplicadores en el centro de la familia

5.4. Mejorar cultura población manejo del agua

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Realizar campañas de ahorro y buen uso del agua en los medios de comunicación (prensa, TV, radio, etc.)	Reducción de volúmenes de agua que se pierden debido al mal uso y desperdicio del agua en los hogares y negocios
Organizar una campaña de concientización en la población sobre el valor del agua y su consumo	La población toma conciencia del valor del agua y producto de ello, se reducen los desperdicios

• Objetivo específico 6: Protección de las fuentes productoras de agua

La gestión del agua por cuencas, dentro del ámbito de la cuenca o cuencas interconectadas se centra casi exclusivamente en captar, regular, controlar, aprovechar y tratar dicho recurso

haciendo uso de obras hidráulicas. Los proyectos más recientes enfatizan cada vez más la necesidad de mejorar la calidad del agua y no la cantidad.

El objetivo general es velar por que se mantenga el suministro suficiente de agua de buena calidad para toda la población y preservar las funciones hidrológicas, biológicas, y químicas de los ecosistemas.

Objetivo Específico 6: Protección de las fuentes productoras de agua
Acciones
1. Reducir la Deforestación
2. Campaña de Monitoreo de Calidad de Aguas en puntos de extracción
3. Inventariar de los Pozos
4. Aplicar un política de Penalización por daños a fuentes de agua en base a un Marco Legal

En cuanto a la acción número cuatro (4) del presente objetivo específico, referirse a las acciones de fortalecimiento del marco legal, en el análisis de los objetivos para debilidad institucional. De los talleres regionales y nacionales celebrados por el PHN, se presentan los proyectos, actividades y resultados esperados, relacionados con este objetivo.

6.1. Reducir deforestación

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Capacitación a maestros en Liceos y Colegios sobre la importancia del agua (su manejo adecuado y la conservación de cuencas)	Dar a conocer a la población estudiantil, sobre el cuidado y conservación de las fuentes de agua, y por tanto realizar campañas para su ahorro y cuidado de contaminación
Campañas de Reforestación	Aumentar la cobertura boscosa

6.2. Campaña de monitoreo de calidad de aguas en puntos de extracción

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Instalación de equipos de monitoreo	Medición de niveles acuíferos y recarga
Tomar muestras de agua por cada pozo	Medir el grado de contaminación, conductividad eléctrica y salinidad del agua
Monitoreo de la calidad de las aguas	Contar con aguas saludables

6.3. Inventario de pozos

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Establecer una medición periódica de los niveles freáticos	Conocer la fluctuación de los niveles freáticos dentro del suelo
Localización geo-espacial de los pozos existentes	Saber con exactitud y rapidez la localización de cada pozo en una base de datos

6.4. Aplicar una política de penalización por daños a fuentes de agua en base a un marco legal

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Referirse a las acciones de fortalecimiento del Marco Legal, en el análisis de los objetivos para Debilidad Institucional.	Cumplimiento de Leyes y Normas que permitan asegurar las fuentes de agua y su posible penalización por parte de aquellos que dañen o intenten dañar dichas fuentes.
Monitoreo de la calidad de las aguas	Contar con aguas saludables

10.6.3 SUB PLAN DISPONIBILIDAD DE AGUA POTABLE

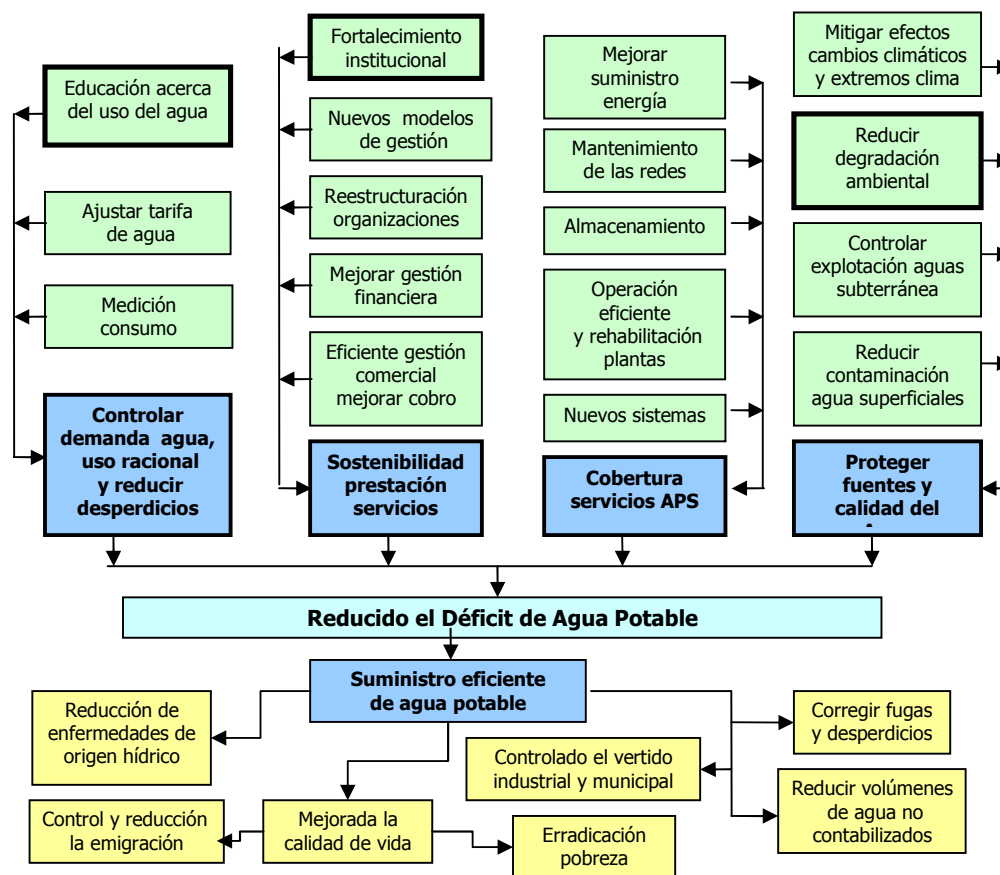
OBJETIVO GENERAL: Reducir el déficit de agua potable

Objetivos Específicos:
1. Manejar la Demanda de agua Lograr Uso Racional Reducir Desperdicios
2. Garantizar la Sostenibilidad de los Servicios
3. Ampliar la Cobertura de Servicios APS
4. Proteger las fuentes y la calidad del Agua

Los objetivos específicos resultantes del análisis del árbol de problemas y de la construcción del árbol de objetivos para priorizar las intervenciones en agua potable y saneamiento son los siguientes:

1. Propiciar un uso más racional del agua a fin de lograr un mejoramiento sustancial de la gestión.
2. Mejorar la calidad del agua para el consumo y su control, ya que ello implica acciones de muy alto impacto para la salud a costos relativamente bajos (por ej. desinfección adecuada del agua).
3. Mejorar la eficiencia operativa y comercial de las instituciones prestadoras de servicios de agua potable y alcantarillados, para aumentar los niveles de sostenibilidad. El mejoramiento de la calidad de los servicios y el aumento de recursos económicos disponibles que las instituciones pueden utilizar para otras intervenciones.
4. Hacer intervenciones dirigidas a disminuir las brechas identificadas entre:
 - a) Zonas de residencia, regiones de salud y provincias;
 - b) Cobertura y calidad de la prestación de los servicios; y,
 - c) Agua potable y saneamiento.
5. Llevar a cabo un programa permanente de monitoreo y vigilancia para protección de las fuentes de agua, tanto aplicable a las fuentes superficiales y subterráneas actuales como aquellas que surjan de estudios exploratorios de nuevas fuentes alternativas.

A continuación se presenta el esquema del Sub-Plan: Reducir el déficit de agua potable, además podemos apreciar los objetivos específicos del mismo y las diversas acciones necesarias para lograr los propósitos planteados.



• **Objetivo específico 1: Manejar la demanda de agua**

A fin de lograr un cambio en las medidas de manejo de la demanda se necesita implementar una serie de acciones que tienden a modificar el manejo actual de la demanda de agua potable.

Existen en este sector una serie de necesidades pendientes de resolver de manera apremiante, que convierten estas en urgentes prioridades entre las que tenemos:

- Se estima que las pérdidas físicas de agua en casi todos los sistemas es mayor de 50%, lo que constituye un reto para el manejo racional del recurso. Se precisa reducir las pérdidas por no pago del recurso, como también las que se producen por fugas en las redes de conducción, que en ocasiones permanecen prolongados periodos de tiempo sin que se hagan las correcciones de lugar.
- Casi la totalidad de la población no tiene cultura de lo que debe ser el uso racional del agua, con bastante frecuencia este recurso vital se usa con desprecio de su ahorro y conservación, se requiere implementar una amplia campaña de educación a todos los niveles, partiendo desde los niveles básicos de la educación hasta abarcar toda la población.

- El control del consumo a través de la medición, permite crear en la población la cultura del ahorro y la conservación del agua, para esto se requiere conjuntamente con otras medidas, la instalación de micros y macros medidores que regulen el consumo; además, de poner en práctica planes de ajustes y cobro de la tarifa de estos servicios, para mejorar toda la gestión del sector y lograr su total autosuficiencia.

Objetivo Específico 1: Manejar la Demanda de Agua
ACCIONES
1. Educar a la población sobre Uso racional del agua
2. Ajustar tarifas de Agua para incentivar ahorro y conservación
3. Medir el consumo de agua

1.1 Educar a la población sobre uso racional del agua

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Orientación respecto a la conservación del medio ambiente	Que las personas tomen mayor conciencia y sepan de la necesidad de tener un ambiente sano
Conformar e incentivar en las instituciones el concepto ambientalista	Cuanto más instituciones y ciudadanos conozcan de medio ambiente, más cuidado.
Programa de educación para la conservación del ambiente	A través de la radio, la televisión y las escuelas, crear conciencia en la población de que el agua es vida y es necesario conservarla
Las instituciones deben crear un programa educativo que creen conciencia en la población acerca de la conservación del ambiente.	Este programa debe estar bien equipado de todos los medios para llevar una mejor información que debe llegar a las escuelas públicas y privadas, instituciones y a la población en general, ya sea a través de facilitadores, medios de comunicación radial y televisivo.
Educación ambiental	Concientizar a la población respecto a la importancia de conservar y proteger las fuentes de agua
Capacitación a maestros en Liceos y Colegios sobre la importancia del agua (su manejo adecuado y su conservación)	Dar a conocer a la población estudiantil, sobre el cuidado y conservación de las fuentes de agua, y por tanto realizar campañas para su ahorro y cuidado de contaminación
Aplicación de la asignatura Educación Ambiental en las escuelas	Que toda la población escolar sepa las consecuencias trágicas de la desaparición del agua
Despliegue de un amplio programa de orientación sobre conservación ambiental	Llevar por todo el país a través de las organizaciones grupales las charlas para que la ciudadanía tome conciencia de la conservación del ambiente
Uso de los medios masivos de comunicación, radio-TV, periódicos para la difusión de educación ambiental	Que toda la ciudadanía se eduque y cree conciencia sobre el medio ambiente para hoy y para el futuro.
Implementar una materia en los centros educativos sobre el uso, protección y conservación del agua	Los estudiantes se verán obligados a conocer la importancia del uso y conservación de las fuentes de agua, así como de ahorrarla y evitar su contaminación
Realizar campañas de ahorro y buen uso del agua en los medios de comunicación (prensa, TV, radio, etc.)	Reducción de volúmenes de agua que se pierden debido al mal uso y desperdicio del agua en los hogares y negocios
Promover el uso de agua no tratada en labores donde no se necesite agua potable (ejemplo: agua de lluvia para riego de jardines, lavar autos, etc.)	Reducción del volumen de agua potable, consumida donde no se requiera esta calidad.
Organizar una campaña de concientización en la población sobre el valor del agua	La población toma conciencia del valor del agua y producto de ello, se reducen los desperdicios

1.2 Ajustar tarifas de agua para incentivar ahorro y conservación

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Actualización constante del catálogo de usuarios	Esta medida nos ayudará a evitar la evasión de pago por parte del usuario, ya que estará debidamente ubicado en cada momento.
Implementar tarifas de acuerdo a las posibilidades económicas de los sectores	Poner tarifas próximas a la realidad en los sectores de mayores recursos, en los sectores de menores ingresos implementar tarifas menos elevadas para que los moradores en las mismas puedan acceder al pago del servicio
Implementar un nuevo sistema tarifario que refleje el costo final del agua al usuario	Incremento de los recursos disponibles para el mejoramiento y correcta operación del servicio de agua potable
Establecer tarifas para uso y consumo de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Precios para diferentes tipos de usuario • Precios para diferentes niveles de consumo

1.3 Medir el consumo de agua

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Instalación de macro y micro medidores	Con esta iniciativa se espera lograr un mayor control del usuario con respecto al uso del servicio y cobrar la cantidad real en dinero del consumo por el usuario.
Proyecto de sistemas de medición	Reducir gasto no contabilizada y el uso inadecuado del agua

• Objetivo específico 2: Garantizar la sostenibilidad de los servicios

Objetivo Específico 2: Garantizar la Sostenibilidad Prestación servicios
ACCIONES
1. Lograr operación comercial eficiente
2. Mejorar gestión financiera
3. Reestructurar organizaciones
4. Introducir nuevos modelos de gestión
5. Fortalecimiento Institucional y del Marco legal

La calidad de los servicios, medida a través de los indicadores sectoriales tradicionales (calidad del agua para consumo, continuidad del servicio y tratamiento de aguas residuales), se encuentra en condiciones muy críticas, destacándose deterioro progresivo y estancamiento, en el valor para los indicadores correspondientes.

No existen mecanismos que obliguen a los prestadores a cumplir con indicadores de gestión mínimos de calidad y eficiencia, y mientras más deficiente es el desempeño mayor es el subsidio estatal. Por lo tanto, estos subsidios al ser generalizados y asignados para cubrir déficit operacionales no obedecen al más mínimo criterio de equidad, ya que mientras los que tienen acceso a agua por acueducto en la ciudad de Santo Domingo pagan el galón a RD\$0.025, el que no lo recibe (que son los más pobres), lo paga a RD\$1.00 (40 veces más cara).

Si las instituciones operan con déficit importantes, con pérdidas comerciales > 65.0%, número de empleados en todos los casos cerca del doble del necesario, tarifas rezagadas, entre otros, los recursos para mantenimiento de la infraestructura existente y programas prioritarios para la calidad de los servicios, tales como, control de perdidas, mejoramiento de la calidad del agua para consumo, micromedición, etc. ¿De dónde se pueden financiar? Y ¿Quién obligaría a los prestadores a invertir en estos aspectos?

La gestión de los sistemas es altamente ineficiente. La inversión realizada en el sector APS durante las últimas décadas ha sido cuantiosa, pero muy mal gestionada, tal y como lo evidencian todos los diagnósticos sectoriales realizados.

2.1 Lograr operación comercial eficiente

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Eficientizar el sistema de cobros	Lograr la cantidad de recursos necesarios para mantener un funcionamiento adecuado de las instituciones encargadas del suministro de agua y el manejo del alcantarillado
Eficientizar los gastos	Realizar mensualmente un cotejo entre los gastos y cobros para evitar el gasto innecesario de capital que puede ser utilizado de manera más provechosa.

2.2 Mejorar gestión financiera

Para mejorar la gestión financiera de los servicios debe subdividirse el análisis en dos tipos de fuentes de recursos: (1) El financiamiento de la Inversión, y, (2) El financiamiento operacional.

El financiamiento de la inversión se refiere al que está orientado principalmente a la construcción de nuevos sistemas. Además, incluye los fondos correspondientes a rehabilitaciones de la infraestructura existente. En su totalidad provienen del presupuesto nacional, compuesto tanto por aportes del Gobierno Central con recursos propios como con recursos externos.

El financiamiento operacional va dirigido a financiar el importante déficit operacional de las instituciones. En el caso del INAPA, el cobro de los servicios solamente cubre el 18.0% de los gastos operativos y el mayor peso del financiamiento recae sobre los subsidios energético y presupuestal, entre los cuales representan un 50.0% del monto total.

2.3 Reestructurar organizaciones

Dotar al sector agua potable y saneamiento de una estructura institucional transparente eficaz y eficiente con una adecuada asignación de responsabilidades y funciones a los distintos organismos, que permita cumplir con las metas específicas del sector.

Mantener el equilibrio en las relaciones entre usuarios y prestadores, a través de la protección de los derechos de los primeros y de la preservación de las condiciones de seguridad jurídica de los segundos.

2.4 Introducir nuevos modelos de gestión

Se debería seguir consolidando el modelo de descentralización de los servicios en las zonas rurales, así como diseñar y ejecutar un proyecto dirigido a desconcentrar y descentralizar al INAPA. Ambas estrategias, van en el mismo sentido que se plantea en el Proyecto de Ley.

Recientemente se han creado corporaciones, cuya tendencia sigue en rápido aumento, y estas han sido concebidas bajo el mismo modelo paternalista e ineficiente que las primeras existentes y no obedecen a estudios previos que analicen la realidad en su conjunto.

Por una parte, no se tiene definido qué provincias o conjunto de estas tienen la posibilidad por la dimensión de su economía de contar con corporaciones sostenibles, y de la otra, bajo qué modelo el Instituto Nacional de Aguas y Alcantarillados (INAPA) pudiera ir descentralizándose en corporaciones autónomas sin provocar el colapso de sus sistemas, al eliminar en forma improvisada los ingresos que pueden aportar las provincias con mayor nivel de recaudación.

A excepción de las corporaciones recién creadas, en las últimas décadas no se han producido en el Sector APS cambios sustanciales en su estructura institucional, así como tampoco en las modalidades de gestión administrativa, económica y financiera de los sistemas. Sin embargo, y en lo que respecta a nuevos enfoques que incorporen a la gestión por la comunidad y la participación del sector privado, debe hacerse mención a los siguientes:

- Programas de descentralización de acueductos rurales, desarrollados por el Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) a partir del año 1997, y recientemente por la CAASD, a través del cual con aportes técnicos y financieros de diferentes cooperantes, se construyen y traspasan a las comunidades los sistemas de abastecimiento de agua, a través de asociaciones rurales de agua.
- Contratos de gestión comercial privada, suscritos a partir del año 2001 por la Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD) con empresas privadas para la gestión comercial de los servicios de agua potable y alcantarillados.

Los prestadores existentes y los nuevos que se incorporen deberán suscribir un contrato o licencia de prestación con el ente rector, de tal forma que su operación y metas de desempeño estén orientadas por las políticas y planificación sectorial trazada por el órgano rector. De esta forma, se obligará el accionar de estas instituciones hacia los objetivos generales del Estado y se condicionarán las entregas de subsidios, hasta que se alcance la autonomía financiera, al cumplimiento de metas establecidas en los referidos contratos.

Debe garantizarse las condiciones básicas de prestación, definidas como obligatoriedad, regularidad, continuidad, calidad y eficacia de los servicios públicos regulados, de conformidad con el régimen de la presente Ley y los respectivos contratos.

Debe promoverse la incorporación de modelos de gestión basados en criterios de calidad, eficiencia y equidad.

Debe introducirse, en la medida de lo posible, segmentos o áreas de competencia dentro del sistema de los servicios regulados.

Debe promoverse la participación del sector no gubernamental en la prestación de los servicios, según las disposiciones de esta ley; y mediante la selección de las modalidades que se consideren más convenientes en el futuro.

2.5 Fortalecimiento institucional y del marco legal

Implementar el proceso de reforma y modernización del sector APS y sus instituciones, ayudaría a lograr cambios y transformación de la situación actual. La crisis estructural en que se encuentra el sector APS y sus servicios, requieren de la implementación de un proceso de reforma y modernización, cuyos lineamientos generales forman parte del Proyecto de Ley de Reforma del Sector APS que se encuentra desde hace 8 años en el Congreso de la República. Se requiere de alguna fórmula que coloque al más alto nivel político el impulso y conducción de este proceso. Este paso será necesario con la aprobación o sin la aprobación del Proyecto de Ley de Reforma.

- a) Separar la función de definición de políticas y planificación; de la función de regulación, fiscalización y control de los servicios y de la función de prestación de los servicios.
- b) Asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas de provisión de agua potable y saneamiento y promover su expansión.
- c) Promover la adopción de tarifas justas y razonables y que reflejen el costo económico de la prestación de los servicios.
- d) Favorecer la descentralización de los servicios cuando los municipios y comunidades locales estén en condiciones de prestarlos con calidad, regularidad, continuidad, eficacia y equidad.

A continuación se resume en sentido general en qué consiste el proceso de reforma sectorial.

Transformar el marco institucional implica:

- La creación de un ente rector “Autoridad rectora de los servicios de agua potable y saneamiento”, con la misión de formular las políticas, planes y estrategias para el desarrollo a corto, mediano y largo plazo de los servicios de APS.
- La creación de un ente regulador “Superintendencia de los servicios de agua potable y saneamiento”, encargado de toda la función regulatoria: dictado de normativa regulatoria, control de la prestación, resolución de conflictos, desarrollo de incentivos, establecimiento de metodología de cálculo y régimen tarifario.
- Los prestadores, deberán incorporar un modelo de gestión empresarial dirigido al alcance de su autonomía financiera.

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Creación de un banco de datos para almacenar información de sectores comunes	Facilitar el flujo de información entre las instituciones
Programa de regulación de las funciones de cada institución	Cada institución resuelve lo que le corresponda (evitar duplicidad)
Proyectos de capacitación del personal técnico a través de cursos y talleres	Mejorar el nivel de preparación y conocimiento del personal
Proyectos de implementación de tecnologías de punta	Modernización de los procedimientos
Promulgar leyes que contribuyan al ahorro de agua en la población y ¡APLICARLAS!	Formar individuos con conciencia en el buen uso del agua. Que los niños actúen como multiplicadores en el centro de la familia
Crear leyes y normas para el ahorro y la conservación del agua	Hacer que estas se cumplan y sean sancionadas las personas que amenacen dicho recurso.
Hacer cumplir la ley de que todas las industrias tengan plantas de tratamiento	Evita que las aguas negras sean descargadas a los ríos o mares
Estableces normas, leyes y sanciones a infractores por vertido de desechos sólidos en las fuentes de agua	Que la población respete y no viole las leyes que protegen las fuentes de abastecimiento de agua potable y por tanto no viertan en ellas
Implementación de acciones, sanciones y nuevas leyes jurídicas que regulen el uso inadecuado de residuos o agentes contaminantes al sistema de red de alcantarillado sanitario y al medio ambiente	Concientización del proceso y normas para disminuir o eliminar elementos químicos o residuos tóxicos en el sistema de alcantarillado y medio ambiente

• **Objetivo específico 3: Ampliar la cobertura de servicios APS**

Objetivo Específico 3: Ampliar la Cobertura de Servicios APS
ACCIONES
1. Construir nuevos sistemas
2. Rehabilitación plantas de tratamiento
3. Mantenimiento a las redes de distribución
4. Disponer de mayor capacidad de regulación
5. Mejorar suministro de energía

Actualmente, todavía aproximadamente 1,565,000 habitantes en la República Dominicana no tienen acceso a agua por acueducto y la cobertura intradomiciliaria (agua por acueducto dentro de la vivienda) reporta una disminución desde 45.0% en 1993 hasta 37.4% en 2002, situación que requiere una investigación a fin de identificar si se trata de un error censal.

En lo que respecta a la calidad de los servicios, medida a través de los siguientes indicadores tradicionales: 1) Calidad del agua, 2) Presión y continuidad, 3) Tratamiento de aguas residuales, cuyos niveles actuales para el país (Cuadro No. I), evidencian una peor situación que la existente para la cobertura, y por lo tanto, una importante brecha entre ambas.

3.1 Construir nuevos sistemas

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Proyectos de restablecimiento y construcción de nuevas redes de conducción	<ul style="list-style-type: none"> • Se reducen las pérdidas por fugas en las redes que están en malas condiciones • Se reduce la contaminación de las aguas en las redes

3.2 Rehabilitación plantas de tratamiento

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Compra de equipos para laboratorios	Laboratorios equipados para realizar análisis con efectividad
Compra de reactivos y materiales de laboratorio	Garantizan la potabilización de agua que será consumida
Construcción de plantas potabilizadoras	Brindar a la ciudadanía un mejor servicio
Compra de equipos de desinfección	Asegura la calidad del servicio y erradicar enfermedades de origen hídrico.
Dar mantenimiento a las plantas potabilizadoras	Asegurar que el producto obtenido sea suficiente y de calidad.

3.3 Mantenimiento a las redes de distribución

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Adecuación de la red de distribución de agua potable	Construcción de sistemas de conducción y distribución de agua potable
Adecuación de la red de conducción de agua de las de desechos sólidos y las de tratamiento	No contaminar las aguas río abajo con el vertido de desechos
Corrección de fugas	Tiende a reducir los elevados porcentajes de pérdidas de agua y evita la contaminación de la misma

3.4 Disponer de mayor capacidad de regulación

Proyectos y Actividades	Resultados Esperados
Construcción de presas	Garantizar el suministro de agua para consumo humano, la generación de energía eléctrica y aumentar la capacidad de almacenamiento y distribución de agua potable
Construcción de pequeñas presas y acueductos rurales	Contar con el agua necesaria para riego y abrevaderos de animales.
Construcción de sistemas de almacenamiento	Permite contar con reservas de agua para enfrentar eventos (sequías, entre otros)

3.5 Mejorar suministro de energía

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Compra de generadores eléctricos	Con la compra de generadores eléctricos y un mayor apoyo de los empleados, tendremos mejor y mayor servicio de agua potable en la región este

• Objetivo específico 4: Proteger las fuentes y la calidad del agua

Objetivo Específico 4: Proteger las fuentes y la calidad del Agua
ACCIONES
1. Reducir contaminación agua superficiales
2. Controlar explotación aguas subterráneas
3. Reducir degradación ambiental
4. Mitigar efectos cambios climáticos y extremos clima

La protección de la salud pública, el medio ambiente y los recursos hídricos, de acuerdo con las políticas establecidas por las autoridades competentes.

Al tratar el tema de la calidad del agua, debe considerarse las dos dimensiones fundamentales que son:

1. Proteger, conservar y mejorar la calidad de los cuerpos hídricos nacionales, garantizando la seguridad de su uso y promoviendo el mantenimiento de condiciones adecuadas

para el desarrollo de los ecosistemas asociados a las mismas, en cumplimiento con las disposiciones de la Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ley 64-00).

2. Proteger la salud pública, a través de garantizar que el agua de consumo cumpla con las características microbiológicas, físicas y químicas establecidas nacional e internacionalmente para estos fines.

Por tal motivo, los sistemas de control y monitoreo, tienen especificidades propias a sus objetivos, los cuales difieren sustancialmente dependiendo del objeto sometido a vigilancia, como del rol del organismo que está llevándola a cabo.

En lo que respecta a la primera dimensión, calidad de los cuerpos hídricos, los sistemas de monitoreo deben dirigirse al cumplimiento de las disposiciones de la Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ley 64-00), a través fundamentalmente de: a) Cumplimiento de los requisitos de las descargas de los residuos líquidos o aguas residuales a los cuerpos receptores nacionales, b) Cumplimiento de los estándares de calidad de los cuerpos receptores.

Los agentes más importantes que contaminan el agua y los alimentos son biológicos, no químicos. Se originan principalmente en las heces humanas o animales y pueden ser bacterias, virus, protozoarios o helmintos. Debido a la dificultad en la detección directa de estos patógenos, se ha recurrido a indicadores de contaminación fecal. Las bacterias coliformes continúan siendo utilizadas como indicadores.

Es básico resaltar, al momento de hablar de agua segura, la importancia de la incorporación apropiada de barreras múltiples (tratamiento de aguas residuales, protección de fuentes de agua, floculación, sedimentación, filtración, desinfección, entre otras) ya que ofrecen mayor seguridad contra el paso de microorganismos patógenos, a través de los sistemas de provisión de agua¹.

Basado en este concepto es que la búsqueda de mayor seguridad en la calidad del agua, debe fundamentarse en la protección sanitaria del abastecimiento de agua potable dirigida a conseguir que cada elemento del sistema (fuente, tratamiento, almacenamiento y distribución) funcione sin posibilidad de fallo. Un tratamiento irreprochable no sirve de nada si el sistema de distribución permite la contaminación a causa de instalaciones defectuosas o de interconexiones; un excelente sistema de distribución no protegerá la salud pública si el agua distribuida está insuficientemente tratada; por otra parte, la capacidad de tratamiento puede no bastar si la fuente está muy contaminada.

La definición de control de calidad implica que el abastecedor de agua, todo el tiempo es responsable de la calidad y seguridad del agua que se produce y distribuye y ello lo logra a

¹ Castro, Rosario. La calidad del agua potable en América Latina: ponderación de los riesgos microbiológicos contra los riesgos de los subproductos de la desinfección química.-Washington: ILSI Press, 1996.

través de una combinación de las buenas prácticas operativas y de mantenimiento preventivo apoyado por la evaluación de la calidad del agua de consumo humanos e inspecciones sanitarias de los componentes que conforman el sistema de abastecimiento de agua.

El control de la calidad del agua involucra el establecimiento de medidas de protección en la fuente, el tratamiento y la distribución del agua, así como la prueba rutinaria de la calidad del agua a fin de cerciorarse de la realización satisfactoria de los procesos de tratamiento, de la calidad del agua producida y la ausencia de recontaminación en el sistema de distribución de modo de cumplir con las normas vigentes. Sin embargo, puede no siempre tener una clara división de responsabilidades entre el sector salud y de abastecimiento de agua².

En países donde el abastecedor de agua ha establecido un efectivo programa de control de calidad, la agencia de vigilancia puede optar por poner mayor énfasis en las poblaciones menos atendidas tales como la rural y las áreas urbanas marginales. En este caso, la agencia de vigilancia es responsable de la ejecución de una auditoría independiente y periódica de todos los aspectos de seguridad, mientras que el abastecedor de agua es responsable, todo el tiempo, del control rutinario de la calidad del agua y del monitoreo que asegure la buena práctica operativa.

MONITOREO Y VIGILANCIA

Los programas de monitoreo y vigilancia de la calidad del agua deben ser fortalecidos. El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (SESPAS) y las instituciones prestadoras de servicios de agua potable y saneamiento (INAPA, CAASD, CORAASAN, CORAAMOCA, CORAAPLATA y COAAROM) deben coordinar sus funciones con miras a:

1. Incorporar en la educación escolar y familiar, de los niños, jóvenes y la sociedad en general, el conocimiento del tema.
2. Desarrollar una actitud consciente, en la sociedad civil, para que participen responsablemente, en el proceso de toma de decisiones en cuanto al uso, conservación, protección, distribución y manejo del agua.
3. Facilitar la transferencia conceptual y tecnología en el tema del agua, dando a conocer la interdependencia de todas las formas y estados del agua en el ciclo hidrológico.

Estrategias Programa Cultura del Agua:

Actividades de intervención en el sector, que aseguran a la comunidad, el recurso agua en cantidad, calidad y oportunidad requerida:

- a) Información, divulgación y promoción de documentos requeridos para la planificación

² Vargas, C., Rojas, R. y Joseli J.. Control y vigilancia de la calidad del agua de consumo.- Lima, 1998.

- El agua en la República Dominicana.
 - Principios básicos para una política de aguas en la República Dominicana.
- b) Educación para crear conciencia sobre la conservación del recurso.
- Introducción del tema en el currículo básico para la educación formal.
 - Concientización de la sociedad en general (programas estratégicos)
- c) Organización de la sociedad con la finalidad de preservar el recurso.
- Para que sean defensores del recurso agua.
 - Para que sean responsables de sus acciones.

Existen tres tácticas empleadas en esta última estrategia: Vigilantes de la calidad del agua, vigilantes de la cantidad del agua y vigilantes biológicos.

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Monitorear aguas superficiales para que no sean envenenadas o utilizadas como car wash	Evitar la descarga de productos químicos a las aguas superficiales
Monitoreo de la calidad de las aguas	Contar con aguas saludables
Monitoreo de la calidad de las fuentes de agua	La población tiene conocimiento de los niveles de contaminación en que se encuentran las fuentes de agua, a fin de evitar enfermedades por contagio.
Monitoreo de la calidad del agua	Reducción de la sobreexplotación de las aguas, construcción de plantas para potabilizar las aguas, reforestación de las cuencas hídricas, regeneración de los suelos, eliminación de cultivos en áreas no aptas para ello.

Vigilantes de la calidad del agua.

Los vigilantes de la calidad del agua son los encargados de monitorear las aguas para determinar su calidad y recomendar las soluciones sobre las actividades que pongan en peligro los ecosistemas y los recursos naturales.

Son voluntarios comunitarios sin ningún nivel académico superior; personas consciente de su responsabilidad social y partícipes en la toma de decisiones sobre el agua en su comunidad. Son los responsables de dar la alerta correspondiente sobre la situación municipal del agua y no responden a ningún estamento, son totalmente independientes y el INDRHI sirve de supervisor de los procesos de calidad y vigilancia que estos realizan.

Objetivos:

- Realizar la medición de parámetros físico-químicos y bacteriológicos del agua a fin de generar datos básicos para la toma de decisiones.
- Defender el medio ambiente y concientizar a las comunidades sobre la denuncia de las malas prácticas.
- Monitorear frecuentemente las fuentes de agua con impacto en las comunidades.

Sistema de vigilancia calidad agua sector APS.

Consideramos oportuno iniciar este tema aclarando que conceptualmente hablando, en el sector APS, no se tienen implementados sistemas de vigilancia de la calidad del agua, entendiéndose por sistema de vigilancia aquel que cuenta con todos los instrumentos necesarios para cumplir con el objetivo de identificar y controlar oportunamente exposiciones peligrosas de la población a agua no apta para el consumo humano y prevenir casos y brotes de enfermedades diarreicas.

A excepción de la CAASD, que dispone de un sistema de vigilancia diseñado y en proceso de implementación desde hace tres años, todas las demás instituciones, incluyendo la SESPAS, cuentan con lo que podemos denominar como “Modelos de intervención para el control de calidad del agua”, de mayor o menor nivel de alcance.

En tal sentido, las principales observaciones a nivel general, derivadas de la evaluación de los diferentes modelos de intervención son las siguientes:

- El tipo y forma de presentar la información derivada del sistema, tanto hacia el interior de las instituciones como hacia fuera de ellas, específicamente hacia la SESPAS, hace aportes muy limitados a las diferentes etapas de los procesos de planificación y mejora de la capacidad de análisis de las distintas situaciones y propuestas, que sirven como base para establecer las prioridades que se adoptarán.
- Se realizan pocas “inspecciones sanitarias” (considerado el elemento preventivo más importante de un sistema de este tipo) y aquellas que se ejecutan son ocasionales y sin pautas establecidas. Tampoco se realizan encuestas sistematizadas en las comunidades.
- Los prestadores en muy pocos casos utilizan información actualizada sobre la situación de las EDAs en ninguno de los niveles del país, lo cual es básico tanto para la caracterización como para la toma de decisiones en todos los niveles, dado el propósito final de un sistema como este.
- Utilizan poca o ninguna información con base poblacional que les permita ubicar y cuantificar la población que está sometida a diferentes niveles de riesgo, esta información es básica al momento de priorizar las intervenciones, especialmente en lo que a Salud Pública se refiere.
- Generalmente no disponen de información actualizada de coberturas de agua a nivel nacional, provincial y local, la cual es imprescindible a la hora de planificar intervenciones dirigidas a mejorar los servicios en cantidad y calidad con equidad.
- No existen definiciones y criterios claramente definidos y conocidos en los diferentes niveles de la institución.

- No disponen de información sistematizada con relación a los recursos humanos, físicos, técnicos y financieros vinculados al mejoramiento, control y vigilancia de la calidad del agua de consumo con que cuenta la institución.
- Las metas que se identifican, cuando las hay, no hacen mención de indicadores fundamentales, no precisan en todos los casos los cambios esperados y muy especialmente a través de qué intervenciones se lograrán.
- Dentro de las fuentes de información, se requiere incluir a la comunidad y el nivel local y provincial necesitan tomar un papel importante, para lo cual se necesitan instrumentos adecuados, capaces de registrar en forma sencilla y rápida la información estrictamente necesaria en cada nivel, los cuales no existen.
- El flujo de información es normalmente lento y los resultados escasamente vuelven al nivel local (o lugar que los origina) donde deben ejecutarse la mayor parte de las medidas correctivas. Al mismo tiempo, se envía todo tipo de información a diferentes niveles (operativo, gerencial, etc.), incluso muchas que no son de ninguna utilidad.
- Existencia de indicadores inadecuados y ausencia de otros que son necesarios para alcanzar los objetivos del sistema, muy especialmente en los niveles más operativos.
- Son prácticamente inexistentes los documentos en los que se definan acciones técnicas, como parte del sistema de vigilancia, para ninguno de los niveles. Aquellas que más comúnmente se ejecutan no son evaluadas ni tampoco están normalizadas, orientándose casi en su totalidad a la corrección de problemas que ya se presentaron.
- No se tienen establecidos centros de decisión ni las acciones a tomar en cada situación. Por tal motivo, las acciones técnicas que se realizan son generalmente pocas en comparación con las que se requieren, resultando en general, inoportunas.
- Se identifican escasos mecanismos operativos para la ejecución de acciones técnicas. La ausencia de acciones técnicas correctivas y preventivas sistematizadas, explica la no existencia de mecanismos operativos para las referidas acciones.
- Actualmente no existe ningún plan o programa dirigido a mejorar la calidad del agua de consumo.

Instituciones prestadoras de servicios.

Las instituciones prestadoras de servicios, cuentan con 5 laboratorios centrales de control y de vigilancia de la calidad del agua, los cuales están ubicados en las siguientes instituciones: INAPA, CAASD, CORAAPLATA CORAAMOCA Y CORAASAN. Además, la mayoría de ellas disponen de laboratorios al interior de plantas potabilizadoras importantes.

Los laboratorios centrales están equipados para la realización de los parámetros tradicionales (coliformes totales y fecales, pseudomonas, turbiedad, color, dureza, sulfatos, alcalinidad, etc.); sin embargo, no cuentan con equipos de absorción atómica con horno de grafito y cromatógrafos adecuados, que permitan cuantificar sustancias dañinas para la salud. Por otra parte, estos laboratorios requieren de la implementación y/o fortalecimiento de programas dirigidos a garantizar su calidad analítica.

Las instituciones prestadoras de servicios de agua y alcantarillados, por su naturaleza, deben contar con tres tipos de programas de monitoreo:

1. Programas de Monitoreo y Protección de Cuencas: En cumplimiento con las normas establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
2. Programas de Monitoreos para el Control de Procesos de Tratamiento: Dirigido a las plantas potabilizadoras y de aguas residuales.
3. Programas de Control Sanitario: Para monitorear la calidad del agua en las redes de distribución de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

- **Programas de monitoreo y protección de cuencas.**

En primer lugar, es importante destacar que la participación de las instituciones prestadoras de servicios en programas de protección de cuencas es prácticamente inexistente, así como también las inspecciones sanitarias dirigidas a identificar riesgos potenciales para la contaminación de sus fuentes de abastecimiento.

Con relación a los monitoreos, a través de los Laboratorios Institucionales, se desarrollan programas para las fuentes superficiales y subterráneas de sus sistemas de abastecimiento de agua con diferentes grados de alcance, pero en todos los casos limitados en cuanto a la cantidad de parámetros que se determinan. Parámetros tales como, hidrocarburos, pesticidas, metales pesados, no son realizados en estos laboratorios y en muchos casos de estos, ni siquiera en el país.

Esta limitación en los monitoreos, aunada a la ausencia de la caracterización de las fuentes con potencial contaminante para cada una de las cuencas, tal y como hemos expresado anteriormente, genera un vacío de información que impide el diseño de modelos y la toma de decisiones efectivas y oportunas.

- **Programas de monitoreos para el control de procesos de tratamiento.**

En sentido general, puede afirmarse que las plantas potabilizadoras de mayor capacidad cuentan con sistemas de monitoreos adecuados que permiten el seguimiento a los parámetros tradicionales a través de laboratorios al interior de sus instalaciones.

Sin embargo, la situación con las plantas potabilizadoras de capacidad media y baja, así como de la mayoría de las de tratamiento de aguas residuales, es muy diferente. En general, para estos casos, los controles y monitoreos son insuficientes, llegando a ser en algunos casos prácticamente inexistentes.

- **Programas de control sanitario redes distribución.**

Las acciones de vigilancia y control de calidad del agua realizadas por las instituciones que prestan estos servicios en el país, se limitan básicamente a lo que se denomina sistema de control sanitario, el cual consiste en el análisis sistemático de muestras para análisis microbiológicos (incluyendo algunas características estéticas), principalmente para la determinación de coliformes totales y fecales, así como la medición de cloro residual diario en puntos seleccionados como críticos en las redes de distribución.

Actualmente, las instituciones realizan aproximadamente 400³ análisis bacteriológicos al mes para la determinación del número más probable (NMP) de coliformes totales y fecales por 100 mLs., los cuales son los microorganismos utilizados como indicadores de contaminación fecal, y determinaciones de cloro residual diario.

La cobertura del control de calidad a nivel nacional, medida como porcentaje de acueductos en operación con sistema de control sanitario, es baja. El control de calidad bacteriológica solo alcanza un 35.6% a nivel nacional: 67.9% para acueductos urbanos y un 18.2 % para acueductos rurales. Al igual que para otros indicadores sectoriales importantes, la variación entre provincias es muy alta: algunas provincias tienen un 100.0% de sus sistemas con control sanitario, mientras otras solo alcanzan un 8.0%.⁴

Recomendaciones generales.

Es fundamental implementar un sistema nacional de vigilancia de la calidad del agua, en el cual las fortalezas de las instituciones prestadoras de servicios en materia de control de calidad (laboratorios, recursos humanos, etc.) se incorpore en forma coordinada para que la SESPAS pueda cumplir con el rol que le corresponde (responsabilizándose solamente por la ejecución de auditorías independientes y periódicas de todos los aspectos de seguridad en aquellos sistemas controlados por las instituciones prestadoras de los servicios de agua potable), sin tener que duplicar los recursos para tales fines, dedicando sus limitadas capacidades a velar por las poblaciones menos atendidas y supervisar más directamente las actividades y controles de los proveedores privados.

Como parte de un sistema de esta naturaleza, se requiere aumentar las capacidades de la Dirección General de Salud Ambiental de la SESPAS, a fin de que pueda asumir el rol que le corresponde en esta temática.

3 Datos INAPA, CAASD, CORAASAN y CORAAMOCA, 2006.

4 Datos Informe Final Objetivos de Desarrollo del Milenio. Objetivo7: Componente de Medio Ambiente Meta 10: Agua Potable y Servicios de Saneamiento Básico, PNUD, Rep. Dom., Junio, 2005.

En este sentido, y como apoyo al sistema nacional anteriormente mencionado, todos los prestadores de servicios deberán diseñar e implementar sus sistemas de vigilancia sanitaria y planes de fortalecimiento de sus laboratorios tanto a través del aumento de su capacidad como en sus procesos de aseguramiento de la calidad analítica.

4.1 Reducir contaminación agua superficiales

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Instalación y desarrollo de nuevas y modernas plantas de tratamiento en el sector industrial	Disminución considerable de los niveles de contaminación (entes patógenos) en las aguas
Mantenimiento y plan de construcción de nuevos sistemas de redes de alcantarillado sanitario	Eficiencia en la recolección y descarte o eliminación de las aguas residuales y pluviales en el propio sistema de red de alcantarillado sanitario
Eliminación fuentes de aguas contaminadas	No habrán enfermedades hídricas
Eliminar lavado de vehículos en fuentes de aguas superficiales	No se contaminarán las aguas y tendremos suelos más fértiles y saludables
Eliminar contaminación por la emisión de gases	Tendremos menos enfermedades epidémicas
Reducción de la contaminación industrial	Protección a la capa de ozono
Reubicación de familias que viven en la rivera de los ríos	Evitar la contaminación directa de los ríos
Cuantificación de los focos contaminantes	Ayuda a la eliminación de los focos contaminantes. Construir vertederos de residuos sólidos, traslado de asentamientos humanos y de animales de las proximidades de las fuentes de agua.
Control de calidad de las fuentes de agua	Realizar análisis periódicos para determinar la calidad de las aguas
Control sanitario de las aguas servidas	Mediante análisis bacteriológico y físico-químico se mantendrá la calidad de las aguas.
Control y vigilancia de los puntos críticos de la red de distribución	Verificar que el agua esté llegando al usuario con la calidad adecuada
Compra de equipos para laboratorios	Mejorar la calidad de los análisis
Compra de reactivos	Realizar análisis con calidad requerida

4.2 Controlar explotación aguas subterránea

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Inventario de pozos actuales y futuros	Tener cuantificado el número de pozos
Estudios demográficos y socioeconómicos Estudio de aguas superficiales Estudio de demandas	Disponer de aguas superficiales para disminuir la sobre explotación Determinar la duración (doméstica, turística, industrial)
Instalación de equipos de monitoreo e implementación de campañas de monitoreo	Mantener control de las características de los acuíferos, conocer la calidad y cantidad de las aguas
Reparación y mantenimiento de equipos de bombeo	Permitir una mejor operación en el suministro del agua

4.3 Reducir degradación ambiental

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Asentamiento humano e industrial en la riberas del río Higuamo	Ubicación de asentamientos sin afectar el ambiente
Asentamiento humano en la laguna Mallén Sub-componentes: 1 Concientizar a las personas sobre el mejor uso del suelo 2 Reasentamiento de los habitantes que actualmente están interviniendo áreas cuyo uso está destinado a otros fines 3 Construcción de viviendas económicas para habitantes que haya que reubicar 4 Crear leyes que penalicen a las personas que intervienen áreas cuyo uso de suelo esté destinado a fines específicos. 5 Zonificación de las áreas	Las personas ya no intervendrán en áreas en conflicto Los habitantes permanecerán en las viviendas construidas por el gobierno Las personas no violarán las leyes creadas para penalizar a aquellos que realicen un uso inadecuado del suelo.
Creación de rellenos sanitarios para las comunidades	Preservación del medio ambiente
Plan eficiente de recogida y disposición de residuos	Evita la acumulación, la contaminación y la generación de agentes patógenos
Plan de saneamiento por medio de dragado	Disminuye los niveles de contaminación en el agua
Plan de educación acerca de manejo de residuos y seguimiento ambiental	Crear conciencia en la población para la correcta disposición de los residuos
Establecimiento de campañas en la prensa escrita, medios radiales y televisivos, sobre las consecuencias del vertido de desechos sólidos	Que la población conozca la importancia de no verter desechos sólidos en las fuentes de abastecimiento de agua potable
Introducir charlas en las escuelas públicas y privadas sobre el daño que ocasiona el vertido de desechos sólidos	Los niños y adolescentes toman conciencia sobre el compromiso que tienen con las fuentes de abastecimiento de agua potable y sobre las consecuencias de verter desechos sólidos en ellas
Distribución de afiches, hojas informativas y todo tipo de propaganda que sensibilice a la población sobre el daño que ocasiona el vertido de desechos sólidos en las fuentes de agua	Que la población se sienta comprometida con cuidar las fuentes de abastecimiento de agua potable y por tanto de las implicaciones que trae como consecuencia el vertido de desechos sólidos en las fuentes de agua

4.4 Mitigar efectos cambio climático y clima extremo

Proyectos y actividades	Resultados esperados
Evaluación de los recursos hídricos	Conocimiento del estudio actual de los recursos hídricos Instrumentación para la evaluación de los recursos hídricos Oferta y demanda de los recursos hídricos
Análisis de la sequía	Obtención de una metodología para conocer consecuencias de la sequía Estudio cartográfico sobre temática sequía
Inventario de las zonas afectadas por los efectos extremos del clima	Conocer cantidad de asentamientos a planificar
Programa de reubicación de afectados por fenómenos climáticos extremos	Asentamientos planificados, con disponibilidad de todos los servicios
Saneamiento de zonas desoladas por efectos extremos del clima	Recuperación ambiental
Programa de monitoreo de zona impactada	Evitar nuevos asentamientos

CAPÍTULO

11

CALENDARIO DE INVERSIONES

Las inversiones de proyectos, son todos los gastos que se efectúan en unidad de tiempo para la adquisición de determinados Factores o medios productivos, los cuales permiten implementar una unidad de producción que a través del tiempo genera un flujo de beneficios. Asimismo, es una parte del ingreso disponible que se destina a la compra de bienes y/o servicios con la finalidad de incrementar el patrimonio de una empresa.

Las inversiones a través de proyectos, tienen la finalidad de plasmar las tareas de ejecución y de operación de actividades, con los cuales se realizan una evaluación previa del flujo de costos y beneficios actualizados.

En la práctica toda inversión de proyectos tanto del sector público como privado, es un mecanismo de financiamiento que consiste en la asignación de recursos reales y financieros a un conjunto de programas de Inversión para la puesta en marcha de una o más actividades económicas, cuyos desembolsos se realizan en dos etapas conocido como: Inversión fija y capital de trabajo.

Cuando se habla del Cronograma denominado también calendario de Inversiones, se refiere a la estimación del tiempo en que se realizarán las inversiones fijas, diferidas y de capital de trabajo; así como a la estructura de dichas inversiones.

Todo Proyecto requiere preparar un cronograma de inversiones que señale claramente su composición y las fechas o períodos en que se efectuarán las mismas.

El cronograma de inversiones se elabora para identificar el periodo en que se ejecuta parte o toda la Inversión, de tal forma que los recursos no queden inmovilizados innecesariamente en los períodos previstos.

Los programas y proyectos que se señalan a continuación han sido seleccionados de una amplia cartera de proyectos identificados para las regiones, e incluyen iniciativas de inversión en infraestructura, de apoyo a la producción y de fortalecimiento y desarrollo institucional de acuerdo con la estrategia y metas formuladas para el corto y mediano plazo. Mayores detalles pueden apreciarse en el Volumen IV Priorización de proyectos de la fase II planificación.

El costo total de inversión de los programas y proyectos seleccionados puede apreciarse en **Cuadro 11.1** y alcanza un monto de US\$ 7,846,970,000.00.

Cuadro 11.1: Resumen de la inversión por sub sector hídrico

Sub Sector	Costo (MM US\$)
Proyectos Grandes Presas y Embalses	3,896.41
Agua Potable y Saneamiento	3,110.80
Medio Ambiente	40.67
Irrigación y Drenaje	736.93
Fortalecimiento Institucional	62.16
Total (MM US\$)	7,846.97

11.1 Proyectos grandes presas y embalses

Teniendo en cuenta la situación actual de los recursos hídricos y las tendencias ambientales, mundiales y locales, y para garantizar el suministro de agua a los diferentes usuarios necesitamos iniciar la construcción de proyectos de aprovechamiento de los recursos hidráulicos en armonía con la gestión sostenible del medio ambiente.

Analizando las coberturas, los déficit de suministro, la confiabilidad y las demás variables obtenidas de los modelos, y los resultados de los talleres regionales, se deducen las zonas que requieren de proyectos complementarios para mejorar la eficiencia del suministro.

Analizando las coberturas, el déficit de suministro, la confiabilidad y las demás variables obtenidas de los modelos, se deducen las zonas que requieren de proyectos complementarios para mejorar la eficiencia del suministro.

Teniendo en cuenta para el ordenamiento de los proyectos en una secuencia de ejecución por quinquenios, se ha seguido la siguiente metodología:

- Ponderación del estatus del proyecto, o sea en que fase de desarrollo se encuentra, asignándole una puntuación según el grado de avance del mismo, perfil de identificación del proyecto, prefactibilidad, factibilidad o diseño final.
- Ponderación del avance en los aspectos técnicos, económicos y sociales.

La metodología aplicada tiene un resultado numérico o puntuación para cada proyecto que es un reflejo de la ponderación de los puntos arriba considerados. El ordenamiento por quinquenio se hace de acuerdo a la puntuación anterior.

Evaluados todos los proyectos se procedió a la ponderación de cada componente. Se asignó un 70% a la suma de los aspectos técnicos, 20 % a la suma de los aspectos económicos y 10% al

componente social. El estatus del proyecto se utiliza para seleccionar entre dos proyectos con igual puntuación.

Ponderados los diferentes componentes se procedió a su ordenación, de mayor a menor, y a su asignación al quinquenio correspondiente. El primer conjunto corresponderá al período 2008 – 2010. Los demás períodos sucesivos serán de cinco años. Los resultados resumidos son presentados por región de planificación.

Cuadro 11.2: Priorización proyectos grandes región Yaque del Norte

No.	REGIÓN: Yaque del Norte	Costo	Puntuación	Quinquenio
	Nombre Proyecto	MM US\$		
1	Ámina	180.00	6.3	2010-2015
2	Manabao-Bejucal-Tavera	200.00	5.8	2010-2015
3	Los Tres Saltos del PRYN	32.00	5.8	2010-2015
4	Presa Don Miguel	30.00	5.5	2005-2010
5	PRYN Brazo Derecho	13.20	5.5	2005-2010
6	Grande 1040	4.236	5.5	2010-2015
7	Proyecto Canal Alto Mao	0.425	5.4	2005-2010
8	Las Placetas	285.00	5.2	2005-2010
9	Sistema de Riego Presa Moncion	44.50	5.2	2005-2010
10	Jamamu 1015	6.000	5.2	2005-2010
11	Presa de Guayubín	60.00	3.8	2005-2010
12	Cibao Central	2.50	3.7	2005-2010
13	Arroyo Gallo	35.00	3.4	2005-2010
14	La Diferencia	40.70	3.4	2005-2010
15	Los Cocos	35.00	3.4	2005-2010
16	Los Jobos	15.00	3.2	2005-2010
17	Presa de Capotillo	24.00	3.1	2010-2015
18	Presa de Loma de Cabrera	20.00	3.1	2010-2015
19	Expansión Zona Riego Presa de Amina	11.00	3.1	2010-2015
20	Suministro Agua Subterránea Zona Front. (Dajabón)	3.00	3	2005-2010
21	Alto Jimenoa	120.00	2.9	2010-2015
22	Proyecto de Riego Maguaca-Chacuey	17.80	2.9	2005-2010
23	Masacre		2.5	2015-2020
24	Bao 1280	12.698	2.1	2010-2015
25	Las Guazaras 880	3.185	2	2010-2015
26	Yujo 550	4.105	2	2010-2015
27	Gurabo 800	3.911	2	2010-2015
28	Gurabo	2.37	1.8	2015-2020
29	Yaque 1290	8.846	1.8	2010-2015
30	Jagua 940	4.350	1.8	2010-2015
31	Guacarita 1680	7.303	1.8	2010-2015
32	Bao 1760	8.788	1.8	2010-2015
33	Sistema de Riego La Cruz de Manzanillo	8.50	1.5	2005-2010
34	Proyecto de Riego Ámina	44.50	1.5	2010-2015
35	Sistema de Riego del río Guayubín	53.40	1.5	2010-2015
36	Roselia PRYN III	9.00	1.5	2010-2015
37	Jagua 1200	4.157	1.5	2010-2015
38	Guacarita 1920	6.876	1.5	2010-2015
39	Los Negros 1520	5.906	1.5	2010-2015
40	Guacara 1680	8.705	1.5	2010-2015
41	Yaque 1500	5.530	0.9	2010-2015
42	Manatí	N/D	0.8	2010-2015
43	Uvero	N/D	N/D	2015-2020
44	Los Apargatales	N/D	N/D	2015-2020
45	Macaboncito	N/D	N/D	2015-2020
46	Laguna Saladilla	N/D	N/D	2015-2020
47	Los Corbanos	N/D	N/D	2015-2020
48	Yerba de Guinea	N/D	N/D	2015-2020
49	Cañada Honda	N/D	N/D	2015-2020
50	Proyecto Canal Alto Guayubín	0.60	N/D	2010-2015
51	Yaguajal	N/D	N/D	2015-2020
52	Juncalito	N/D	N/D	2015-2020
	Total (MM US\$)	1,382.09		

Cuadro 11.3: Priorización proyectos grandes región Atlántica

REGION: Región Atlántica		Costo	Puntuación	Quinquenio
Nombre Proyecto	MM US\$			
1	Presa de Boba	45.00	7.3	2015-2020
2	Presa de Caonao	60.00	6.1	2015-2020
3	Canal Boba	2.70	5.8	2005-2010
4	Rehabilitación de AGLIPO I	1.26	5.4	2005-2010
5	Presa de Yásica	35.00	3.4	2010-2015
6	Presa de San Juan Samaná	35.00	2.1	2015-2020
7	Presa de Jamao		0.9	2010-2015
8	Presa de Cabía		0.9	2015-2020
Total (MM US\$)		178.96		

Cuadro 11.4: Priorización proyectos grandes región Yuna

REGION: YUNA		Costo	Puntuación	Quinquenio
Nombre Proyecto	MM US\$			
1	Alto Yuna (R. Yuna)	130.00	6.5	2010-2015
2	Ampliación Hatillo	26.50	6.5	2010-2015
3	Pinalito (R. Tireo)	100.78	6.3	2010-2015
4	Presa de Los Limones	3.03	6.1	2010-2015
5	El Torito, Los Veganos (R. Yuna) -5-	57.10	5.9	2015-2020
6	Guaigui	42.50	5.3	2015-2020
7	Cabirma (R. Maguaca)	0.00	4.6	2015-2020
8	Tres Pasos (R. Chacuey)	0.00	4.6	2015-2020
9	Presa Payabo	0.00	4.6	2015-2020
10	Los Plátanos (R. Maimón)	31.39	4.4	2015-2020
11	Hidrobombeo (R. Camu)	150.00	4.2	2015-2020
12	Masipetro (R. Masipetro)	36.56	4	2020-2025
13	Bonito (R. Masipetro)	47.10	3.8	2020-2025
Total (MM US\$)		624.96		

Cuadro 11.5: Priorización proyectos grandes región Este

REGION: ESTE		Costo	Puntuación	Quinquenio
Nombre Proyecto	MM US\$			
Chavón	84.60	6.8	2010-2015	
Soco	N/D	4.6	2015-2020	
Duey	N/D	4.6	2015-2020	
Magua	N/D	4.6	2015-2020	
Casuí	N/D	4.6	2015-2020	
Presa Río Sanate	52.44	4.6	2015-2020	
Higuamo	160.50	4.6	2015-2020	
Presa Río Anamuya	10.00	3.8	2020-2025	
Total (MM US\$)	307.54			

Cuadro 11.6: Priorización proyectos grandes región Ozama - Nizao

REGION: OZAMA	Costo	Puntuación	Quinquenio
Nombre Proyecto	MM US\$		
Las Barías	5.70	6.8	2010-2015
Presa de Higüero	86.70	4.6	2015-2020
Mahomita	0.00	4.4	2015-2020
Río Nizao	2.14	4.4	2015-2020
Arroyo Bonito	2.16	4.2	2015-2020
Valdesia	0.00	3.8	2015-2020
Total (MM US\$)	296.69		

Cuadro 11.7: Priorización proyectos grandes región Yaque del Sur

	REGION: YAQUE DEL SUR	Costo	Puntuación	Quinquenio
	Nombre Proyecto	MM US\$		
1	Monte Grande (R. Yaque del Sur)	249.20	6.8	2010-2015
2	El Corte (R. Artibonito)	130.00	6.8	2010-2015
3	Palomino (R. Yaque del Sur)	208.00	6.8	2010-2015
4	Domingo Rodríguez (C. JJ Puello)	6.80	6.4	2010-2015
5	Magueyal, Yaque del Sur-Canal ISURA	7.40	6.4	2010-2015
6	Hidroeléctrica Nizaito, Canal Nizaito	6.00	6.4	2010-2015
7	Guayabal	3.55	6.4	2010-2015
8	Majagual, San Rafael	1.10	6.4	2010-2015
9	Santana, Canal Santana	2.94	6.3	2010-2015
10	Mulito, Pedernales	1.80	6.3	2010-2015
11	Joca (R. Joca)	151.00	6.2	2010-2015
12	Pedro Santana (R. Artibonito)	14.00	6.2	2010-2015
13	Mijo (R. Mijo) Yayal y Los Rulos	25.00	6	2015-2020
14	Monte Mayor (R. Caña)	40.00	5.4	2015-2020
15	Puertecito (R. Macasias)	N/D	4.7	2015-2020
16	Yacahueque (R. Yacahueque)	N/D	4.7	2015-2020
17	Embalsar en R. Las Cuevas	N/D	4.6	2015-2020
18	Embalsar en R. San Juan	N/D	4.6	2015-2020
19	Embalsar en R. Ocoa	N/D	4.6	2015-2020
20	Embalsar en R. Jura	N/D	4.6	2015-2020
21	Embalsar en R. Las Damas	N/D	4.6	2015-2020
22	Embalsar en R. Pedernales	N/D	4.6	2015-2020
23	Embalsar en Nizaito	N/D	4.6	2015-2020
24	Presa de Los Baos	N/D	4.6	2015-2020
25	Los Ríos, Clavellina	1.05	4.3	2015-2020
26	Malo, Ocoa	1.50	4.2	2015-2020
27	Hondo Valle (R. San Juan)	38.48	3.8	2020-2025
28	Los Guanos (. Yaque del Sur)	31.37	3.8	2020-2025
29	San Pedro-Las Avispas (R. San Juan)	47.10	3.8	2020-2025
30	La Hilguera (R. San Juan)	34.95	3.6	2020-2025
31	Los Jaiminez	18.43	3.6	2020-2025
32	Sonador(R. Macasias)	40.00	3.6	2020-2025
33	La Gina (R. Baní)	46.50	3.1	2020-2025
	Total (MM US\$)	1,106.17		

Cuadro 11.8: Inversión total proyectos grandes presas y embalses

No.	Región	Inversión MM US\$
1	Yaque del Norte	1,382.09
2	Atlántica	178.96
3	Yuna	624.96
4	Este	307.54
5	Ozama-Nizao	296.69
6	Yaque del Sur	1,106.17
	Total	3,896.41

11.2 Proyectos sub-sector APS

El sector APS es el responsable de ejecutar la política gubernamental en materia de abastecimiento de agua potable y alcantarillados sanitarios a nivel nacional.

Actualmente, no existe ningún plan sectorial en ejecución en el sector agua potable y saneamiento, el único instrumento de planificación disponible lo constituyen las Metas del Milenio en agua y saneamiento, las cuales a pesar de estar oficializadas no son asumidas como tales por las instituciones del sector.

Solamente se muestra la evolución y tendencia de los indicadores de las Metas del Milenio en el **Cuadro 11.9**.

Cuadro 11.9: Inversiones y fuentes financiamiento Metas del Milenio, sector APS

COMPONENTE	MONTO TOTAL (US\$ en Millones)	MONTO ANUAL (US\$ en Millones)		MONTOS POR FUENTE DE FINANCIAMIENTO			
				Pres. Nacional		Ingresos Propios	A Identificar
		Propuesto	Invertido	Propuesto	Invertido		
Infraestructura	1,468.4	146.8	228.7	853.0	75.0	-	615.4
Asistencia Técnica	165.4	16.5	-	115.4	-	-	50.0
Otras Inversiones (equipamiento, instalación de medidores, etc.)	46.4	4.64	-	46.4	-	-	-
Gastos de funcionamiento	1,430.6	143.1		780.1		650.5	-
TOTAL	3,110.8	311.1		1,794.9	75.0	650.5	665.4

Fuente: Abreu, R.U.: Diagnostico Sector, enero 2007.

11.3 Proyectos sub-sector medio ambiente

El ámbito de la política de gestión ambiental y de recursos naturales, incluye todos los aspectos de la gestión que el marco legal asigna al sector medio ambiente y recursos naturales, teniendo como referencia principal, la Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ley 64-00).

Los criterios de priorización usados, permiten a los integrantes del sistema definir cuáles son las acciones más importantes, más urgentes y el ámbito geográfico donde se deben iniciar. La política de gestión concerta estos criterios tomando en cuenta los diferentes elementos de la sostenibilidad:

- Las prioridades ambientales
- Las prioridades económicas
- Las prioridades sociales
- Las prioridades políticas nacionales e internacionales

Estos criterios fueron aplicados a cada uno de los componentes del plan de acción que comprende cinco programas sectoriales. Cada uno incluye dos o tres subprogramas con sus componentes:

- **Programa sectorial forestal**
 - Subprograma de ordenamiento y protección forestal
 - Subprograma de desarrollo forestal social
 - Subprograma de desarrollo forestal industrial
- **Programa sectorial de áreas protegidas y biodiversidad**
 - Subprograma de administración de áreas protegidas
 - Subprogramas de eco-desarrollo
 - Subprograma de gestión de la biodiversidad
- **Programa Sectorial de Recursos Costeros y Marinos**
 - Subprograma de ordenamiento de recursos costeros y marinos
 - Subprograma de desarrollo pesquero
- **Programa Sectorial de Suelos y Aguas**
 - Subprograma de ordenamiento territorial
 - Subprograma de gestión de cuencas
- **Programa sectorial de gestión ambiental**
 - Subprograma de gestión ambiental industrial
 - Subprograma de protección ambiental urbana

El plan de inversión se establece sobre la base de la definición de programas sectoriales conforme al mandato de la Ley 64-00. Esta estructura permite buscar soluciones a los problemas de gestión ambiental más importantes y al mismo tiempo acentúa la creación de programas y acciones a mediano y largo plazo.

Los principales objetivos de este plan de inversiones son:

- Planificar las inversiones para el cumplimiento de los planes de acción sectorial
- Incrementar el capital natural del país
- Rehabilitación de los recursos naturales
- Fortalecimiento de la competitividad internacional del sistema productivo nacional
- Lograr la diversificación de actividades productivas
- Mejorar la Calidad de vida y bienestar de la población.

En el **Cuadro 11.10** se presenta el resumen del programa nacional de inversión para el sector Medio Ambiente.

Cuadro 11.10: Resumen programa de inversiones sector Medio Ambiente

Sub-programa	Nombre del Proyecto	Monto (RD\$ x miles)	Puntaje	Quinquenio
Ordenamiento y protección forestal	Instalación de Paneles Solares, La Peñita y La Avanzada	2,897.00	3.75	2015-2020
Desarrollo forestal social	Co-Manejo Periferia Parque Nacional Los Haitises	34,000.00	3	2015-2020
Desarrollo forestal social	Rec. Predios Agrícolas y Forestales afectados por el Huracán Georges	7,000.00	4.05	2010-2015
Desarrollo forestal social	Programa de Manejo Racional de Bosques Secos	17,000.00	3.35	2015-2020
Desarrollo forestal social	Manejos de Bosques Nativos con fines Comerciales	450,000.00	1.95	2025-2030
Desarrollo forestal social	Manejo de Bosques	15,810.00	3.35	2015-2020
Desarrollo forestal social	Fondos de Prestamos Rotatorios Agroforestales	34,000.00	3	2015-2020
Desarrollo forestal social	Diversificación de Cafetales y Cacaotales	4,740.00	4.05	2010-2015
Desarrollo forestal social	Rehabilitación y Diversificación de Cafetales Reg. Sur	5,000.00	4.05	2010-2015
Desarrollo forestal social	Replicación del Desarrollo Agroforestal Zambrana	6,000.00	4.05	2010-2015
Desarrollo forestal social	Biodiversidad Forestal con énfasis en Especies Nativas	23,800.00	3.35	2015-2020
Desarrollo forestal social	Identificación y Conservación Árboles Semilleros	3,750.00	4.4	2010-2015
Administración de áreas protegidas	Reducción de Conflictos Sociales en Zonas Criticas	3,000.00	3.75	2015-2020
Administración de áreas protegidas	Diagnostico de Régimen de Tenencia de Tierra en AAPP	1,000.00	4.45	2010-2015
Administración de áreas protegidas	Elaboración de Modelos y Planes de Manejo Prioritarios (15 AAPP)	2,000.00	4.1	2010-2015
Administración de áreas protegidas	Vigilancia, Monitoreo y Control de RRNN con participación comunitaria	36,000.00	2.35	2020-2025
Ecodesarrollo	Ecoturismo y participación Comunitaria en Parque Jaragua	2,273.00	3.45	2015-2020
Ecodesarrollo	Desarrollo Ecoturístico en Bahías las Águilas, Parque Jaragua	10,000.00	2.4	2015-2020
Ecodesarrollo	Desarrollo Ecoturístico Sostenible en AAPP	3,156.00	3.1	2015-2020
Ecodesarrollo	Reactivación Económica y Conservación en Cuenca Río Yuna-Blanco	5,200.00	2.75	2015-2020
Ecodesarrollo	Desarrollo Acuícola en el Parque Laguna Rincón	4,340.00	2.75	2015-2020
Ecodesarrollo	Monitoreo Ambiental RC Loma Guaconejo y PN Gran Laguna	694.00	4.15	2010-2015
Ecodesarrollo	Comercialización productos agrícolas en RC Loma Guaconejo	164.00	4.15	2010-2015
Ecodesarrollo	Protección Cuencas Altas montaña PN JB Pérez, A. Bermúdez	8,466.00	2.4	2015-2020
Ecodesarrollo	Desarrollo Act. Alternativas comunidades periferias todas AAPP	3,000.00	3.1	2015-2020
Gestión de biodiversidad	Programa Nac. De Monitoreo de Aves, PN JB, PR, AB	1,401.00	3.8	2010-2015
Gestión de biodiversidad	Inventario de Biodiversidad en Sist. Acuático Madre de las Aguas	1,034.00	3.8	2010-2015
Gestión de biodiversidad	Prog. Binacional de Inventario y Recop. de Estudios Hispaniola	338.00	4.15	2010-2015
Gestión de biodiversidad	Inventario y Evaluación de Ecosistemas Terrestres	1,861.00	3.8	2010-2015
Gestión de biodiversidad	Inventario de Flora y Fauna en Áreas No Protegidas	3,000.00	3.1	2015-2020
Gestión de biodiversidad	Inventario de Especies amenazadas o en Peligro de Extinción	1,140.00	3.8	2010-2015
Gestión de biodiversidad	Banco de Datos Uso y Manejo de la Biodiversidad	1,663.00	3.8	2010-2015
Gestión de biodiversidad	Estrategia Nacional de Biodiversidad	3,597.00	3.1	2015-2020
Gestión de biodiversidad	Reproducción de Aves Nativas y Endémicas en Cautivo	1,728.00	3.8	2010-2015
Gestión de biodiversidad	Hongos Poroides	331.00	4.15	2010-2015
Gestión de biodiversidad	Sistema Monitoreo y Vigilancia de la Iguana Rinoceronte	1,264.00	3.8	2010-2015
Gestión de biodiversidad	Monitoreo y Vigilancia de Cocodrilo Americano por comunidades	1,264.00	3.8	2010-2015
Gestión de biodiversidad	Estudio y monitoreo de la Tortuga Carey (PN Jaragua)	500.00	4.15	2010-2015
Gestión de biodiversidad	Conservación de Peces del Caribe	3,200.00	3.1	2015-2020
Gestión de biodiversidad	Promoviendo la Conservación a través del Orgullo y Part. Comunitaria	1,100.00	3.8	2010-2015
Gestión de biodiversidad	Conservación de la Biodiversidad en islas, asoc. Regionales y locales	5,100.00	2.75	2015-2020
Manejo de cuencas	Estudio Hidrogeológico Nacional Fase II	15,000.00	3.35	2015-2020
Manejo de cuencas	Evaluación de la Calidad en los Sistemas Cerrados	1,930.00	5.1	2010-2015

Sub-programa	Nombre del Proyecto	Monto (RD\$ x miles)	Puntaje	Quinquenio
Manejo de cuencas	Plan Maestro Cuenca Sabana Yegua	9,653.00	3.7	2015-2020
Manejo de cuencas	Manejo Integrado Cuenca Río Ocoa	10,051.00	3.7	2015-2020
Manejo de cuencas	Inventario Preliminar de los RRNN en zonas productoras de agua	693.00	5.45	2010-2015
Manejo de cuencas	Manejo Integral Cuenca Río Vallejuelo (El Cercado)	50,000.00	2.65	2015-2020
Manejo de cuencas	Manejo Trans-Fronterizo sostenible de la Cuenca Río Artibonito	276,336.00	2.3	2020-2025
Manejo de cuencas	Manejo Integrado de la Cuenca Río Maguaca-Chacuey	6,275.00	4.05	2010-2015
Manejo de cuencas	Manejo Integrado de la Cuenca Río Nigua	4,991.00	4.05	2010-2015
Manejo de cuencas	Análisis de la Vulnerabilidad a la Inundación Cuenca Baja Yaque del Sur	75.00	5.45	2010-2015
Ordenamiento territorial	Restauración del Área minada comunidades Las Eneas	3,222.00	3.75	2015-2020
Ordenamiento territorial	Restauración del Área minada comunidades Madre Vieja	2,963.00	3.75	2015-2020
Ordenamiento territorial	Análisis de la Vulnerabilidad a la Inundación Cuenca Baja Yaque del Sur	75.00	4.8	2010-2015
Ordenamiento marino costero	Uso y Caracterización Ecológica de la franja Marítima y Costera RD	1,500.00	3.8	2010-2015
Ordenamiento marino costero	Conservación Mamíferos Marinos	400.00	4.15	2010-2015
Ordenamiento marino costero	Evaluación Ambiental de las Playas de la RD	2,000.00	3.45	2015-2020
Ordenamiento marino costero	Evaluación Ambiental del Polo Turístico Caucedo, Guayacanes	3,000.00	3.1	2015-2020
Ordenamiento marino costero	Evaluación Amb. Del Polo Turístico Puerto Plata, Sosua y Cabarete	3,500.00	3.1	2015-2020
Desarrollo pesquero	Fortalecimiento del Sector Pesquero	2,500.00	3.1	2015-2020
Protección ambiental urbana	Unidad de Ecoeficiencia de Herrera	8,500.00	3.7	2015-2020
Protección ambiental urbana	Rescate Red de Aguas: Protección de Cañadas	160,000.00	2.65	2015-2020
Protección ambiental urbana	Mantenimiento de Imbornales de Santiago	25,000.00	3	2015-2020
Protección ambiental urbana	Corrección Drenaje Pluvial de Santiago	1,500.00	5.1	2010-2015
Protección ambiental urbana	Manejo de Desechos Sólidos en Municipio de Bonao	17,000.00	3.35	2015-2020
Protección ambiental urbana	Disposición de Desechos Hospitalarios de Santiago	15,000.00	3.35	2015-2020
Protección ambiental urbana	Disposición Final Desechos: Relleno Sanitario, Santiago	40,000.00	3	2015-2020
Protección ambiental urbana	Planta de Compostaje, Prog. Agricultura Urbana, Santiago.	20,000.00	3.35	2015-2020
Total (rd\$ x miles)		1,392,975.00		

11.4 Proyectos sub-sector riego

Para el ordenamiento de los proyectos del sub-sector riego en una secuencia de ejecución por quinquenios, se ha seguido la siguiente metodología:

- Ponderación de la eficiencia del proyecto y del monto de la inversión.
- Ponderación de la relevancia del tema y la priorización de la región.
- Ponderación de la puntuación alcanzada
- Ordenamiento por quinquenio de acuerdo a la puntuación anterior.

Para la ponderación de los aspectos económicos se evalúan los indicadores del monto de la inversión y de la eficiencia de la inversión, distribuidas en partes iguales y con una puntuación media de 35% para la suma de ambos indicadores.

Para la ponderación de la prioridad del tema y de la región, se le asignó una puntuación de 65%, en partes iguales. Dándoles menos puntuación a las regiones Este y Atlántica por no ser prioritario el riego en esas regiones. También, se dio mayor puntuación a los proyectos de mejoramiento de los sistemas frente a la construcción de nuevos proyectos.

El valor final asignando para cada proyecto es el promedio ponderado otorgando 35 % a los aspectos económicos o de inversión y 65% a los aspectos de orden prioridad. Los proyectos se agrupan en quinquenios en orden descendente de ese valor.

El resumen de los resultados de los priorización por regiones se muestra en los **Cuadros 11.11** y **11.12**.

Cuadro 11.11: Resumen priorización proyectos de eficiencia uso del agua en el riego

	Proyecto	Región	Costo US\$	Puntaje	Quinquenio
1	Desarrollo Agrícola Aglipo III	YUNA	670,000.00	7.40	2008-2010
2	Programa De Lagunas De Regulación	NACIONAL	66,159,110.00	5.53	2010-2015
3	Prog. Nac. Innovación Tecnológica Agricultura Bajo Riego	YDS	6,764,500.00	5.10	2010-2015
4	Llanura Costera Noreste	ESTE	7,200,000.00	4.58	2010-2015
5	Rehabilitación Aglipo I	ATLANTICA	1,265,000.00	5.28	2010-2015
6	Peq. Sistemas Riego Cuenca Baja Artibonito-Macacias	YDS	10,000,000.00	4.70	2010-2015
7	Proyecto De Riego El Pinar	YDS	396,165.00	3.70	2015-2020
8	Proyecto De Riego Rincón - Villa Tapia	YUNA	63,200,000.00	4.30	2015-2020
9	Sistema De Riego Rio Caña	YDS	10,000,000.00	3.40	2015-2020
10	Sistema De Riego Presa De Monción	YDN	44,500,000.00	3.70	2015-2020
11	Canales Presa Maguaca	YDN	17,800,000.00	3.53	2015-2020
12	Rehabilitación-Mejoramiento Sistema Riego Villa Vásquez	YDN	18,000,000.00	3.18	2015-2020
13	Suministro De Agua Subterránea En Región Fronteriza	YDN	3,000,000.00	4.28	2015-2020
14	Proyecto Azua II	YDS	51,770,000.00	2.48	2020-2025
15	Mejoramiento Parte Baja Yaque Del Sur	YDS	45,400,000.00	2.00	2020-2025
	Total en US\$		346,124,775.00		

Cuadro 11.12: Resumen priorización proyectos de desarrollo de riego

	Proyecto	Región	Costo US\$	Puntaje	Quinquenio
16	Proyecto De Riego Río Solier	YDS	865,000.00	4.80	2010-2015
17	Proyecto De Riego Nizao-Najayo	OZANIZ	1,700,000.00	5.93	2010-2015
18	Roselia PRYN III	YDN	9,000,000.00	4.93	2010-2015
19	Sistema De Riego La Cruz De Manzanillo	YDN	8,500,000.00	4.58	2010-2015
20	Proyecto De Riego Constanza	YUNA	5,000,000.00	5.23	2010-2015
21	Proyecto De Riego José Francisco Peña Gómez	YDS	2,000,000.00	4.45	2015-2020
22	Mejoría De Los Sistemas De Riego Existentes	NACIONAL	9,000,000.00	4.35	2015-2020
23	Carrizal	YDS	140,000.00	3.05	2015-2020
24	Tecnificación Canales De San Juan De La Maguana	YDS	80,000,000.00	2.88	2015-2020
25	Proyecto De Riego Río Guayubín	YDN	53,400,000.00	3.35	2015-2020
26	Proyecto De Riego Río Yuma	ESTE	26,700,000.00	2.70	2015-2020
27	Desarrollo Agrícola Valle De Neyba	YDS	60,000,000.00	2.53	2015-2020
28	Proyecto De Riego Ámina	YDN	44,500,000.00	3.18	2015-2020
29	Sistema De Riego De La Cuenca Del Río Camú	YUNA	90,000,000.00	2.95	2015-2020
	Total en US\$		390,805,000.00		

11.5 Proyectos fortalecimiento institucional

El fortalecimiento institucional se plantea generar una capacidad institucional que permita manejar de manera eficaz y eficiente los temas de gestión y planificación del sector, poniendo al ciudadano como centro de esa gestión; en un contexto de continuo cambio, que incluye liderar, planificar, organizar, coordinar y controlar.

Dentro de la categoría proyectos de fortalecimiento institucional, el PHN ha incorporado proyectos que por su monto no compiten con los grandes proyectos de desarrollo de la infraestructura hidráulica.

Dentro de estos se encuentran los proyectos relacionados con el fortalecimiento institucional, la capacitación en general, y todo lo relacionado con eventos extremos, entre otros.

Para el ordenamiento de los proyectos en una secuencia de ejecución por quinquenios, se ha seguido la siguiente metodología:

- Ponderación del monto del proyecto.
- Ponderación del sector.
- Ponderación de la puntuación alcanzada
- Ordenamiento por quinquenio de acuerdo a la puntuación anterior.

En el área de los aspectos económicos se ha empleado una clasificación relacionada con el costo relativo del proyecto, penalizando en función del mayor monto del proyecto.

En el área de otros aspectos, se adoptó una puntuación general homogénea para designar los aspectos institucionales equivalente a 3 puntos.

Evaluada todos los proyectos se procede a la ponderación de cada componente. Se asigna un 35 % a los aspectos económicos y 65% al componente aspectos institucionales. La duración del proyecto se utiliza para seleccionar entre dos proyectos con igual puntuación.

Ponderados los diferentes componentes se procede a su ordenación, de menor a mayor, y a su asignación al quinquenio correspondiente. El primer conjunto corresponderá al período 2008 – 2010. Los demás períodos sucesivos serán de cinco años.

En el **Cuadro 11.13** se resume la priorización de los proyectos relacionados con el fortalecimiento institucional.

Cuadro 11.13: Resumen proyectos fortalecimiento institucional

Nombre del Proyecto	Monto x miles RD\$	Puntaje	Quinquenios
Orientación comunitaria sobre el Plan de OT	167.00	5.45	2008-2010
Programa de Capacitación de Personal Observador de Estaciones Hidrológicas	411.00	5.45	2008-2010
Fortalecimiento del Banco de Datos Hidrológicos del INDRHI	904.20	5.45	2008-2010
Guía Metodológica Ambiental	1,638.00	5.1	2008-2010
Elaboración Normas Ambientales de las Zonas Costeras y Marinas	1,700.00	5.1	2008-2010
Restablecer Red Estaciones Climáticas Automáticas en 14 zonas hidrogeológicas	1,849.50	5.1	2008-2010
Curso de Capacitación para guardias y administradores	3,000.00	4.4	2008-2010
Involucramiento de las Comunidades adyacentes a AAPP	3,500.00	4.4	2008-2010
Fortalecimiento de la Red de Monitoreo Hidrogeológico Nacional	6,082.80	4.05	2008-2010
Validación de Modelos de Manejo (Sostenibilidad Financiera)	10,000.00	3.7	2010-2015
Creación de Unidades de Monitoreo Ambiental, Santiago	10,000.00	3.7	2010-2015
Capitación de Lideres Ambientales, Santiago	10,000.00	3.7	2010-2015
Prevención de Desastres (Urbano y Rural) BID	150,000.00	2.65	2020-2025
Programa de Desarrollo Fronterizo	50,400.00	2.65	2020-2025
Rehabilitación y Actualización de la Red Hidrológica Convencional	67,767.00	2.65	2020-2025
Remodelación y Actualización Red Telemétrica, Alerta Temprana	64,568.68	2.65	2020-2025
Fortalecimiento de la Gerencia de Planificación del INDRHI	189,800.00	2.65	2020-2025
Coordinación Técnica para la Gestión Integrada del Recurso Agua	102,000.00	2.65	2020-2025
Fortalecimiento de la Dirección de Planificación. SEMAREN	150,200.00	2.65	2020-2025
Revisión de Estructura Salarial y Reestructuración Personal	124,000.00	2.65	2020-2025
Mejoramiento de la Capacitación Operativa de la Administración del Agua	438,500.00	2.3	2020-2025
Fortalecimiento de la Gerencia Administración Financiera. INDRHI	290,000.00	2.3	2020-2025
Fortalecimiento Para la Capacidad de la Gestión del Agua	452,500.00	1.95	2025-2030
Total en RD\$ x miles	2,128,988.18		

11.6 Resumen del calendario de inversiones

En el **Cuadro 10.29** se desglosa el resumen del calendario de inversiones por quinquenio y por sub-sector. Los proyectos de cada sub-sector fueron priorizados por quinquenios con criterios de puntuación que asignaban 10% a los factores sociales, 20% a los factores económicos, y 70% a los factores técnicos. Los indicadores difieren de un sector a otro, pero en general asignan mayor puntuación a aquellos proyectos en los cuales se tienen estas características:

- Proyectos que tienen un rendimiento de la inversión más alto: Esto quiere decir que se ponen en orden de mayor prioridad los proyectos que tienen indicadores de menor valor numérico de US\$/Ha irrigada, o de US\$/MW instalado, o de US\$/MMC embalsado, etc..
- Proyectos que tienen mayor cantidad de estudios realizados: Los grandes proyectos de inversión en recursos hídricos requieren de un largo período para ser desarrollados en su totalidad antes de que se pueda hacer un verdadero análisis económico de rentabilidad. Usualmente, el ciclo de vida de un proyecto puede tomar más de cinco años (duración del quinquenio) hasta llegar a la etapa de diseño definitivo. Luego viene la etapa financiamiento que es otro proceso que consume gran tiempo. Por esta razón, todos los proyectos identificados no son factibles de ser realizado en el primer quinquenio 2010-2015, y solo aquellos que se encuentren en un estado muy avanzado de diseño, estudio presupuesto y financiamiento, podrían fijarse para el período 2008-2010.
- Proyectos que están localizados en zonas prioritarias o dirigidos a temas prioritarios: Las zonas de prioridad de inversión son las zonas en la que existe un déficit hídrico, o un déficit en el suministro de agua potable, o aquellas en la que existe mayor pobreza. También, tienen mayor orden de prioridad los proyectos en los que el tema al cual busca satisfacer sus

objetivos esté identificado como tema prioritario en los talleres regionales de planificación, o en el encuentro nacional de planificación.

Con esta metodología y criterios de priorización definidos, se obtuvieron los calendarios de inversión por quinquenios para cada renglón y sector, como se resume en el **Cuadro 10.30**.

Cuadro 11.14: Resumen del calendario de inversiones por quinquenio y sub-sector.

Quinquenios	INVERSION POR SUB-SECTOR (MONTO EN DOLARES US\$)				TOTAL US\$
	Presas y Embalses	Medio Ambiente	Riego	Fortalecimiento Institucional	
2008-2010	632,885,000.00	0.00	670,000.00	562,117.17	634,117,117.17
2010-2015	1,481,898,901.56	1,793,023.11	116,453,610.00	875,913.00	1,601,021,447.67
2015-2020	943,270,000.00	16,619,806.84	522,636,165.00	0.00	1,482,525,971.84
2020-2025	747,369,460.00	9,119,305.43	97,170,000.00	47,510,562.87	901,169,328.30
2025-2030	90,993,000.00	13,138,695.00	0.00	13,211,687.75	117,343,382.75
TOTAL (US\$)	\$3,896,416,361.56	\$40,670,830.37	\$736,929,775.00	\$62,160,280.79	

(*) No incluye monto de proyectos de informe de Manejo de Cuenca y Zonas Costera

(**) Hay indentificados posibles proyectos de presas que no tienen la cifra de costo