DEMANDA DE AGUAS

TOMO VI

DEMANDA DE AGUAS

FRANCISCO FORTUNY RODRIGUEZ

INDICE

1.- INTRODUCCION 1
1.2.-Objetivos 3
1.3.-Balance entre recursos y demandas 9
1.4.-Problemática planteada por la gestión 12
1.5.-Alternativas generales consideradas 17

2.- PRONOSTICO GENERAL 18
2.1.-Balance entre recursos y demandas 18
2.2.-Situación de la infraestructura 21
2.3.-Situación de la gestión 22
2.4.-Programas de actuación 23
2.5.-Plan de inversiones 24
2.5.-Seguimiento y revisión 27

3.- PLANEAMIENTO HIDROLOGICO DE SUPERFICIE 28
3.1.-Datos hidrometeorológicos 30
3.2.-Red hidrográfica 32
3.3.-Diagnóstico específico 34
3.4.-Aprovechamiento de la escorrentía de superficie 35
3.6.-Actuaciones en los cauces 37
3.7.-Actuaciones administrativas 39
3.8.-Medidas para reducir la erosión 40
3.9.-Normas específicas de actuación 43
3.10.-Inversiones específicas programadas 43

4.- PLANEAMIENTO HIDROGEOLOGICO 45
4.1.-Objetivos específicos 47
4.2.-Información básica 48
4.3.-Sistema hidrogeológico insular 52
4.4.-Diagnóstico hidrogeológico insular 63
4.5.-Aprovechamiento futuro de las aguas subterráneas 64
4.6.-Actuaciones relativas a la gestión 74
4.7.-Inversiones programadas 75

5.- DEMANDAS SECTORIALES Y
BALANCES HIDRAULICOS 76
5.1.-Tipificación de los usos del agua 79
5.2.-Demanda de abastecimiento urbana 80
5.3.-Demanda agrícola 82
5.4.-Demanda indusrtrial 89
5.5.-Demanda turística 90
5.6.-Balance hidráulico 93

6.- PRODUCCION INDUSTRIAL
DE AGUA 97
6.1.-Reutilización de aguas depuradas 99
6.2.-Inversiones previstas 101
6.3.-Desalación de aguas subterráneas 102
6.4.-Inversiones previstas 103
6.5.-Desalación de agua de mar 106

7.- INFORME DE UNA INDUSTRIA 107

8.-BIBLIOGRAFÍA

Introducción

El agua en Canarias es un recurso natural escaso y valioso, indispensable para la vida y para la mayoría de las actividades económicas. La regulación de su uso debe sujetarse al principio general básico de la subordinación de todas las aguas al interés general, sobre la base de que se trata de un recurso que debe estar disponible en la cantidad y la calidad necesarias, en el marco del respeto al medio ambiente

El tradicional régimen especial del Derecho de Aguas canario se ha concretado en la asunción por la Comunidad Autónoma de las competencias en esta materia, a través del Estatuto de Autonomía y la Ley Orgánica 11/1982, de 10 de Agosto, de Transferencias Complementarias a Canarias.

Los objetivos que se persiguen en materia de aguas se deben concretar en la planificación regional y materializarse en los Planes Hidrológicos Insulares, respetando todos ellos los principios esenciales que se derivan de la legislación, pero teniendo en cuenta el hecho geográfico ineludible de que cada isla constituye una cuenca hidrográfica independiente, con notorias diferencias entre unas y otras. Este criterio se complementa con el establecimiento de Administraciones insulares,especiales y participadas por todos los sectores, públicos y privados, que intervienen en el aprovechamiento, la ordenación el uso y la gestión.

Los "programas" de inversiones en obras hidráulicas que se han llevado a efecto han sido:

- Plan de Infraestructura Sanitaria (1974-1980)
- Plan de Balsas del Norte de Tenerife (1980-1990)
- Programa de reutilización de aguas depuradas de Santa Cruz de Tenerife y La Laguna (1984-1992)

El resto han sido actuaciones aisladas y desconexas.

La elaboración del Plan Hidrológico Insular competeS al Consejo Insular de Aguas y, hasta tanto se constituya éste, a la Consejería correspondienter del Gobierno de Canarias. Su redacción por el Cabildo se legitima con el convenio específico de colaboración y se fundamenta en que es la Institución donde halla su expresión más natural la formación de un plan de esta naturaleza y que además debe otorgar, en segunda instancia, su aprobación provisional.

En Enero de 1991 la Oficina Técnica del PHI editó el AVANCE. Este documento, que no puede considerarse propiamente como un antecedente del Plan, sino más bien como la culminación de una de las fases dentro de la elaboración de éste, recoge, en primer término, una concreción de los objetivos y, en segundo lugar, !a descripción de la situación hidrológica de la isla en la fecha indicada. Desde el Avance hasta hoy ha aumentado este conocimiento. Sin embargo, las tareas básicas llevadas a cabo se han centrado más bien en la sintesis del mismo y el desarrollo de propuestas de actuación en materia de obras de infraestructura, criterios de gestión y normativas de aplicación.

Se han obtenido una serie de conclusiones que se ponen de manifiesto en este trabajo y que establece los siguientes programas:

·Aguas superficiales y red hidrográfica

·Recarga inducida y medidas contra la erosión

·Aguas subterráneas y multiacuífero insular

· Tratamiento, producción industrial e importacion

· Red general de conducciones

· Abastecimiento para usos no agranos

· Saneamiento de aguas residuales

· Reutilización de aguas

· Infraestructura general para uso agrario

· Demandas

En general, sorprende la carencia de observaciones sobre el planeamiento hidrogeológico (aguas subterráneas y multiacuífero insular) o sobre la red de conducciones, dada la trascendencia de estos temas y las actuaciones que se plantean en el Avance en relación con ellos. Las razones de esta omisión hay que buscarlas en que, a pesar del esfuerzo realizado en divulgar y acercar la información a los interesados, el "mensaje" no fuera lo suficientemente explícito y asimilable.

Este trabajo constituye una síntesis de todo el Plan, que se complementa con una descripción de la situación actual en materia hidrológica y una exposición previa sobre criterios generales y objetivos perseguidos. A esta última exposición se dedica el presente apartado y el siguiente. Los restantes se ordenan siguiendo un esquema que se deduce del que se ha escogido para idealizar el sistema hidrológico, considerando los *recursos* por un lado y las *demandas* por otro.

Siguiendo este criterio, se tratan inicialmente en el Trabajo *los recursos superficiales y los subterráneos*. Se consideran en primer lugar y sucesivamente, los objetivos del planeamiento y los datos disponibles. En segundo término se establece un diagnóstico de la situación y por último y en función de este diagnóstico, se desarrollan las actuaciones previstas en el Plan, tanto en materia de inversiones como en relación con los criterios de actuación y la normativa propuesta.

En lo que se refiere a las *demandas,* se hace en primer lugar una exposición de carácter general en la que se analiza el territorio insular desde este punto de vista, estableciendo diferentes comarcas hidráulicas y tipificando los usos.

Posteriormente se analizan los cuatro tipos principales de demandas, de abastecimiento de poblaciones, agrícola, industrial y turística, habiendo diferenciado esta última para tener en cuenta sus características distintivas y la especial incidencia del sector en la economía insular. Por último, este apartado refleja los datos esenciales del balance entre recursos y demandas para cada una de las comarcas citadas anteriormente.

La interfaz entre recurso y demanda se analiza a través de la consideración sucesiva de los *medios para incrementar el recurso,* a través de la producción industrial de agua, de *las inversiones en materia de almacenamiento,* que permiten coordinar temporalmente la producción y el consumo, de *las redes de conducciones* que permiten esta misma coordinación pero desde el punto de vista espacial, y finalmente, de *los sistemas de abastecimiento de poblaciones,* que merecen capítulo aparte al determinar una parte sustancial en materia de inversiones.

Aunque habitualmente no esté relacionado de forma directa con el balance recurso/demanda, sabemos que existe una gran relación entre estos y *los sistemas de saneamiento* tanto en lo que se refiere a las redes como en lo relacionado con las instalaciones de depuración. No cabe duda de la importancia de estos sistemas, que cierran la intervención artificial sobre el ciclo hidrológico. Su consideración es imprescindible para un instrumento de planificación que asume como uno de sus objetivos fundamentales el de que la afección medioambiental que provoca esta intervención sea lo más pequeña posible. Ademas, en el caso particular de Tenerife y dada la tendencia en disminución de los recursos naturales disponibles, la reutilización de aguas depuradas debe ser considerada como una alternativa de gran interés, como demuestran las inversiones ya realizadas en este sentido, que darán fruto en fechas muy cercanas. Este factor hace doblemente importante la correcta planificación, construcción y explotación de las depuradoras de aguas residuales.

Además de la concreción de estos objetivos y criterios, el Trabajo presenta una síntesis de los trabajos realizados dentro del Plan y de las conclusiones y resultados contenidos en él. Se diagnostica la situación de la isla y se hace un pronóstico sobre el futuro. Se resumen las medidas de inversión y la normativa que orientará la gestión y establecerá un marco para la iniciativa pública y privada. Se justifican, por último, las razones de carácter general que han conducido a seleccionar estas medidas de entre las diferentes alternativas existentes.

Objetivos

Los objetivos que han orientado el plan independientemente de los ya mencionados y que se expondrán a continuación son los siguientes:

· Mejorar y garantizar el bienestar colectivo, especialmente la salud, la seguridad, el uso y disfrute de los servicios públicos, el ocio y el recreo.

· Contribuir al desarrollo insular, incrementando el potencial productivo, la renta insular y el empleo, procurando mejorar su distribución y la calidad de los servicios.

· Mejorar y garantizar la calidad medio-ambiental por medio de la gestión, la conservación, la restauración y la mejora de la calidad del agua e, indirectamenie, del sueio, la vegetación, la fauna y el paisaje asociados.

El desarrollo y entrecruzamiento de estos objetivos generales determina otros, más concretos y específicamente aplicables a la situación particular de los recursos hidráulicos y su aprovechamiento en Tenerife. Se configuran así los siguientes ob jetivos *intermedios clel* Plan:

· Procurar que las disponibilidades se asignen a los distintos usos con la mayor racionalidad y eficiencia, de conformidad con los criterios y normas que resulten de la planificación económica general.

· Coordinar y dirigir la gestión de la explotación, la producción, el transporte, los distintos usos y otras manifestaciones del agua, mediante los servicios de la Administración Hidráulica Insular, tras la reorganización y el cambio normativo que procedan.

· Desarrollar un sistema de financiación del sector hidráulico que permita hacer frente a las necesidades de amortización, mantenimiento y explotación de las instalaciones para conseguir un adecuado funcionamiento de los servicios.

· Definir las normas de protección de los recursos y los equipamientos e infraestructuras básicas de carácter hidráulico e interés supramunicipal para su inclusión como tales en el Plan Insular de Ordenación, y promover la correspondiente acomodación del planeamiento urbanistico municipal.

· Prevenir, reducir, corregir y controlar la contaminación de acuiferos subterráneos, del litoral y de los parajes naturales, por utilización o vertidos inadecuados.

· Prevenir y minimizar el riesgo de daños debidos a inundaciones, avenidas y otros fenómenos hidráulicos.

· Consolidar las disponibilidades hidráulicas para el abastecimiento general de los núcleos urbanos de Tenerife, perfeccionando y flexibilizando su sistema de suministro, mejorando sus instalaciones y reglando su explotación.

· Garantizar la cantidad y la calidad de las aguas que se destinen a uso urbano, minimizando el riesgo de restricciones y de contaminación de sus fuentes de suministro, corrigiendo aquéllas que no cumplan con los límites sanitarios establecidos y disponiendo la reglamentación precisa.

· Colaborar con los Ayuntamientos en las obras de reposición, mejora y ampliación de la redes de distribución y alcantarillado de sus núcleos, procurando igualar los niveles de servicio en toda la Isla.

· Proponer las actuaciones que proceda incluir en otras políticas y planes sectoriales para inducir a la consecución de estos objetivos.

El agua es un recurso esencial para la vida y la actividad económica. Como cualquier otro recurso, debe obtenerse, distribuirse y utilizarse, a través de un conjunto de mecanismos con componentes fisicos, económicos y de gestión. Se comienza por reflejar el *medio natural,* que ha sido tradicionalmente la única fuente del recurso y aún seguirá siendo, durante un lapso de tiempo que supera el ámbito temporal del Plan, la más importante desde el punto de vista cuantitativo.

Esencialmente deben tenerse en cuenta, dentro de este medio fisico, dos fuentes, las aguas superficiales y las subterráneas. Las primeras han sido siempre en todas las islas, un recurso cuantitativamente marginal, cuyo aprovechamiento ha dado lugar, además, a algunos fracasos significativos como consecuencia de la dificultad de encontrar emplazamientos de embalse que cumplan unas condiciones mínimas de impermeabilidad. Aún así se han considerado, en primer lugar en relación con su aprovechamiento, que se debe potenciar y

ordenar de modo que se pueda obtener el máximo beneficio de su gran calidad; en segundo término, en relación con la conservación y corrección de unos cauces que, por estar secos la mayor parte del año, han sido objeto de invasiones sistemáticas; por último, planteando medidas que permitan optimizar el manejo de la escorrentía de modo que se aumente la recarga de los acuíferos, se pierda en el mar el mínimo posible y se reduzcan los procesos de degradación determinados por la erosion.

Por lo que se refiere a las aguas subterráneas, de un lado se ha considerado la captación de las mismas, determinando sus límites cuantitativos en la actualidad y en el futuro, planteando y estableciendo criterios sobre los problemas cualitativos, cada día más importantes, ordenando el aprovechamiento a través de normas que pretenden regular los conflictos de intereses. De otra parte, se han establecido normas para la conservación de los acuíferos, procurando que su explotación, que en muchos casos supera en la actualidad y superará en el futuro los valores de la recarga, no determine un deterioro irreversible.

En relación con la demanda,se han considerado cuatro sectores principales, el agrario, tradicionalmente el mayor consumidor, el de abastecimiento, que se ha dividido a su vez en urbano, que engloba el consumo de la población residente, y turístico, que recoge tanto el que se sirve a través de redes especiales como el que depende de las municipales, y el industrial. Esta clasificación se ha considerado necesaria para el estudio de las tendencias futuras, claramente diferentes para cada uno de estos sectores. Además, y en relación con la infraestructura asociada con la última fase del ciclo producción-consumo-vertido, es evidente que sólo son de interés los tres últimos grupos citados.

Por lo general los estudios de demandas se han realizado por proyección lineal, partiendo de un pronóstico de la evolución previsible del sector correspondiente y deduciendo de sus resultados el valor de la demanda futura. Este método es válido para los tres sectores (urbano, turístico e industrial) de demanda más rígida, menos influida por el coste del agua. Pero es cuestionable en el caso de la demanda agraria, para la que este coste es determinante del precio final del producto y, como consecuencia, de sus posibilidades de comercialización, lo que influirá claramente en la distribución, extensión e intensidad de la demanda agrícola. En lugar de abordar pretensiosos estudios prospectivos bidireccionales, que en todo caso corresponden a una planificación agraria general, se ha optado por aproximar las tendencias observadas en los últimos años y observar unos niveles de salvaguarda para este sector.

La conjunción de recursos naturales disponibles, subterráneos más superficiales, constituye la oferta total de agua natural, que comparada con la suma de las demandas sectoriales, en un balance físico global lleva a definir las necesidades de nuevas infraestructuras. Este balance se ha efectuado desagregado territorial y temporalmente. Las infraestructuras generales evaluadas se han clasificado en:

a) las destinadas a aumentar la oferta total de agua,

b) las conducciones de trasvase, que permitan compensar los déficits y superávits comarcales, y

c) la del almacenamiento y regulación, que ajustan el momento de la producción con el del consumo.

En relación con el primero de estos grupos, se han considerado las posibilidades de importación de agua y las de desalación de agua de mar, desestimando las primeras por razones evidentes de carestía y dificultad técnica y cuantificando las segundas, cuyo coste las

hace de dudosa viabilidad a efectos de atención a la demanda agrícola y las reserva para los otros tres sectores. Por otra parte, combinando las cifras de consumo urbano e industrial, se han establecido las posibilidades y la viabilidad (técnica y económica) de la reutilización, en regadío agrícola y de parques y jardines urbanos, de aguas convenientemente depuradas. Para ello ha sido necesario tener en cuenta en ambas direcciones las relaciones entre la demanda urbana y la infraestructura de abastecimiento y saneamiento y la de producción de agua.

En lo que se refiere a la red general de conducciones, en la actualidad ya existe en Tenerife un importante sistema de conducciones privadas, complementado con otras públicas, cuyo correcto funcionamiento es vital para asegurar la distribución adecuada de los recursos. El Plan define una red básica, de entre las conducciones generales existentes, para la que se establecen criterios y normas de funcionamiento

Otro aspecto a tener en cuenta dentro de las infraestructuras de carácter general es el del almacenamiento, consistente en depósitos descubiertos, clasificados a su vez-en estanques, balsas, y presas de embalse, y cubiertos, destinados en su totalidad al abastecimiento urbano. En general se ha analizado la garantia ofrecida tanto globalmente como por zonas, estableciendo las necesidades de inversión en función de esta garantía.

Una parte sustancial del esfuerzo desarrollado en la elaboración de un plan hidrológico se ha centrado en la recopilación y análisis de los datos existentes

En concreto, se han llevado a cabo los siguientes estudios:

A) **En relación con la red hidrográfica y los recursos superficiales disponibles:**

a) Un primer análisis de la información disponible sobre la red meteorológica y la red hidrográfica y definición de actuaciones para paliar las posibles carencias.
b) Organización de una base de datos de la red hidrográfica de Tenerife, en base a la clasificación decimal del MOPU.
c) Delimitación sobre la cartografia 1:10.000 de todas (223) las cuencas hidrográficas principales.
d) Seguimiento de la organización y grabación por la Dirección General de Aguas de los datos meteorológicos del Servicio Meteorológico Nacional.
e) Obtención de las isoyetas anuales medias de Tenerife.
f) Estudio aproximativo de la evapotranspiración potencial y real (ETP y ETR) en la Isla.
g) Estudio de la escorrentia superficial media en Tenerife.
h) Recopilación y síntesis de estudios hidrológicos específicos para el aprovechamiento local de aguas superficiales (Plan de Balsas del Norte de Tenerife, Programa Operativo NLOS Campitos", P.O. "Tenade", P.O. "Anaga") .
i) Estudio de los libros de registro de entrada y expedientes administrativos que obran en la Dirección General de Aguas relativos a actuaciones en los cauces (obras, extracciones de áridos, servidumbres) y concesiones para aprovechamiento de aguas superficiales.

B) **En relación con los recursos subterráneos**

a) Formulación de un nuevo modelo geohidrológico de la Isla, de capas superpuestas, que tiene en cuenta la existencia de los ejes estructurales (que incluyen diques y grandes fracturas abiertas) y las depresiones resultantes de grandes deslizamientos (con sus "mortalones" y materiales suprayacentes).

b) Estudio de la situación y evolución de los niveles freáticos a partir de las obras de captación existentes.

c) Zonificación hidrogeológica de la Isla, atendiendo a la diversidad de la infiltración del agua, la heterogeneidad y anisotropía del medio físico continental, la existencia de un sustrato impermeable, el grado diferenciado de explotación de los recursos, y las reservas.

d) Creación, implantación y mantenimiento de una base de datos de las obras de captación de aguas subterráneas.

e) Análisis estadístico de la evolución histórica de los alumbramientos de agua mediante galerías en Tenerife.

f) Actualización de los datos geohidrológicos de las obras de captación.

g) Esludio preliminar sobre la variación del tensor de permeabilidad (en su expresión tridimensional) en la geografía insular.

h) Cartografía del zócalo impermeable de la Isla.

i) Recopilación, síntesis y sistematización de la información hidroquímica para la revisión de estudios geohidroquímicos.

j) Estudios específicos parciales de las áreas más críticas de los acuíferos costeros.

k) Estudio aproximativo de la infiltración natural en Tenerife.

I) Estudio evaluativo de la recarga debida a los riegos.

m) Obtención de modelos digitales, sobre una malla o cuadrícula ortogonal básica de 1 km de lado, del terreno, la superficie freática en tres momentos históricos (1973,1979 y 1985), el zócalo hidrogeológico, la infiltración natural, la recarga de riegos y las extracciones (cada 5 años).

n) Construcción de un modelo matemático de simulación del flujo subterráneo de agua en la isla, calibración en regímenes permanente y transitorio y análisis de sensibilidad

o) Prognosis (a 1991 y 2000) por zonas hidrogeológicas de las extracciones
a realizar con las obras de captación existentes.

p) Definicion de criterios diferenciados por zonas para regular la explotación de las aguas subterráneas.

q) Estudio de los libros de registro de entrada y los propios expedientes administrativos que obran en la Dirección General de Aguas relativos a aprovechamiento de aguas subterráneas.

C) **En relación con las demandas**

a) Zonificación o "Comarcalización hidráulica" de la isla, atendiendo a la diferente localización y peculiaridades territoriales de la oferta y la demanda de agua, la red de conducciones existentes y los trasvases que permiten, y la estructura estadística de los datos que se precisan.

b) Actualización de los "Balances Hidráulicos Zonales de Tenerife", con evaluación de la distribución cuantitativa de las disponibilidades hidráulicas propias de cada zona y su modificación con los trasvases a y desde las colindantes (oferta de agua real en cada zona) y su distribución, a través de la red de conducciones propia, entre los distintos usos y

consumos (pérdidas en las conducciones de transporte, uso urbano, uso industrial, uso turístico, consumo agrario y caudales no utilizados).
c)Análisis y proyección (a 1991 y 2000) de la evolución de la población urbana en cada zona.
d) Encuesta de la demanda y consumo reales de agua en abastecimiento urbano y de sus magnitudes económicas.
e) Estudio detallado de la situación actual de la agricultura de regadío en la Isla, con cartografía (a 1:5.000) de los cultivos actuales, evaluación del consumo de agua y prognosis a los años horizonte del Plan.
f) Estudio de la evolución de la oferta turística (número de camas por categorías de establecimientos, municipios y zonas hidráulicas) y de sus resultados (número de visitantes y número de pernoctaciones).
g) Estudio evaluativo de las dotaciones (consumos unitarios) de agua para uso turístico sobre una amplia muestra de las plazas hoteleras ofertadas.
h) Estudio de la evolución de la demanda de agua para uso industrial.
i) Estudio sobre la calidad del agua disponible para los distintos usos, prognosis sobre su evolución y medidas correctoras a proponer.

D) **En relación con la infraestructura hidráulica:**

a) Catálogo de las conducciones existentes en la Isla.
b) Catálogo de los depósitos descubiertos para almacenamiento de agua existentes en la Isla, que comprende una relación (con superficie máxima de agua y capacidad estimada) de los mismos .
c) Estudio sobre las necesidades de tratamiento de las aguas subterráneas (actuales y futuras) para los distintos usos en función de las áreas de extracción, la red de transporte y las áreas de utilización en los diferentes usos.
d) Catálogo de los depósitos reguladores de almacenamiento urbano existentes en todos los municipios de la Isla que comprende la relación de los mismos.
e) Encuesta sobre las redes municipales de abastecimiento urbano, que supone una evaluación del estado de la red existente, el grado de cobertura del municipio, las carencias observadas y las disfunciones más ostensibles.
f) Catálogo de las estaciones depuradoras de aguas residuales existentes en la Isla, que incluye la relación de las mismas.
g) Catálogo de todas las obras en curso para la reutilización de aguas depuradas.
h) Estudio de aquellos saltos hidráulicos existentes o previstos en la Isla susceptibles de aprovechamiento energético mediante minicentrales hidroeléctricas.
i) Estudio (aún en curso) del estado actual de las obras e instalaciones de elevación de agua existentes en la Isla.
j) Estudio económico de todas las inversiones realizadas en la Isla por el Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Canarias y Cabildo Insular en materia de obras hidráulicas en los últimos quince años; del mismo se deducen las cuantías absolutas y relativas de inversión por tipos de obra y municipio a municipio.
k) Estudio aproximativo de la dependencia energética en la producción y conducción de las aguas.

Balance entre recursos y demandas

El volumen anual de recursos totales de Tenerife en el año 1991 es de 212 hm3. La distribución de estos recursos es la que se refleja en la tabla, que demuestra la escasa importancia cuantitativa que representan las aguas superficiales y la dependencia de la isla de las extracciones de aguas subterráneas.

RECURSOS DISPONIBLES EN TENERIFE EN EL ANO **1991**

GRUPO	CAPTACION	**hm31año**	**% slgrupo**	**% sltotal**
Superficiales	Presas y tomaderos	1	100	0,5
	Galerias	148	70,1	69,8
Subterráneas	Pozos	55	26,1	25,9
	Manantiales	8	3,8	3,8
	Reutilización	0	-	0,0
No Convencionales	Desalación de agua de mar	0	-	0,0
TOTALES		**212**		**100**

Las extracciones de aguas subterráneas se enfrentan a dos problemas significativos: la sobreexplotación y el empeoramiento de la calidad. El primero trae consigo el descenso de la superficie freática y la disminución de los caudales extraídos; obsérvese que sólo agregando unos 10 hm3/año que potencialmente podrian haberse dispuesto de reutilización de las aguas depuradas de Santa Cruz y La Lagunal podrían alcanzarse las disponibilidades de hace una década.

La reprofundización para mantener los caudales y la exploración de las áreas menos explotadas se traducirá por lo general en un empeoramiento de las aguas extraídas al proceder de zonas afectadas por un volcanismo reciente en las que las constantes emisiones gaseosas han ocasionado la dilución en el agua de dos agentes químicos perturbadores: el flúor y el anhídrido carbónico. El primero de estos agentes, presente en los alumbramientos de las galerías con mayor caudal, supera en muchos casos y con amplitud la normativa sanitaria vigente. El segundo ya en forma de bicarbonato sódico disuelto es doblemente nocivo; de una partel al precipitar determina la pérdida de capacidad y a medio plazo la obturación de canales tuberías y válvulas. De otra al llegar a los suelos de cultivo los sodifica determinando su inhabilitación

Hay que destacar por último y desde el punto de vista de los recursos el efecto que ha tenido sobre el sector productivo de las aguas subterráneas que en la actualidad está casi de modo exclusivo en manos de capitales privados el cambio legislativo que se ha producido recientemente. Este cambio que ha determinado un giro en las expectativas de generación de beneficios se ha traducido en la práctica en la detención de la mayoría de las obras de perforación y reperforación.

La evolución del consumo de agua entre los años 1985 y 19911 representativa de las tendencias actuales en este sentidol se refleja en la tabla 2.2.

l

TABLA 2.2
CONSUMOS DE AGUA. EVOLUCION RECIENTE

Consumos	1985 **hm3/año**	1991 **hm3/año**	AUMENTO **(1985/91)**	DISTRIBUCION **(1991)**
Recursos no utilizados	41,4	41,5	213 %	212 %
Pérdidas en trasvases	12,4	11,5	-7,3 %	5,5 %
Uso agrícola	126,5	109,2	-13,7 %	52,7 %
Uso urbano	59,4	62,7	5,6 %	30,2 %
Uso turístico	81,6	14,1	64,10 %	61,8 %
Uso industrial	41,2	51,3	26,12 %	21,6 %
TOTAL	**216,0**	**207,3**	**-4,03 %**	**100,0**

En esta tabla se observa una tendencia a la disminución del consumo agrícola compensada, por otra parte, con el incremento de las necesidades de abastecimiento, tanto de la población habitual como de la turistica. Esta tendencia, que tiene notables diferencias para las distintas comarcas hidráulicas, tiene su origen, por una parte, en la crisis crónica que atraviesa el sector agrícola y por otra en la paulatina elevación del precio del agua, asociada con las reducciones de caudales extraíbles mencionadas más arriba.

Por consiguiente, la actual situación hidráulica en Tenerife, evaluada en el anterior balance entre recursos y demandas, lleva a la necesidad de prever nuevas fuentes de suministro, entre las cuales destacan por su capacidad productiva la reutilización de aguas depuradas y la desalación. Asímismo, es necesario llevar a cabo correcciones sistemáticas de la calidad del agua, incluyendo: su tratamiento desmineralizador (desalación de aguas salobres), el control de las extracciones de explotaciones con baja calidad y la optimización del aprovechamiento de los recursos de mayor calidad, entre los que destacan las aguas superficiales.

· Por lo que se refiere a la infraestructura para la extracción de aguas subterráneas, el censo de este tipo de obras recoge en la actualidad un total de 1.047 galerias con una longitud de 1.621 km y 437 pozos con una profundidad media de unos 120 metros. El sistema natural, con diferentes matices por zonas, está en situación de sobreexplotación fisica, mientras que la gestión de las obras y las extracciones realizadas está muy atomizada. Como resultado se tiene una conflictividad entre los concurrentes a una misma área, una muy escasa rentabilidad general media y dificultades para que "de motu propio" se arbitren fórmulas que mejoren la gestión, tanto desde la perspectiva de los recursos naturales que se explotan como desde la estrictamente económica, en sentido clásico.

· Esta misma situación general de agotamiento de las posibilidades de los acuíferos insulares ha determinado el paulatino incremento de los precios del agua y una considerable disminución de la calidad de las aguas que se extraen en algunas explotaciones. Como consecuencia, se ha hecho necesaria y abordable la utilización de tecnologias alternativas destinadas, esencialmente, a convertir en utilizables ciertos recursos que hasta ahora no lo eran. De entre estas tecnologías, que el Plan, siguiendo con ello la terminología de la Ley de Aguas, ha agrupado bajo la denominación genérica de "producción industrial de agua", destaca en primer término la *reutilización de aguas residuales,* que es una realidad próxima, una vez se haya inaugurado el proyecto de aprovechamiento de las de Santa Cruz y La Laguna. En segundo lugar se sitúan las actuaciones en relación con la *desalación de aguas subterráneas salobres y* en tercer término, la *desalación de agua de mar.* Como se describe más adelante, en el apartado dedicado al pronóstico, el Plan ha previsto inversiones importantes en estos tres campos.

· Otro capitulo de las infraestructuras generales es el de las conducciones generales. Se tienen inventariadas unas 1.300 conducciones que suponen unos 4.000 km de longitud total. En su mayoría son canales abiertos, de titularidad privada y constituyen obras complementarias (además de los canales interiores de las galerías que aquí no son contabilizados) a las de extracción (producción) de agua subterránea y de contados aprovechamientos de aguas superficiales. Las escasas conducciones públicas están dirigidas al abasto de poblaciones. Excepcionalmente existen algunas entidades titulares de canales cuya finalidad es trasvasar aguas de otras comunidades.

Esta red de conducciones está muy desarrollada y por su diseño es eficiente, permitiendo gran variedad de combinaciones en el trasvase de los caudales alumbrados; aunque existen algunos puntos de estrangulamiento de la capacidad necesaria en el futuro que deben solventarse con obras de ampliación o incluso de nueva ejecución. El estado de conservación de la red principal (18 lineas de conductos principales con unos 600 km) es aceptable, aunque requiere actuaciones puntuales y selectivas para disminuir las pérdidas y reducir el riesgo de roturas por desprendimientos.

Las conducciones que transportan agua para abastecimiento de poblaciones son por lo general canales descubiertos, por lo que deben irse sustituyendo progresivamente por conductos cerrados, estancos y protegidos que garanticen su no contaminación durante el traslado desde los lugares de extracción (producción) hasta los de distribución y consumo.

· Otro grupo de elementos de infraestructura destacables es el de almacenamiento o embalse para la necesaria regulación intertemporal entre la producción y la demanda, al ser prácticamente constante la primera y muy variable la segunda, especialmente la de regadío. Además de los depósitos cubiertos para abastecimiento urbano y que son tratados en dicho capitulo, en este grupo se distinguen tres tipos de instalaciones: presas, balsas y estanques. Las presas existentes, caracterizadas por el muro que cierra el barranco o vaguada natural en que se encaja, presentan una capacidad conjunta de 5,13 hm3 y se han mostrado como una solución poco adecuada y escasamente rentable en Tenerife, por la dificultad para encontrar

vasos naturales relativamente impermeables.

En las balsas, el vaso se conforma mecánicamente mediante excavación y terraplén, mientras que la impermeabilidad se logra disponiendo láminas delgadas artificiales. Las 17 en servicio totalizan 4,38 hm3 de capacidad y han mostrado hasta el presente un buen funcionamiento y una buena adaptabilidad al territorio.

Los estanques, ampliamente utilizados en la regulación de las aguas de riego, son importantes en número (más de 9.000), su capacidad media ronda los 1.600 m3 y totalizan unos 13 hm3. Sus características constructivas y su estado de conservación cubren un amplio abanico de versiones. Cumplen un papel importante y son suficientes, quizá excesivos.

· En relación con la infraestructura municipal para *abastecimieno urbano,* el diagnóstico concreta la necesidad de una mejora sistematica de la calidad de las **redes de distribución** que reduzca hasta términos aceptables las pérdidas que se producen en la actualidad. La importancia cuantitativa de estas pérdidas puede inferirse del hecho de que tan solo se factura un 65% del agua que llega a las cabeceras de la redes. Además, hay una importante necesidad de inversiones en relación con la garantia inmediata de este servicio, que ahora es insuficiente puesto que se establece en un valor medio del orden de 2,4 dias de consumo. Esta situación debe resolverse a través de inversiones en depósitos. Por último, es necesario incrementar los actuales niveles de calidad asegurando la desinfección de todas las aguas que se suministra.

· Por otra parte y en relación con la calidad con la que el agua residual se restituye a los cauces o se envía al mar (en la mayoría de los casos), a través de **emisarios** *submari*nos, también este aspecto deja bastante que desear. Como más adelante se justifica, se han construido en la isla un gran número de **depuradoras** de pequeña escala que en demasiados casos no han llegado ni siquiera a entrar en servicio, bien por el excesivo coste del tratamiento, bien por otras servidumbres, generalmente asociadas con la falta de capacidad financiera por parte de los Ayuntamientos. Con ello se ha generado una extraordinaria acumulación de pequeñas instalaciones en algunas zonas de la isla. Además, muchos de los emisarios existentes no merecen tan siquiera tal calificativo, ya que no cumplen las condiciones mínimas de alejamiento de la costa, profundidad y estanqueidad.

Problemática planteada por la gestion

· El diagnóstico general se completa con la consideración de la gestión en un triple aspecto:
- · gestión de los recursos hídricos
- · explotación y mantenimiento de las infraestructuras
- · gestión jurídico-administrativa.

· La captación, asignación, distribución y utilización de los recursos hídricos subterráneos se han venido realizando casi en su totalidad por la iniciativa privada ateniéndose al marco juridico tradicional canario. La Administración se ha limitado a ser el árbitro en los conflictos entre particulares y a velar por el cumplimiento de la legalidad vigente.

La producción está muy atomizada; por lo general las actuaciones inversoras y extractivas se deciden por separado, para cada obra de captación por su Comunidad de Aguas. Esta entidad es una fórmula asociativa típica, en la que varias personas unen sus esfuerzos y medios para extraer y/o conducir aguas privadas (subterráneas).

Esta atomización de los productores, con más de un millar de centros de decisión, ha obedecido, entre otras razones, al inicial y general desconocimiento del medio físico subterráneo, del que era palpable su complejidad y heterogeneidad; del que no se conocían con la aproximación conveniente sus pautas naturales de funcionamiento. La empresa exploratoria era una aventura, que entrañaba un alto riesgo de fracaso y por ello poco propensa a la agrupación

Con personalidad Jurídica propla otorgada por Ley de 27 de dlclembre de 16 Los asoclados "partlclpan" en los gastos y el producto de colectivos. Sólo hoy, con la perspectiva del conocimiento que dan los resultados de esas investigaciones, pueden señalarse como características negativas de esa atomización:

a) una mayor carestía de las inversiones, al multiplicar elementos que podrian haber sido comunes,

b) la conflictividad con los productores vecinos, al disputarse las aguas próximas, y
c) la carencia de una politica extractiva general del propio sector productivo .

Pero, ¿qué alternativa hubiese sido más ventajosa?. Además, en contrapartida, ha tenido como efectos positivos:

a) el estimulo de la competencia,

b) la necesidad de la austeridad que impregna todo el sector,

c) una extensa exploración e investigación minera de casi todo el subsuelo insular,

d) la canalización de muchos recursos financieros a inversiones necesarias pero que presentaban un alto riesgo y

e) la ausencia de monopolios.

La titularidad de las aguas alumbradas es de cada partícipe, en proporción al número de acciones que posee, y no de la Comunidad. Por ello, individualmente cada participe decide el lugar de destino que debe darse a la cuota de caudal que le corresponde; se introduce así un segundo nivel en la atomización de las decisiones. Este destino físico recoge implícitamente la asignación del uso que se dará a esa agua. En una alta proporción los titulares de las aguas

son a su vez agricultores, que las aplican en el riego de sus tierras; pero en otros casos optan por ofrecerlas en venta ó en permuta. A su vez todos los Ayuntamientos son, en mayor o menor medida, titulares de una proporción de las aguas alumbradas por galerias que discurren por su municipio; con ellas atienden al abasto de la población, pero resulta insuficiente por lo que deben adquirir más agua.

Consecuencia lógica y positiva ha sido la existencia de dos tipos de "mercados de aguas":

a) De acciones de agua: Donde se negocia la propiedad de los títulos de las Comunidades

b) De arrendamiento de agua: O compra-venta de agua a terceros.

Tanto la atomización de la oferta como la gran distribución de la demanda, además de la ausencia de centros organizados para efectuar los intercambios, han generado la necesidad de la existencia de "intermediarios" en ambos mercados. La funcion de los intermediarios ha sido básica para que:

a) El ahorro popular haya acudido en mayor medida a invertir en este sector extractivo al poder alcanzar una rápida liquidez en la "bolsa de valores" que constituye el mercado de acciones de agua.

b) Las actividades de arriendo y subarriendo hayan mantenido un gran dinamismo, propiciando la asignación del recurso al uso más rentable en cada momento.

El "precio" del agua en cada lugar de la Isla ha venido estableciéndose en el mercado de arrendamiento de aguas de la zona, del encuentro entre:

a) las disponibilidades que se ofertan y lo que se está dispuesto a percibir por ellas.

b) las demandas hídricas para los distintos usos y lo que se esta en condiciones de pagar por ella,

c) las posibilidades que ofrece la red de conducciones para que afluya o/y se envíe más agua de una a otra zona,

d) la intermediación.

La "cotización" de las acciones de agua resulta de la evaluación de hecho de:

a) las expectativas sobre cómo evolucionará el caudal alumbrado por la Comunidad .

b) ídem del precio de arrendamiento,

c) el grado de necesidad de un determinado sector (agricola o urbano) de garantizarse una determinada cuota de su consumo con agua propia,

d) la intermediación.

Este sistema de comercialización de la actividad en aguas se ha mostrado muy eficiente y eficaz, calando en la sociedad tinerfeña, que ha llegado a incorporarlo a su bagaje cultura. No obstante, se están agudizando algunas caracteristicas menos favorables del sistema como:

a) La rigidez de la oferta, una mayor demanda para abasto de poblaciones y urbanizaciones turísticas, unido también a su poca flexibilidad, han venido propiciando un alza de los precios; su repercusión es mayor en el sector agrario, por ser quien más consume en volumen y en el que este sobrecoste incide proporcionalmente más en su producto.

b) La estructura de la red de canales generales impide que estos efectos se diluyan en toda la Isla; hay algunas barreras o estrangulamientos territoriales a la movilidad de las aguas, por lo que se está lejos del económicamente deseable mercado único insular.

c) La calidad de las aguas sólo puede ponderarse en el entorno más inmediato a su punto de alumbramiento, pues su mezcla en las conducciones de trasvase (sin que sea valorada y repercutida en estos costes parciales) las homogeneiza.

d) La desincentivación de los inversores, por muy diversos motivos (legales, fiscales, económicos y técnicos), propicia la reducción de la producción de agua, con el encarecimiento lógico de la misma, y un desconcierto en el mercado de acciones, con una reducción del número de transacciones.

e) Se echa en falta una modernización del sistema, adecuándolo a los cambios de la sociedad actual, pero siempre que se mantenga el vigente principio de austeridad económica; obviamente no es deseable el aumento de costos que conlleva la implantación de un nuevo modelo si no está acompañado de una economía mayor debida a un aumento en la eficiencia del mismo. Es previsible que ese cambio sólo se produzca cuando se realice el correspondiente relevo generacional; la actual generación, verdadera artífice junto con la anterior del desarrollo hidráulico tinerfeño, se encuentra desconcertada con los grandes cambios recientes y se aprecia que prefiere agotar las posibilidades del modelo actual antes que asumir nuevos riesgos.

· La explotación y el mantenimiento de las conducciones privadas siguen el mismo tenor de las obras de captación, con sus mismas virtudes y defectos. El envejecimiento de muchas conducciones, su escaso mantenimiento y su menor utilidad deben llevar, previa selección, a su abandono o sustitución por modernos conductos en presión. Por lo demás caben las mismas valoraciones que se indicaron en el grupo anterior.

Los estanques de riego y sus redes de distribución son gestionados por lo general por sus propios titulares, que en ocasiones recurren a las fórmulas asociativas (Comunidades de Bienes o Sociedades Agrarias de Transformación). Su gestión no suele tener diferencias notables con las que rigen en sus explotaciones agrarias y también están presididas por la austeridad.

Los Ayuntamientos sólo gestionan, y por lo general directamente, las infraestructuras municipales de abastecimiento y saneamiento de agua, con resultados dispares y heterogéneos. Suele ser general el desequilibrio financiero entre ingresos y gastos, consecuencia de una deficiente recaudación y una falta de método en los estudios de tarifas de los servicios; ello está repercutiendo en una baja de calidad del servicio, que comienza por un inadecuado o insuficiente mantenimiento de las infraestructuras (depósitos de abasto, sistema de desinfección, redes de distribución, equipos de medida y control, redes de alcantarillado, depuradoras y emisarios para vertido). En los últimos años ha comenzado a establecerse, en los municipios más importantes, la fórmula de gestión indirecta, mediante contrato de concesión para la prestación de estos servicios, por empresas privadas. Aunque es evidente la mejora obtenida con este cambio, ello no está reñido con el establecimiento de fórmulas asociativas, como Mancomunidades o Consorcios, que añadan el beneficio de una mejor planificación y economías de escala; esto se traduciría en un mejor servicio e incluso un menor coste para el usuario.

El Cabildo Insular, a través de un organismo propio (antes BALNORTE, ahora BALTEN) explota y mantiene las balsas de regulación para regadio agrícola de las que es titular. Esta fórmula de prestación de un servicio público, pionera y singular, se ha mostrado eficiente, de general aceptación y de indudables efectos positivos en el sector agrícola y en la economía insular. Pero, para ofertar el agua regulada a precios políticamente considerados razonables, ha tenido que contar con subvenciones de la Administración.

El Gobierno de Canarias y el Central sólo construyen la infraestructura que incluyen en sus planes de inversiones para luego entregársela a los Ayuntamientos o al Cabildo, según su tipo y tramitación. Esta desconexión entre entidad inversora y entidad explotadora ha llevado a que: muchas de estas obras ni siquiera hayan entrado en servicio nunca, otras presenten numerosas deficiencias en su gestión y muchas no puedan funcionar por la incapacidad financiera del Beneficiario para la prestación del correspondiente servicio.

Finalmente, la explotación de la infraestructura hidráulica de urbanizaciones privadas y su mantenimiento suele caracterizarse porque funciona aunque con deficiencias, generalmente asociadas a la dificultad para hacer repercutir todos los costes en los usuarios.

· La Administración Hidráulica en Canarias ha estado circunscrita a los Servicios Hidráulicos Provinciales. A través de estos órganos se pretendia canalizar todas las actuaciones administrativas en materia de:
· concesiones de aprovechamiento de aguas públicas
· autorizaciones para el alumbramiento de aguas subterráneas
· concesiones para extracción de áridos
· *uso de los cauces*
· policía de las aguas y vigilancia de los cauces
· vertidos de aguas
· estaciones meteorológicas y datos de aforo
· proyecto y dirección de obras hidráulicas propias
· inspección y vigilancia de obras hidráulicas de terceros
· elaboración de estudios, informes, trabajos, programas y planes de inversión.

Pero con una dotación de medios que - en lugar de aumentar al ritmo de la necesidad ha venido decreciendo - es extremadamente insuficiente. Por ello la dedicacion de estos medios personales y materiales ha venido reduciéndose a:

· Ia tramitación de los expedientes promovidos por terceros, incorporando los informes y documentos que proceden
· Ia ejecución de obras de infraestructura municipal y de regulación general
· recientemente, actuando de oficio en labores de policía de cauces.

Asi, frente al teórico control público por los órganos de la Administración ha prevalecido el autocontrol de los actuantes, tanto en materia de aguas subterráneas como de cauces públicos. Las irregularidades en las actuaciones y el conculcamiento de la legalidad vigente sólo se han venido corrigiendo, previa denuncia por unos de los abusos de otros, a través de actos administrativos contemplados en los procedimientos burocráticos establecidos, cuando la Administración ha sido informada de los hechos y ha podido

confirmar la infracción. Esta dejación de atribuciones se ha mostrado de hecho una solución práctica, suficientemente eficaz y económica.

La nueva Ley de Aguas recoge (implícita y explícitamente) una mayor participación efectiva de la Administración Hidráulica, con muchas funciones de control e intervención, que serán de imposible cumplimiento si no se incrementan de manera notable los medios dedicados a su ejercicio. Este hecho se agudizara al pasar de una Administración Regional a siete Administraciones Insulares (los Consejos Insulares de Aguas) y quedar residuos competenciaies en la Administración Regional. Están por ver los resultados de esta nueva fórmula, más próxima a los asuntos, con las dotaciones efectivas que se transfieran del Gobierno de Canarias a los Consejos Insulares y los medios que aporten los Cabildos.

Altemativas generales consideradas

Objetivo básico del PHI es, naturalmente, corregir los problemas apuntados en el apartado anterior y descritos con mayor detalle en el resto de este Trabajo. Esta corrección puede orientarse, sin embargo, a través de varias sistemáticas alternativas. Uno de los primeros aspectos esenciales es la selección de una de ellas como la más adecuada a la situación actual de Tenerife.

La primera de estas opciones trata de establecer las necesidades en base a un analisis de la situación económica global y determinando el papel que la infraestructura hidráulica juega en esta situación. Esta metodología parte del principio general de que la disponibilidad del agua es determinante en relación con casi todos los sectores económicos, de tal modo que las conclusiones obtenidas en la planificación hidrológica deben orientar o al menos influir en la actividad de todos ellos y su evolucion futura.

La validez general de este principio que, a priori podría considerarse perfectamente racional, dado el carácter determinante que tiene esta disponibilidad de agua en la realidad, es, en el momento actual y sin embargo, ampliamente discutible. El método procede en realidad de criterios de economía política pertenecientes más bien a la primera mitad del siglo, época en que la política agraria constituía una pieza fundamental de todos los instrumentos relacionados con el desarrollo económico de una región. De hecho en esa época las inversiones en planes de regadio constituian una de las herramientas más poderosas para la salida de determinadas zonas de situaciones de atraso social.

La realidad actual es bien diferente. La capacidad económica de una región en cualquiera de los paises europeos desarrollados se mide más bien en razón inversa de la entidad que para ella tiene el producto agrario en términos relativos con el industrial o el de servicios. Las dificultades fundamentales del sector primario se derivan, más que de su capacidad de producción, de la de comercialización de esta producción, capacidad ésta última que está fijada por la política agraria de la C.E.E. que tiende en general a reducir las necesidades de subvención a que obliga la competencia de países menos desarrollados.

Por otra parte, la posibilidad de que sea la politica hidráulica la que oriente y determine todas las demás, es muy remota. De hecho, para la isla de Tenerife, esta situación sólo podria producirse en el caso de que se llegara a un agotamiento absoluto de todos los recursos, que sería el único en el que la disponibilidad de éstos podría considerarse un factor limitante, no ya condicionante, del desarrollo.

La situación real no es ni con mucho ésta, a pesar de lo dicho en apartados anteriores sobre el grado en que las extracciones actuales de los acuíferos están incluso por encima de la recarga. En primer lugar, la sobreexplotación no es necesariamente negativa, si se tienen en cuenta sus posibles efectos colaterales y se aplica de un modo temporal hasta que se pongan a punto nuevos sistemas de generación de recurso. Por otra parte, existen nuevos sistemas de producción industrial de agua cuyos costes, aunque mayores que los tradicionales, están en ordenes de magnitud similares a los de éstos, que los hacen abordables para ciertos usos. Lo demuestran hechos como la construcción y explotación de estaciones de desalación de agua de mar en varias de las Islas Canarias, que están produciendo agua para diversos usos, incluyendo, aunque sólo sea a escala reducida, el regadío.

Como consecuencia de todo ello es necesario considerar una segunda sistemática altemativa en relación con la planificación hidrológica, sistemática que partiria más bien de la consideración del desarrollo económico y de las necesidades de agua que este desarrollo plantea, como un dato básico de la planificación hidrológica y no como uno de sus resultados.

Este ha sido el planteamiento seguido en el PHI. Pasa por el análisis de las tendencias evolutivas de los diferentes sectores consumidores de agua y el desarrollo de una estimación de la demanda que, en cierto modo, es independiente de la capacidad de producción de agua.

El Plan debe, por otra parte, proporcionar una información básica para la planificación económica general indicando los precios del agua en el futuro y las disponibilidades en diferentes zonas en función de las previsiones de inversión que contenga.

Aunque no sea ésta la razón por la que se ha elegido, sino la de que responde más correctamente a la realidad, esta opción de trabajo es, evidentemente, de aplicación más sencilla. En cada caso, basta con estimar la tendencia de crecimiento de la demanda, partiendo de un análisis propio o de la que se haya establecido en otros elementos de planificación, agraria, turística, industrial, etc. y posteriormente estudiar la infraestructura necesaria para cubrir este aumento de demanda. La priorización de las inversiones necesarias se resuelve después, analizando la relación entre la inversión y la demanda servida con ella. Para completar el trabajo, por último, se establecen las medidas de normativa y de gestión necesarias para permitir una explotación adecuada de esta infraestructura nueva en conjunto con la ya existente.

Pronóstico General

2.7.1. Balance entre recursos y demandas

Teniendo en cuenta las previsiones sobre disminución de capacidad de aguas subterráneas en el futuro, como consecuencia de la bajada del nivel freático de las zonas más explotadas en la actualidad, y los volúmenes que se aportarán por el desarrollo de sistemas de reutilización de aguas residuales y la desalación de agua del mar, el volumen total de recurso disponible en el año 2000 para el conjunto de Tenerife ascenderá a unos 227 hm3 al año.

La distribución de estos recursos es la que se refleja en la tabla siguiente. La comparación de estas cifras con las que se indican en el apartado 2.5 anterior, que se muestra gráficamente en la figura, permite comprobar como el incremento de recurso procedente de la aplicación de nuevas tecnologías viene a compensar en términos medios la disminución apreciable que sufrirá la capacidad de extracción de aguas subterráneas.

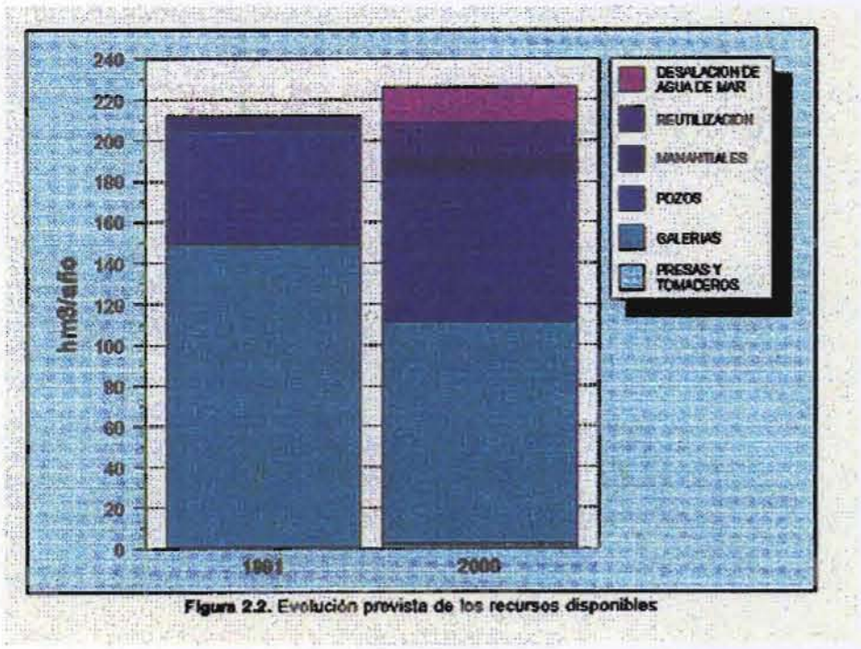


Figura 2.2. Evolución prevista de los recursos disponibles

Como contrapartida de los recursos, la demanda alcanzará las cifras de la tabla 2.4, que también se han comparado en la figura 2.3 con las de 1991, que constituye la base del Plan. Resulta evidente el cambio fundamental que determina el hecho de que la suma del consumo urbano, turístico e industrial sea superior al agrícola.

RECURSOS DISPON18LES EN TENERIFE EN EL AÑO 2000

GRUPO	CAPTACION	hm31ano	% s/grupo	% s/total
Superficiales	Presas y tomaderos	2,3	100,0	1,0
Subterráneas sin tratamlento	Galerías	108,8	57,9	47,9
	Pozos	71,4	38,0	31,4
	Manantiales	7,8	4,1	3,4
No Convencionales	Reutilización	24,5	66,6	10,8
	Desalación de agua de mar	12,3	33,4	5,4
TOTALES		**227,1**		**100**

CONSUMOS DE AGUA PREVISTOS PARA EL AÑO 2000

CONSUMOS	2000 hm3/ano	DISTRIBUCION
Recursos no utilizados	2,6	1,2 %
Pérdidas en trasvases	11,1	5,2 %
Uso agrícola	96,8	44,9 %
Uso urbano	69,6	32,3 %
Uso turístico	23,4	10,9 %
Uso industrial	11,8	5,5 %
TOTAL	**215,3**	**100,0**

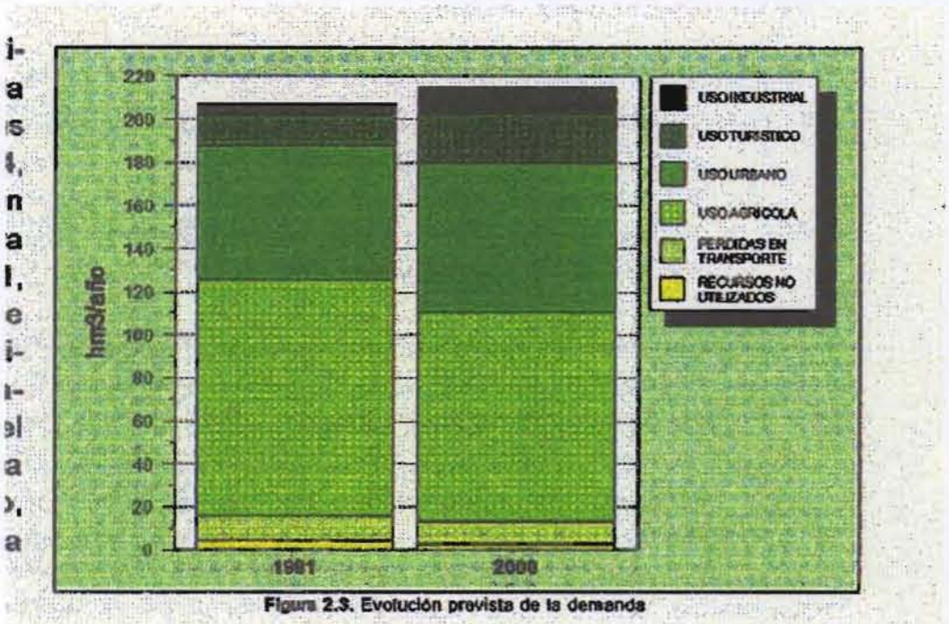


Figura 2.3. Evolución prevista de la demanda

2.7.2. Situacion de la infraestructura

El apartado 2.10 sintetiza las propuestas de inversión contenidas en el Plan. El pronóstico en este apartado debe plantearse, lógicamente, en la hipótesis del cumplimiento de este programa de inversiones y, por consiguiente, puede inferirse de los objetivos del mismo:

· *Aprovechamiento de la totalidad de los recursos superficiales susceptibles de captación en términos rentables.* Incluye, como opciones de interés los tomaderos de la vertiente Norte para el Plan de Balsas, el aprovechamiento del macizo de Teno, el de la península de Anaga y el de las cuencas del barranco de Santos y adyacentes.

· *Ordenación del sector de extracción de aguas subterraneas,* a través de la regulación de las posibles interferencias entre reperforaciones o explotaciones nuevas y otras existentes. No se considera necesaria la inversión pública en este sector excepto en casos muy contados, que se reflejan en el capítulo correspondiente, fundamentalmente con fines de seguimiento de niveles más que de extracción de nuevo recurso.

· *Aplicación de las tecnologías disponibles para la producción industnal de agua,* ordenada y encauzada a través de la iniciativa pública, esencialmente en la reutilización de aguas residuales y la desalación de aguas salobres y de aguas de mar. Se prevé una aportación adicional de recursos de 24,5 y 12,3 hm3/año respectivamente para la primera y la última, mientras que la segunda permitirá el uso de un total de casi 24 hm3/año de recursos subterráneos que de otro modo no hubieran sido utilizables adecuadamente.

· *Aprovechamieno,* en la medida de lo posible, de las posibilidades que puedan ofrecer los embalses actuales.

· *Ubicación de las balsas* como elementos óptimos de regulación por calidad técnica y de gestión y adopción de este tipo de elementos en todos los casos en que sea necesaria la regulación adicional para caudales importantes.
· *Acondicionamiento y cierre del sistema de conducciones generales de la isla,* incluyendo la separación de las conducciones de agua potable de las de uso general.
· *Puesta en servicio o constitucción* del sistema de conducciones que permitirá la reutilización de aguas depuradas
· *Reducción de las pérdidas en las redes de distribución y del agua no contabilizada,* hasta un nivel medio conjunto del 23% para todos los núcleos urbanos.
· *Aumento de la garantia de suministro urbano,* en caso de fallo de la aducción, hasta un volumen total de 1 m3 por habitante, equivalente al consumo de una semana.
· *Garantia de cumplimiento del Reglamento Técnico Sanitano* en lo que se refiere a la calidad del agua en el grifo.
· *Conexión de todos los núcleos urbanos* de entidad significativa a redes de saneamiento, permitiendo únicamente las instalaciones particulares en casos de evidente falta de rentabilidad de la conexión anterior y siempre que esté garantizada la no afección al medio ambiente en general y a la calidad de las aguas subterráneas en particular.
· *Garantia de evacuación adecuada de todos los efluentes,* bien a través de estaciones depuradoras de aguas residuales, bien por medio de emisarios submarinos construídos con las características adecuadas de alejamiento de la costa, estanqueidad y profundidad. Por razones económicas se da prioridad a la segunda solución frente a la primera en igualdad de condiciones de respeto al medio ambiente.

2.7.3. Situación de la gestión

El pronóstico acerca de la situación de la gestión hidráulica de la isla en el año horizonte del Plan es el que resulta más dificil. De hecho, el Plan contiene sobre este aspecto, en la mayoría de los casos, más un conjunto de recomendaciones que de medidas concretas, cuya aplicación dependerá de la voluntad de una multitud de organismos. En cualquier caso y revisando los diferentes sectores a través de los cuales se ha articulado todo el trabajo realizado, se pueden resumir los objetivos planteados de acuerdo con la siguiente relación:

· *Ordenación administrativa de las aguas superficiales* cubriendo no sólo los aspectos relacionados con la tramitación de concesiones y autorizaciones sino también los estadísticos meteorológicos e hidrológicos, los de protección y delimitación de los cauces, los de establecimiento oficial de datos de partida y metodologías de cálculo hidrológico, etc..
· *Ordenación y regulación del sector de extracción de aguas subterráneas y* establecimiento de un seguimiento estadistico sistemático de niveles y
· Sujeción de las inversiones y la explotación de las instalaciones de producción industrial de agua a la *iniciativa pública,* dada la repercusión que tienen sobre el medio ambiente todas las tecnologías implicadas, las de reutilización de aguas residuales por razones evidentes y las de desalación de aguas salobres o de agua de mar por la necesidad de verter cantidades importantes de salmuera.
· *Mantenimiento de los criterios de gestión* actuales de las balsas de regulación.

· *Control de ta seguridad* de los estanques privados, tanto para los de nueva planta como para los existentes.
· *Establecimiento de criterios de gestión de la red básica general* que, manteniendo la sistemática actual de gestión, bonifiquen el transporte de las aguas de buena calidad y regulen la forma de prestación del servicio.
· Encauzamiento de la gestión de la aducción en los sistemas de abastecimiento y saneamiento hacia la *conformación de entidades (mancomunidades o consorcios) que agrupen a varios ayunitamientos y* que proporcionen incluso soporte técnico y medios para la gestión de las redes, que deberían permanecer bajo responsabilidad municipal.
Planteamiento de tarifas con criterios homogéneos y en concepto de tasas.

Programas de actuación

Las actuaciones del PHI se han estructurado de acuerdo con la siguiente relación de programas de actuación:

100 AGUAS SUPERFICIALES Y RED HIDROGRAFICA
110 Aprovechamienlo de aguas superficiales
120 Conservación y corrección de cauces
130 Instrumentación hidrometeorológica

200 RECARGA INDUCIDA Y MEDIDAS CONTRA LA EROSION 210 Repoblaciones y correcciones forestales

300 AGUAS SUBTERRANEAS Y MULTIACUIFERO INSULAR 310 Captación de aguas subterráneas 320 Control y conservación de acuíferos

400 TRATAMIENTO, PRODUCCION INDUSTRIAL E IMPORTACION 410 Tratamiento de las aguas 420 Desalación de agua de mar 430 Aprovechamientos hidroeléctricos

500 CONDUCCIONES GENERALES DE TRASVASE
510 Conducciones generales de agua potable
520 Conducciones principales para uso general

600 ABASTECIMIENTO DE POBLACIONES
610 Sistema de aducción del abasto urbano
620 Sistema de distribución del abasto urbano

700 SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
710 Sistema de alcantarillado
720 Sistema de depuración y vertido

800 REUTILIZACION DE AGUAS DEPURADAS

810 Experimentación, capacitación y divulgación del uso de aguas depuradas
820 Infraestructura para la reutilización de aguas depuradas

900 INFRAESTRUCTURA GENERAL PARA USO AGRARIO
910 Infraestructura para regulación de uso agrario
920 Redes de distribución para uso agrario

Plan de inversiones

El Plan Hidrológico debe constituir un marco básico de referencia para las actuaciones de todo orden, públicas y privadas, relacionadas con el aprovechamiento de los recursos hidráulicos de Tenerife, de modo que se alcancen, dentro del plazo que media desde el momento actual hasta el año 2000, que se ha fijado como fecha horizonte, los objetivos que se sintetizan en el apartado anterior.

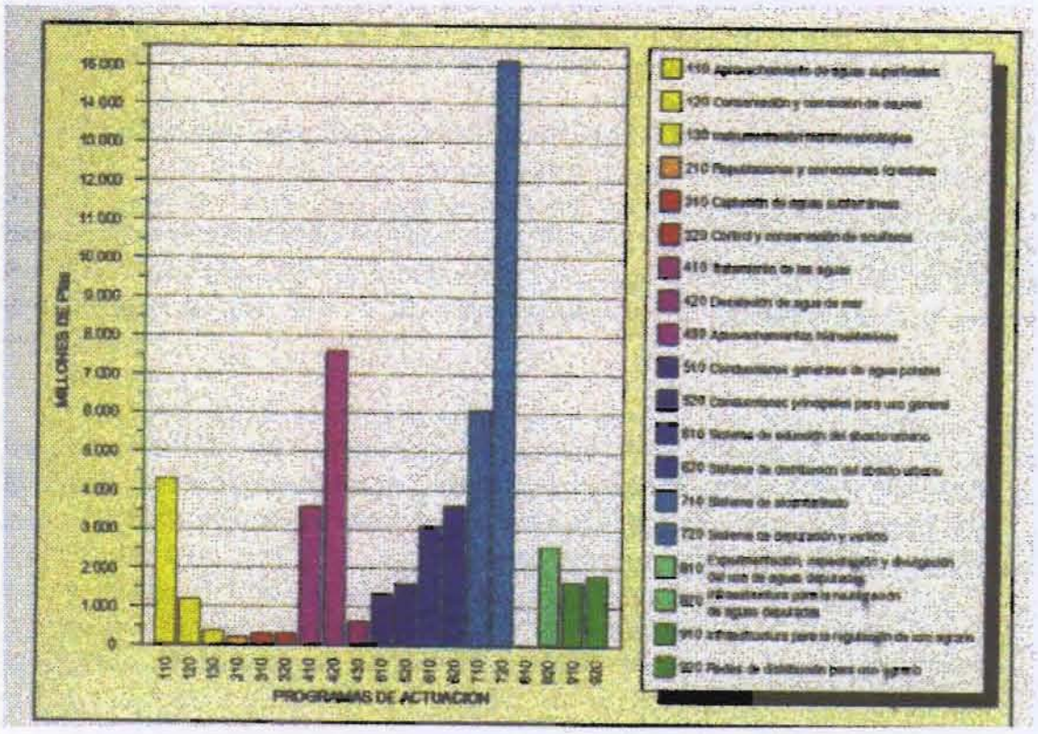
Uno de los grupos de medidas que recoge el Plan es el de las inversiones. En conjunto suponen un total de 212 actuaciones específicas con un presupuesto total de 55.415 millones de pesetas, que se pueden clasificar de acuerdo con los siguientes conceptos:

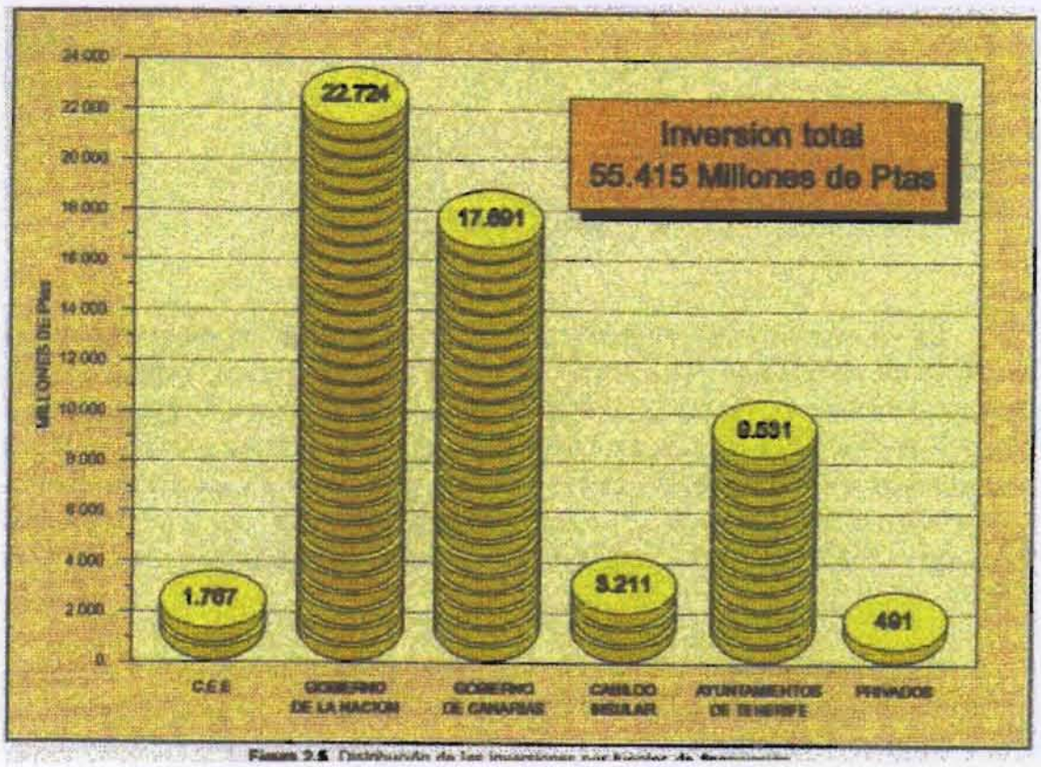
· Programa de actuación al que pertenecen
· Procedencia de los fondos
· Localización geográfica

DISTRIBUCION DE LA INVERSION POR COMARCAS HIDRAULICAS

COMARCA	INVERSIONES
O LAS CAÑADAS DEL TEIDE	84
00 VARIASCOMARCAS	6.612
11 BUENAVISTA (v.N.) - LOS SILOS - GARACHICO - EL TANQUE	1 637
12 ICOD - LA GUANCHA - SAN JUAN DE LA RAMBLA	3 109
2 VALLE DE LA OROTAVA (LOS REALEJOS - PTO. CRUZ - LA OROTAVA)	6 059
31 STA. URSULA - LA VICTORIA- LA MATANZA	1 499
32 EL SAUZAL- TACORONTE	1 400
323 MIXTO COMARCAS 3.2 Y 3.3 (SAUZAL-TACORONTE-TEGUESTE-LAGUNA NORTE)	1 625
33 LA LAGUNA (v. Norte) - TEGUESTE	670

4 ANAGA (Ts.Ms. LA LAGUNA Y SANTA CRUZ)	1.962
51 AREA METROPOLITANA CAPITALINA (Ts.Ms.SANTA. CRUZ Y LA LAGUNA)	8 445
52 EL ROSARIO	234
6 VALLE DE GUIMAR (CANDELARIA- ARAFO Y GUIMAR)	2.521
7-8 MIXTO COMARCAS 7.3 Y 8.1.A (ARONA OESTE - ADEJE)	3 900
71 AGACHE (GUIMAR) - FASNIA- ARICO	1.645
72 GRANADILLA	4.233
723 MIXTO COMARCAS 7.2 Y 7.3 (GRANADILLA-S.MIGUEL-VILAFLOR-ARONA ESTE)	344
73 SAN MIGUEL - VILAFLOR - ARONA	3.601
8 MIXTO COMARCAS 8.1. Y 8.2 (ADEJE-GUIA DE ISORA-S.TEIDE-BUENAVISTA SUR)	1 372
81 ADEJE - GUIA DE ISORA	3143
82 SANTIAGO DEL TEIDE - BUENAVISTA (v. Sur)	1.320
TOTAL	**55.415**


MILLONES DE Ptas
PROGRAMAS DE ACTUACION


Inversion total
55.415 Millones de Ptas
MILLONES DE Ptas
22.724
17.891
9.531
3.211
1.767
491
C.E.E.
GOBIERNO DE LA NACION
GOBIERNO DE CANARIAS
CABILDO INSULAR
AYUNTAMIENTOS DE TENERIFE
PRIVADOS

Seguimiento y revisión

La Ley de Aguas de Canarias determina al Consejo Insular de aguas como organismo responsable, técnica y administrativamente, de la planificación hidrológica. Las tareas del Consejo no se agotan con la realización del Plan, sino que incluyen también las de seguimiento y revisión del mismo.

Este mismo Trabajo detalla los métodos y los medios que se estiman necesarios para llevar a cabo este trabajo, que se ha estructurado a través de las siguientes funciones:

· Revisión intermedia
· Revisión final
· Seguimiento anual
· Estudios Técnicos

La primera de ellas, es decir, la revisión intermedia, se concreta en la elaboración de un documento equivalente al que ahora se presenta, incluso con el mismo índice temático, en el que se analice la medida en que las actuaciones previstas se han llevado a cabo y, fundamentalmente, la forma en que cada una de ellas ha colaborado a la consecución de los objetivos generales e intermedios del Plan, que se reflejan en los primeros apartados de este mismo capítulo, y a la de los especificos, que se detallan en los subsiguientes para cada uno de los sectores considerados.

Esta revisión debe efectuarse en el año 1996, que constituye el punto medio del ámbito temporal del Plan. Incluirá no sólo un análisis de resultados sino también una propuesta de modificaciones cuando éstos no hayan sido los esperados.

El mismo carácter tendrá la revisión final a realizar en el año 2000 y que, en síntesis, deberá constituir un nuevo Plan, válido para la década 2000-2010

En cuanto al seguimiento, independientemente del que se produzca de modo sistemático a lo largo del tiempo como consecuencia de las tareas administrativas y técnicas que desarrolle el Consejo y de los estudios especificos que luego se detallan, se ha considerado imprescindible que se produzca al menos una reunión anual con un orden del dia dedicado exclusivamente a informar del estado del cumplimiento de cada uno de los objetivos especificos así como del programa de inversiones.

Por último, es necesario que los estudios técnicos que han apoyado la propia realización del Plan se actualicen de modo sistemático, fundamentalmente en lo que se refiere al mantenimiento de los datos estadisticos. En este sentido se ha previsto que el Consejo Insular cuente con un departamento especificamente dedicado a la planificacion que podria encargarse también, por otra parte, de la preparación técnica de los informes de seguimiento y de las revisiones intermedia v final.

Planeamiento hidrológico de superficie

Aunque cuantitativamente las aguas superficiales solo suponen un 1% del recurso total utilizado en la isla, su valor cualitativo, derivado de la ausencia de sales disueltas, es mucho mayor al poderse mezclar con aguas subterráneas de salinidad media o alta, y permitir el uso de estas últimas en la agricultura.

Esta posibilidad, unida al creciente deterioro de la calidad del agua de algunas explotaciones subterráneas, es la que orienta los objetivos del Plan en relación a estos recursos. Por otra parte, no cabe duda de que son las aguas superficiales las que están más directamente relacionadas con el medio ambiente. De un lado éste resulta moldeado por ellas; por otra parte, las intervenciones artificiales para su captación y regulación son probablemente las obras que tienen un mayor impacto ambiental y resultan más contestadas; por último, los vertidos, cuando se producen a los cauces, generan un problema que puede ser importante en relación con la calidad ambiental. El Plan recoge la regulación de todos estos aspectos.

Por otra parte, y dado que Tenerife depende sobre todo de las aguas subterráneas, al sistema hídrico superficial se le ha concedido tradicionalmente poca importancia por la Administración. Este hecho, unido a la posibilidad de avenidas excepcionales en situaciones climáticas anómalas (de las que efectivamente existe registro histórico), exige mejorar y sistematizar la obtención de datos.

Todo ello determina que las actuaciones en aguas superficiales deban seguir, de modo sistemático, las siguientes líneas generales:

· Aumentar en la medida posible el conocimiento de la hidrología superficial de la isla, considerando el ciclo hidrológico completo (precipitación, evapotranspiración, infiltración y escorrentía).
· Optimizar el aprovechamiento del recurso, maximizando las posibilidades de captación y almacenamiento.
· Procurar la máxima rentabilidad hidrológica en el empleo de este recurso, que, dada su escasez y calidad, debe ser destinado sobre todo a la mezcla con aguas de excesivo contenido en sales.
· Regular las actuaciones en otros sectores socioeconómicos que puedan afectar a la hidrología superficial, tanto en calidad como en comportamiento de las cuencas. Estos sectores son el agrícola, el forestal, el urbanístico y el de infraestructuras territoriales.
· Conocer, prevenir y minimizar el riesgo de daños por inundaciones, avenidas y otros fenómenos hidrológicos superficiales de carácter extremo.
· Reducir el avance de la erosión en todo tipo de suelos.
· Poner a disposición de organismos y particulares los datos existentes y los que se compilen en el futuro.

El desarrollo de estas líneas de actuación se ha previsto, en parte, con medidas incluidas en el Plan propiamente dicho. Sin embargo, y con el fin de adecuar los plazos a las necesidades de datos, se ha previsto un conjunto de Planes Especiales cuyas líneas generales se delinean en el presente documento. Se han considerado necesarios, como mínimo, los siguientes:

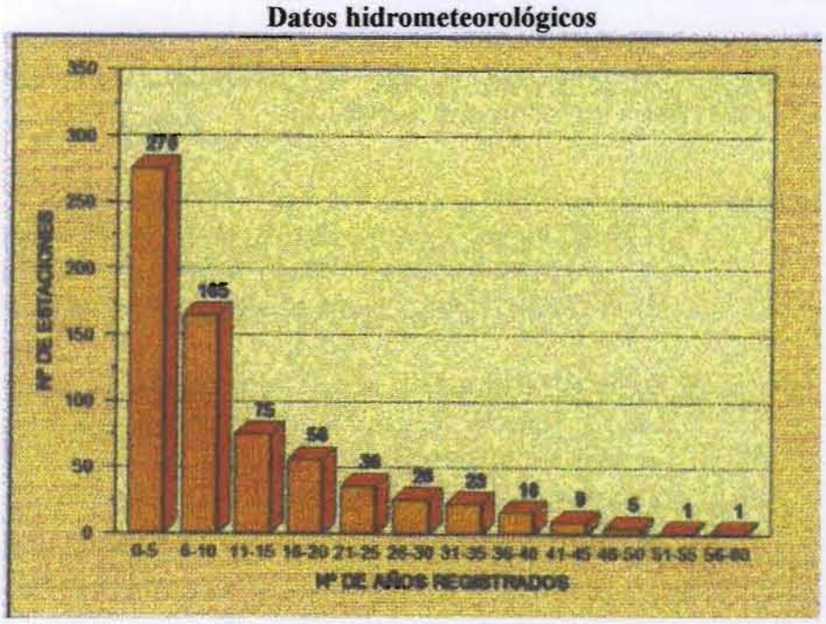
· Plan Especial de Mejora de la Red Hidrometeorológica y del Tratamiento de sus Datos.
· Plan Especial de Defensa contra Avenidas.
· Plan Especial de Delimitación del Dominio Público Hidráulico.
· Plan Especial de Aprovechamiento del Macizo de Anaga.

Objetivos específicos

Teniendo en cuenta el nivel de conocimiento actual sobre las aguas superficiales y el ámbito temporal del Plan, éste se ha planteado los siguientes objetivos específicos, por orden de prioridad:

· Mantener, mejorar y corregir los cauces naturales para garantizar el desague de las aguas de escorrentia incluso en condiciones extraordinarias (avenidas de 500 años), evaluando el riesgo de inundaciones.
· Delimitar el dominio público hidráulico, velando por su conservación, explotación y gestión, controlando su ocupación temporal, evitando el vertido al mismo de materiales o sustancias de desecho (tanto sólidos como líquidos) y estableciendo criterios, métodos y medios para la gestión de las extracciones y aprovechamientos en los cauces.
· Promover el aprovechamiento de las aguas superficiales hasta el límite de su viabilidad técnico-económica (coste inferior a la desalación).
· Procurar aumentar la infiltración de aquellas aguas de escorrentia que no se puedan derivar, con objeto de recargar los acuiferos.
· Fomentar la repoblación forestal y vegetal como medio para reducir la erosión, aumentar la infiltración e incrementar la precipitación por condensación.
· Mejorar la red hidrometeorológica, así como la transmisión, almacenamiento y tratamiento de los datos.

Datos hidrometeorológicos



El plano 3.1 refleja la situación y características de las estaciones meteorologicas que hay en Tenerife. Su número (371) es muy importante superando la densidad media del conjunto nacional, ya que se dispone de una estación por cada 5,5 km2, mientrasque en la Península la media aproximada es de una estación por cada 9 km2. Esta abundancia se debe a la gran variabilidad del régimen climatológico de la isla, con cambios importantes entrepuntos cercanos que determinan la existencia de un gran número de microclimas.

El PHI ha incluído un primer análisis de los datos disponibles, análisis que ha puesto en evidencia la necesidad de llevar a cabo estudios más completos y fiables. Independientemente de esta conclusión, y partiendo de los datos existentes, se han podido obtener los valores medios de precipitación reflejados en los planos de isoyetas que se incluyen en la documentación gráfica. A partir de las mismas se ha evaluado el volumen medio anual de lluvia sobre la isla en 865 hm3/año, equivalente a una precipitación territorial media de 425 mmlaño.

Un aspecto de la precipitación que es esencial conocer para evaluar los caudales de avenida y la probabilidad de inundaciones, es la forma en que se producen las lluvias de gran intensidad; la relación entre la duración de cada episodio lluvioso y su intensidad. Este estudio exige un conocimiento de datos de lluvia en periodos inferiores a 24 horas; conocimiento que sólo puede alcanzarse con precisión mediante análisis de datos pluviográficos. En la actualidad sólo existen 6 pluviógrafos dotados de un sistema anticuado de recogida de datos (cilindro de papel), y muchos registros se han perdido sin explotar su información.

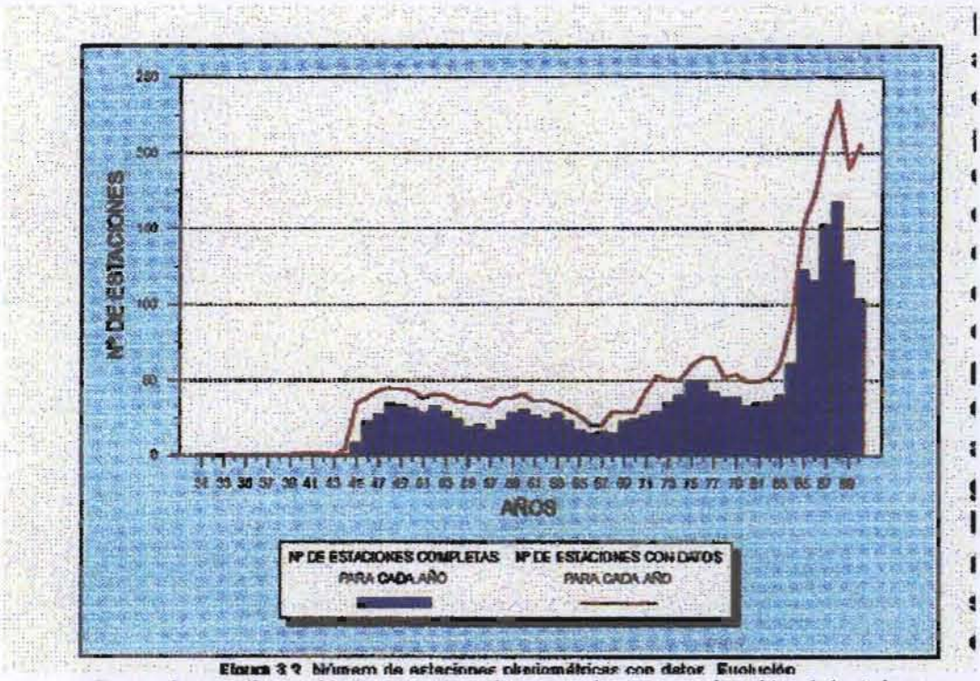


Figura 3.2. Número de estaciones pluviométricas con datos. Evolución

Otros datos climatológicos necesarios para la caracterización del régimen hidrológico de superficie, son los de temperatura y evaporación. La base de datos de temperatura debe ampliarse para poder relacionar la situación de las estaciones y su comportamiento termométrico. Para evaluar la evaporación se dispone de 17 tanques evaporimétricos, cifra insuficiente si se tiene en cuenta la variedad climatológica de la isla. En cualquier caso, y partiendo de la información disponible, se ha llevado a cabo un estudio aproximativo que estima la evapotranspiración total insular en 606 hm3/año (equivalente a 298 mm/aho, un 70% de la precipitación) con la distribución territorial que refleja el plano

Independientemente de las conclusiones cuantitativas anteriores, el trabajo realizado ha permitido identificar un conjunto de necesidades básicas relativas a la red de obtención de datos hidrometeorológicos y el tratamiento estadístico de éstos:

· Es preciso revisar cuidadosamente las fichas de base de lluvias en 24 horas con objeto de verificar valores dudosos, establecer correlaciones entre diferentes estaciones y rellenar lagunas de información por métodos estadísticos, de manera que se puedan completar series pluviométricas suficientemente largas (de al menos 50 ahos), necesarias para representar correctamente la variabilidad de los datos.

· Es necesario completar la red de estaciones pluviográficas en dos sentidos: ampliando el numero de estaciones de modo que se cubra la totalidad del territorio, e instalando instrumentos que registren los datos sobre soporte magnético, cuyo tratamiento posterior es mucho más sencillo que el actual.

· No se está contabilizando el aumento de pluviosidad por condensación ("lluvia horizontal") en las masas boscosas y relieves más escarpados; su cuantificación es muy dificil, pero su omisión está induciendo, por la ecuación de balance, una infravaloración de la infiltración. Es preciso definir una metodologia para evaluar la lluvia horizontal y contrastarla.

· Es insuficiente el actual conocimiento sobre la retensión de agua en los suelos de cobertera y la fluctuación de esta reserva, como aporte a la evapotranspiración real. Es preciso profundizaren métodos de evaluación de este proceso.
· Se debe completar la o#tenclón de otras informaciones para que en el futuro sea posible realizar estudios climatológicos más completos, incluyendo la posible aplicación de modelos de simulación. En concreto, se deben instalar más tanques evaporimétricos y disponer de datos de temperatura y viento que cubran con mayor amplitud la superficie de la isla.

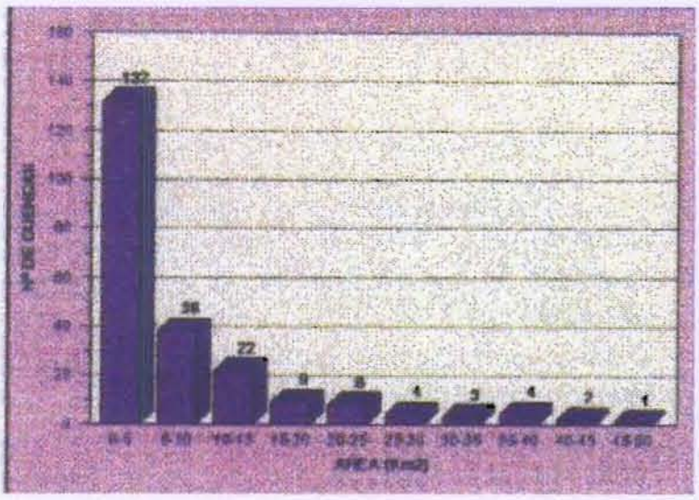
Por último y con carácter general, sería de gran interés y generaría una mayor rentabilidad el establecimiento de sistemas de coordinación entre los diferentes organismos interesados.

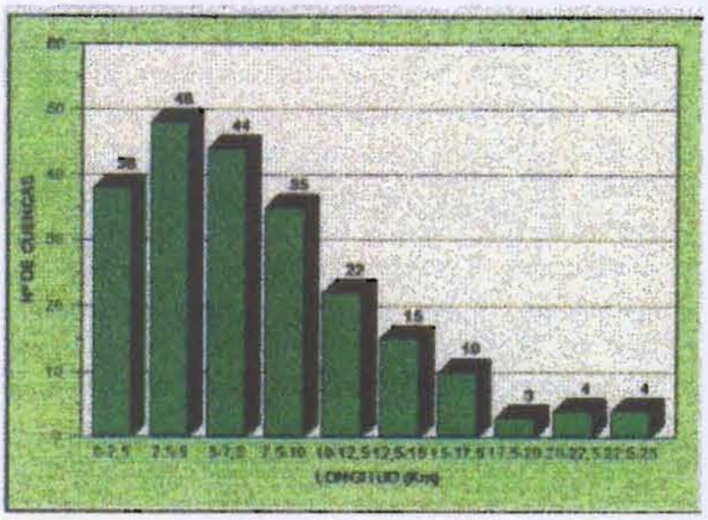
Para cubrir los anteriores objetivos, el Plan ha previsto la redacción de un Plan Especial de Mejora de la Red Hidrometeorológica y de Tratamiento de sus Datos. Entre otras inversiones, este Plan incluirá las asociadas con la definición básica de las redes de estaciones meteorológicas y de aforo de la escorrentía superficial, así como con la dotación de estas redes con instrumental adecuado que garantice la calidad de los registros y la facilidad del tratamiento de los mismos, incluído el archivo informatizado. Todas ellas se concretan en presupuesto y plazos dentro de la relación de inversiones que se detalla en el tomo 4 del Plan. Además, este Plan deberá considerar los estudios necesarios para la caracterización cuantitativa del régimen hidrológico de la isla, en relación con la estimación de los recursos totales, y fundamentalmente con el de los caudales punta de avenida, cuyo conocimiento es imprescindible para el diseño de obras de paso y protección o encauzamiento, asi como para establecer los límites superficiales de las zonas inundables por tormentas de diferentes periodos de recurrencia, límites que deben ser tenidos en cuenta en los planes urbanísticos y de ordenación territorial.

Red hidrografica

Del mismo modo que para otras áreas del planeamiento, una de las primeras labores desarrolladas dentro del PHI con referencia a los recursos superficiales ha sido la de establecer una zonificación del territorio insular.

El criterio seguido, en el desarrollo de esta zonificación, ha sido el de apoyarse en las cuencas naturales como unidades hidrográficas básicas. Así, se ha elaborado una relación de todos los cauces principales (227), incluyendo en esta categoría los que desembocando en el mar se inician en el punto de mayor cota de la cuenca ·#ertiente. Para cada uno de estos cauces se ha establecido la di#isoria hidrológica trabajando sobre la cartografía a escala 1:#.000 que constituye la base de todo el Plan.





Además, se ha obtenido el perfil longitudinal de cada cauce y con el los datos necesarios para establecer otras características morfométricas de utilidad en los estudios hidrológicos. Los planos i muestran la red hidrográfica principal y los datos esenciales de la misma. .

Diagnóstico específico

Los trabajos llevados a cabo dentro del PHI con referencia al aprovechamiento de las aguas superficiales en general, han permitido identificar una problemática que se deriva fundamentalmente de la combinación de las características del régimen hidrológico de estas aguas. La gran irregularidad de las precipitaciones y la escasa cuenca aportadora de cada uno de los cauces, combinadas con una geologia que favorece extraordinariamente la infiltración, determinan un régimen habitual en donde, excepto con ocasión de grandes lluvias torrenciales, los cauces llevan más agua en las cabeceras que en los tramos cercanos a la desembocadura, de tal manera que éstos están secos durante casi todo el año. Con ello se dificulta tanto el tratamiento estadistico sistemático de los datos disponibles como su abundancia. Por otra parte, hay una invasión sistemática de los cauces por la actividad urbanizadora y agrícola, e incluso llegan a usarse como vertederos de escombros, residuos sólidos urbanos, etc., con lo que no sólo se produce un deterioro sistemático del medio ambiente, sino que se aumentan extraordinariamente los daños durante crecidas. Por último, y a pesar de que se han realizado innumerables esfuerzos para aprovechar al máximo las aguas de superficie, las posibilidades de captación son reducidas y deben optimizarse para obtener el máximo beneficio de las inversiones que se propongan. Todo ello se puede sistematizar a través de los elementos especificos de diagnóstico que se detallan a continuación.

En relación con el primero de los problemas, es decir, la falta *de datos estadís*ticos para evaluar cuantitativamente y caracterizar el régimen de las aguas superficiales, se detectan los siguientes problemas especificos:

· Existencia de una gran número de lagunas en relación con los datos pluviométricos básicos de lluvia en 24 horas y falta de estudios meteorológicos y estadisticos que permitan establecer series históricas que definan con precisión el régimen pluviométrico de la isla
· Insuficiencia de datos pluviográficos y dificultad de análisis de los existentes como consecuencia del tipo de sistema de registro utilizado para los disponibles.
· Insuficiencia de datos climatológicos complementarios, fundamentalmente temperaturas, evaporaciones y régimen de vientos.
· Omisión de la lluvia horizontal

· Ausencia de datos de caudales que permitan caracterizar los regímenes medios de aportaciones y los caudales de crecida, tanto a efectos de estimación directa de las posibilidades de captación o de infiltración hacia los acuíferos, como en relación con la posibilidad de desarrollar modelos hidrológicos generales y de avenidas e inundaciones.

Respecto al segundo de los problemas generales mencionados, es decir, el de *la invaslón de los cauces porla actividad humana y* la consiguiente alteración de la red hidrográfica y el medio ambiente natural, se detectan los siguientes problemas especificos:

· Ocupación de los cauces con obras de edificación, viario, cubrimiento, etc., que están disminuyendo su capacidad de desague y aumentan el peligro de inundaciones.
· Vertidos de escombros, basuras, aguas fecales sin tratamiento (de origen humano y ganadero), etc..

· Falta de estudios de delimitación de cauces, incluyendo el de la zona de dominio público, que permitan aplicar la normativa ya existente, que regula el uso de estas zonas.
· Falta de estudios de delimitación de zonas inundables para diferentes periodos de recurrencia que orienten las inversiones de proteccion contra las inundaciones y la planificación urbanistica y territorial en estas zonas y otras actuaciones de gestión de emergencias (Protección Civil), seguros contra inundaciones, etc.. Hay que señalar, además, que el problema de las inundaciones es incluso anterior a las actividades de invasión de los cauces que se han producido recientemente, tal como revelan las fuentes históricas.
· Ausencia de un reglamento de vertidos líquidos que delimite la ordenación administrativa de los que se realicen a los cauces.

En tercer lugar, hay que considerar las actuaciones para el *aprovechamiento de las aguas superficiales.* En general, y como consecuencia de que tradicionalmente han sido las aguas superficiales las que han atraído el mayor porcentaje de inversión pública al ser de dominio privado las subterráneas en la legislación vigente hasta 1985, puede decirse que este aprovechamiento ha sido experimentado extensamente en casi toda la isla. Como resultado de estos esfuerzos, y con la experiencia adquirida con ellos, puede concluirse que sólo en la vertiente Norte (tomaderos del Plan de Balsas del Norte de Tenerife), en el macizo de Teno, la península de Anaga y en las cuencas del Barranco de Santos y adyacentes, hay una escorrentía directa lo suficientemente regular como para que presente interés en el futuro.

Por último y para completar el diagnóstico en relación con la hidrologia de superficie, es necesario tener en cuenta las importantes conexiones del régimen con el *medio ambiente.* Independientemente de las degradaciones que causa la actividad humana en los cauces naturales, tratadas más arriba, que repercuten en el deterioro medioambiental, es necesario destacar los efectos debidos a la deforestación de la corona de la isla. Además de una disminución de la infiltración natural, esta deforestación produce un aumento significativo de la erosión, por lo que se hace necesaria una actuación sistemática no sólo para detener estos procesos sino también para restaurar el estado primigenio. Estas actuaciones tienen como efecto secundario un aumento de la infiltración y con ello el aprovechamiento de la escorrentía en las cuencas que no sean consideradas adecuadas para el aprovechamiento directo de su escorrentía superficial. Ambos objetivos se cumplen con medidas similares.

Asi mismo, son posibles y positivas, desde el punto de vista medioambiental, muchas actuaciones destinadas a rescatar los cauces y hacerlos compatibles con un uso didáctico, de esparcimiento y de recreo.

Aprovechamiento de la escorrenffa de superficie

Las cifras que se reflejan en la figura , que son el resultado de la integración de los planos de isolíneas , sintetizan globalmente el balance hidrológico superficial de la isla de Tenerife. Demuestran cómo los elementos esenciales de este balance, independientemente de la precipitacion, que constituye el input fundamental, son la infiltración, que determina la recarga de los acuíferos en una cifra anual total de 239 hm3, y la evapotranspiración, que representa, también anualmente, un total de 606 hm3.

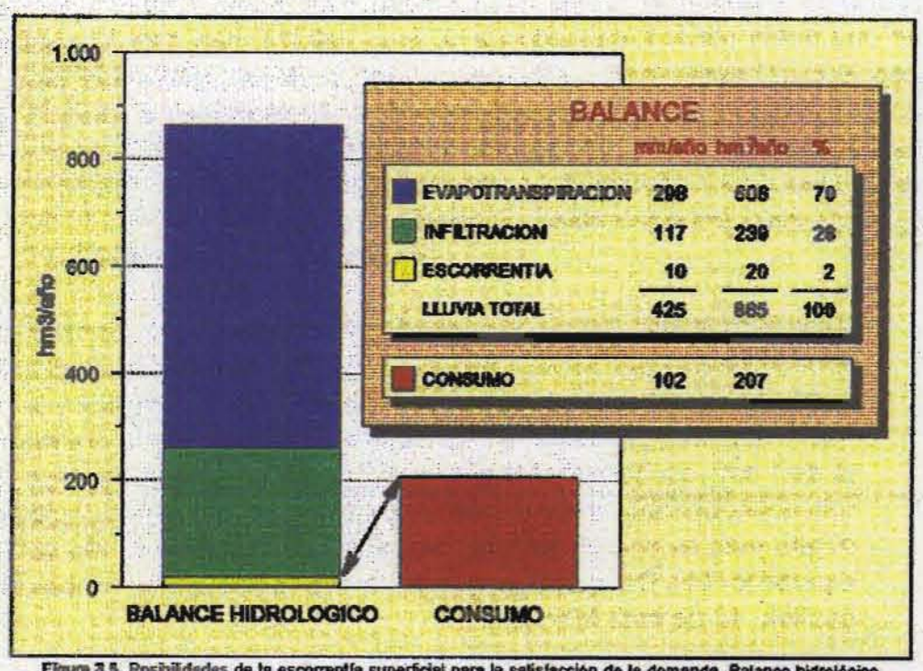


Figura 3.5. Posibilidades de la escorrentía superficial para la satisfacción de la demanda. Balance hidrológico

La escorrentía superficial constituye, de hecho, tan solo un elemento marginal de cierre de este balance, de tal manera que, incluso con un aprovechamiento máximo, proporcionaría nada más que un volumen anual de 20 hm3, menos del 10% del consumo total de la isla en 1991. Por otra parte, este aprovechamiento maximo sería imposible en términos prácticos, y mucho antes de alcanzarlo se plantearían unos costes muy por encima de márgenes razonables de rentabilidad, que en la actualidad serían los asociados con la desalación de agua de mar.

Además, la enorme irregularidad climatológica de Tenerife y la gran pendiente de los cauces determina que los proyectos de aprovechamiento de escorrentía superficial exijan el complemento de elementos de almacenamiento, balsas o embalses, y que éstos tengan un coste muy importante en términos relativos, aumentado por la necesidad casi sistemática de impermeabilizar los vasos mediante láminas artificiales.

Todo ello ha conducido en el pasado a fracasos importantes en relación con este aprovechamiento, y determina que desde el Plan Hidrológico se planteen las nuevas inversiones con una considerable prudencia y sujetas a la realización previa de estudios y ensayos cuidadosos que garanticen la consecución de los objetivos buscados.

Por otra parte, este tipo de proyectos deben incluir necesariamente obras de regulación y transporte. Además, han de tener en cuenta que el agua que captan tiene una doble utilidad, derivada de su gran calidad, que permite mezclarlas con aguas subterráneas salobres y hacer a éstas últimas utilizables para usos no admisibles con sus condiciones naturales. Estas condiciones aconsejan que, en la mayor parte de los casos, se integren en actuaciones más complejas que combinan otras intervenciones además del aprovechamiento de la escorrentía. El PHI contempla, en concreto, las siguientes actuaciones:

· *Aprovechamiento de la escorrentia del barranco de Santos:* Incluye el acondicionamiento de la derivación en el barranco, la ampliación de la conducción de transporte hasta el embalse de Los Campitos y la remodelación e impermeabilización de éste, de manera que permita el almacenamiento de 1 hm3, sin hipotecar la posibilidad futura de aprovechar toda su capacidad residual si así se requiriese. Se persigue el aprovechamiento de 0,8 hm3 al año para su uso en regadío. Las obras se inscriben dentro del Programa Operativo "Los Campitos".

· *Captación de escorrentia superficial en el macizoo de Anaga-None:* Incluye la construcción de azudes de derivación en varios de los barrancos de la vertiente norte del macizo de Anaga (Seco, Tomadero, Tamadite y Taborno), y las obras correspondientes de transporte y regulación.

· *Captación de escorrentia superficial en el macizo de Teno:* Se centra en la vertiente sur de este macizo y considera preferentemente el aprovechamiento de los barrancos Taburco, Carrizal, Masca y Natero, así como las obras de conducción y su regulación en los depósitos de Tamaimo y Lomo del Balo.

· *Captación de escorrentia superficial en eJ macizo de Anaga-Sur:* Incluye preferentemente la captación de los barrancos de El Cercado, Huertas e Igueste y las obras de transporte y regulación. Tanto esta actuación como la mencionada anteriormente para el macizo sur de Anaga, precisan aún de un estudio detenido que se encuadrará en el Plan Especial de Aprovechamiento del Macizo de Anaga.

· *Derivación y regulación de la escorrentia del barranco de San Jeronimo o de Las Lajas:* Incluye todas las obras necesarias para la captación, transporte y regulación de la aportación natural del barranco.

· *Captación y regulación de la esconrentia del barranco de Agua de Dios:* Comprende la rectificación de las obras existentes y la construcción de otras complementarias.

· *Obras complementanas del Plan de Balsas del Norte de Tenerife:* Significa un incremento cuantitativo y cualitativo de los recursos actualmente regulados mediante el Plan de Balsas para Aprovechamiento de Aguas Superficiales en el Norte de Tenerife, a través de la captación y derivación de la escorrentia superficial de diversos barrancos y barranqueras que discurren próximas a las balsas existentes.

Actuaciones en los cauces

Independientemente de las obras de derivación consideradas anteriormente, las actuaciones sobre los cauces contempladas por el Plan han tenido en cuenta dos objetivos básicos: la defensa contra las avenidas y la conservación y protección del patrimonio hidráulico.

Ambos objetivos deben alcanzarse a través de la coordinación entre medidas estrictamente administrativas y otras centradas en el desarrollo de inversiones específicas. Es imprescindible para ambos un conocimiento profundo tanto del régimen hidrológico como de las características topográficas e hidráulicas de los cauces, lo que exige el desarrollo de estudios con presupuestos no desdeñables.

Todas estas condiciones determinan que la politica más acertada en relación con los cauces consista en el desarrollo de criterios y métodos administrativos y técnicos que orienten y faciliten la actuación administrativa.

Asimismo es fundamental que los organismos responsables de esta actuación cuenten con los presupuestos y los medios humanos suficientes.

Apoyándose en esta conclusión general, el Plan Hidrológico ha planteado dos planes especiales - el de Defensa contra Avenidas y el de Delimitación de Dominio Público Hidráulico - como henamientas fundamentales de la actuación pública en relación con los cauces naturales. Para ambos se ha previsto un esfuerzo inicial consistente en la adquisición de una base de información general y en la definición de criterios metodologicos, y un desarrollo posterior adecuado, en cada momento, a las necesidades que vayan surgiendo.

En concreto, y para el Plan de Defensa contra Avenidas, el esfuerzo inicial consistiría en la realización de los siguientes estudios específicos:

· Estudio de precipitaciones máximas: Consistirá en el establecimiento de hietogramas característicos para tormentas asociadas con diferentes periodos de recurrencia.
· Propuesta de criterios metodológicos para el cálculo de caudales punta de avenida: Se llevará a cabo para las diferentes cuencas hidrográficas de la isla y en distintos puntos dentro de ellas.
· Cuantificación aproximada de los daños asociados con inundaciones en el pasado.
· Establecimiento de criterios metodológicos para la consideración de las zonas inundables en los planes de ordenación territorial y, fundamentalmente, en la planificación urbanística.

La actuación sistemática dentro de este tema consistirá en estudios especificos de delimitación de zonas inundables e inversiones para la minimización de estas zonas, la protección contra inundaciones y la corrección de cauces y barrancos eliminando obstáculos naturales o artificiales. El Plan incluye actuaciones en la zona Agache-Fasnia-Arico, valles de La Orotava y Guímar y otras más genéricas en el resto de la isla.

Por otra parte, y en relación con el Plan Especial de Delimitación del Dominio Público Hidráulico, tanto la Ley de Aguas de Canarias como la nacional incluyen definiciones del mismo que desde el punto de vista hidrológico son ciertamente ambiguas, tanto en relación con el ámbito longitudinal de los cauces (tramos públicos y privados) como por lo que se refiere a los límites de este dominio en las márgenes del cauce. Por ello, el esfuerzo inicial consistirá en el desarrollo de criterios concretos que, cumpliendo los preceptos contenidos en ambas normas, resulten de aplicación sencilla.

Es evidente que estos criterios deberán emanar de la aplicación de consideraciones jurídicas que definan los tramos con distintos tipos de dominio, así como de la aplicación de métodos de cálculo hidrológico e hidráulico que establezcan los límites laterales mencionados, métodos tanto estadísticos para el cálculo de los caudales como hidráulicos para la transformación de éstos en niveles y, por consiguiente, en anchura de la lámina de agua en cada punto.

Una vez elaborados los criterios anteriores, los estudios específicos de delimitación del dominio público deberán llevarse a cabo según lo demanden las necesidades administrativas en cada momento, habida cuenta de que éste es un trabajo que requiere un importante desembolso en cada caso, centrado fundamentalmente en la obtención de datos topográficos.

3.6.1 Actuaciones administrativas

Independientemente del análisis de los aspectos anteriores, y con el fin de evaluar las necesidades estrictamente asociadas con la administración del patrimonio hidráulico desde el punto de vista burocrático, el PHI ha llevado a cabo un estudio estadistico de los expedientes administrativos sobre aguas superficiales tramitados entre 1925 y 1991. La figura sintetiza gráficamente los resultados de este trabajo, resultados que se recogen numéricamente en la tabla y que se han desglosado según diferentes tipos de expedientes y en función de la fecha

Como se puede comprobar en esta tabla, es significativo el aumento del número de expedientes tramitado en el último lustro respecto a los anteriores, fundamentalmente a los originados por actuaciones ligadas con la ocupación de cauces publicos, el deslinde de los mismos pero especialmente los relativos a denuncias a particulares.

La expansión urbanística derivada del incremento del turismo es uno de los orígenes fundamentales de este fenómeno. Por otra parte, el descenso de los expedientes de aprovechamiento de aguas superficiales es también un indicio evidente de la escasa rentabilidad actual de este tipo de captaciones. Algo similar sucede con los de extracciones de áridos, sobre los que se amplia el comentario en el apartado 3.10 posterior.

EXPEDIENTES ADMINISTRATIVOS SOBRE AGUAS SUPERFICIALES

PERIODO	AR	AS	CP	DS	SV	DN	TOTAL
Ant. 1925	0	22	2	0	2	5	31
1925-1930	13	44	9	0	9	1	76
1930-1935	12	16	10	0	21	2	61
1935-1940	0	4	0	0	4	0	8
1940-1945	0	28	0	0	6	0	34
1945-1950	0	21	1	0	13	0	35
1950-1955	0	32	12	0	10	0	54
1955-1960	0	41	7	2	10	0	60
1960-1965	1	3	10	1	3	0	18
1965-1970	49	4	37	21	5	8	124
1970-1975	118	1	36	33	0	38	226
1975-1980	15	4	28	14	0	55	116
1980-1985	9	4	65	12	2	63	155
1985-1991	5	11	262	51	0	866	1.195
TOTAL	**222**	**235**	**479**	**134**	**85**	**1.038**	**2.193**

AR: Extracción de áridos
AS: Aprovechamientos de aguas superficiales
CP: Ocupación de cauces públicos
DS:Deslinde de cauces publicos
DN: Denuncias a particulares
SV: Servidumbre de paso

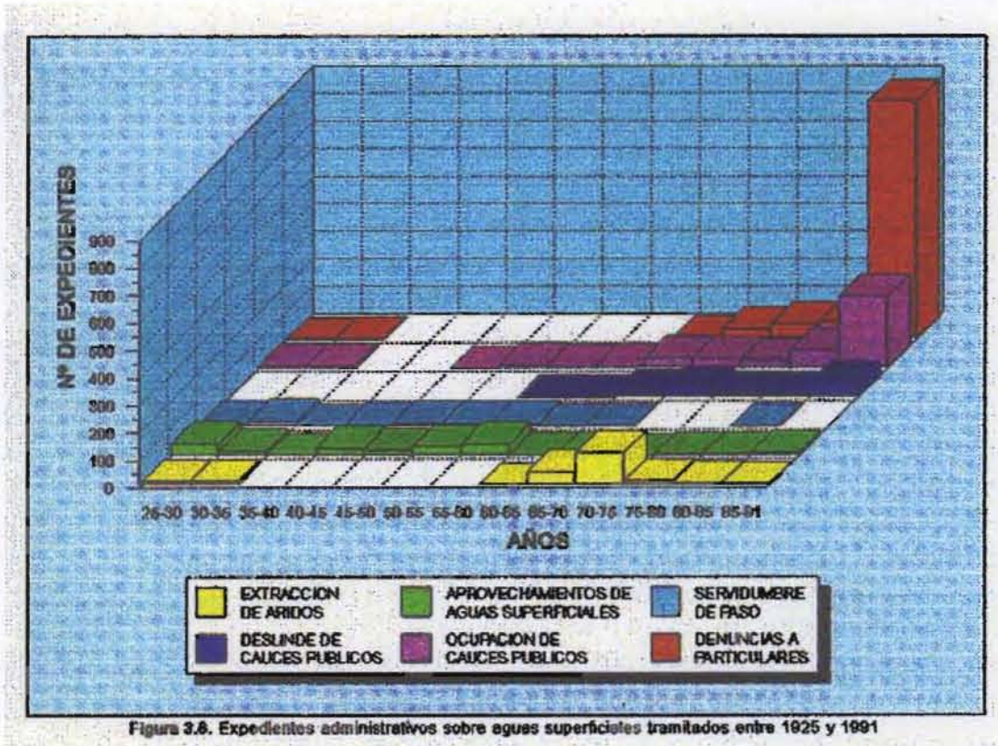


Figura 3.8. Expedientes administrativos sobre aguas superficiales tramitados entre 1925 y 1991

Medidas para reducir la erosión

La erosión hidrica constituye un mecanismo natural que puede verse facilitado por la intervención humana. Sus consecuencias más significativas son las siguientes:

· Pérdida de suelos y, por consiguiente, de la capacidad de soporte de la vegetación.

· Incremento del coeficiente de escorrentía inmediato, aumento consiguiente de los caudales punta de avenida y, finalmente, disminución de la infiltración y, como consecuencia, de la recarga de los acuíferos.

· Incremento del transporte sólido de los cauces y disminución, por sedimentación, de la capacidad de los embalses. Creación de zonas de deposito en las desembocaduras que pueden llegar a dificultar el desague natural.

Corregir la acción erosiva podría inducir algunos efectos negativos. Asi por ejemplo, la disminución del transporte sólido a que conduciría la minimización de la erosión daría lugar a procesos costeros regresivos que en casos extremos determinarían la desaparición de playas. Sin embargo, estos problemas suelen estar asociados más bien con la construcción de embalses, que cortan el arrastre de sedimentos, y no con políticas de carácter general de disminución de la erosión, que suelen tener efectos menos radicales. De hecho, estas políticas, que se basan fundamentalmente en actuaciones masivas de repoblación forestal con especies adecuadas - que crean con sus raíces un entramado que soporta el suelo e impide su arrastre por la escorrentía - tienen en general resultados beneficiosos tanto desde el punto de vista hidrológico como desde el estrictamente medioambiental.

El PHI, dentro de un estricto cumplimiento de las limitaciones que implica la protección de los espacios y zonas naturales, ha contemplado inversiones en repoblación de la corona insular y en especial en las zonas noreste, noroeste y suroeste. Estas inversiones se plantean en coordinación con aquellas Administraciones (insular, autonómica y nacional) con responsabilidades y competencias en la materia, y se detallan cuantitativamente en las relaciones de inversiones del tomo 4 del Plan.

Recarga inducida

Las cifras presentadas en apartados anteriores sobre el balance hidrológico del conjunto de Tenerife demuestran que las modificaciones posibles de este balance a través de intervenciones artificiales son francamente reducidas. Por otra parte, es enormemente dificil valorar la eficacia de estas intervenciones, no sólo por tener carácter cuantitativamente marginal, sino también por la imposibilidad de establecer a priori el camino que seguirá el agua de recarga dentro de un subsuelo heterogéneo y anisótropo.Por ello el Plan Hidrológico no contempla ninguna actuación orientada a aumentar la recarga, aparte de medidas indirectas como las destinadas a reducir la erosión

Vertidos a los cauces

Asi como en las cuencas peninsulares los vertidos a los cauces constituyen un problema fundamental, que determina la necesidad de inversiones importantes para su solución - hasta el extremo de que éste capítulo será, con toda probabilidad, el más cuantioso de los previstos en el inmediato futuro - en el caso de Tenerife se trata más bien de un problema de vigilancia y control continuados.

En efecto, el porcentaje de aguas residuales que se vierten a los cauces es muy reducido. La mayoria se dirige al mar o directamente al terreno, a través de fosas sépticas o simples pozos negros. Por otra parte, los vertidos de residuos sólidos, favorecidos por un régimen hidrológico irregular, que mantiene secos los cauces durante la mayor parte del año, también deben resolverse mediante una labor continuada de información pública e inspección, y con la imposición de sanciones. Todo ello conduce a que las actuaciones del Plan sobre este aspecto se hayan centrado fundamentalmente en establecer la necesidad de una normativa concreta y de unos medios humanos, técnicos y financieros que permitan la aplicación eficaz de la misma.

En lo relativo a vertidos liquidos, la Ley de Aguas de Canarias plantea ya las líneas generales de las normas aplicables. La concreción de estas lineas se plasmara en el Reglamento de Vertidos, actualmente en curso de elaboración por el Gobierno Canario. En cualquier caso, y a partir del articulado de la Ley y fundamentalmente de su capítulo lll, resulta evidente que, asi como muchas de las decisiones finales, como la suspensión definitiva de la autorización de vertido, correspondan al Gobierno Canario, la mayor parte de las funciones administrativas directas estarán a cargo del Consejo Insular de Aguas. Entre otras cabe destacar las siguientes:

· Elaboración y aprobación de ordenanzas (art. 10)
· Emisión de inforrne sobre la prohibición, en ciertas zonas, de determinadas actividades cuyos efluentes puedan constituir riesgo grave de contaminación de las aguas (art. 65)
· Suspensión temporal de las autorizaciones de vertido y propuesta de revocación (art. 66)
· Explotación temporal de instalaciones de depuración que no cumplan las condiciones autorizadas (art. 69)
· Vigilancia del correcto funcionamiento de las instalaciones de depuración de las que sean titulares entes u organismos públicos, y subrogación temporal en la gestión de las mismas cuando proceda (art. 70)

Por otra parte, y sobre la disponibilidad del Consejo Insular de los medios necesarios para desarrollar estas funciones y las complementarias que determine el Reglamento de Vertidos en el momento en que se apruebe, el capítulo 12 de esta Memoria, dedicado al seguimiento y revisión del Plan, contiene previsiones concretas.

El control de los vertidos de residuos sólidos, en segundo término, está directamente entroncado con la protección del dominio público hidráulico. En este tema la Ley de Aguas fija responsabilidades administrativas directas para el Consejo Insular de Aguas, y el Plan también ha previsto - en el capítulo 12 y en el tomo de Normas - la asignación de medios concretos para el cumplimiento de estas responsabilidades, que se engloban dentro de la policía de cauces, y se centran en:

· Ia información a los usuarios de sus limitaciones y obligaciones en lo que se refiere al uso de los cauces para el vertido de residuos sólidos
· Ia vigilancia del cumplimiento de la normativa vigente.
· Ia imposición de sanciones directas
· Ia propuesta de sanciones mayores o de la suspensión de actividades nocivas para el mantenimiento de una calidad adecuada para el agua, una capacidad hidráulica suficiente para los cauces y un medioambiente fluvial no degradado.

Extracciones de áridos

Asi mismo, las extracciones de áridos deben considerarse como materia de una labor administrativa continuada y no como un problema necesitado de especiales inversiones para su solución.

La regulación de esta actividad está contenida en el Decreto 152/1990 de 31 de Julio de la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Aguas, que se asume en la normativa del Plan. Este decreto establece las zonas en las que no se autorizarán extracciones, además de las que se contemplen en la Ley de Espacios Naturales Protegidos. Análogamente, determina la concentración de las extracciones en otras zonas específicas.

Normas específicas de actuación

La redacción de estas normas ha seguido, en general, el criterio de apoyar la gestión y explotación de las aguas supemciales por la Administración Pública y esencialmente por el Consejo Insular de Aguas. Este criterio se ha inspirado en tres hechos:

1.- Los recursos superficiales aprovechables son escasos en cantidad pero excelentes en calidad. Ambas características, unidas a la necesidad habitual de inversiones relativamente importantes en captación, conducción y regulación, que implican frecuentemente la necesidad de expropiar terrenos, conducen a que sólo se consigan rendimientos aceptables si se encuadran estas actuaciones dentro de planes de carácter más general que deben armonizar muchos intereses diferentes.

2.- El aprovechamiento superficial puede determinar impactos muy importantes sobre el medio ambiente. Ello obliga a someter las actuaciones a criterios estrictos que, en muchos casos, pueden estar reñidos con una rentabilidad inmediata.

3.- Gran parte de las inversiones necesarias no constituyen fuentes de ingresos inmediatos o incluso tangibles. Así sucede con las necesarias para el seguimiento estadistico o con las destinadas a la evitación de daños por degradación medioambiental o por inundaciones. Incluso estas dos últimas, a corto plazo, producen más bien una rentabilidad negativa, puesto que encarecen la evacuación de los recursos y reducen el terreno urbanizable .

Todo ello determina que el papel del Consejo en esta parte de la planificación hidrológica sea mucho más importante que en otras, y ello se refleja en las normas.

Inversiones específicas programadas

Las inversiones previstas en relación con el planeamiento hidrológico de superficie se han agrupado dentro de los programas 100 "Aguas superficiales y red hidrográfica" y 200 "Recarga inducida y medidas contra la erosión".

El primero de ellos totaliza una inversión de 5.861 millones de pesetas que se reparte en tres subprogramas:

- 110: Aprovechamiento de aguas superficiales .... 4.295 millones
- 120: Conservación y corrección de cauces .....1.194 millones
- 130: Instrumentación hidrometeorológica ..... 372 millones

El protagonismo de la Administración dentro de este programa se hace evidente al analizar la participación en el mismo de las distintas fuentes de financiación del Plan Hidrológico Insular, reflejadas en la tabla 3.2.

PROGRAMA 100 "AGUAS SUPERFICIALES Y RED HIDROGRAFICA"
FUENTES DE FINANCIACION

FUENTE	PORCENTAJE	IMPORTE (Mpts)
C E E	0	0
Gobiemo de la Nación	56,39	3.305
Gobierno de Canarias	41,46	2.430
Cabildo Insular de Tenerife	2,15	126
Ayuntamientos de Tenerife	0	0
Privados	0	0
TOTAL	**100,00**	**5.861**

La inversión para incrementar la recarga y reducir la erosión (programa 200), es más reducida. En primer lugar como consecuencia de su menor contenido, que abarca un solo subprograma y, en segundo término, por el tipo de actuaciones previstas que en todos los casos son repoblaciones forestales con desembolsos menores que la construcción de infraestructuras. La inversión total prevista asciende a 210 millones de pesetas repartidos en 3 actuaciones gue se financiarian en su totalidad por el Gobiemo de Canarias.

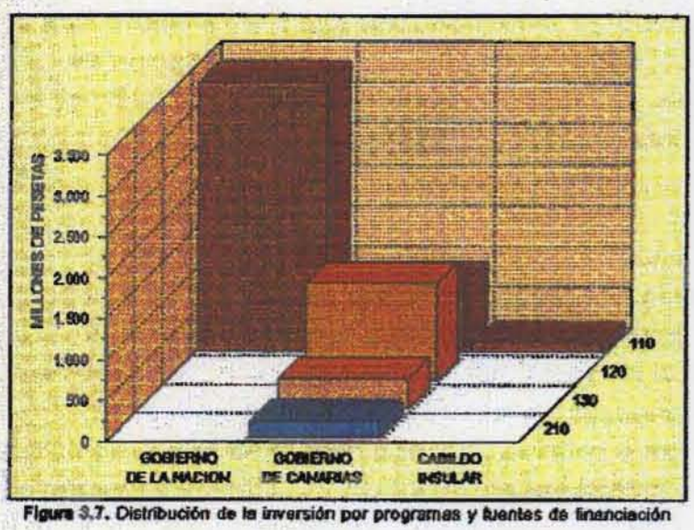


Figura 3.7. Distribución de la inversión por programas y fuentes de financiación

Planeamiento hidrogeológico

Dada la escasez de aguas superficiales, Tenerife depende casi exclusivamente del agua subterránea tanto para cubrir sus necesidades de abastecimiento urbano como para mantener la agricultura, lo que hace que el planeamiento hidrogeológico sea uno de los aspectos esenciales del Plan.

Al contrario de otras islas, que optaron por el sistema de explotación por pozos, la abrupta orografía de Tenerife ha determinado que el tipo de captación imperante sea la galena horizontal de unos 2 x 2 metros de sección. Desde principios de siglo se han construido unas 1.050 galerías - algunas de hasta 6 km de longitud - que en total suman más de 1.600 kilómetros perforados, aunque muchas de ellas nunca fueron producfivas o han quedado fuera de uso con el tiempo. Si a este entramado de captaciones horizontales se le superponen los más de 400 pozos verticales que se distribuyen por la franja litoral, el cuadro resultante revela que no hay porción de la isla que no cuente con alguna obra de extracción de agua subterránea .

La actual red de captaciones se ha construido por iniciativa estrictamente privada y ha modificado radicalmente la disponibilidad de agua de Tenerife; así, de los 700 l/s que aportaban los nacientes naturales en el siglo pasado se pasó a los más de 7.000 l/s con que se contaba mediada la década de los sesenta (ver Figura). Este salto cuantitativo ha tenido consecuencias cualitativas muy trascendentes, favoreciendo el desarrollo agrícola, turístico e industrial, con el efecto de multiplicar el número y la renta per cápita de los habitantes que encuentran sustento en la Isla. Sin embargo, adaptada la situación socioeconómica a este elevado suministro de agua, se hace imperativo mantenerlo en el futuro, lo cual no está exento de problemas.

La infiltración que alimenta el acuífero no es capaz de compensar lo que de él extraen las captaciones, de modo que el volumen de agua drenado durante décadas de explotación ha provocado el vaciado parcial de las reservas hídricas del subsuelo, cuya peculiar configuración resulta muy favorable para la lenta acumulación de una cantidad extraordinaria de aguas subterráneas. Pero estas reservas no son inagotables y en las dos últimas décadas se han venido manifestando síntomas alarmantes, como la tendencia a la disminución del caudal total extraído (a pesar de que las galerías siguen avanzando y aumenta el número de pozos) o el empeoramiento de la calidad del agua.

Ante esta situación de deterioro gradual de los recursos subterráneos, el Plan Hidrológico ha llevado a cabo, en una primera fase, las siguientes investigaciones de carácter general:

· Mejora en el conocimiento del subsuelo, concediendo particular atención a los factores geológicos que, a gran escala, controlan el flujo, la acumulación y la calidad de las aguas subterráneas.
· Estudio de la evolución histórica de la superficie freática para conocer el volumen de reservas consumido y determinar las áreas sometidas a mayor explotación.
· Zonificación de la Isla según el diferente conocimiento hidrogeológico de los terrenos y las variaciones en el grado y tipo de explotación.
· Síntesis e informatización de los datos hidroquímicos del conjunto de captaciones.

· Realización de un modelo matemático de simulación para cuantificar el flujo de agua subterránea en cada zona y poder pronosticar las tendencias evolutivas del sistema hidráulico insular.

El análisis consiguiente, del subsistema fisico natural en relación con el de obras de captación, ha dado paso a un pronóstico de la explotación esperada hasta final de siglo, con expresión cuantitativa, cualitativa y territorial de la evolución prevista de los aprovechamientos.

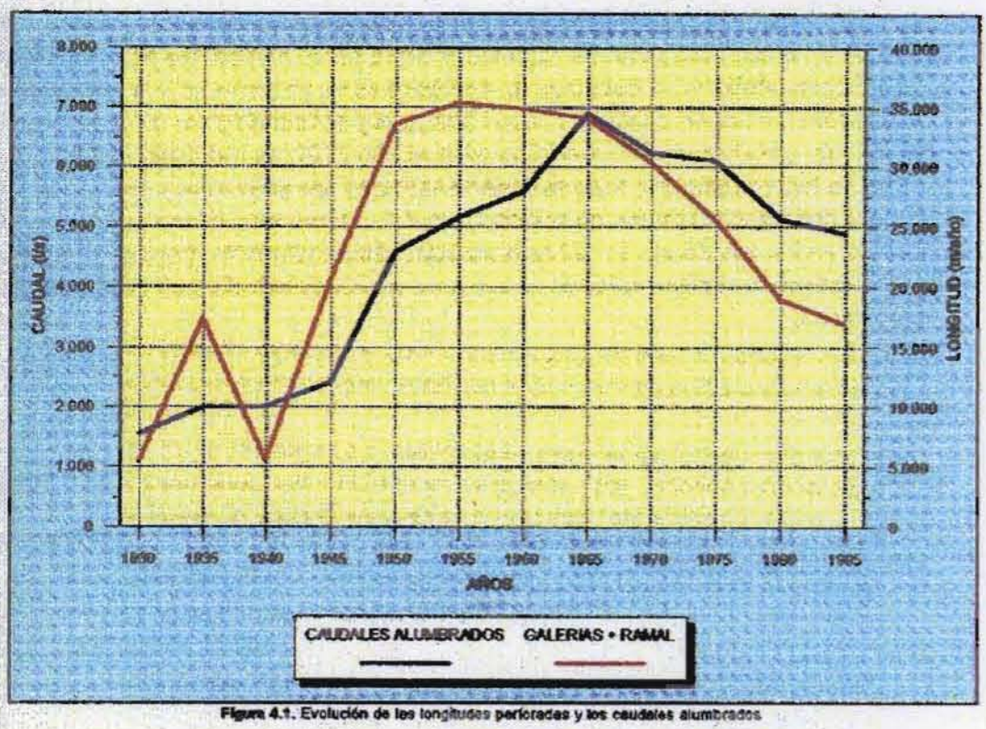


Figura 4.1. Evolución de las longitudes perforadas y los caudales alumbrados

El estudio del proceso jurídico-administrativo acaecido hasta alcanzar la situación actual, la valoración realizada sobre la gestión del sistema y un planteamiento de búsqueda de alternativas al actual modelo han llevado a que el PHI plantee una opción única: la gestión es y debe seguir siendo eminentemente privada. Los propios titulares legitimos de los aprovechamientos, impregnados como hasta ahora por los principios de austeridad y eficacia, son los mejores valedores del sistema actual; su libertad de actuación sólo se debe ver limitada, de acuerdo con la legalidad vigente y cumplimentando las condiciones de su correspondiente autorizadón o concesión, por la no afección a otros aprovechamientos próximos y de que globalmente no se realice una expbtación excesiva del área en que esté enclavada la captación. Pero la protección cautelar para no afectar induce por lo general una explotación menos eficiente en términos fisicos, además de la evidente pérdida de economías de escalas, por lo que desde el PHI se promueve la fusión o asociación de los aprovechamientos que concurran o quieran concurrir en una misma área territorial.

No se prevén obras de captación de nueva traza, salvo unos pocos pozos a realizar en áreas escasamente explotadas y que en su mayoria se contemplan como inversiones públicas. La densidad de captaciones es ya excesiva y la prolongación o ampliación de las existentes es más ventajoso y suficiente para un óptimo aprovechamiento del sistema. El pronóstico para el año 2000 de extracciones anuales por sectores hidrogeológicos tiene también el carácter de objetivo de producción: si se supera deberá mantenerse un seguimiento del entorno más inmediato para verificar que no se ha acentuado su sobreexplotación fisica; si no se alcanza se plantearán problemas de suministro a los usuarios salvo que se desarrollen otras alternativas de producción .

Objetivos específicos

En base al actual nivel de conocimiento del sistema acuifero insular y al ámbito temporal de este Plan, se han planteado los objetivos especificos siguientes:

a) Disponer de una información detallada de:

· las caracteristicas de las obras de captación (tipología, situación, geometría),
· su explotación (régimen de caudales extraidos), y
· su gestión (titularidad de los aprovechamientos).

b) Profundizar en el conocimiento fisico del sistema hidrogeológico Insular

· caracteristicas hidrogeológicas e hidroquímicas de los acuíferos,
· evaluación de la recarga (infiltración natural y retorno de riegos),
· cuantificación de las salidas,
· dinámica de la circulación intema, y
· tendencia evolutiva del sistema.

c) Evaluar los recursos subterráneos explotables a corto y medio plazo, tanto en lo que se refiere a su volumen como a su calidad.

d) Detectar las áreas con mayor sobreexplotación fisica o con signos de contaminación hidroquimica (natural, por intrusión marina o por adición de sustancias ajenas a procesos naturales).

e) Establecer una zonificación del sistema hidrogeológico que permita caracterizarlo y diagnosticarlo territorialmente.

f) Establecer objetivos de extracción conjunta (volumen anual) para cada unidad territorial básica delimitada en la zonificación del sistema.

g) Diseñar estrategias de explotación para cada zona básica en función del diagnóstico realizado de la misma.

h) Promover la asociación, fusión o federación de las explotaciones que concurren en una misma área, como medio para lograr una gestión integrada de la misma, consiguiendo un mejor aprovechamiento de los recursos hidráulicos y una reducción de costes.

i) Incentivar el mantenimiento de la gestion e inversiones privadas, evitando la afección entre captaciones no agrupadas y promoviendo una mayor eficiencia (fisica y económica) de los métodos de explotación.

j) Estudiar la viabilidad de nuevas obras de captación e incluir en el plan de inversiones aquellas que deban ser acometidas por la Administración .

k) Establecer un programa de actuaciones de la Administraclon con objeto de optimizar la gestión del sistema, detallando los instrumentos para llevarlo a cabo.

Información básica

Los datos de base disponibles son de dos tipos:

a) fisicos, que aportan información sobre las características del medio natural y de las obras realmente ejecutadas,

b) administrativos, que se extraen de la documentación administrativa e iluminan cuestiones relativas a la gestión.

4.2.1. Datos fisicos

La principal fuente de información ha sido los inventarios de puntos de agua llevados a cabo en 1972-74,1978-79 y 1985-86. El primero de ellos, realizado dentro del Proyecto SPA-15, es el que contiene la mayor parte de la información geológica e hidrogeológica que ha servido como soporte a todos los estudios posteriores, incluido este Plan. Pero desde el momento de ese inventario las galerías han seguido avanzando (en ocasiones hasta 2 - 3 km) y los alumbramientos actuales se encuentran en circunstancias geológicas e hidrogeológicas distintas a las registradas en las fichas del SPA-15. La puesta al día de esta información resulta esencial para conocer y gestionar más eficazmente el sistema hidráulico insular.

4.2.1.1. Geohidrología

En su estudio se ha seguido la siguiente secuencia:

· Análisis de la geología de superficie.
· Inspección directa del subsuelo.

El reconocimiento del subsuelo, basado en la visita de unas cuarenta galerías y en la reinterpretación de las fichas del Proyecto SPA-15, ha confirmado la heterogeneidad a pequeña escala de los materiales que constituyen una isla volcánica como Tenerife, heterogeneidad admitida en todas las investigaciones anteriores. El punto esencial del trabajo ha consistido, no obstante, en detectar la presencia de estructuras de gran magnitud que compartimentan el subsuelo insular, induciendo una anisotropía y una heterogeneidad de gran escala que condiciona el flujo y la acumulación de agua subterránea. El nuevo modelo conceptual hidrogeológico, más complejo que los anteriores, explica mejor las diferencias reales que encuentran las captaciones al perforar en las diferentes áreas, y ha pasado a ser uno de los elementos básicos en que se apoya la zonificación hidrogeológica insular establecida con el Plan.

4.2.1.2. Traza de las obras

Los datos contenidos en los inventarios se han actualizado con la información aportada por:

a) los Directores Técnicos de las obras,
b) los técnicos de la Administración que tienen encomendada la función de inspeccionarlas, y
c) las propias Comunidades de aguas.

4.2.1.3. Historia de las captaciones

Un detallado estudio de la evolución de las galenas a lo largo del tiempo ha permitido reconstruir la historia de sus longitudes y caudales, desde que se iniciaron las perforaciones (mediados del siglo XIX) hasta 1985 (último inventario sistemático). La explotación actual (1991) se ha evaluado en base a una muestra de las 170 más productivas, que representan el 60% de la extracción total por ese medio.

No ha habido tiempo para estudiar en profundidad la franja litoral, explotada esencialmente por pozos y sobre la que hay escasa información, pero esta deficiencia tiene escasa repercusión en el análisis de la parte central del edificio insular, donde se localiza la mayor parte de las reservas hídricas.

4.2.1.4. Superficie freática

Se ha reconstruido la geometría de la superficie freática en momentos históricos distintos:

· antes de iniciarse la extracción de agua subterránea (superficie freática original),
· al comenzar las obras de extracción (superficie freática inicial), y
· al cierre del último inventario general sistemático de 1985 (superficie freática actual).

También se han reproducido las isopiezas de
· 1973 (SPA-15), con los datos del inventario de ese año.

El método utilizado ha consistido en localizar en las trazas de las captaciones (en planta y en alzado) el primer punto en que se intersecta el acuífero profundo. Las captaciones secas, confrontadas con el cuadro hidrogeológico general, han servido para acotar las isopiezas.

4.2.1.5. Hidroquimica

Inicialmente se hizo una recopilación, clasificación y síntesis de todos los análisis de agua disponibles de las captaciones subterráneas. Se desarrolló una aplicación para el tratamiento de estos datos, su actualización y la calificación de cada muestra analizada. Se detectaron errores, carencias y deficiencias de información, así como las lagunas territoriales y temporales más patentes.

En una segunda fase se muestreó y analizó la casi totalidad de las galerias y pozos cuyos datos eran escasos, dudosos o desactualizados. Ya con una información más homegénea, completa y fiable, se han elaborado mapas de isolíneas de los iones principales.

4.2.1.6. Tratamiento de la informnación

La masa de información citada se ha mecanizado, procesando y relacionando las diversas bases de datos, cuyo manejo y transporte entre ordenadores personales está totalmente normalizado.

· *La base CASB* de datos hidrogeológicos contiene:
· El catálogo de las 1.768 obras de captación existentes, su situación, tipologia y características principales.
· Las trazas de 1.047 galerías y ramales derivados, sus poligonales y su altimetria.
· La historia de perforaciones y caudales alumbrados por cada obra (1.022 galerías, 309 pozos y 284 manantiales), referidos a los años 1973,1979 y1985.
· *La base DHQ* de datos hidroquimicos contiene:
· La información de 2.300 análisis, con especificación de la procedencia de la muestra, datos fisico-quimicos de campo, resultados de laboratorio y su calificación (potabilidad, aptitud para el riego y parámetros geohidroquímicos).

La instrumentación del procesamiento precedente se ha logrado a partir de aplicaciones gráficas, modelos digitales de la topografia e isopiezas, y "CAD-CAM".

4 2.2. Datos administrativos

Su fuente son los libros de registro y el archivo de expedientes del Servicio Hidráulico provincial.

Estos expedientes (ver Figura) pueden clasificarse, según el objeto de los mismos, en:

· de obra nueva (ON)
· de continuación (CO)
· de legalización (LG)
· de legalización y continuación (LC)

Los principales datos administrativos extraidos de ellos son:

· Peticionario o instigador del expediente
· Titular de la obra
· Características geométricas (longitud y rumbo) de *las obras autorizadas*
· Fecha de inicio de la tramitación
· Fecha de la autorización
· Fecha de terminación

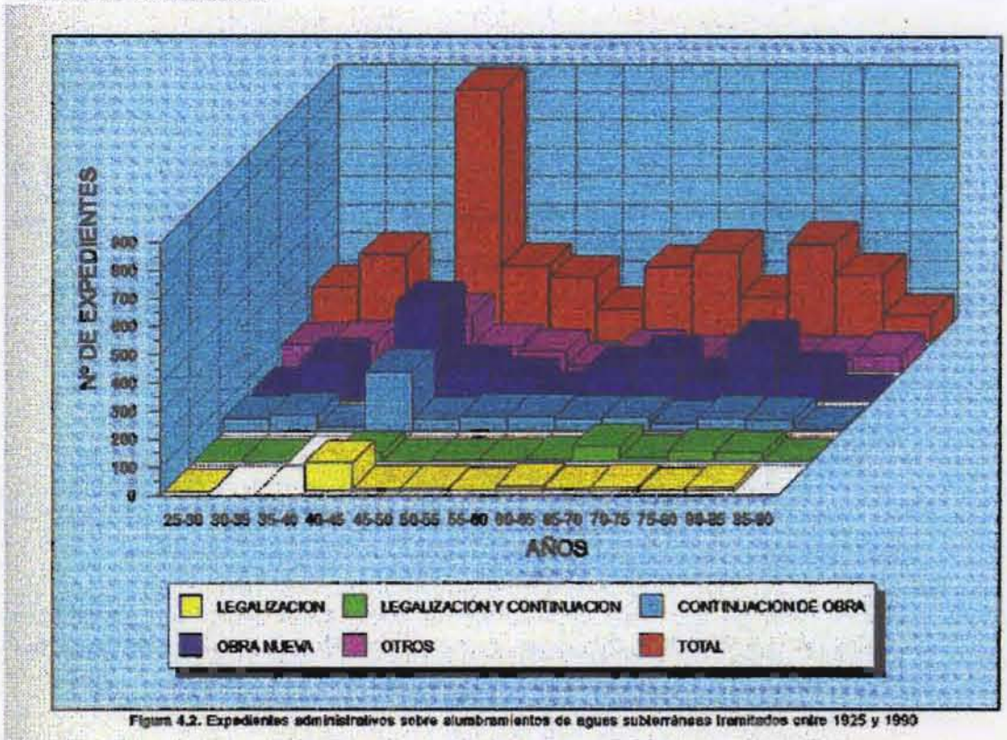


Figura 4.2. Expedientes administrativos sobre alumbramientos de aguas subterráneas tramitados entre 1925 y 1990

Aunque de menor interés para este estudio, además de los anteriores grupos de expedientes también se han establecido y analizado otros: de denuncia (DN), aforo(AF) y varios(VA).

Tras resolverse la autorización para la ejecución de las obras solicitadas, el contenido documental de los expedientes sólo se enriquece con las solicitudes de prórrogas (habitualmente los trabajos de perforación no concluyen en el plazo inicialmente establecido), denuncias en relación con esa obra (frecuentes en la época de mayor actividad del sector) y visitas por técnicos de la Administración para intervenir sobre alguna incidencia.

El tratamiento mecanizado de esta información ha permitido relacionar los datos de cada expediente con la obra correspondiente (en cada obra concurren por lo general varios expedientes).

Sistema hidrogeologico insular

4.3.1. Naturaleza geológica del subsuelo

4.3.1.1. Heterogeneidad de hs tenenos

Si hay algo que caracterice el subsuelo de una isla volcánica como Tenerife es su extraordinaria heterogeneidad, que es la responsable directa de la irregularidad con que se verifica la circulación del agua subterránea.

Las heterogeneidades más patentes son las de pequeña escala, como las que encuentra una misma galeria durante su avance a través de la zona saturada; en donde, de manera alternante, se puede pasar de un tramo completamente seco a otro con fuerte caudal y flujo generalizado de agua en techo, repisa y hastiales. Estas variaciones se deben a diferencias en el grado de permeabilidad de los elementos litológicos individuales que componen el subsuelo. Asi, en distancias cortas, coexisten tipos de roca que carecen de huecos interconectados (como diques enteros, lavas muy compactas, brechas de matriz arcillosa, etc) junto a otros elementos muy porosos y permeables (como diques fracturados, zonas escoriáceas sin compactar, etc). Casi como principio general puede afirmarse que las diferencias mencionadas son mayores en tos terrenos jóvenes que en los antiguos, pues estos han experimentado una alteración y compactación que atenúa los contrastes de porosidad, al mismo tiempo (y por la misma razón) que la permeabilidad tiende a ser menor cuanto más antiguo es un terreno.

A *gran escala* - es decir, si consideramos la Isla globalmente - la heterogeneidad persiste pero por otras causas, y es bien conocido que ciertas áreas tienen gran productividad mientras que otras adyacentes sólo proporcionan caudales exiguos. Esta heterogeneidad de gran escala, más dificil de percibir, se debe a que los elementos que integran el subsuelo (terrenos jóvenes o viejos, diques, brechas de gran potencia, etc) no están distribuidos al azar sino que se organizan según ciertas pautas que reflejan las vicisitudes del lento proceso de construcción de la Isla. A esle tipo de heterogeneidades hacen referencia los próximos apartados.

4.3.1.2. Unidades hidrogeológicas

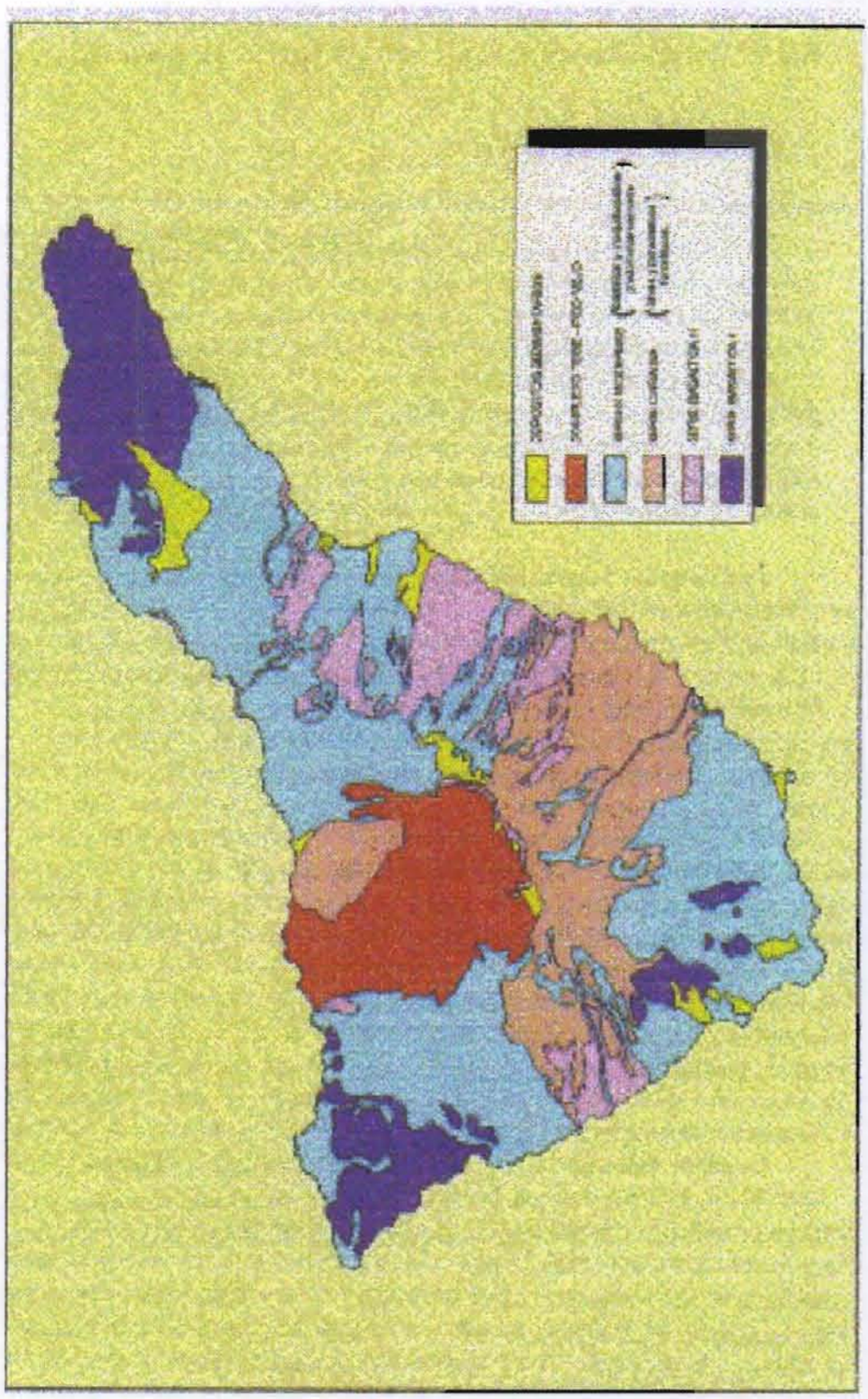
El crecimiento del relieve se ha realizado por acumulación progresiva de materiales (lavas, piroclastos, etc.), pero la actividad volcánica que los ha generado no ha sido ni constante ni idéntica a lo largo de la historia geológica conocida, antes bien, ha experimentado fluctuaciones de intensidad y cambios en la composición de los productos emitidos. Todo ello ha dado lugar a la existencia de *unidades estrati*graficas que difieren en composición, edad y grado de alteración y compactación, de modo que se comportan diversamente ante el flujo del agua subterránea (ver Figura 4.3); por esto, y aunque con limitaciones, pueden ser consideradas como grandes *unidades hidrogeológicas.*

La disposición de estas unidades en el interior del bloque insular - superpuestas y suavemente inclinadas hacia el mar en cada vertiente - permite, como primera aproximación, concebir un *modelo en capas* de permeabilidad decreciente hacia abajo (ver el esquema de la figura), si bien no todas ellas son internamente homogéneas ni tampoco se extienden a la totalidad del ámbito de la Isla.

De más antigua a más moderna, estas unidades son:

· Serie I (Anaga y Teno)
· Serie ll
·Serie Cañadas
·Series Modernas

Se omite deliberadamente su descripción en este documento por suponerla conocida y porque desviaría la atención de los elementos siguientes, que son quienes verdaderamente condicionan el funcionamiento hidrodinámico del sistema.



4.3.1.3. Ejes estructurales

El ascenso y la emisión de magma se ha verificado predominantemente a través de tres franjas que atraviesan verticalmente el bloque insular; son conocidas como *ejes estructurales,* convergen en el centro de la Isla con ángulos de unos 120° y coinciden con las dorsales topográficas (ver Figura).

Estas franjas, de unos 4-6 km de anchura, se manifiestan en superficie por ser zonas de concentración de aparatos volcánicos, mientras que en el subsuelo están conformadas por una densa malla de diques a la que se asocia una fracturación intensa. Tanto la intrusión filoniana como la fracturación secundaria han transmutado las características originales de la roca de caja, y el comporlamiento hidrogeológico de conjunto pasa a tener una personalidad absolutamente peculiar, sin equivalente en otro tipo de terrenos.

De acuerdo con la intensidad de los cambios operados, es conveniente distinguir varios dominios verticales dentro de cada eje: a) **núcleo y b) márgenes.** El paso de uno a otro no es un plano bien definido sino un tránsito gradual (ver el esquema de la figura).

a) En la *franja central,* con intrusion filoniana máxima, la *fracturación secundaria abierta* induce una permeabilidad fisural que atenúa las diferencias originales de comportamiento entre las diversas unidades estratigráficas.

La mayor permeabilidad está vinculada a las *grandes fisuras abiertas y* a los *diques fracturados,* que actúan como vías de drenaje rápido; ambos son subverticales y de dirección mas o menos coincidente con la general del eje. También existe una **microfracturación generalizada** que aumenta el coeficiente de almacenamiento. La agregación de fisuras abiertas, diques rotos y microfracturas contribuye a establecer una intercomunicación vertical en el dominio del núcleo.

Sin embargo, no todos los diques han sido afectados por la fracturación secundaria. Muchos de ellos conservan un carácter"entero" y se comportan como elementos de permeabilidad baja o muy baja, por lo que actúan como barreras o semibarreras que dificultan el flujo transversal del agua subterránea.

Tanto los diques como las fracturas crean un medio anisótropo al poseer una direccionalidad preferencial (paralela a la directriz general del eje en que se encuentran). El flujo longitudinal del agua subterránea encuentra pocos obstáculos, pero en sentido transversal, por el contrario, la difusividad del acuífero se reduce considerablemente. Las consecuencias de este hecho son notables:

1) la superficie freática queda sobreelevada y aumenta el espesor de la zona saturada,

2) el perfil transversal de aquella se hace escalonado, con una pendiente media muy superior a la que corresponde a la permeabilidad de la roca de caja, y

3) al hacer estimaciones globales de los parámetros hidrogeológicos, se encuentran permeabilidades muy bajas y coeficientes de almacenamiento altos.

b) En los **márgenes,** la intrusión filoniana disminuye rápidamente en densidad y la fracturación secundaria se hace más esporádica. Los diques, aunque menos numerosos que en el núcleo, pueden actuar en su mayoría como barreras que retrasan el flujo transversal (cumbremar) del agua subterránea, de modo que la superficie freática adquiere una sobreelevación considerable y el gradiente hidráulico se hace mucho mayor que el que corresponde a la permeabilidad intrínseca de las unidades estratigráficas. A diferencia del

núcleo la difusividad longitudinal y vertical del acu ífero se reduce considerablemente a causa de la menor fracturación secundaria.

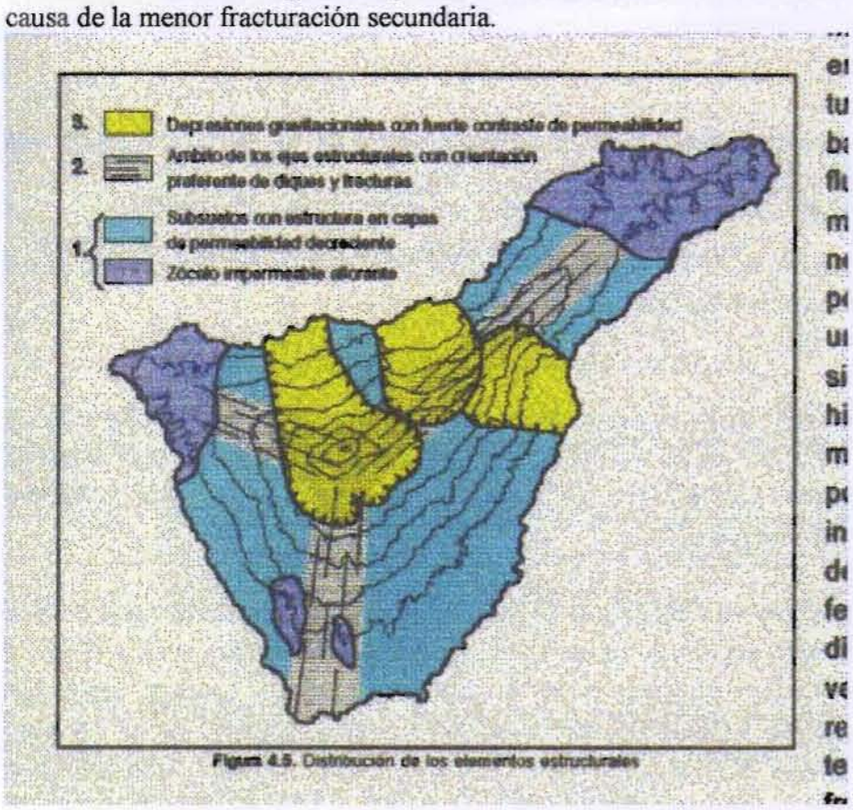


Figura 4.5. Distribución de los elementos estructurales

4.3.1.4. Depresiones de deslizamiento

Finalmente, la regularidad morfológica de la superfilcie insular está truncada por tres grandes **depresiones de desleamiento** (ver Figura) cuyo fondo, inclinado hacia el mar, queda limitado por escarpadas paredes (valles de La Orotava, Güímar y Las Cañadas-lcod). Aun cuando la formación de las depresiones no es sincrónica, su origen obedece a las mismas causas: gigantescos deslizamientos en masa ocasionados por la Inestabilidad de relieves que han crecido excesivamente en altura.

Aunque casi todo el material deslizado se derramó sobre el talud submarino, una fracción de él ha quedado retenida en el fondo de cada depresión, constituyendo un depósito brechoide muy potente e impermeable, al que se denomina **mortalón** en la terminologia local. Sobre él se disponen importantes rellenos de lavas recientes de elevadísima permeabilidad, las cuales han sido extruidas en las fases de intenso volcanismo que, como consecuencia de la súbita disminución de presión litostática, han sucedido a la formación de estas cubetas.

El dispositivo hidráulico de estas depresiones (ver el esquema 3HG de la figura 4.4) es bastante simple, formado por:

1) un basamento impermeable ("mortalón"), de superficie suavemente inclinada hacia el mar e irregular en detalle, y

2) un relleno de lavas de conductividad hidráulica muy elevada, en el que se instala la zona saturada.

Prescindiendo de algún eventual acuifero colgado, el agua de infiltración no puede ser retenida por las lavas del relleno y circula rápidamente hasta la superficie del mortalón, en donde comienza a fluir hacia el mar adaptándose más o menos a las irregularidades de aquella.

Algo diversa puede ser, sin embargo, la situación en la **región de cabecera.** En efecto, la creación de la cubeta no significa que los ejes estructurales dejen de canalizar el ascenso del magma, y de hecho se producen nuevas erupciones alimentadas por diques. La pantalla filoniana que asi se establece ejerce un efecto de freno o barrera sobre el flujo cumbre-mar del agua subterránea, lo que se traduce en una sobreelevación de la superficie freática y, por consiguiente, en un incremento del espesor saturado.

4.3.2. La zona saturada

Las aguas subterráneas de Tenerife conforman un sistema hidráulico extraordinariamente complejo. Prescindiendo de algunos acuíferos colgados, que se encuentran muy cerca de la superficie topográfica y deben su presencia a la momentánea detención de las aguas de infiltración sobre horizontes poco o nada permeables, la gran masa de las reservas hidricas se encuentra en una **zona saturada general,** comprendida entre dos superficies irregulares:

a) La supeficie freática (real o virtual), que establece el limite superior del sistema y reproduce, a grandes rasgos, la topografia de la Isla; su altura es máxima en el área de Las Cañadas y desde ahi desciende gradualmente hasta alcanzar la cota 0 en la franja litoral.

b) El *zócalo impermeable,* que es el limite inferior del sistema, por debajo del cual ya no hay reservas hidricas significativas; al contrario que la superficie freática, está fuertemente controlado por la geologia.

4.3.2.1. Superficie freática

Su forma tiende a adaptarse a la topografia aunque más suavemente que ésta; en detalle, tiene irregularidades entre las que destacan:

a) un *perfil escalonado* impuesto por los diques,

b) una *pendiente media* anormalmente *fuerte* (10-15°), y

c) un gran entrante o *depresión* en la franja correspondiente al *valle de Icod La Guancha.* La *culminación* de tal domo hidrico está situada en el *área de Las Cañadas* a unos *2.000 m* de cota.

La *geometria* en un momento dado puede ser reconstruida con precisión a causa del gran número de captaciones que la intersectan. La trascendencia de este tipo de reconstrucciones reside en dos aspectos:

· Comparando la situación actual con las precedentes puede establecerse el **volumen de terreno drenado** a lo largo del tiempo, lo que orienta sobre la **evolución** *del estado de las reservas.*
· Establecido el volumen de terreno drenado en el determinado periodo, y conocido también el volumen de agua extraído por las galerías en el mismo lapso de tiempo, se obtienen informaciones esenciales sobre algunos parámetros *hidrogeológicos* del medio físico y sobre el *funcionamiento del sistema* hidráulico, con lo que pueden hacerse *predicciones* sobre zonas en que existe un nivel de conocimiento menor.

4.3.2.2. Zócalo impermeable.

No está constituido por una unidad estratigráfica definida y su presencia depende no sólo de la naturaleza intrinseca de las rocas sino también de su estado de alteración y compactacion. Estos factores, unidos a que en la actualidad sólo es intersectado por un número relativamente escaso de galerías, hacen que conocer su geometría resulte más problemático que la de la superficie freática. Se sabe que:
· *Fuera de los ejes estructurales* coincide, en general, con los niveles inferiores de la *Serie 1*, pero a ella pueden agregarse, en ciertas zonas, otras unidades.
· *En las depresiones de deslizamiento* está conformado por el *mortalón*, que, en las porciones media y baja de estas cubetas puede tener una potencia de algunos centenares de metros.
· *En el ámbito de los ejes estructurales* no hay, aparentemente, zócalo impermeable por encima del nivel del mar. La razón de ello estriba en que la *fracturación abierta* afecta no sólo a los niveles medios y altos de la secuencia estratigráfica sino también a la Serie 1.

La *determinación precisa de la geometría* del zócalo impermeable es esencial para la cuantificación de las reservas hídricas y para poder determinar la vida útil de un gran número de *galerías.*

4.3.3. Obras de captación de agua subterránea

4.3.3.1. Tipos de captaciones

La explotación generalizada de los recursos subterráneos ha estado centrada tradicionalmente en la perforación de *galerías y pozos,* con gran predominio de las primeras sobre los segundos.

Los tipos de galerías existentes en Tenerife, su número, longitud, caudal y volumen anual extraído se resumen en el siguiente cuadro (Inventario de 1985):

GALERIAS EXISTENTES EN TENERIFE

TIPO	Número	Longitud (km)	Q #Us)	Anual (hm3)
Galerías - naciente	336	78	220	7
Galerías convencionales	494	1.490	4.900	155
Socavones	208	47	-	-
Galerias- pozo	9	6	40	1
TOTAL	**1.047**	**1.621**	**5.160**	**163**

· *Galenas - naciente.* Son el tipo más primitivo de captación. En su mayor parte se han perforado en áreas donde existían nacientes naturales con objeto de mejorar el rendimiento de éstos. El agua drenada no procede de las reservas sino de acuiferos colgados cercanos a la superficie topográfica, por lo que su caudal fluctúa con los cambios climáticos.
· *Galenas convencionales.* Son perforaciones profundas que drenan o han drenado aguas de la zona saturada general; su longitud es de 3 km por término medio, pero hay bastantes que superan los 5 km; de ellas proviene la mayor parte del agua disponible (71%).

El alumbramiento de agua tiene lugar cuando el frente de avance intersecta la superficie freática en el ámbito de terrenos permeables (lo que puede suceder"de capa" o detrás de un dique). Como la recarga natural del sistema (infiltración) es insuficiente para compensar las extracciones, la superficie freática tiende a retroceder gradualmente y es necesario seguir reperforando para mantener el volumen de extraccion. El final de la vida útil de una obra de este tipo puede llegar por dos causas:

1) la captación queda colgada por encima de la zona saturada, cuando otras obras situadas a cota inferior provocan el abatimiento local de la superficie freática (es el caso de numerosas galerías de la Dorsal NE), o

2) la captación ha atravesado todo el espesor saturado alcanzando el zócalo impermeable, de modo que ya no se puede reperforar y el caudal comienza a decrecer logarítmicamente.

· Socavones. Son galerías de corta longitud (algunos centenares de metros) que nunca han dado agua y en las que no se proyecta continuar la perforación .
· Galenas-pozo. Son obras de pequeña longitud (500 m) que para aprovechar las aguas alumbradas requieren de elevación por bombeo, ya que son captadas (mediante pozo de gran diámetro o zanja longitudinal) a menor cota que su bocamina .

Los tipos de pozos existentes en Tenerife, su número, profundidad, caudal medio y volumen anual extraido, están resumidos en el siguiente cuadro (Inventario de 1985):

POZOS EXISTENTES EN TENERIFE

TIPO	Numero	Profundidad (km)	Qm(l/s)	Extracción (hm3/año)
Pozos ordinarios	120	1,7	10	0
Pozos convencionales	286	40,5	1.200	38
Pozos - sondeo	31	9,5	350	11
TOTAL	**437**	**51,7**	**1.560**	**49**

· Pozos orrtinarios. Son perforaciones verticales de una decena escasa de metros que alcanzan el nivel saturado en la misma linea de costa, o bien explotan algún acuífero colgado sedimentario, caso de la Vega de La Laguna.
· Pozos convencionaies. Se caracterizan por un diámetro grande, de unos 3 metros, y por el sistema tradicional de perforación vertical empleado. Los productivos, que son más de cien, casi duplican la profundidad media de 100 m, y aprovechan unos 350.000 m3 de volumen anual. La amplitud de su sección transversal permite realizar galerías horizontales de fondo en el contacto con la zona saturada; éstas aumentan la superficie drenante e inducen una depresión menor del nivel para un mismo caudal de bombeo, lo cual atenúa la posible intrusión marina.
· Pozos-sondeo. Son perforaciones mecánicas (sondeos) de hasta el medio metro de diámetro que por lo general se entuban casi hasta el fondo; en su interior se dispone la bomba vertical sumergible y la tubería de impulsión. Su profundidad media es de 300 m, y los productivos extraen actualmente casi 600.000 m3/año/pozo. Su rapidez de ejecución y menor coste tienen como contrapartida la imposibilidad de realizar galerias de fondo para mejorar su rendimiento.

El régimen de bombeo de los pozos es muy desigual, variando según las zonas y las estaciones para adaptarse a las oscilaciones de la demanda de agua y a las restricciones energético-económicas.

Las figuras muestran la distribución por sectores hidrogeológicos del número total de obras, el total de obras con alumbramiento, y las extracciones, para los años 1985 y 2000 (previsión del PHI).

4.3.3.2. Proceso histórico

El uso del agua subterránea en la Isla comenzó con el aprovechamiento de las surgencias naturales o manantiales y con la extracción realizada en los pozos ordinarios. A mediados del siglo pasado el caudal aportado por los manantiales era de unos 700 l/s; estas surgencias se producian:

a) de pequeños acuíferos colgados (400 l/s),

b) como consecuencia del contacto de la zona saturada general con la superficie topográfica (150 l/s), o

c) en forma de fuentes en los escarpes costeros (150 l/s).

Desde ese momento hasta la actualidad, es posible establecer en el desarrollo de las obras de captación las cinco etapas siguientes (ver Figuras 4.6,4.7 y 4.8):

· **1a Etapa (1850-1910).** Comienza la perforación de galerias en los puntos en que es más clara la evidencia de aguas subterráneas, es decir, en las áreas en que ya existen manantiales naturales; de este modo se abren el 90% de las galerias-naciente, muchas de las cuales continúan alumbrando agua en la actualidad. Asimismo, se inicia la construcción de algunas galerias convencionales. En esta fase inicial, la zona saturada general permanece prácticamente intacta y la explotacion se limita casi exclusivamente al aprovechamiento de acuiferos colgados.

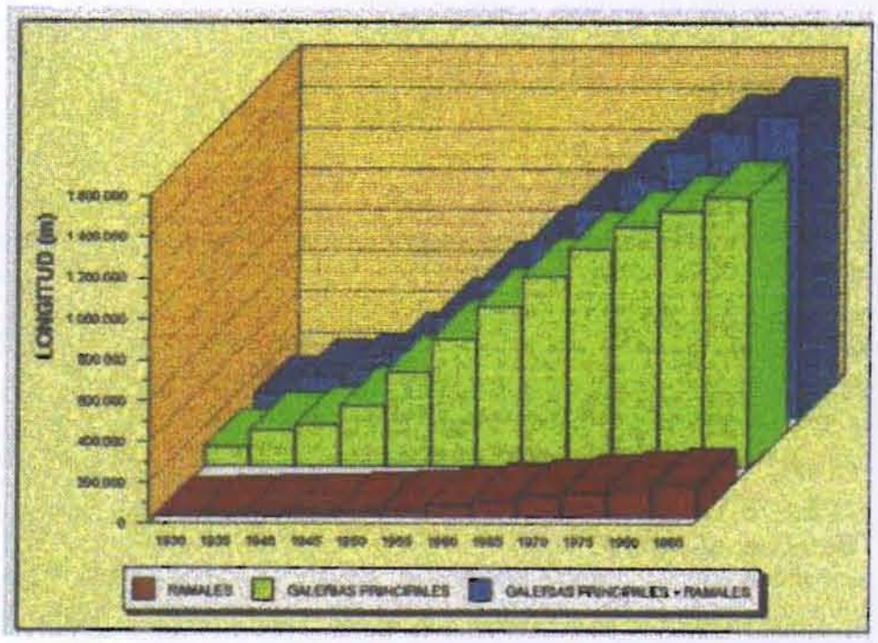
· **2a Etapa (1910-1930).** Las galerías convencionales comienzan a ser productivas, intensificándose su perforación en ambas vertientes de la dorsal NE y en el Valle de la Orotava. Con la extracción comienzan a producirse los primeros abatimientos de la superficie freática, si bien son de escasa magnitud y carácter local.

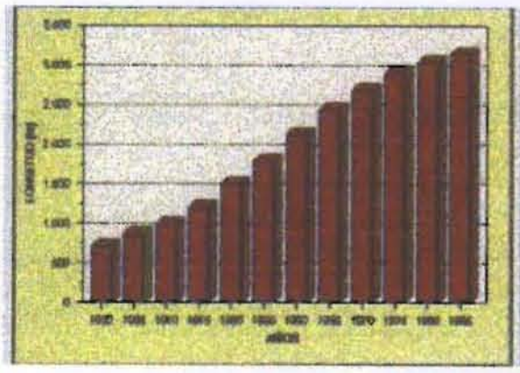
· **3a Etapa (1930-1945).** Un numero importante de las galerías iniciadas en la etapa anterior conectan con el acuífero profundo de la dorsal NE y del valle de La Orotava; en el resto de la isla las captaciones son muy escasas. En las áreas en que existe mayor concentración de galerias (Dorsal NE) la caída de nivel llega a sobrepasar los 100m

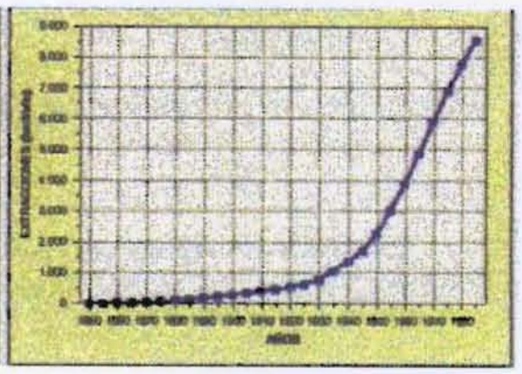
· **4a Etapa (1945-1965).** Se generaliza en toda la Isla la explotación de aguas subterráneas por medio de galerias, con lo que al final de este periodo ya habían sido descubiertas el 90% de las que existen en la actualidad. Continúa el abatimiento de la superficie freática y empiezan a quedar obras colgadas (secas) sobre la zona saturada.

· **5a Etapa (1965-1985).** La extracción de aguas subterráneas por medio de galerias alcanza el techo de su producción en el comienzo del periodo, y a partir de ese momento se inicia la disminución paulatina, pero ininterrumpida, de la producción total por este medio. En esta etapa, y sin considerar los pozos ordinarios (cuya construcción se inició en el siglo XV), se comienza y desarrolla la construcción y explotación de pozos; en la primera década los de tipo convencional y en la segunda los de sondeo, preferentemente.

En la actualidad, la elevada densidad de la red de galerías y los notables descensos en la productividad han determinado que no se soliciten concesiones para nuevas obras, siendo la tendencia general la de reperforar únicamente aquellas que mantienen buenas expectativas, así como tratar de promover la fusión entre comunidades cercanas. Por lo que respecta a los pozos, aunque ha disminuido sensiblemente el número de solicitudes, éstas continúan produciéndose para obras tipo pozo-sondeo.


LONGITUD (m)
RAMALES
GALERIAS PRINCIPALES
GALERIAS PRINCIPALES + RAMALES





Diagnóstico hidrogeológico insular

La situación general de las aguas subterráneas en la Isla está definida actualmente por una lenta pero constante disminucion del caudal total extraído y por un paulatino deterioro de la calidad del agua.

La disminución de caudales es muy patente en *las galerías,* que de un caudal total de unos 7.000 l/s a mediados de los años sesenta se ha pasado a menos de 5.000 en la actualidad. Este decremento se debe a la conjunción de diversos factores, entre los que destacan:

a) Ya han sido drenados los subsuelos más productivos y ahora se avanza en terrenos con menor capacidad de almacenamiento y más difíciles de reperforar.

b) La recarga útil por infiltración es inferior a las extracciones, por lo que éstas se consiguen a base de consumir (en mayor o menor grado) reservas y abatir progresivamente la superficie freática; el efecto inmediato es la reducción de caudal de los alumbramientos, que alcanza, salvo excepciones, a dejar secas las galerías más altas, de modo que el número de galerías productivas es cada vez menor.

c) La reperforación para seguir manteniendo la cobertera saturada, a fin de sostener el caudal del alumbramiento, sólo difiere en el tiempo el efecto anterior, hasta que se da alguna de las condiciones siguientes:

· se alcanza la otra vertiente de la zona saturada,
· se llega a un basamento de muy baja permeabilidad (zócalo impermeable),
· dificultades de técnica minera para proseguir los trabajos que hacen inviable la continuación de labores (gases, temperatura. costes excesivos),
· problemas jurídico-administrativos (autorizaciones, proximidad a otros alumbramientos, etc.).

El empeoramiento de la calidad del agua obtenida por las galerías se debe a que con la reprofundización y con la exploración de nuevas áreas se están drenando terrenos afectados por volcanismo joven, donde ha tenido lugar un fuerte ascenso de CO_2, que disuelto en el agua la hace agresiva, con capacidad para disolver minerales de las rocas. Estas aguas, cargadas de bicarbonatos alcalinos y alcalinotérreos (predominantemente sódicos y magnésicos), no son adecuadas para su empleo en bruto en la mayoría de los usos generales. Por ello, una vez alumbradas y vistas sus características, inicialmente se abandonaban o mantenían en el lugar de alumbramiento sin aprovechar; pero la creciente demanda ha hecho necesario usarlas, mezcladas con otras no mineralizadas, e incluso, ahora es rentable asumir el coste adicional de su desalación.

Ante este panorama de las galerías, la tendencia en los últimos años ha estado orientada a aumentar la explotación mediante *pozos costeros,* que, al contrario que las galerías, en lugar de consumir reservas interceptan la descarga natural hacia el mar y sólo consumen recursos. Sin embargo, y a pesar de que muchos pozos superan los 400 m de profundidad, están relativamente próximos a la línea de costa (una imposición de la acusada orografía) y en lavas permeables. Estas circunstancias físicas, unido a que por la creciente demanda se intensifican los regímenes de bombeo, llevan a que se favorezca la intrusión de agua de mar; su mezcla subterránea empeora la calidad del agua extraída por los pozos

inductores, pudiéndose llegar al extremo de inutilizarlos. Por otra parte, ya es tan alta la densidad de la red de pozos en toda la periferia insular que, la solución al decremento de los caudales de las galerias, no puede provenir sólo de un aumento de este tipo de explotaciones.

La situación extractiva general de la Isla, con un sistema de pozos y galerías cuyo número ha alcanzado prácticamente la saturación, no es grave pero sí manifiesta una clara tendencia al deterioro, que está induciendo al PHI a proponer medidas que resuelvan o mitiguen los problemas futuros. Tales medidas buscan obtener caudales de procedencia variada y, sobre todo, tratan de desactivar el actual proceso de pérdida acelerada de la calidad de agua que se usa. Las *medidas de planeamiento hidrogeológioo* más destacables son:

· Estimular la *agrupación o fusión* de entidades gestoras de galerías para mejorar y ampliar el sistema de captación en determinadas áreas.
· Orientar la gestión conjunta de los sectores con mayor explotacibn fisica para que ésta se acomode a los *objetivos de producción* de este PHI, que se han evaluado conforme con la evolución del sistema.
· Regular el **régimen *de* bombeo** *de los pozos* para que las extracciones no sobrepasen ciertos límites en el contenido de cloruros (principal indicador de una intrusión marina inducida).

Otras medidas que se proponen y corresponden a otros capítulos del PHI son:

· Optimizar la captación de *agua de* **escorrentia,** cuya excelente calidad permite, con su mezcla, aprovechar aguas subterráneas mineralizadas .
· *Reutilizar /as aguas depuradas,* preferentemente para regadio agrícola controlado .
· Investigar y aplicar la *desalación de aguas salobres* de galerías y pozos a costes razonables
· Instalar plantas de *desalación de agua de* mar para complementar el abastecimiento de algunos núcleos de población; aquellos que por su crecimiento excesivo de la demanda inducen la sobreexplotación de las zonas próximas y una pérdida de calidad en el suministro (ver Capítulo 6).

Aprovechamiento futuro de las aguas subterráneas

4.5.1. Caudales de extraccion

La realización de un modelo matemático ha permitido reproducir la evolución del agua subterránea de la Isla entre el año 1925, fecha en la que se puede situar el comienzo de la explotación intensiva de las aguas subterráneas y el momento actual. Sus resultados, obtenidos a partir de una estimación de la recarga por infiltración y de los datos históricos de extracción a lo largo del tiempo, han permitido valorar los caudales característicos del flujo en el acuífero para cada uno de los sectores hidrogeológicos.
Tales caudales son la recarga de lluvia, el retorno de riegos, el caudal de las reservas, la extracción, el caudal de salida al mar y el intercambiado con los sectores adyacentes.

Los resultados del análisis ratifican las ideas generales expuestas en el epígrafe 4.4.

En efecto, el período de máxima extracción de agua subterránea, centrado en el quinquenio 1970-75, coincide con la máxima extracción de agua de reservas e incluso con la máxima salida de agua al mar, debido a que en esos años tambien se produjeron los mayores valores de retorno de riegos. A partir de estas fechas, se produce una disminución paulatina de todos estos caudales, debidos en parte a la disminucion de extracción por la dificultad de reperforar galerías y el agotamiento en algunas zonas; disminución que no se ha podido compensar con la explotación de pozos costeros.

El descenso de las extracciones de los últimos 25 años no se ha realizado de forma uniforme en toda la Isla. Algunas zonas, como Santiago del Teide y la Dorsal de la Esperanza, concentran la mayor reducción, generalmente en los sectores altos, por disminución de la extracción por galerías. Otras aumentan notablemente, como las galerías que explotan el reservorio de las Cañadas, o la zona Sur (Arona - San Miguel) por los pozos costeros, o la zona más baja de la Dorsal NE (Los Rodeos) por pozos profundos.

El caudal procedente de las reservas tiende a aumentar con el incremento de extracciones por galerías, pero también disminuye con el decremento de éstas: el sistema busca un punto de equilibrio en que sólo se extraerían recursos. Sin embargo, el caudal de salida al mar disminuye progresivamente en todas las zonas, tanto por el aumento de la extracción en la costa como por el efecto retardado del abatimiento de niveles en cumbres, que acaban por reducir el gradiente costero.

Dada la inercia del sistema, estas tendencias se mantendrán en el próximo futuro, por lo que la situación general del acuífero seguirá marcada por la disminución de niveles (ver Figura), debida a la aportación de reservas, que si bien se reducirá, sigue teniendo un valor notable. La salida al mar se reducirá progresivamente por el aumento de la extracción costera y la disminución del gradiente general.

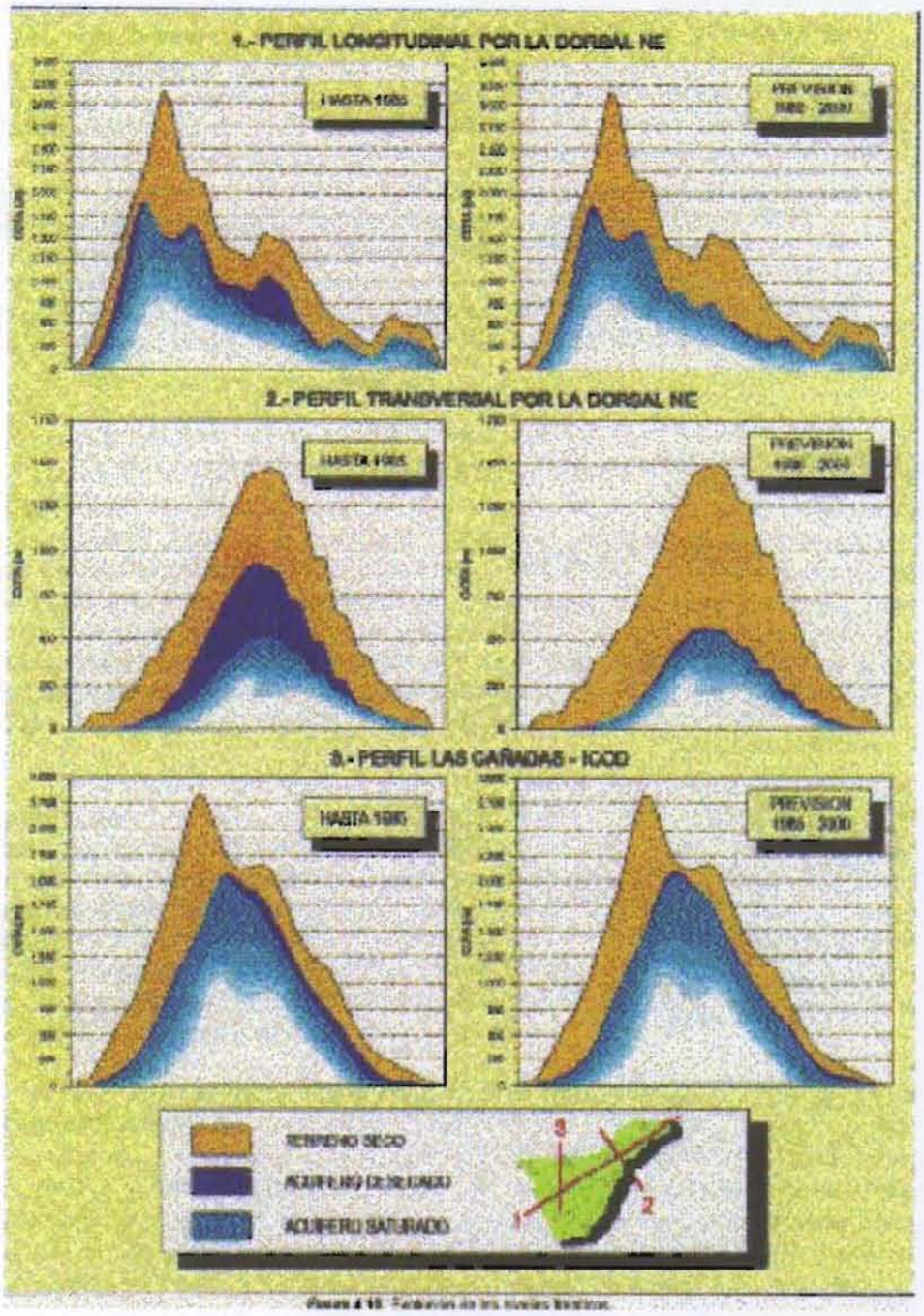
En el momento actual, la extracción total es de 211 hm3/año, 8 de los cuales proceden de galerías-naciente, 55 de pozos y 148 de galerías.

4.5.2. Calidad de las aguas

Los análisis fisicoquímicos de las aguas subterráneas de la Isla revelan la desigual presencia de sales disueltas que suponen una "contaminación" de su pureza originaria y apuntan las pautas seguidas en el proceso acaecido hasta llegar a su estado actual.

Tarea básica del *PHI* ha sido recopilar, organizar, ampliar, analizar, procesar, validar y sintetizar la información hidroquimica, sistematizándola en una *base de datos* especifica *"DHQ"),* relacionada con la de captaciones de aguas subterráneas ("CASB"); lo que ha permitido situar territorialmente el punto de extracción de cada muestra analizada. La base de datos hidroquímicos cuenta actualmente con unos 3.418 análisis, de los que se han validado 2.505 (un 73 %); el número de puntos de extracción con análisis de agua es 659 (1 punto cada 3 km) y la obra más analizada lo ha sido 38 *veces*

La explotación de esos datos se ha realizado analitica y gráficamente, relacionándola con informacion geológica, agrícola y urbana, extrayéndose las siguientes conclusiones:


1.- PERFIL LONGITUDINAL POR LA DORSAL NE
HASTA 1985
2.- PERFIL TRANSVERSAL POR LA DORSAL NE
HASTA 1985
3.- PERFIL LAS CAÑADAS - ICOD
HASTA 1985
PREVISION
1985 2000
TERRENO SECO
ACUIFERO SATURADO
1
2
3

· La contaminación de las aguas de la Isla obedece a tres tipos de causas:

· Actividad *volcanica* de los terrenos donde se encuentran.
· Penetración subterránea *(intrusión)* de agua marina.
· Recarga de sustancias *vertidas* por la actividad humana.

· La *actividad volcanica* reciente incorpora al agua, en forma gaseosa, anhídrido carbónico (CO2) y flúor (F2). El primero aumenta su agresividad sobre la roca de caja incrementando la disolución de *bicarbonatos* (HCO3-), en mayor parte sódico (Na+) por su mayor avidez y presencia en la roca; se llega a concentraciones de 2.000 mg/l de ion bicarbonato y 500 mg/l de ion sodio. El segundo adquiere forma de ***fluoruros*** (F-), alcanzando hasta 9 mg/l. Correlacionando las isolineas de ion bicarbonato con la ubicación de los volcanes que tuvieron una erupción más reciente, se confirma la coincidencia entre el máximo contenido mineral y la posición de las fisuras eruptivas.

· En el litoral de la vertiente sur, donde la extracción ha sido en los últimos años muy elevada para intentar compensar el fuerte tirón de la demanda, se aprecian claras muestras de *intrusión marina,* alcanzándose concentraciones de 2.000 mg/l de ion cloruro y 1.250 mg/l de ion sodio.

· Los vertidos al subsuelo de aguas residuales domésticas sin depurar y la percolación de aguas de riego de cultivos con abonado continuado e intensivo, son las principales causas de la presencia de *nitratos* (NO3-) en el subsuelo. En las zonas altas hay también una contaminación natural por lavado de terreno donde se desarrollan plantas leguminosas silvestres, pero su dilución en las aguas es del orden de 5 -10 mg/l de ion nitrato. En los principales valles agricolas esta concentración sube a 40 - 50 mg/l, con un caso singular de 40 -110 mg/l en el Valle de La Orotava. De los estudios realizados se deduce que la aportación de nitratos es debida en mayor medida a los fertilizantes agricolas que a las aguas fecales.

· Por lo general todas las aguas subterráneas extraídas del acuífero general, no de acuíferos colgados, presentan un alto contenido en *sílice* (SiO2), con concentraciones entre 50 -1 1 0 mg/l, revelador del largo tiempo de residencia en el subsuelo.

Diagnosticadas las causas, el pronóstico es que a corto y medio plazo las aguas subterráneas de Tenerife seguirán **empeorando cualitativamente** puesto que:

· Los efectos del volcanismo son permanentes en nuestra escala temporal.
· A corto plazo no parece factible poder reducir de forma notable la extracción de aguas salobres de pozos en el Sur.
· La percolación de fertilizantes agricolas y los vertidos de aguas residuales podrán ir disminuyendo con las medidas que se adopten para su control, pero el nivel de nitratos ya alcanzado no disminuirá en mucho tiempo.

4.5.3. Estrategias de explotación

4.5.3.1 Criterios generales

Las características hidrogeológicas de Tenerife, junto con la larga historia de explotación de sus aguas subterráneas, definen una sistema muy desarrollado en el que cualquier actuación debe considerar los perjuicios que pueden producirse a los usuarios actuales. Por otra parte, el sistema tiene una notable inercia que impide obtener respuestas inmediatas a las medidas a aplicar.

Por ello el PHI asume como *criterios generales* para la explotación futura:

· la agrupación de captaciones,
· la no afección a alumbramientos preexistentes por captaciones no agrupadas con los mismos,
· la corrección gradual de los problemas que se presenten.

La intervención de la Administración Hidráulica debe estar centrada en fomentar el primero, controlar el segundo y adoptar las medidas procedentes en el tercero, velando por el desarrollo de la política específica que defina el Consejo Insular.

4.5.3.2. Agrupación de captaciones

La Ley de Aguas de Canarias contempla (art. 26) tres modalidades para la agrupación o concentración de comunidades existentes:

a) fusión,
b) consorcio y
c) agrupación simple.

Asimismo, prevé la concentración de captaciones por áreas en comunidades únicas (arts. 87 y 88), la posibilidad de que el Consejo Insular condicione el otorgamiento de nuevas concesiones a esta concentración y el fomento (ayuda técnica y estimulos a programar) por la Administracion Hidráulica en los casos recomendables.

En Tenerife, a tenor de lo expuesto en este capitulo del PHI, es deseable llegar a la modalidad de "fusión" de captaciones a nivel de "sector hidrogeológico"; pero este proceso, que tiene que ser voluntario, requiere una fase previa de aproximación y autoconvencimiento de las comunidades implicadas hasta su maduración. Es previsible que el proceso de agrupación de Comunidades se realice en varios escalones, comenzando por áreas más reducidas y limitándose a pocas captaciones próximas que tienen una problemática similar e interdependiente; toda iniciativa de agrupación, cualquiera que sea su modalidad y dimensión, es positiva y debe ser apoyada y estimulada.

Las medidas para "proteger cautelarmente" los alumbramientos de comunidades no agrupadas, serán un gran condicionante para poder realizar cualquier actividad en el entorno, lo que propiciará la concentración de captaciones.

expresada en metros). El límite de su espacio cautelar de protección se debe configurar como la envolvente de los correspondientes a los sucesivos alumbramientos puntuales equivalentes.

· La distancia minima en planta para proteger los alumbramientos se debe fijar en 200 metros, aplicable a los menores alumbramientos susceptibles de consideración.

· La distancia máxima en planta para proteger alumbramientos se debe fijar en 2.000 metros, aplicables a alumbramientos iguales o superiores a 1.576.800 m3/año, equivalentes a 50 litros por segundo (375 pipas por hora).

· Entre los valores extremos anteriores, la distancia de protección en planta a igualdad de cota se debe determinar mediante una función del caudal del alumbramiento, que, además de pasar por los puntos extremos ya indicados, dé quinientos 500 metros para un caudal de 5 litros por segundo (37,5 pipas por hora). Su expresión matemática resulta ser:
D = - 0.5486 Q2 1 *63.5045 Q 1 196.1917*

donde:

D = distancia de protección en metros (m) q = caudal del aiumbramiento expresado en litros por segundo fi/s)

· En alzado la distancia de protección en la vertical de un alumbramiento debe ser un tercio (113) de la que corresponda en planta a igualdad de cota, con los valores extremos: mínima de 100 y máxima de 300 metros.

· En los alumbramientos en acuíferos o bandas costeras no deben aplicarse los criterios anteriores. El espacio de protección de cada alumbramiento se debe fijar entonces atendiendo a la intensidad (caudal por kilómetro de costa) del flujo subterráneo al mar, el grado de captación del mismo mediante los alumbramientos ya existentes y los indicadores de intrusión marina (concentración de ion cloruro) que se detecten en las aguas alumbradas.

· Para el caso de obras autorizadas y no ejecutadas que todavía tengan vigente dicha autorización, aun cuando no correspondan a alumbramientos reales sino hipotéticos, se debe mantener la protección cautelar que tradicionalmente había venido estableciendo la Administración Hidráulica (1.000 metros en planta y 200 metros en alzado) mientras esté vigente la autorización y no se hayan realizado las obras; en cuyo caso se evaluaría, como función de los aprovechamientos reales que se vayan produciendo, según su caudal y posición.

· Estos criterios generales pueden ser "particularizados" y modificados por áreas y sectores hidrogeológicos a tenor de la evolución del grado de explotación del acuífero correspondiente, según constatación o predicción técnica de la Administración Hidráulica.

A pesar de la aparente dificultad para llegar a delimitar, en un caso concreto, el correspondiente ECP por aplicación de todos estos criterios, la determinación es inmediata auxiliándose del gráfico adjunto (ver Figura).

4.5.3.4. Control de la sobreexplolacion

La situación de hecho del sistema es de sobreexplotación fisica generalizada, en mayor o menor grado según sectores; si bien es cierto que está remitiendo por la propia reducción del aprovechamiento con que reacciona el propio sistema. No es posible tomar medidas que mejoren a corto plazo dicha situación sin producir perjuicios excesivos. Por ello, no se considera oportuno declarar, en el momento actual y como actuacion propia del PHI, la sobreexplotación de ninguna zona o sector. Esta decisión se pospone a actuaciones futuras del Consejo Insular del Agua según el procedimiento establecido (arts. 45 a 48 de la Ley de Aguas).

4.5.3.5. Control de la salinización

A diferencia de la sobreexplotación, sólo se puede hablar de salinización en algunas zonas costeras, para las que, por las razones expuestas en el apartado anterior, tampoco se considera oportuno hacer ninguna declaración de acuífero en vias de salinización, remitiendo la posible decisión al criterio del Consejo Insular del Agua (art. 49 de la Ley de Aguas).

4.5.4. Pronóstico por zonas

Las ideas expuestas en el epígrafe 4.5.3 se han valorado cuantitativamente, en términos de extracción por zonas, hasta el año 2000, con unas hipótesis de reperforación de galerías y explotación de pozos coherentes con la estrategia de explotación que parecia más razonable.

El modelo del flujo en la Isla ha permitido estimar la evolución futura de niveles y caudales para las citadas extracciones. La respuesta obtenida indica que el sistema no es capaz de mantener las extracciones previstas en principio, a pesar de ser bastante inferiores a las actuales. La reducción respecto a la situación actual se puede cifrar en unos 30 hm3/año. La evolución esperada de las extracciones por zonas es irregular. Las reducciones más fuertes se darán, según las hipótesis manejadas, en las zonas de Santiago del Teide y Orotava-Fasnia, mientras que Las Cañadas podrá aumentar debido a la explotación de su reservorio.

El plano muestra los caudales circulantes en el horizonte del año 2000 según la estimación del modelo, que puede compararse con el momento actual. El pronóstico ha concluido estimando por sectores hidrogeológicos para el año 2000:

a) el número de captaciones,

b) el número de alumbramientos y

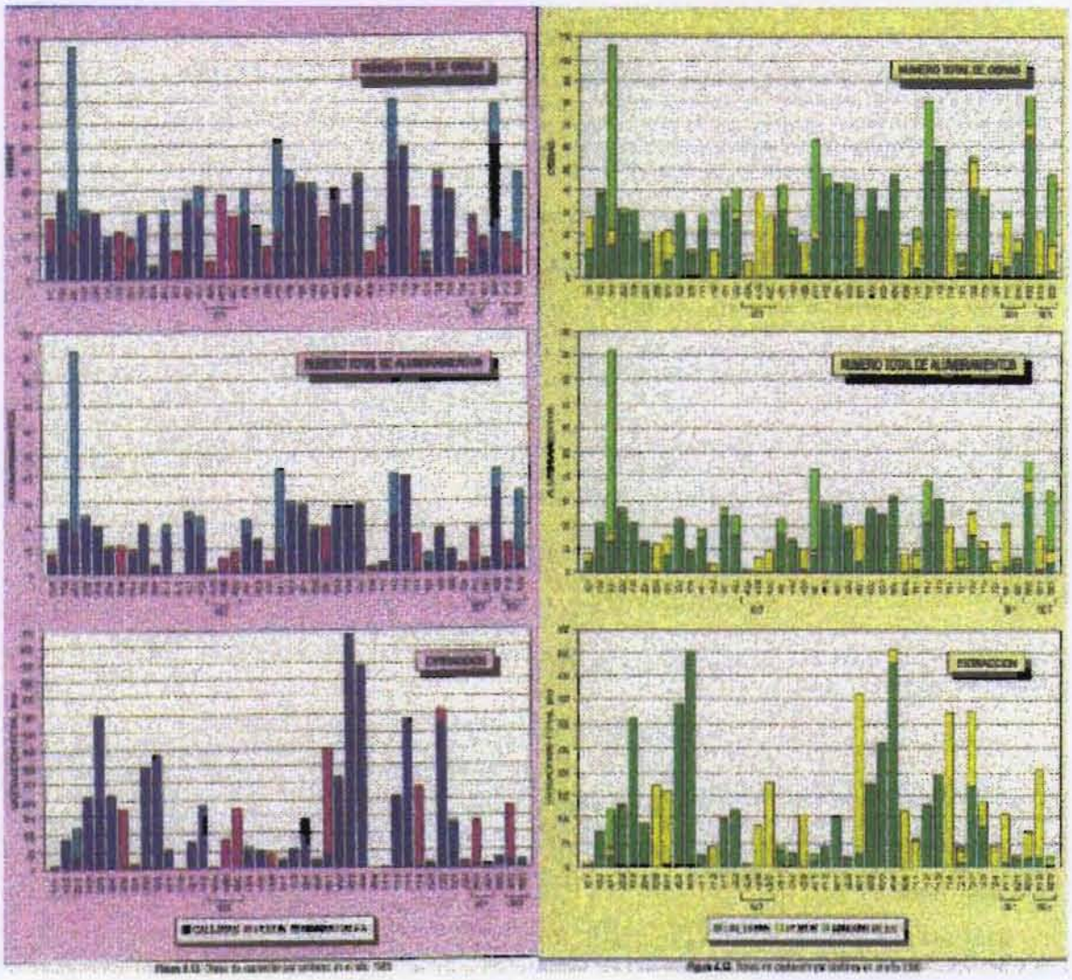
c) el caudal de extracción

Los valores obtenidos de dicha estimación se renejan gráficamente en la figura adjunta

La evolución de la calidad del agua extraída no se ha podido estimar numéricamente, debido a la complejidad del problema y la escasez de datos para ello. Sin embargo, es seguro que sufrirá un deterioro progresivo, tanto en las galerías, por la mayor antiguedad y profundidad del agua, como en los pozos, por el peligro de salinización. Pueden ser excepción algunas zonas costeras poco propensas a la salinización, donde la extracción de una mayor proporción de agua más reciente, no procedente de reservas, puede alcanzar localmente mejor calidad.

Medidas para controlar y corregir la contaminación

La contaminación natural por la *actividad volcánica* sólo cabe detectarla, evaluarla y corregir sus efectos "a posteriori". Los mapas de isolíneas hidroquímicas son un buen instrumento para la primera tarea; la Administración Hidráulica debe seguir ampliando y actualizando la base de datos DHQ y revisar periódicamente los mapas de isoconcentraciones. La corrección de las aguas alumbradas, adaptando su composición a la calidad requerida para cada uso, puede realizarse por mezcla o por tratamiento fisicoquímico; entre las actuaciones del PHI se incluyen ambos tipos de medidas (ver Aprovechamiento de aguas superficiales y Desalación de aguas salobres), para los casos en que se justifican (salubridad o rentabilidad) sus costes adicionales.



La corrección de la intrusión salina requiere de una reducción de las extracciones que la indujeron. La via administrativa para hacerlo ya ha sido expuesta y desaconsejada para el momento presente. La forma más eficaz parece ser la aportación de nuevos recursos (por ejemplo reutilización de aguas depuradas) de mejor calidad a la zona y orientar a que los excesivamente salinos queden fuera de mercado y uso por su mala calidad; se debe complementar con inspecciones administrativas para disuasión y control de las captaciones con extracción excesiva.

La contaminación por nitratos se reducirá en la medida en que lo hagan la incorporación de fertilizantes agrícolas y los vertidos de aguas residuales. En el caso del Valle de La Orotava, donde más acusado es el fenómeno, la reducción de fertilizantes va siendo un hecho al ir disminuyendo los cultivos agrícolas y la de vertidos se corregirá con la extensión del servicio de alcantarillado a todo el Valle; el problema sanitario de incorporación de nitratos al abasto urbano se solventará mediante una mayor dilución de las aguas contaminadas y con la entrada en funcionamiento de una planta de tratamiento en la Vera , que inicialmente tendrá carácter experimental.

La normativa de *vertidos* pretende controlar y evitar la incorporación de otras sustancias indeseables al subsuelo insular. Especial atención se debe mantener en las áreas industriales, vertederos de residuos sólidos y ubicación de plantas de desalación o tratamiento (vertidos de salmueras).

Actuaciones relativas a la gestión

Las actuaciones propuestas están regidas por los principios señalados antes al definir la estrategia de explotación. La base de estos principios es que la gestión de las aguas subterráneas de Tenerife ha sido y seguirá siendo realizada esencialmente por la iniciativa privada, que actúa en función de las tendencias del mercado libre.

En las NORMAS se detalla cuál debe ser la intervención de la Administración que, concretamente, sigue las líneas marcadas por los Decretos 152/1990, 177/1990 y 186/1990 de la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Aguas del Gobierno de Canarias.

Las Normas instrumentan separadamente:

· *Aprovechamientos reconocidos o legalizados por las disposiciones transitorias de la Ley de Aguas de Canarias.*
· normativa para las captaciones en efectiva explotación, totalmente ejecutadas y ajustadas a la autorización.
· ídem para las captaciones en ejecución y sin obras ilegales
· ídem para las captaciones en efectiva explotación o en ejecución y con derivaciones y excesos respecto a la autorización
· de obras para el mantenimiento de caudales en obras existentes

· *Concesiones de obras nuevas*
· *Aforos y controles técnicos.*
· *Registro de Aguas públicas*

· inscripción de las concesiones, autorizaciones y permisos
· registro de los derechos que traigan causa con la legislación anterior
· inscripción de pequeños aprovechamientos.

· *Catálogo de aguas privadas*

Inversiones específicas programadas

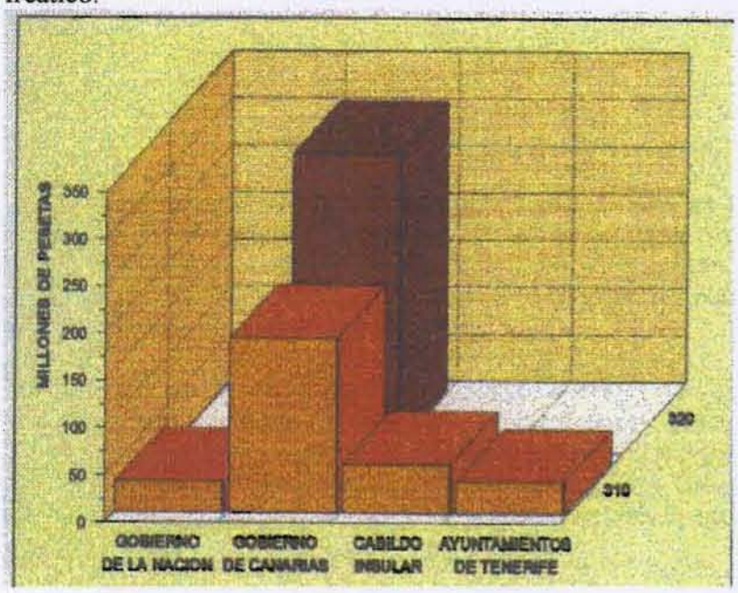
Las inversiones para captación de aguas subterráneas seguirán siendo en su mayor parte privadas, acorde con su titularidad y modalidad de gestión. No se han programado las *ayudas* con destino a estimular la afluencia de capitales privados por entender que deben establecerse desde una perspectiva socioeconómica más amplia y dentro de una política regional de apoyo a este sector.

Las *inversiones públicas* relativas a planeamiento hidrogeológico se recogen en dos programas de actuación:

· 310 Captación de aguas subterráneas, y
· 320 Control y conservación de acuíferos.

El primero incluye la ejecución de 4 pozos, con sondeos exploratorios, ubicados en áreas infraexplotadas y sus dotaciones para elevación de las aguas alumbradas.

El segundo comprende 4 actuaciones con ejecución de sondeos profundos de investigación en Las Cañadas y en las tres depresiones de deslizamiento (Valle Icod-La Guancha, La Ortotava y Güimar) y su instrumentación para medida y control del nivel freático.



Demandas sectoriales y balances hidráulicos comarcales

Las cifras de la demanda constituyen un dato objetivo del Trabajo, que no se tratan de modificar con las actuaciones incluídas en él. Este ha sido un criterio general empleado en el análisis de las necesidades actuales y futuras de agua en Tenerife.

Unicamente en el caso de la demanda urbana, - en concreto de la parte de ésta que se corresponde con las pérdidas en las conducciones y las redes de distribución- hay actuaciones destinadas a modificar esta demanda en el futuro. Es evidente que estas pérdidas son objetivamente negativas y que, por otra parte, corresponde a este documento el incluir medidas y criterios para reducirlas lo más posible.

En estos términos, la metodología empleada para establecer las cifras que se reflejan sintéticamente en este capitulo ha consistido en la realización de un análisis objetivo de los datos disponibles sobre consumo de agua en diversos sectores y ámbitos territoriales, la consideración de la evolución de estos datos en el pasado inmediato y la deducción de las tendencias futuras, sobre la base de criterios de aplicación y comprensión sencilla, en la mayor parte de los casos de carácter estadístico.

Este planteamiento no ha evitado la necesidad de un trabajo ímprobo en la recopilación, análisis crítico y homogeneización de los datos. Estas tareas se han limitado hasta el punto en que el aumento marginal de conocimiento deja de compensar el esfuerzo necesario para obtenerlo.

En base a estos datos desagregados sectorial y territorialmente, complementados con los de utilizacion de los canales generales, se han obtenido los balances hidráulicos comarcales y el insular que los resume. Estos balances permiten calificar cada comarca hidráulica por su especialización hidráulica (productora según el tipo de obra predominante o/y consumidora según los usos mayoritarios) y su resultado deficitario o excedentario.

Comarcalización hidráulica de Tenerife

Para el análisis de demandas sectoriales y el establecimiento del balance interterritorial,se ha configurado una zonificación o comarcalización de Tenerife, que ha servido de marco de referencia de este trabajo. Sus objetivos han sido los siguientes:

· Permitir la desagregación de las cifras finales en función del territorio, lo cual facilita su análisis y la identificación de tendencias, que pueden ser diferentes para cada comarca.
· Obtener cifras que permitan también analizar la red de básica de conducciones generales, que se debe regular, y cuya misión es precisamente la de corregir los desequilibrios regionales entre recurso y demandas.

· Orientar y organizar los trabajos de recopilación de datos que en muchos casos se extraen de estadísticas estructuradas territorialmente (generalmente por ámbitos municipales).

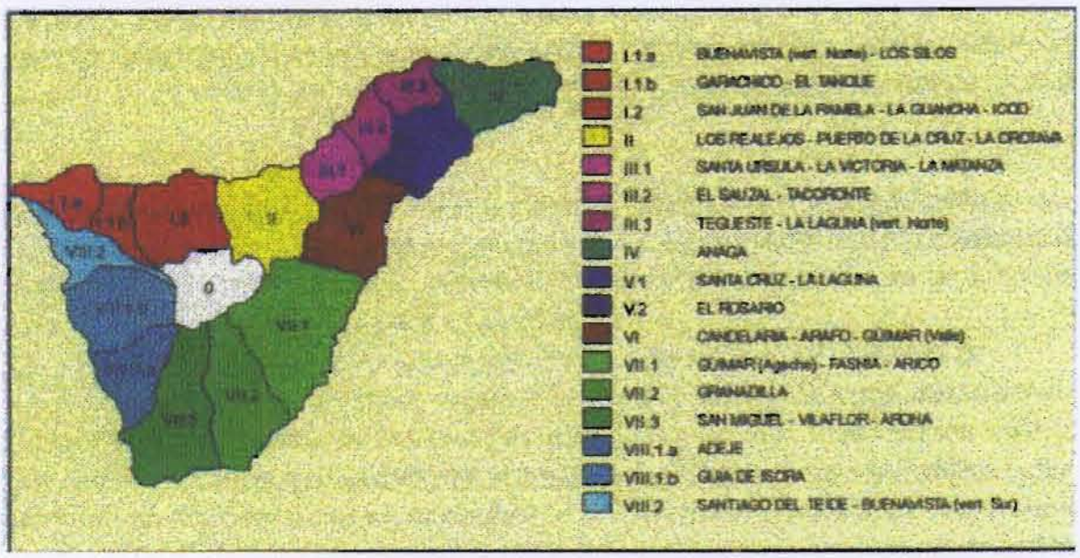
Atendiendo al cumplimiento de estos objetivos, la comarcalización se ha llevado a cabo teniendo en cuenta los aspectos siguientes:

· Ia diferente localización y peculiaridades territoriales de la oferta y demanda de agua.
· Ia red de conducciones existentes y los trasvases.
· Ia estructura estadística de los datos que se Precisan.

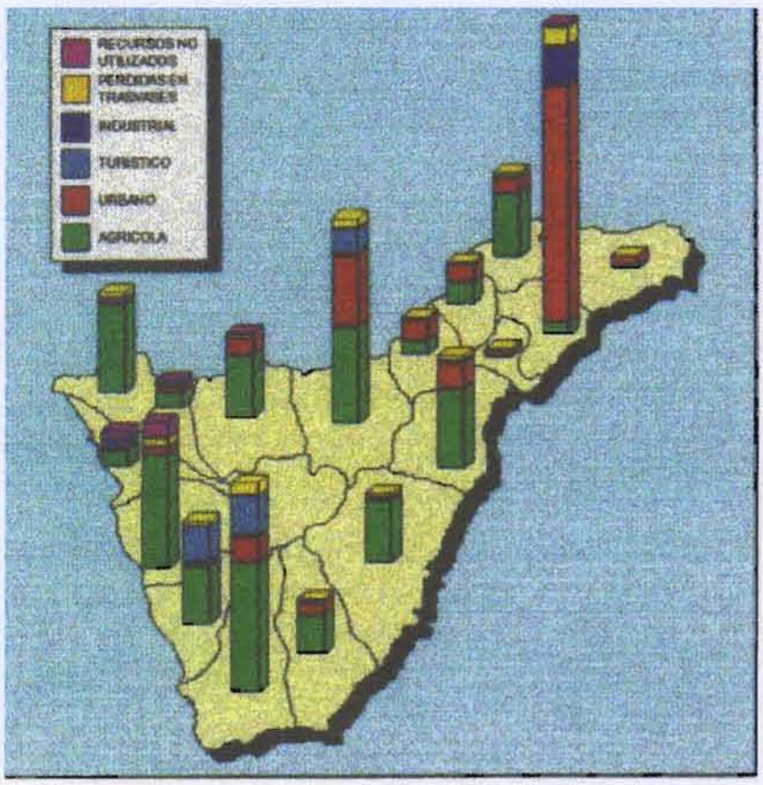
Así, la predominancia de producción o consumo de agua ha dado lugar a las zonas primarias (en número de 8), algunas de las cuales se han dividido a su vez en subzonas en razón de otras características como cultivos, climatología, arranque o fin de canales importantes de trasvase, etc. Por último, los sectores hidráulicos o comarcas básicas permiten descender a un mayor nivel de desagregacion en la obtención de los datos y su tratamiento.

Esta partición territorial no debe confundirse ni entremezclarse con la "zonificación hidrogeológica" ya que las circunscripciones de esta última sólo se referían al medio hidrológico subterráneo y a la localización inmediata de los alumbramientos, mientras que en la que nos ocupa se tienen en cuenta aspectos muy distintos, como la localizacion de los puntos reales en los que el agua llega a la superficie (bocaminas), el mercado del agua y sus usos, etc.. La coexistencia de ambas zonificaciones es necesaria e imprescindible, ya que el medio geohidrológico tiene unas fronteras físicas en el cambio de sus parámetros y características de explotación que nada tienen que ver con los llmites municipales y comarcales con los que varía la actividad económica del agua. Ambas divisiones son pues necesarias, complementarias y compatibles, y no se debe renunciar a ninguna de ellas.

Como se refleja en la figura, el consumo de agua - que alcanzó en 1991 un total insular de unos 207 hm3/año - se reparte desigualmente entre las distintas comarcas. Las diferencias - que tienen sus valores extremos en las comarcas contiguas V.1 (Santa Cruz - La Laguna) y V.2 (El Rosario) - son manifiestas también en los usos a los que se destina el agua.



Destaca el gran consumo en abastecimiento urbano del área metropolitana Santa Cruz- La Laguna y el Valle de la Orotava. El mayor consumo turístico se localiza en las comarcas de Adeje y San Miguel-Arona, además de Los Realejos- Puerto de la Cruz-La Orotava.



En el resto de las comarcas el agua consumida se reparte casi únicamente entre la agricultura y el abastecimiento urbano. Excepcionalmente, en las comarcas de Granadilla y Candelaria-Arafo-Güimar aparece con una cierta importancia la demanda industrial. Esto se debe a que la industria en la isla, aparte de ser muy escasa está concentrada en estas dos comarcas casi exclusivamente, aparte de la capital.

La demanda de agua para uso agrícola es pues la de mayor magnitud en la mayoría de las comarcas y es también la que presenta menores diferencias entre éstas. En cualquier caso, es evidente que el tipo de uso a que se destina el agua, es un aspecto diferenciador y determinante de las cifras globales de consumo; por ello, también se ha considerado como criterio de desagregación en todos los estudios del PHI, como refleja el apartado que sigue.

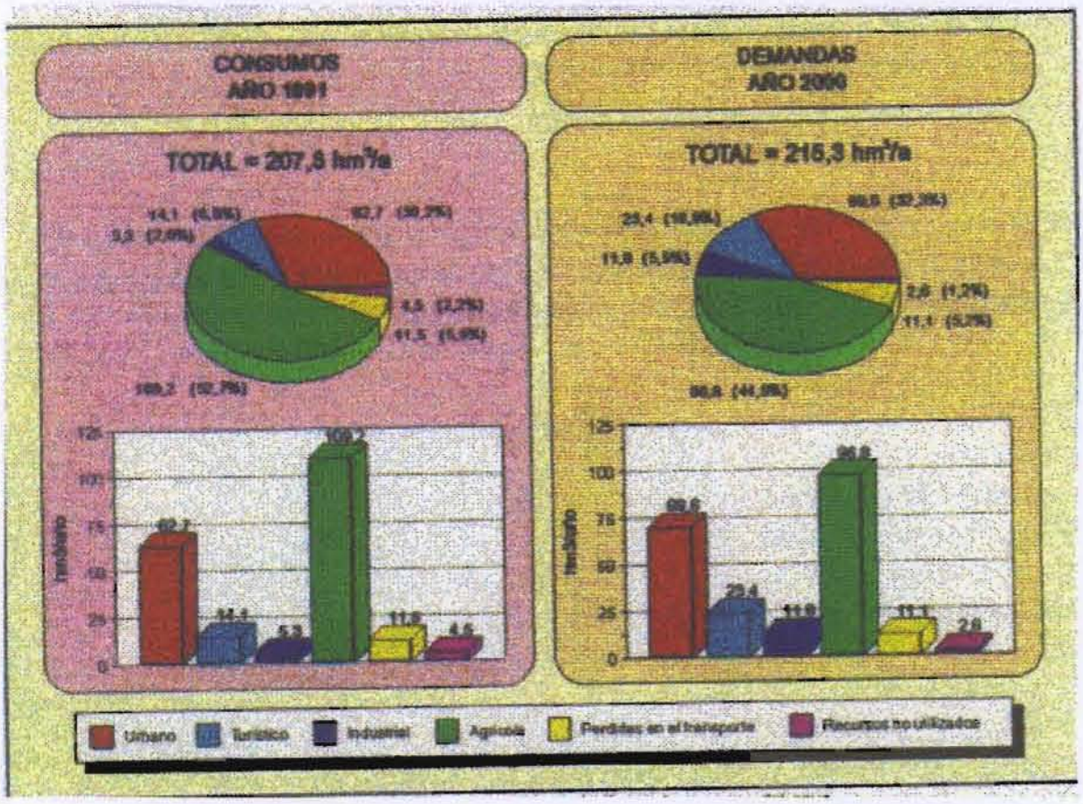
Tipificación de los usos del agua

Se ha dividido el consumo de agua en la isla de Tenerife, en función del uso, en los cuatro grandes grupos siguientes:

- Consumo agricola
- Consumo industrial
- Consumo urbano
- Consumo turístico

Los tres primeros son clásicos en los trabajos de planificación hidrológica en Esparia, de tal manera que la Ley de Aguas de 1985 y la propia Ley de Aguas de Canarias consagran su tratamiento independiente, incluso a efectos de prioridad en el servicio. En lo que se refiere al consumo turístico, suele incluirse en el urbano, dado que la infraestructura que precisa es muy análoga y que, en muchos casos, se atiende desde los servicios municipales de abastecimiento. Para Tenerife, sin embargo, es evidente la necesidad de considerarlo de forma independiente. En primer lugar, tiene una gran importancia relativa, dada la que tiene a su vez este sector en la economia de la isla. En segundo término, en la mayoría de los casos, se sirve con redes diferenciadas de las de los municipios en los que hay un servicio común, las tarifas no suelen serlo. Por último su tendencia evolutiva no puede enmarcarse en un análisis global de aumento futuro de la población, sino que sigue pautas muy diferentes.

Esta clasificación se ha tenido en cuenta en todos los estudios del plan, considerando también, como elemento imprescindible para asegurar la posibilidad de comprobar el cierre de los balances, las perdidas en el transporte y los recursos no utilizados. Los estudios evaluativos de la magnitud de los consumos y demandas por cada uno de estos usos aportan los valores que se resumen en la figura.



Los apartados que siguen reflejan las conclusiones y una síntesis de los datos recogidos para cada uno de estos grupos de usos. El último los agrupa todos ellos a través del balance citado y elabora un conjunto de conclusiones globales que han orientado las estimaciones posteriores en relación con el aprovechamiento de los recursos, las necesidades de producción industrial del agua o de reutilización y las infraestructuras necesarias, que han orientado todo el resto del plan.

Demanda para abastecimiento de poblaciones (urbana)

Dentro de este epígrafe, el se ha considerado exclusivamente el consumo generado por la población residente, el debido a los usos municipales y las pérdidas en sus depósitos y redes de distribución. Las cifras de partida se centran, como es habitual, en las de población y dotación. Las primeras se han tomado de los sucesivos censos y padrones municipales, incluyendo las modificaciones y correcciones que han afectado a estas estadisticas. En lo que se refiere a la dotación, se ha partido, a su vez, de las contabilidades de los distintos municipios, ya que en Tenerife, el abasto urbano ha sido, al menos hasta el momento actual, un servicio ejercido con total autonomia por los Ayuntamientos.

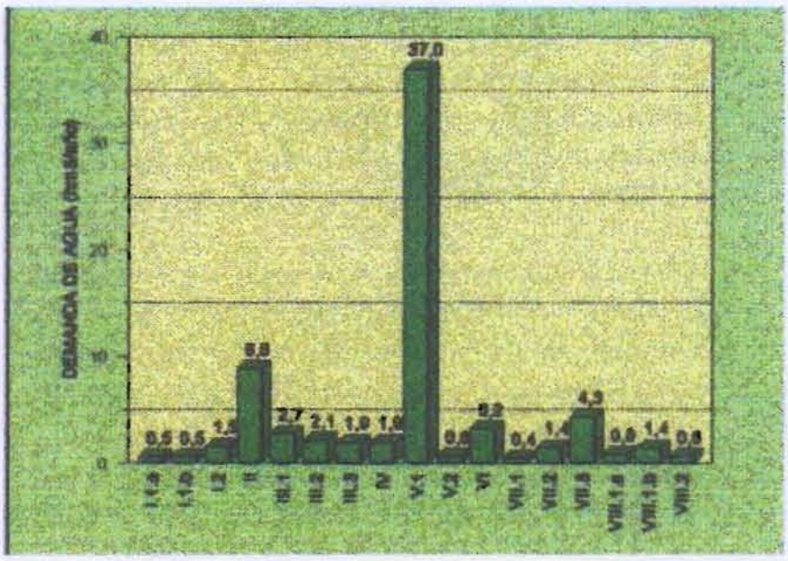
En lo que se refiere al primero de los aspectos citados, la población residente total en la isla en 1986 era de 603.592 habitantes. Esta cifra responde, por otra parte, al censo del año citado, que sufrió una corrección de relativa importancia posterior a su primera elaboración. Por otra parte, se ha contado también con los datos censales de años anteriores. Con todos ellos se ha podido realizar una estimación estadistica, basada en la correlación lineal, a partir de la cual se ha deducido el incremento teórico hasta 1991, año base del Plan y hasta el 2000, año horizonte. Los resultados implican una población total de la isla de 776.000 habitantes.

Para la obtención de la dotación, se ha contado con dos datos básicos para cada municipio, el agua suministrada a la red y el agua facturada, cuya diferencia, lógicamente, es debida a las pérdidas y a los consumos clandestinos o simplemente no contabilizados. Su tratamiento ha pasado por las siguientes fases:

· División del agua facturada en la suministrada a la población residente y la de servicio de establecimientos turísticos. Se ha llevado a cabo partiendo de una dotación turistica media de 238 litros por cama y dia y de 82 litros por pemoctación y teniendo en cuenta las estadísticas del sector turistico sobre plazas e índice de ocupación de las mismas.
· Estimación, para cada municipio, de la dotación media en el año base teniendo en cuenta tan sólo el agua realmente facturada a la población residente.
· Consideración de un incremento progresivo de esta dotación de un 1% anual acumulativo, hasta el año horizonte.

La combinación de esta dotación con la población anterior ha permitido obtener las cifras de consumo urbano para el año 2000. Hay que destacar, sin embargo, que estas cifras así calculadas no tendrían en cuenta ninguna pérdida, lo cual es impensable, a pesar de las previsiones que el propio Plan contiene sobre mejora de las redes de distribución, las conducciones principales y los depósitos. Por ello, se ha tomado un valor medio de pérdidas y agua no facturada, del 23%, ya que éste es el objetivo del Programa de Abastecimiento que se trata en apartados posteriores, incrementando consecuentemente los resultados anteriores.

Con todo ello se llega a una previsión de demanda global para el conjunto de la isla, de 69,6 hm3 por año, (un 11% más que los 62,7 hm3/año de 1991) distribuidos como indica la figura. Estas cifras son las que han servido como base, tanto para la construcción de los balances hidráulicos del año horizonte como para el dimensionamiento de las infraestructuras previstas en los programas de abastecimiento y saneamiento de poblaciones.



Demanda agrícola

La agricultura de regadío en la isla de Tenerife es la principal consumidora del agua producida. Así, la demanda de agua para uso agrícola en el año 1991 ascendió a 109,2 hm3/año, lo que supuso el 52,7% del consumo total en dicho período. Por otra parte, este sector es claramente regresivo, tanto como consecuencia de la previsible disminución de las ayudas y protecciones comunitarias como por el propio encarecimiento del agua al entrar en competencia con el riego otros usos para los que el coste del agua tan sólo tiene un carácter marginal.

La cuantificación de este grupo de demandas se ha llevado a cabo a través de la consideración coordinada de la superficie cultivada y de la dotación o consumo unitario. Se han considerado independientemente los siguientes grupos de cultivos:

- Platanera
- Frutales
- Hortalizas para exportación
- Flores y plantas ornamentales
- Viñas
- Papas
- Huertos familiares

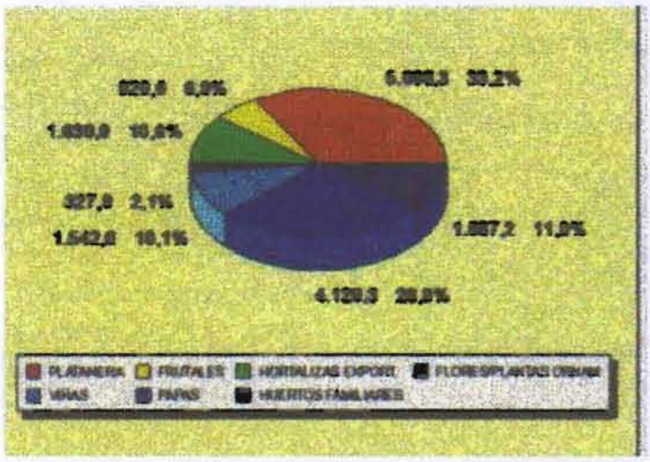
Para cada uno de ellos se ha analizado en primer lugar el consumo actual, a traves de la consideración de la superficie plantada y del consumo unitario. En una segunda fase se han analizado las tendencias futuras. teniendo en cuenta también los dos factores anteriores, ya que no sólo se está experimentando una variación en la superficie plantada sino también

en los métodos destinados a reducir las dotaciones necesarias.

Hay que destacar que con referencia a la demanda agrícola se ha tomado 1986 como año base de cálculo, ya que es para este año para el que se cuenta con un mayor número de datos fiables. En cuanto a la evolución futura, se ha tomado como referencia el año 1997, ya que constituye un punto clave en la evolución del sector al finalizar el período de convergencia previsto en el Tratado de Adhesión a la CEE, y por tanto un período en el que las condiciones de acceso de las producciones agrícolas canarias a los mercados comunitarios son conocidas. Las cifras de los años que delimitan el ámbito temporal, 1991 y 2000 se han obtenido por interpolación y extrapolación en relación con 1986 y 1997.

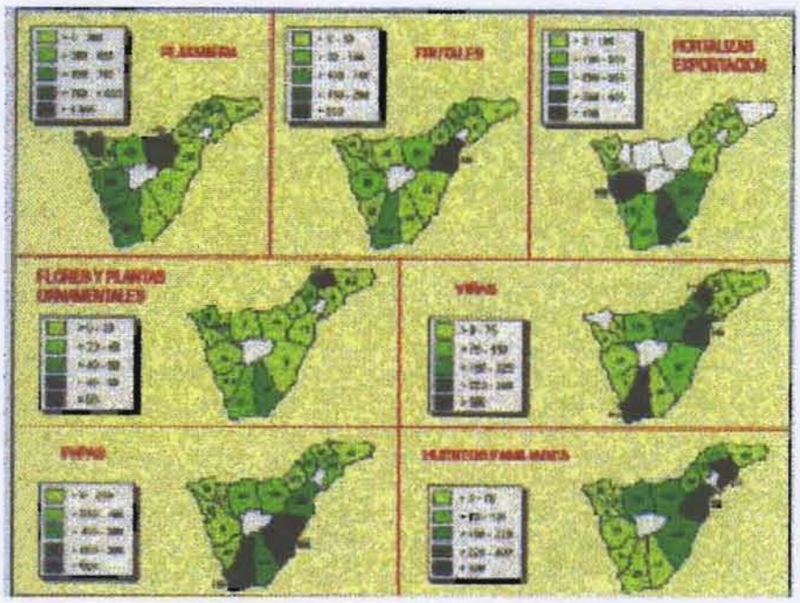
Superficies de cultivo en 1986

Para la ubicación y cuantificación de las superficies de cultivo se han tomado como bases de trabajo el vuelo realizado sobre la isla efectuado en Marzo de 1986 y el "Censo de plantaciones frutales y viñedo y diseño de encuestas de la Comunidad Autónoma de Canarias" auspiciado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en 1987. Se han tenido en cuenta asimismo los resultados obtenidos en el "Estudio de los Consumos y Necesidades Hídricas Agrarias en las Islas Canarias" que forma parte del "Proyecto Canarias Agua - 2000", así como los datos suministrados por la Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca del Gobierno de Canarias, todo ello complementado con el apoyo de campo necesario.



Partiendo de todos estos antecedentes y trabajos específicos, se han obtenido las superficies de los distintos cultivos por comarcas hidráulicas, municipios y cotas para 1986. Integrando estas cifras de acuerdo con el primero de estos criterios se obtienen las que se reflejan en las figuras. De ellas se deduce inmediatamente que el cultivo al que se dedica mayor superficie es el de la platanera, que engloba tanto los plátanos al aire libre, como los cultivados en invernadero y que abarca el 33% de la superficie destinada a la agricultura.

Le sigue en importancia el cultivo de papas, con casi un 30% de la superficie de cultivo. Para las hortalizas destinadas a la exportación, los huertos familiares y la viña se destinan superficies similares, cercanas al 10%. Las superficies destinadas a frutales y a flores y plantas ornamentales son las menores, con porcentajes del 6 al 2 por ciento respectivamente.



Consumos unitarios en 1986

Para la determinación de los consumos unitarios de los diferentes cultivos o agrupaciones, se ha partido como documento básico del Proyecto Canarias Agua-2000 mencionado anteriormente. Se han utilizado asimismo los resultados de las encuestas realizadas entre los agricultores, especialmente en relación con el cultivo de platanera y expresamente para el método de riego por aspersión y en el cultivo bajo invernadero. El primero, ya que existe una tendencia clara a que vaya sustituyendo a los restantes, y el segundo, al tratarse de un sistema nuevo en plena expansión. Un resumen de los resultados de este trabajo se refleja, para los siete grupos de cultivos mencionados anteriormente, en la figura

Consumos totales en 1986

Aplicando los consumos unitarios a las superficies de cada cultivo se obtienen los consumos hídricos agrícolas para cada comarca y sector hidráulico y cada tipo de cultivo. Estos consumos se encuentran representados en la figura 5.8. Su agregación conduce a un valor total de la demanda agrícola en 1986 de 123,6 hm3, de los cuales el cultivo de

platanera consume 76,01 hm3 que representan el 61,5% del total. Le siguen en importancia las papas y las hortalizas con porcentajes cercanos al 12% y 11% respectivarnente. Los restantes cuatro cultivos o agrupaciones considerados suponen en total el 15,75 %,lo que da idea de su escasa importancia en cuanto a consumo. Hay que destacar, así mismo, que la magnitud del consumo de agua por parte del cultivo de platanera se debe no sólo a que es el que ocupa una mayor superficie dentro de la isla, sino a que sus consumos unitarios son mucho mayores que los del resto de los cultivos.

En cuanto al reparto territorial, se pueden observar grandes diferencias entre las distintas comarcas. La más consumidora es la II correspondiente a los términos municipales de Los Realejos, Puerto de la Cruz y La Orotava, con una demanda de 18,71 hm3/año, que abastecen fundamentalmente las 1.025 Has destinadas al cultivo de platanera con que cuenta. Le siguen en importancia las zonas VI1.3 y VI11.1.b correspondientes a los municipios de San Miguel, Vilaflor y Arona, la primera y Guía de Isora, la segunda, con un consumo anual cercano a los 15 hm3. Este valor contrasta con los escasos 0,01 hm3/año de la comarca V.2, El Rosario, destinados exclusivamente a los viñedos

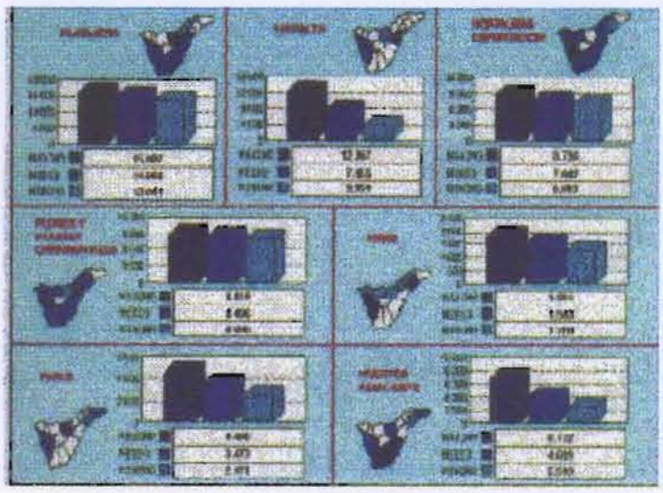
Evolución de la demanda agrícola

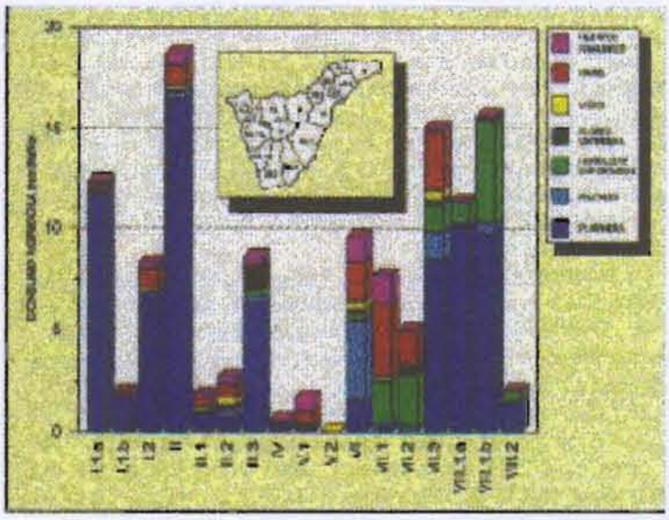
Para analizar la evolución de la demanda agrícola se ha partido de una primera hipótesis general en el sentido de que la contribución del sector agrícola al PIB regional se mantendrá en el entomo de los valores actuales con tendencia a una disminución moderada, con un crecimiento del sector del 80% del que se registre para el conjunto de la economía de la región.

Este crecimiento se produciría, básicamente, vía precios, manteniéndose las producciones a niveles semejantes a las actuales. Si tenemos en cuenta el esperable incremento de la productividad, esto significaría una reducción moderada de la superficie de cultivo y por tanto del consumo hídrico.

Esta hipótesis implica, por otra parte, una intervención de las Administraciones Públicas, manteniendo un mínimo control del mercado especulativo sobre el suelo y el agua, ya que lo contrario significaría la continuidad de la escalada exponencial del precio de ambos factores productivos, con lo que el empresario agrícola vería como sus beneficios se van reduciendo vía incremento de costes, mientras el mercado le ofrece cada vez mejores precios si realiza su patrimonio en suelo y agua, recursos que, con toda probabilidad, lejos de mantenerse asignados a la agricultura, pasarían al sector terciario.

Bajo esta hipótesis de base se ha estudiado la posible evolución de los consumos hídricos a partir de la evolución de las superficies y cultivos y de los consumos unitarios, determinada esta última por la mejora de la eficiencia de aplicación de agua a nivel de finca y de distribución de agua, externa a la finca.





Evolución de las superticies cultivadas

La hipótesis de mantener la reserva del mercado nacional al plátano canario hasta 1997 implica el mantener la producción regional a niveles adecuados al abastecimiento de dicho mercado. Esto no impide que la evolución de las superficies sea diferente en cada Isla. Por lo que respecta a Tenerife, el ritmo de incremento del precio del suelo y agua afecta muy directamente a las fincas dedicadas a este cultivo. Es previsible, por tanto, que en el horizonte temporal establecido continúe la disminución de superficies destinadas a este cultivo que ya se ha iniciado en algunas zonas de la isla. Se ha considerado que esta disminución podria llegar hasta el 8,4% para el año 1997, sobre la superficie cultivada en 1986.

El diferencial entre la disminución de la superficie y la producción se salvaría mediante un incremento de la produccion media por unidad de superficie, debido a la mejora tecnológica, ya que entre las fincas que abandonarían el cultivo estarían las de condiciones marginales desde el punto de vista económico con producciones inferiores a la media.

En lo que se refiere al reparto territorial de esta reducción se ha supuesto que se producirá homogéneamente Se ha considerado para la platanera una reducción homogénea entre las diferentes zonas agroclimáticas de la isla y sistemas de riego, aunque esto seguramente no sucederá así, y van a influir en el abandono de los cultivos en cada zona factores ajenos a los criterios técnicos, sobre todo el que se ejecuten en el período proyectos urbanísticos o de similar naturaleza cuya incidencia es imposible prever. Por otra parte, a la hora de cuantificar la evolución de los consumos hídricos totales, se ha partido de que un 80% de la superficie en la que se quita el cultivo de platanera abandona definitivamente la actividad agraria y que el 20% restante cambia a otros cultivos.

Para el conjunto de hortícolas de exportación se supone la hipótesis de mantenimiento o ligero incremento del volumen actual de exportación, que podrá efectuarse con una reducción global de superficie del 5%, gracias a un incremento de productividad. Esta distribución se supone homogénea para las diversas zonas.

Por lo que respecta a las papas su exportación ha quedado reducida en los últimos años a volúmenes casi testimoniales de unas 2.000 Tm. Se trata, por tanto, de un cultivo de mercado interior, cuya subsistencia más allá del autoconsumo familiar, dependerá de la evolución de los costes de producción y del mantenimiento de medidas proteccionistas frente a las importaciones. Por otra parte este cultivo se está viendo afectado por la escasez de mano de obra, ya que buena parte de la superficie está ubicada en zonas próximas a las turísticas. En cualquier caso es muy difícil cuantificar el consumo hídrico que implica, dada la gran variedad interanual de la superficie plantada y de los consumos unitarios.Se ha supuesto que la superficie disminuirá un 10% a lo largo del período 1986-1997. De esta superficie un 50% abandonaría la actividad agrícola y el resto pasaría a frutales y huertos familiares.

Para el resto de los cultivos, viñedos, frutales, flores y plantas ornamentales y horticolas para el mercado local, se supone, como aproximación general, que el incremento de superficies bajo riego que experimentarían se encuentra incluido en el porcentaje de sustitución de platanera antes indicado. Esta simplificación se considera válida dada la escasa incidencia que estos cultivos tienen sobre el consumo hidrico agrario total.

Evolución del consumo unitario

La eficiencia de riego a nivel de finca está por debajo de los valores potenciales que podrían alcanzarse con las tecnologías que se están empleando, especialmente en los sistemas de aspersión y goteo. Todo ello a pesar del considerable progreso tecnologico que en los últimos diez años ha tenido lugar con la implantación de riegos localizados de alta frecuencia que han significado importantisimos ahorros de agua, especialmente en el cultivo de platanera, lo que ha sido decisivo para que muchas explotaciones hayan podido soportar el incremento del precio del agua que en estos años se ha producido.

Este fenómeno continuará produciéndose en los próximos años aunque a un ritmo menor en tanto en cuanto ya no se trata, en la mayoría de los casos, de la introducción con carácter extensivo de una nueva tecnología, sino de la mejora en el manejo de los riegos, lo que requiere un alto nivel de capacitación difícil de obtener con carácter generalizado.

Por ello, aunque técnicamente sería posible obtener importantísimos incrementos en la eficiencia de aplicación, no es fácil cuantificar cual sería el incremento que a nivel medio se obtendría. Así pues, más que establecer porcentajes teóricos, más o menos discutibles, de mejora de eficiencia al horizonte de 1997, se ha optado por estimarlos en base a la diferencia de consumos unitarios con Gran Canaria, entendiendo que los factores que en dicha isla han estimulado el ahorro de agua, se presentan en Tenerife, solo que de forma menos dramática y desplazados en el tiempo.

Por tanto se supone que disminuirá el consumo unitario medio de la platanera absorbiendo al menos un tercio de la diferencia respecto al de Gran Canaria. En este ahorro se incluye la superficie que se ponga bajo invernadero y la que se transforme de riego a manta a aspersión y localizado. Se estima una disminución del consumo unitario medio del 8% para el período 1986-1997.

En cuanto a las hortalizas de exportación, dado el porcentaje actual de superficie bajo riego localizado, no son de esperar mejoras importantes de eficiencia por el cambio de sistemas de riego. Sin embargo sí parecen posibles importantes ahorros vía mejora del manejo del riego, además de las que se produzcan por la instalación de importantes superficies de invernadero de malla. A efectos de cuantificación se establece un incremento de eficiencia de un 7%.

Para el resto de los cultivos no se considera probable que se vayan a producir mejoras de eficiencia a nivel suficiente como para que tengan efectos de consideración en el consumo hídrico agrario.

Evolución de los consumos agrícolas

La evolución estimada para la demanda agrícola de agua se puede ver en la figura en la que se han reflejado tanto los años 1986 y 1997, tomados como referencias esenciales, como los 1991 y 2000 que delimitan el alcance temporal del Plan y se han deducido por inter y extrapolación. En esta figura puede observarse como la reducción no afectará de igual manera a todas las comarcas hidráulicas. Mientras que para la comarca V.2 correspondiente al término municipal de El Rosario se prevé la eliminación total del consumo para uso agrícola, en las zonas 111.2 (El Sauzal - Tacoronte), Vl (Santa C,-uz - La Laguna), Vl1.1 (GuímarFasnia - Arico) y Vl1.3 (San Miguel - Vilaflor - Arona) dicho consumo aumentará en el período 1986-2000.

A nivel insular global sí que se prevé una disminución del consumo anual de agua por parte del sector agrícola cercana a los 27 hm3/año. Esto supondrá una reducción de prácticamente el 22% para pasar de los 123,6 hm3 consumidos en el año 1986 a los 96,8 correspondientes al año 2000.

Demanda Industrial

El análisis de la demanda industrial tiene siempre dos componentes. Es necesario considerar, de un lado, las industrias localizadas dentro de los cascos urbanos o cerca de los mismos que se abastecen de las propias redes municipales. En segundo término, hay que tener en cuenta las que tienen un sistema de abastecimiento propio. El tratamiento del primer grupo se asume normalmente dentro del de la demanda urbana general. En lo que se refiere a las segundas, es necesario realizar encuestas y recoger datos directos de consumo de agua o de producción, que puedan trasladarse a este consumo mediante la aplicación de baremos de carácter general.

Dentro de los trabajos destinados a la valoración de la demanda industrial, el Plan ha obtenido datos directos de las industrias y establecimientos que representan los consumos más importantes dentro de este grupo de demandas. En concreto se han obtenido datos de los siguientes:

· Refinería Cepsa
· Compañía Cervecera de Canarias
· Central Eléctrica UNELCO
· Polígono Industrial del Valle de Guímar
· Polígono Industrial de San Isidro (El Rosario)
· Polígono Industrial de Las Almenas (Icod de los Vinos)
· Puerto de Santa Cruz de Tenerife
· Puerto de Los Cristianos
· Puerto Colón (Adeje)
· Aeropuerto Tenerife-Sur
· Aeropuerto de Los Rodeos

En función de los datos obtenidos se ha evaluado el consumo industrial que es necesario considerar fuera del asociado con la demanda urbana en un total de 4,19 hm3 para el año 1985. Por aplicación de coeficientes de crecimiento que han tenido en cuenta las tendencias registradas en años anteriores, se han calculado los consumos para los años 1991 y 2000, obteniendo para el primero la cifra de 5,34 hm3 y para el segundo la de 11,84 hm3. Estas cifras globales reflejan un proceso de crecimiento importante de este tipo de consumos, como demuestran los porcentajes de participación en el conjunto de la demanda de agua para la isla que pasan de un 1,9% en 1985 a un 2,6% en 1991 y un 5,5% en el 2000.

En lo que se refiere al reparto territorial de este consumo, teniendo en cuenta la ubicación en diferentes comarcas hidráulicas de los establecimientos relacionados más arriba se llega a que las unicas zonas que presentaban demanda de agua para uso industrial en 1985 eran las comarcas V.1 "Santa Cruz - La Laguna", V.2 "El Rosario" y VI "Candelaria - Arafo - Valle de Guímar". De ellas sólo la primera, en la que se encuentra enclavada la capital insular, presenta valores dignos de ser tenidos en cuenta, ya que en las otras dos son irrelevantes.

En el año 1991 se incorpora la comarca II "Los Realejos- Puerto de la Cruz La Orotava" a la lista de zonas con consumos industriales, aunque con un valor muy pequeño, de tan sólo 0,05 hm3 anuales.

En todas las comarcas para las que había consumo industrial en el año 1985 éste aumenta en el año 1991. El mayor incremento de consumo se presenta en la comarca VI para la que se multiplica la cifra de 1985 por 6,5, debido al desarrollo del Polígono de Guímar.

En el año 2000, por último, se prevé un crecimiento de la demanda de agua para usos industriales en todas las comarcas anteriormente citadas, siendo nuevamente la comarca VI la que presenta un incremento mayor. Además se ha previsto un consumo de casi 3 hm3 en la zona VI1.2 "Granadilla" en la que en 1991 no había demanda industrial.

Demanda turística

Las casi 135.000 camas turísticas con que contaba la isla en 1991, con más de 3 millones de visitantes y unos 30 millones de pemoctaciones anuales, generan un consumo de más de 14 hm3 de agua al año. Este consumo supone un 6,8% del consumo total, más de un cuarto del consumo urbano, casi la octava parte del consumo agrícola y unas dos veces y media el consumo industrial.

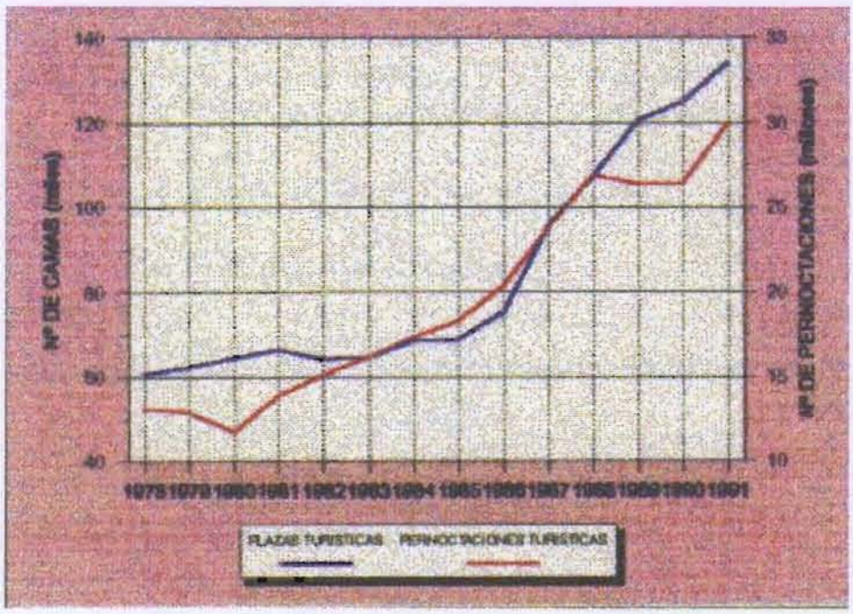
Las cifras anteriores dan idea de la importancia del sector turístico dentro de la economía tinerfeña, para la que constituye una de las primeras fuentes de ingresos.

La estimación de los volúmenes de agua consumidos por el sector turístico no ha constituído una tarea sencilla. En primer lugar ha sido necesario estudiar la posible evolución del sector en los próximos años. En segundo térrnino, se ha determinado el consumo unitario o dotación real de agua del turismo. Aplicando esta dotación a los valores que se estiman para las principales magnitudes del sector (camas turísticas y pernoctaciones) se han obtenido los valores finales de esta demanda. Los resultados obtenidos se reflejan en los apartados que siguen.

Evolución del sector

Utilizando los datos suministrados por cada establecimiento turístico al Cabildo Insular de Tenerife para el período comprendido entre los años 1978 y 1991 se ha podido establecer para cada año el número de camas existentes y las pernoctaciones para cada una de las comarcas hidráulicas en que se ha dividido la isla.

Examinando las series obtenidas de este modo, puede observarse una tendencia creciente del sector. Como se ve en la figura esta tendencia tiene dos trayectorias claramente diferenciadas: una desde 1978 hasta el año 1985 que refleja un crecimiento moderado y otra desde 1985 hasta el 1991, en que las variables turisticas se disparan, registrándose un crecimiento excepcional del sector.



Con objeto de establecer una hipótesis conservadora desde el punto de vista de la demanda, se ha trabajado en la hipótesis de que el crecimiento del sector va a seguir hasta el año 2000 al ritmo observado en los últimos años. De acuerdo con este criterio se realizaron regresiones para cada una de las comarcas a fin de obtener las camas y pernoctaciones previstas para el año 2000, regresiones cuyos resultados muestran que las 134.190 camas turísticas existentes en la isla en 1991 pasarán a ser 227.122 en el año 2000, lo que supone un aumento del 70% en 9 años.

En cuanto a las pernoctaciones, empleando la misma metodología se ha efectuado una prognosis que prevé que se sobrepasen los 46 millones anuales en el año 2000, con un crecimiento porcentual del 54% desde el año 1991.

Consumos unitanos

A la hora de determinar las dotaciones unitarias de agua para el sector turístico se han planteado dos problemas fundamentales:

· En muchos municipios turísticos el suministro de agua potable a los establecimientos hoteleros y extrahoteleros se realiza por la misma red de distribución que a la población residente.

La estructura de dicho servicio y la facturación correspondiente hacen muy difícil separar los volúmenes que se destinan al sector urbano tradicional de los que sirven al turístico.

· Los propios establecimientos no suelen llevar un control detallado de los consumos, ni establecen las correspondientes correlaciones con el número de camas ofertadas y el número de visitantes y pernoctaciones reales acaecidas.

Teniendo en cuenta estos problemas y partiendo de la recopilación de todos los datos disponibles, incluyendo las facturaciones municipales al sector en aquéllos municipios con tarifas diferenciadas, y los obtenidos en un estudio específico de los consumos de varios establecimientos característicos, se han estimado las dotaciones unitarias del sector turístico que han quedado finalmente establecidas en 0,238 m3 por cama y dia y 0,082 m3 por pernoctación. Estas dotaciones se han supuesto fijas para todo el ámbito temporal del Plan.

Consumos hídricos del sector turístico

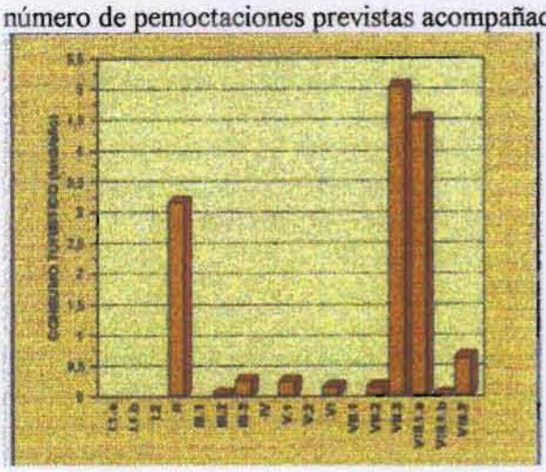
A partir de las cifras de las variables turísticas y de las dotaciones unitarias se han calculado las demandas comarcales de agua para uso turístico, a través de la aplicación de la fórmula siguiente:

$$\text{Consumo} = 0{,}238*\text{Camas}+0{,}082*(\text{Pernoctaciones}/365)$$

Los valores obtenidos reflejan la tendencia creciente del consumo que de los 14,11 hm3 anuales de 1991 pasaría en 9 años a los 23,4 hm3/año que se prevén para el año 2000 con un aumento porcentual de un 65,8%. Estos consumos anuales suponen unas demandas diarias para uso turístico de 38.675 m3 de agua en 1991, y 64.426 en el año 2000.

En la figura , por otra parte, puede verse el consumo para cada una de las comarcas. Las zonas más consumidoras son la Vl1.3 correspondiente a los términos municipales de San Miguel, Vilaflor y Arona y la Vl11.1 .a de Adeje que, con sus 5,03 y 4,51 hm3/año respectivamente, concentran más del 68% del consumo total de la isla para uso turístico en el año 1991. Para estas dos comarcas se espera además un aumento de la demanda en los próximos años que se situaría para el año 2000 en un 77,5% del consumo turístico insular.

En segundo lugar, en cuanto a consumo se refiere, se sitúa la comarca ll forrnada por los municipios de Los Realejos, Puerto de la Cruz y La Orotava con una demanda de 3,16 hm3/año. Para esta última comarca se prevé, sin embargo, una disminución del consumo sobre todo en términos relativos, ya que de suponer el 22% del consumo turístico de la isla en 1991 pasaría a abarcar sólo el 13,28% en el año 2000 debido a una disminución en el número de pemoctaciones previstas acompañada del aumento del consumo en otras zonas.



Otras demandas

Además de los datos de consumo en los sectores agrícola, urbano, industrial y turístico, descritos en los apartados anteriores, el establecimiento de un correcto balance hidráulico para el conjunto de la isla, exige el conocimiento de los que se producen como consecuencia de pérdidas en las conducciones, así como los recursos no utilizados, como las evaporaciones en balsas, embalses y estanques, los recursos que no pueden aprovecharse por condiciones de calidad, etc.. Es evidente la dificultad de evaluar estos últimos datos, que no se sujetan a reglas generales ni pueden ser medidos con facilidad. En general, se han estimado a través del análisis de los balances comarcales entre recursos y demandas, deduciendo un conjunto de coeficientes que se han aplicado a las diferentes comarcas hidráulicas teniendo en cuenta en cada una los recursos producidos y la cantidad de agua transportada.

En relación con la evolución de estos consumos atípicos hasta el año horizonte del Plan, el concepto pérdidas en transporte se reducirá desde un total de 11,5 hm3/año en 1991 hasta 11,1 hm3/año en el 2000. Por lo que se refiere a los recursos no utilizados, éstos se reducirán hasta prácticamente la mitad, pasando de 4,5 hm3/año en 1991 a 2,6 en el año 2000.

Balance hidráulico

Las disponibilidades hidráulicas convencionales (aguas superficiales y subterráneas) han sido tratadas anteriormente, incluyendo su evaluación actual (año 1991) y un pronóstico de su evolución futura. La localización puntual de cada fuente de suministro y su agregación por comarcas hidráulicas ha permitido territorializar la oferta de agua convencional en: el pasado inmediato (año 1985), el momento actual (1991) y el año horizonte de esta planificación (2000).

Las cifras de oferta pasada y actual se han obtenido tras un largo y cuidado proceso de todos los datos disponibles. En primer lugar, en base a los inventarios de captaciones de agua subterránea y a estudios particulares de aprovechamiento de agua superficial se ha obtenido la producción de agua en cada comarca. La figura refleja las magnitudes obtenidas para 1 985 y 1 991, desagregadas por comarcas y diferenciadas por el tipo u origen del agua (galerías, pozos, nacientes o superficiales).

El conocimiento de la red de conducciones generales y el acceso a los datos de entradas y salidas de los recursos anteriores en la misma han llevado a determinar las perdidas fisicas en estas conducciones y los caudales de trasvase en las fronteras de cada comarca hidráulica. La disponibilidad efectiva o real de agua en cada circunscripción territorial equivale a sumar a la producción propia los trasvases desde las comarcas adyacentes y restarle los de salida, además de las pérdidas en las conducciones generales. Asimismo, un análisis pormenorizado de las salidas y su destino ha servido para contrastar las evaluaciones obtenidas, en base a otros factores o indicadores específicos, de las demandas sectoriales en cada comarca hidráulica.

Las magnitudes de los consumos comarcales en 1985 y 1991, diferenciados por usos (urbano, turistico, industrial y agrario; más las pérdidas en conducciones principales y recursos no utilizados) se reflejan en la figura. Estas cifras son la conclusión de los apartados anteriores de este capitulo.

Los recursos convencionales que podrían ofertarse en el año 2000 fueron evaluados individualmente en capítulos anteriores; sólo quedaba agregarlos por comarcas hidráulicas (los recursos subterráneos se habían evaluado por sectores hidrogeológioos y hubo que asignar cada alumbramiento a su comarca hidráulica. En la figura se reflejan las magnitudes previstas, que pueden ser comparadas con sus precedentes en 1985 y 1991.

Las demandas comarcales de los cuatro grupos de usos principales para el año 2000 se evaluaron anteriormente en este capítulo. La evolución de las pérdidas en las conducciones generales se estimó en base a las consideraciones que se exponen y a las actuaciones razonables para disminuirlas (se presupone una reducción del 5,75% al 5,18%). Los recursos anteriormente no utilizados por su pésima calidad se reducen en la isla desde los 4,99 hm3 1año de 1985 a 2,61 en el año 2000.

Los trasvases desde las comarcas productoras excedentarias a las deficitarias se han analizado atendiendo a:

· La red existente de conducciones generales y las actuaciones previstas para corregirla, complementarla y ampliarla; este análisis ha sido de ida y vuelta, resultando que ante necesidades de trasvase se han establecido propuestas de actuación en las conducciones.

· La utilización actual de los canales; la gestión de los mismos y el origen-destino de los recursos circulantes tienen una inercia y un fundamento socioeconómico muy enraizado, por lo que son desaconsejables cambios bruscos.

La insuficiencia de los recursos convencionales para satisfacer las demandas sectoriales sólo puede solventarse con la producción industrial: aguas depuradas y agua de mar desalada. En el capítulo siguiente se desarrolla esta cuestión por lo que nos remitimos a él pero no sin hacer las siguientes puntualizaciones:

· La reutilización de aguas depuradas es la fuente más inmediata y razonable para aumentar los recursos, pero debe hacerse pautadamente y con cautela; se requiere:

a) experimentar más en la aplicación de estas aguas a los distintos cultivos,
b) controlar la evolución del suelo y la producción agricola,
c) un buen control sanitario,
d) mantener una salinidad baja en el agua de abastecimiento urbano.
e) contar con la infraestructura y medios necesarios, y
f) que económicamente los beneficios obtenidos superen a los costes requeridos.

· Dado su coste actual la desalación de agua de mar es, en principio, una opción última; sólo cuando las alternativas no existan, sean más costosas o deparen mayores perjuicios deben emprenderse actuaciones para su implantación.

Pues bien, como se detalla en el capítulo siguiente se ha considerado necesario y conveniente:

· Incluir el tratamiento o corrección fisico-química de aguas de abasto urbano para posibilitar su reutilización y el de otras infrautilizadas por su mala calidad para su uso general.

· Contar con la reutilización de las aguas depuradas siguientes:
  · De Santa Cruz hacia el Sur (Guímar, Granadilla y Valle San Lorenzo)
  · De Valle Colinos (La Laguna) hacia Valle Guerra.
  · De Adeje - Arona en ambas comarcas limitrofes y hacia Guía de Isora.
  · Del Valle de La Orotava hacia La Guancha.
  · De Granadilla en Granadilla
· Incorporar agua de mar desalada en tres puntos: Playa de Las Américas, Santa Cruz y Granadilla.

Con todo ello se estaría en condiciones de ofertar en el año 2000 unos 227 hm3/año (15 más que en 1991) para una demanda global de unos 215; es decir, se propone contar con una reserva de unos 12 hm3/año (un 5,2 %), distribuida territorialmente en varios puntos estratégicos, para hacer frente a contingencias posibles: desviaciones de la demanda al alza o reducciones mayores de las previstas en la extracción de aguas subterráneas.

Una primera innovación, que reflejaba la situación en 1985, es la presencia de trasvases que ya no son de aguas subterráneas; es el caso de:
· Aguas superficiales:
· De Los Campitos (comarca hidráulica IV) a Valle Molina (comarca hidráulica 111.3).
· De Teno (comarca hidráulica Vl11.2) hacia la Isla Baja (comarca hidráulica 1.1.a) y hacia Guía de Isora (comarca hidráulica Vl11.1.b), comprendido en el programa operativo TENADE.

· Aguas depuradas:
  · Desde Santa Cruz (comarca hidráulica V.1) hacia el Sur (hasta la comarca hidráulica V11.3).
  · De Adeje (comarca hidráulica V111.1.a) hacia Arona (comarca hidráulica V11.3) y hacia Guía de Isora (comarca hidráulica V111.1.b).
  · Del Puerto de La Cruz (comarca hidráulica 11) hacia La Guancha (comarca hidráulica 1.2).
· Agua de mar desalada:
  · En Playa de Las Américas (con trasvase en la frontera de las comarcas hidráulicas V111.1.a y V11.3)
  · En Santa Cruz de Tenerife.
  · En Granadilla.

Otras actuaciones reflejadas en los trasvases convencionales son:
· La potenciaclón del trasvase desde el Norte, incluso prolongando su origen (desde la comarca hidráulica 1.3), hacia el área metropolitana capitalina (comarca hidráulica V.1), contemplando las actuaciones previstas tanto en el Canal del Norte (desde la Hidroeléctrica de La Orotava) como en el eje Vergara - Las Llanadas - Aguamansa - Los Dornajos - Los Baldios (ver Capítulo 8).
· El nuevo eje del Noroeste (comarca hidráulica V111.2) hacia el Sur (comarca hidráulica V111.1.a) que configura el Proyecto TENADE.
· El trasvase alternativo desde Tágara a Vilaflor (comarca hidráulica V111.1.b a V11.3).

Finalmente, se destaca que para abastecer el área metropolitana capitalina es imprescindible introducir urgentemente la desalación de agua de mar. La reducción de caudales subterráneos del Valle de Guímar y el incremento de su consumo local no pueden ser compensados con recursos convencionales: ni retrocediendo hasta Fasnia (Tanquillas de Chifira), ni con un notable aumento del trasvase desde el Norte (se potencia el mismo hasta su límite razonable), ni aumentando las extracciones del macizo de Anaga (los aportes de nuevas obras están por confirmar las desfavorables expectativas iniciales y en todo caso hay que solucionar la salinización de los actuales pozos). Aquí radica una de las cuestiones capitales a solventar antes de final de siglo.

Producción Industrial de agua

El capítulo siguiente refleja el estado actual de un balance hidrológico que para Tenerife ha venido caracterizándose por el equilibrio estricto entre consumo y recursos. El sistema de producción de agua subterránea era inicialmente de gran rigidez para ofertar caudales al mercado, cuando sólo se contaba con las galerías como fuente de suministro. Los pozos vinieron a suponer un primer grado de elasticidad pero aún así muy distante de la elasticidad de la demanda. El aumento de ésta ha generado una elevación de precios del agua que ha llevado a incentivar el aumento de las labores extractivas. Mientras se producía la maduración de estos capitales adicionales invertidos, los recursos extraídos se asignaban a los usos por razones de eficiencia económica o manteniendo inercias estructurales del mercado de aguas.

Este proceso tiene unas limitaciones naturales y otras de carácter estrictamente económico. Las primeras se derivan del propio balance hidrogeológico que determina, en términos simplistas, que el aumento de la extracción por encima de la recarga natural, conduzca a una disminución sistemática de los niveles freáticos y, paralelamente, del rendimiento de las explotaciones. La consecuencia inmediata es la necesidad de derivar capital hacia obras de reperforación que no generan nuevo recurso y hacia la búsqueda de agua en zonas acuíferas de calidad inferior. Además, una vez alcanzada una cierta densidad máxima de explotaciones, las nuevas detraerán caudales de las existentes antes que de yacimientos sin aprovechar.

En términos económicos, por otra parte, los efectos se traducen en una disminución sistemática de la rentabilidad de los aprovechamientos y con ello, en un aumento del precio del agua que estos aprovechamientos extraen. En algunos casos esta disminución de la rentabilidad se deriva, además, del empeoramiento de la calidad del agua, que hace que sus posibilidades de uso sean más limitadas.

No puede decirse que esta situación global, gue podría recibir el calificativo de sobreexplotación si no quisiéramos contemplar más que el aspecto puramente aritmético del problema, sea esencialmente negativa. De hecho, la sobreexplotación se ha aplicado con plena y absoluta consciencia en regiones, como California o Israel, en las que la disponibilidad de agua ha sido una de las bases fundamentales para el desarrollo. Tanto en los casos citados como en el de las políticas de uso conjunto en regiones de una gran irregularidad climatológica constituye una herramienta temporal, adecuada para acortar el plazo en el que se puede disponer de agua hasta que se ponen a punto nuevas fuentes de recurso, normalmente superficiales, que permlten disminuir la tensión sobre el agua subterránea y equilibrar la situación, o bien hasta que esta disminución de la rentabilidad de la explotación tradicional determina la posibilidad de introducir tecnologías de mayor coste. La propia Ley de Aguas, en sus artículos 89 a 92 contempla estas nuevas tecnologias fijando condiciones para su uso, fundamentalmente la exigencia de autorización del Consejo Insular y llegando incluso a establecer que éste podrá imponer la utilización de agua industrial a ciertos usos como el esparcimiento, el turístico y el industrial.

El objetivo fundamental de la aplicación de estas tecnologías es el de aportar nuevos recursos al sistema, convirtiendo en utilizables aguas que normalmente no lo son. En el caso de Tenerife, esto se puede conseguir a través de los siguientes mecanismos:

· Reutilizando las aguas residuales que en condiciones normales se verterían al mar sin aprovechamiento alguno.
· Mejorando la calidad de las aguas salobres que se extraen de ciertos acuíferos.
· Potabilizando el agua de mar.

. En síntesis,se ha llegado a las siguientes conclusiones generales:

· La viabilidad de la reutilización de aguas residuales depende, en primer término, de la calidad original de las aguas de abastecimiento. Este puede constituir un aspecto crítico, ya que el uso del agua tratada, normalmente para el riego, plantea exigencias de concentraciones máximas de sales ciertamente estrictas. En segundo lugar, es necesario considerar el coste del transporte entre la depuradora y la zona de uso. Por último, hay que observar unos requisitos, no excesivamente complejos, pero sí esenciales, en lo que se refiere al uso del agua, de modo que se eviten repercusiones indeseables sobre la salud pública. Por todo ello, la implantación de la reutilización de aguas depuradas debe efectuarse progresivamente, en áreas con cultivos seleccionados, acompañada de programas de experimentación y formación, verificando que se van cumpliendo las expectativas.

· Las tecnologías disponibles en la actualidad para la desalación son viables técnicamente e implican unas inversiones y unos costes de explotación que, si bien son más altos que los característicos del mercado tinerfeño del agua, son aceptables para determinados usos, asociados normalmente con el abastecimiento urbano, turístico e industrial o el riego de cultivos con un alto valor de mercado.

· En la elección del procedimiento para desalación de aguas subterráneas salobres hay que tener presente que, aunque estas aguas contienen un total de sales disueltas menor que el agua de mar, su alta proporción de silice (50-100 mg/l) y de bicarbonato sódico dificultan el empleo de algunas tecnologías. Los resultados medios esperados con el sistema de electrodiálisis reversible (EDR) son los siguientes:
· costes unitarios de explotación.....30 - 40 pts/m3
· amortización de la inversión.....10 - 20 ptslm3
· proporción de agua de rechazo.....15 - 20 %
· consumo de energía.....1.5 kWh/m3

· La desalación de agua de mar lleva más de dos décadas de experiencia en las Canarias Orientales y está en pleno desarrollo mundial, con el consiguiente avance tecnológico. El procedimiento que esta imperando en la actualidad es el de ósmosis inversa (RO), con los resultados sinuientes:

· costes de explotación .....120 -150 pts/m3
· amortización de la inversión ..... 60 - 70 pts/m3
· proporción de agua de rechazo ..... 40 - 50 %
· consumo de energia.....6 kWh/m3

· Cualquier método de desalación genera un residuo en forma de agua con muy altas concentraciones de sales, que es necesario eliminar. El vertido de esta salmuera debe llevarse a cabo dentro de condiciones que minimicen el impacto sobre el medio ambiente, con métodos equivalentes a los que se utilizan para las aguas residuales. Este vertido se produce normalmente al mar y su viabilidad puede ser determinante de la de la propia desaladora. La necesidad de controlar el impacto ambiental que pueden generar estos vertidos aconseja evitar la proliferación de plantas privadas de pequeño tamaño, de manera que no se produzca una situación análoga a la que se da hoy en dia en relación con las depuradoras de aguas residuales.

Reutilización de aguas depuradas

Cuestiones técnicas y medioambientales

En los epigrafes que siguen se repasan las principales cuestiones tecnicas y medioambientales que el Plan Hidrológico ha tenido en cuenta en relación con la reutilización de aguas residuales depuradas.

Salubridad

La evitación de que el uso de aguas residuales depuradas conduzca a la propagación de enfermedades es uno de los aspectos determinantes de la viabilidad de los proyectos basados en esta tecnología. El PHI ha realizado estudios especificos en este sentido, especialmente para la depuradora de Santa Cruz, ya que la utilización de su efluente ha sido el primero de estos proyectos en la isla.

La OMS que inicialmente planteó unas condiciones prácticamente incumplibles para la reutilización de aguas residuales, ha modificado estas restricciones, a la luz de la experiencia obtenida con proyectos concretos, de tal manera que prácticamente es posible el riego de cualquier clase de cultivos siempre que se disponga de un tratamiento secundario con desinfección

Desde el punto de vista de la salubridad, sin embargo, es necesario tener en cuenta unas restricciones adicionales, relacionadas fundamentalmente con las prácticas de uso del agua. Estas restricciones se refieren al manejo de las aguas y se pueden concretar en los siguientes puntos:

· Señalización bien visible en las áreas de uso indicando el carácter residual depurado de las aguas (no sólo no potable) y prohibiendo la ingestión e incluso el contacto.

· Señalización equivalente en las válvulas, sistemas de conducción y depósitos, cubiertos o no.

· Prohibición del riego en momentos de viento que pueda extender el área alcanzada por el agua, mojando a personas, coches, etc..

· Planificación de las horas de riego de manera que se haya secado el terreno antes de que pueda haber contacto con personas, sobre todo en el riego de parques y jardines.

· Instrucción de las personas encargadas del manejo de los sistemas de riego.

Salinidad

Los métodos convencionales de depuración no eliminan más que un 10 o un 15% de las sales contenidas en el agua residual. Así, la composición química del agua depurada depende mayormente de la del agua de abastecimiento, que está experimentando un empeoramiento considerable en los últimos años, hasta tal punto que éste es el aspecto que más fácilmente podría comprometer la viabilidad de los proyectos previstos o iniciados. La solución pasa por la reducción de la cantidad de sales disueltas en el agua de abasto, bien mediante tratamientos de desalación, bien a través de la mezcla con aguas procedentes de otras fuentes de suministro. Ambas alternativas se contemplan en el PHI como se refleja en otros apartados.

Eutrofización

La eutrofización es el proceso por el cual se produce un crecimiento de organismos vivos, fundamentalmente algas, en aguas con una gran concentración de nutrientes, nitrógeno y fósforo. En los proyectos de reutilización puede producirse tanto en las conducciones como en las balsas de almacenamiento.

En el primer caso, el problema fundamental se deriva del agotamiento del oxígeno disuelto con el que sale el agua de la depuradora durante las primeras horas que ésta pasa en las tuberías. La consecuencia es el desarrollo de organismos anaerobios y la posible solución estaría en el incremento de las dosis de cloro introducidas por la desinfección, al final de la depuración que evitarían el desarrollo de estas bacterias (cuya actividad se ve afectada por la temperatura) y la posible generación de ácido sulfhídrico y otros gases. El problema es más importante cuando el agua se utiliza sin almacenamiento intermedio.

En el caso de los proyectos que incluyen este almacenamiento, normalmente asociados con el empleo en el riego de cultivos, para el que el uso del agua no tiene una distribución temporal continua, la eutrofización más importante se produce en las balsas. Se han desarrollado estudios especificos sobre este problema llegando a la conclusión general de que no es de esperar el desarrollo de algas en la superficie de las balsas, pero si serán importantes las poblaciones en el seno del agua sobre todo cuando la profundidad es superior a 10 m. Por otra parte, se ha podido comprobar la relativa ineficacia de ciertas medidas como la reaireación o la adición de sulfato de cobre (cuando el pH es muy alcalino) para evitar el problema y que, por consiguiente, será necesario considerar la instalación de estaciones de filtrado a la salida para evitar problemas en las conducciones y los sistemas de riego a nivel de finca.

Olores

Directamente relacionado con el impacto ambiental de los proyectos de reutilización, el problema de la generación de olores de sulfhídrico y metano generados anaeróbicamente es uno de los que es necesario controlar cuidadosamente.

También en relación con este aspecto se ha llevado a cabo un estudio en el que se ha demostrado la escasa probabilidad de que se produzcan olores en las balsas si no se desarrollan algas en la superficie.

También ha permitido comprobar, sin embargo, que el proceso de vaciado, que expone al aire los fangos de fondo, sí que puede generar un impacto mucho más apreciable y que, éste será aún mayor a la salida de las balsas. Hay varios métodos de controlar estos olores, fundamentalmente la construcción de torres de aireación a la salida, la propia aireación en la balsa, que tiene el inconveniente de precisar una cantidad importante de energía y remover el fondo con lo que multiplica la generación de materia orgánica, y el uso de riego por goteo. La aplicabilidad de cada uno depende de las dimensiones de las balsas, la posibilidad de controlar el sistema de riego, etc., de tal modo que no es posible establecer a priori cuál es el más adecuado

Corrosión

Las características de las aguas residuales determinan que su capacidad de producir corrosión, fundamentalmente en las conducciones, sea relativamente importante. Como consecuencia, es necesario en estos proyectos el uso de tuberías construídas con materiales especialmente resistentes como el cemento o la fundición revestida interiormente. En cualquier caso, las operaciones de mantenimiento deben tener especial atención en relación con este problema.

Inversiones previstas y criterios de aplicacion

Independientemente de la problemática apuntada en el apartado anterior, el resultado global de los estudios realizados y la experiencia adquirida con proyectos de reutilización, tanto en España como en el extranjero, demuestra que esta tecnología es perfectamente aplicable y tiene una rentabilidad muy importante en zonas en las que hay, como en Tenerife, una escasez importante de recursos, pero que es necesario un control riguroso de las instalaciones y un diseño que tenga en cuenta de antemano las características diferenciadoras con conducciones de agua limpia.

Como consecuencia de todo ello, se ha planteado la reutilización de modo sistemático y ha previsto el desarrollo de los siguientes proyectos específicos:

PROYECTOS DE REUTILIZACION DE AGUAS DEPURADAS

EDAR		m3/día	hm3/año
	1' FASE	20.000	7,0
BUENOS AIRES (SIC)	2 FASE	30.000	10,5
	3' FASE	40.000	1410

VALLE COLINO (LL)		5.000	1,75
	1 FASE	12 000	4,2
ADEJE - ARONA	2' FASE	24.000	8,4
	3' FASE	36.000	12,0
VALLE DE LA OROTAVA		15.000	3,5
GRANADILLA		12.000	1,75

De todos estos proyectos, el de la reutilización de las aguas depuradas de Santa Cruz que, como se desprende del cuadro anterior, es el que generará un mayor volumen de recursos adicionales, es ya una realidad próxima, puesto que en el momento actual están prácticamente finalizadas las obras correspondientes.

Por otra parte, teniendo en cuenta las especiales necesidades de mantenimiento que se requieren para garantizar el buen funcionamiento de las instalaciones y sobre todo el control de los posibles impactos sobre la salubridad pública y el medio ambiente, se ha previsto que tanto la construcción como la explotación de todas ellas dependan directamente de un órgano autónomo dependiente del Consejo Insular de Aguas.

Desalación de aguas subterraneas

Cuestiones técnicas y medioambienbles

Como se ha dicho en apartados anteriores, una parte creciente de las aguas subterráneas que se extraen en Tenerife tiene condiciones de calidad inferiores a las que puedan aceptar los cultivos. El problema se agudiza si tenemos en cuenta que la reutilización de aguas residuales procedentes del abastecimiento urbano traslada estas exigencias de calidad a las fuentes de suministro de este abastecimiento.

El Plan Hidrológico ha planteado diversas medidas para solucionar esta problemática de falta de calidad de las aguas. Entre ellas se sitúa la construcción de un conjunto de plantas de desalación de agua salobre, cuya ubicación y capacidad responde a criterios encaminados a maximizar la rentabilidad de la inversión necesaria teniendo en cuenta el precio medio del agua producida.

Este precio medio está constituido por los tres sumandos siguientes:

- Amortización de la inversión
- Gastos de explotación y mantenimiento
- Coste unitario de adquisición del agua sin tratar

Al contrario que para el agua de mar, en la que este último sumando es nulo, en el caso de las aguas subterráneas puede ser determinante de la selección del sistema a emplear, ya que todos ellos generan un residuo importante en forma de salmuera que no puede aprovecharse pero ha de comprarse.

Existen diversas opciones tecnológicamente viables para tratar estas aguas; sin ser excluyentes enumeramos las siguientes: electrodiálisis reversible (EDR), ósmosis inversa (RO), compresión de vapor (MVC), nanofiltración (NF) y resinas de intercambio iónico (IE).

La primera de ellas, la electrodiálisis reversible presenta como ventajas frente a las otras: a) no se ve afectada por un contenido en sílice alto (la sílice no se ioniza) lo que permite un caudal de rechazo bajo (12 - 20 %), b) para salinidades no excesivas (< 3 500 #S/cm de CE) el consumo de energía es aceptable (< 2 kWh/m3). Sin que ello suponga una elección definitiva del procedimiento se describe seguidamente la EDR.

La electrodiálisis es un sistema de desalación que aprovecha el hecho de que un cristal de sal que se disuelve en el agua se disocia generando una particula cargada negativamente (anión) y otra cargada positivamente (catión). El proceso de disociación conduce a que el agua, que en condiciones puras es eléctricamente aislante, pase a ser conductora, y determina que al introducir dos electrodos de polos diferentes en un tanque con agua con sales disueltas se produzca una circulación de la corriente eléctrica y los cationes sean atraídos hacia el electrodo negativo denominado cátodo y los aniones hacia el positivo o ánodo.

Para controlar el movimiento de estas partículas en el tanque puede introducirse un conjunto de membranas de dos tipos:

· membranas de transferencia aniónica, que solo permiten el paso a los aniones.
· membranas de transferencia catiónica que solo pueden ser atravesadas por los cationes.

Con una disposición adecuada de estas membranas pueden conseguirse zonas en el tanque en que se concentran las sales, de las que se extrae el agua de rechazo y otras en las que se reduce esta concentración, que producen el agua tratada .

El impacto ambiental generado por este tipo de plantas es reducido, ya que no ocupan una superficie importante de terreno ni generan ruidos, olores o humos. Unicamente es necesario atender cuidadosamente a las conducciones destinadas a la evacuación de la salmuera, que debe llevarse al mar, en las que hay que asegurar una estanqueidad suficiente y un vertido suficientemente alejado de la costa que siempre será menos estricto que el asociado con la eliminación de las aguas residuales.

Inversiones previstas

El Plan prevé la construcción de un total de 15 plantas desaladoras de agua salobre. En su conjunto representan el tratamiento de un total de 23,9 hm3/año de agua con una inversión global de 3.595 millones de pesetas.

Es necesario destacar, por otra parte, que los beneficios de estas plantas no solo se producen como consecuencia del aumento de calidad de las aguas que tratan directamente sino que se trasladan también a otras no tratadas pero que se hacen más utilizables como consecuencia de la mezcla con las primeras.

Este aspecto es determinante cuando se considera conjuntamente el tratamiento de aguas de pozo y de galería, ya que las segundas, normalmente bicarbonatadosódicas requieren un pretratamiento con ácidos y una calcificación posterior para adecuar el pH a niveles tolerables por los cultivos, lo cual hace más costosa la desalación y conduce a que los rendimientos óptimos hagan recomendables estas mezclas. Por otra parte, en la mayoria de los casos se sitúa la planta en un punto en el que es posible aplicar el tratamiento a una mezcla de aguas con diversos origenes y varios propietarios, con el fin de obtener economías de escala.

Estas circunstancias, unidas a la necesidad de minimizar el impacto ambiental del vertido de salmuera, determinan que sea esencial en estas actuaciones una decidida intervención de la Administración, que debería cubrir los siguientes objetivos:

· Promover el interés general
· Evitar distorsiones en los mercados zonales de agua que resulten afectados por la súbita modificación cuantitativa y cualitativa que representa la puesta en marcha de estas instalaciones.
· Establecer las ayudas financieras necesarias para asegurar la construcción de plantas suficientemente grandes como para que permitan aprovechar economias de escala que minimicen los costes.
· Garantizar una explotación técnica y ambientalmente adecuada.

La tabla adjunta refleja la relación de inversiones previstas en este tipo de instalaciones, muchas de las cuales y siempre que las condiciones de elevacion lo han permitido, se han acompañado con pequeñas centrales eléctricas que permiten compensar en cierta medida el importante consumo que representa la explotación de las plantas, que puede estimarse en unos 25 millones de kilowatios hora anuales.

INVERSIONES PREVISTAS EN DESALACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

N° de orden	**Denominación**	**Aguas a tratar**	Capacidad m31día		Presup. (Mpts)	
			1- Etapa	**Total**	**1- Etapa**	**Total**
1	Icod- 1	Galeria Bco. Vergara	1 x 1.100	1 x 1 100	125	125
2	LaGuancha	Galeria Bco. Vergara Canal Guancha-Icod	1x2.100	3x2100	150	300
3	San Isidro	Pozo El Conde Pozo Ifara Pozo Bco. de Ifara Pozo El Charcón	2 x 2.100	3 x 2.100	175	250
4	Los Menores	Pozo Armeñime Pozo La Grieta Pozo La Morera 2 Canal Costa - Adeje	1 X 2100	2 x 2.100	125	200

5	Chio	Pozo Ajano Pozo Era del Llano Pozo Acevedo	1 x 2.100	2 x 2.100	125	200
6	Anaga	Pozo El Valle Pozo Lara Pozo Bco. Tahodio Pozo La Portada Pozo Algarrobero Pozo Las Cadenas	2 x 2.100	4 x 2.100	140	250
7	Los Erales	Pozo El Cabuquero Pozo Aldea Blanca Pozo El Parlamento Pozo La Abejera Pozo El Bailadero	1 x 2100	3 x 2.100	175	250
9	Valle Orotava	Galeria Bco. Vergara Galeria El Almagre Galeria La Cumbre	1 x 2.100	2 x 2.100	125	200
10	Aripe	Galeria Bco. Vergara G. Hoya de La Leña G Los Mayatos G Tágara	1 x 4.200	3 x 4 200	325	700
11	Tamaimo	Galeria El Sauce G Sr. del Valle G San Fernando G. Salto del Guanche G. Bilma G. Honduras de Luchón G. Cerca de la Fortuna	1 x 2.100	2 x 2.100	150	225
12	Bco. El Rio	Pozo Bco. El Rio Pozo el Perú	1 x 2.100	2 x 2.100	125	200
13	El Tanque	G. Tierra del Trigo G. El Cubo	1 x 1 100	2 x 1.100	125	175
14	Icod - 2	N. Pozos para regadío del Cabildo Insular	1 x 2100	2 x 2.100	125	200

15	Aibama	Pozo El Pedrón Pozo Abama Pozo Piedra Hincada	1 x 2.100	2 x 2.100	125	200
	TOTALES		**2 x1.100** **13 x 2.100** **1 x 4.200**	**3 x 1.100** **27 x 2.100** **3 x4.200**		
			33.700	**72.600**	**2.115**	**3.475**

Desalación de agua de mar

Cuestiones técnicas y medioambientales

Las Canarias Orientales han sido pioneras en el mundo en la desalación de agua de mar. Tras dos décadas de experiencias se han probado e incorporado avances tecnológicos en los sistemas basados en la evaporación (multietapa flash y vapor-compresión) y en la ósmosis inversa. Dado que este último sistema (RO) es el que más ha rebajado sus costes energéticos (introducción de turbinas recuperadoras en las bombas de alta presión y mejoras de rendimiento y abaratamiento de las membranas) y el que ha sido elegido en los últimos concursos de contratación a continuacion se describe esta tecnologia, sin que ello suponga una predefinición para las actuaciones programadas en este Plan.

La ósmosis es un proceso natural a través del cual las raices de las plantas extraen el agua relativamente pura que se encuentra en el suelo para diluir la alta concentración de sales presente en la savia. Este proceso, que es la base de otros muchos mecanismos biológicos y está presente en todas las células vivas, precisa de la interposicion entre dos masas de agua con diferente concentración de sales disueltas, de una membrana semipermeable que permite el paso del agua pero no el de estas sales.

En su forma natural o directa y en el supuesto de que estas dos masas de agua estén a la misma presión, el flujo se produce desde la más pura a la que tiene más sales disueltas. En la ósmosis inversa, y gracias a la aplicación de una presión muy importante sobre la última, se invierte esta dirección del flujo, con lo cual aumenta la concentración de sales, que quedan retenidas por la membrana y se genera, al otro lado de ésta, un producto final en forma de agua de mayor calidad.

Los costes de explotación fundamentales en la aplicación industrial de esta tecnologia se derivan, lógicamente, del de la energía necesaria para aplicar presión en la zona de concentraciones altas de sales y de la necesidad de reponer las membranas, que tienen una vida limitada. De hecho, la competitividad actual de este sistema procede de los espectaculares incrementos de rendimiento que se han conseguido para estas membranas que se han traducido en el incremento de la capacidad de filtración (metros cúbicos por metro

cuadrado y día) que se ha multiplicado hasta por un factor de 60 en los últimos 30 años. Este incremento conduce de un lado a la posibilidad de operar a presiones inferiores y de otra parte a la disminución del tamaño de la planta. Además, la vida media de las membranas, si se realiza una explotación técnicamente adecuada ha aumentado considerablemente. Por último, se ha introducido la recirculación del agua de rechazo hacia turbinas acopladas a las bombas de presión que han reducido el consumo de energia de estas últimas.

Con todo ello el consumo energético ha descendido hasta unos 6 kWh/m3 de agua producto y el coste total de explotación oscila entre 120 y 150 pts/m3

Por lo que se refiere al impacto ambiental de este tipo de instalaciones, nuevamente, como en el caso de las desaladoras de agua salobre, este impacto está esencialmente relacionado con la devolución al mar de la salmuera rechazada que se produce en cantidades importantes, del orden del 50% de agua bruta total, ya que para conseguir rechazos menores sería necesario hacer trabajar a las membranas en condiciones más estrictas, lo cual reduce su vida media. Evidentemente la longitud de las conducciones no es importante, puesto que las plantas están situadas siempre muy cerca del mar. Sin embargo, es necesario evitar la proliferación de pequeños vertidos sin las condiciones adecuadas.

También es fundamental en este tipo de instalaciones la disposición de la toma que normalmente debe consistir en un pozo cercano al mar de modo que la filtración natural del agua a través del terreno reduzca al máximo el contenido en ésta de materias en suspensión y compuestos orgánicos. Tanto unos como otros reducen la vida de las membranas y pueden favorecer la incrustación, lo cual dificulta la operación y aumenta los costes de energía. En concreto se debe evitar la formación de colonias de bacterias en las membranas, siendo éste uno de los problemas que se han identificado en plantas en operación con una disposición inadecuada de la toma. La construcción de un pozo correctamente diseñado equivale a la de un completo sistema de pretratamiento por filtracion.

En caso de disponer de calor residual como subproducto industrial, en cantidad suficiente y con las garantias necesarias, el sistema de destilación por múltiples efectos (MED) presenta notables ventajas. El Plan Energético de Canarias (PECAN) contempla esta cuestión como anexo a la central térmica de producción de electricidad de Granadilla y así se recoge en este plan para la desaladora que alli se propone.

CRITICA A LAS FUENTES:

Se han observado los siguientes aspectos en torno a los datos:

- Los datos procedentes del consumo de Unidades han debido ser reconciliados, repartiéndose en las torres de refrigeración.

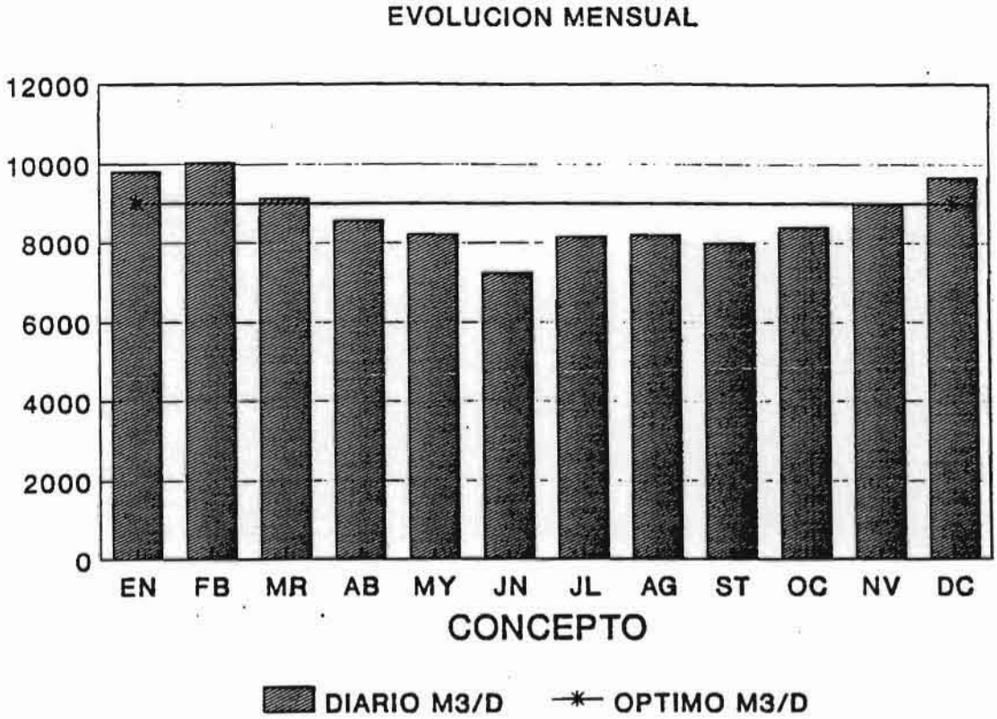
- Los costos de aditivos y los contratos de agua corresponden a precios relativos al año 1991.

ANALISIS CUANTITATIVO:

En el año 1991 se registró una entrada de agua en los depósitos Tristan, Vuelta de los Pájaros y Hernández Suárez de 3.375.343 M3 y hubo un consumo de agua en Refinería de 3.113.228 M3. La distribución del consumo fue la siguiente:

Barriadas de Tio Pino	200.698 M3	5.95 %
Otros consumos ext.	61.417 M3	1.82 %
Recep.agua Refinería	**3.113.228 M3**	**92.23 %**
Recec. agua Tristán,VP	3.375.343 M3	100.0 %
El agua que entra en Refinería se distribuye en:		
Refrigeración	**1.646.306 M3**	**48.77 %**
Desmineralización	**827.038 M3**	**24.50 %**
Otros destinos	*** 639.884 M3**	**18.96 %**

* En otros destinos se incluye el agua potable, consumo en Unidades, tanques y los excesos de agua debido a la estacionalidad. En el siguiente diagrama se puede observar este aspecto.



1991

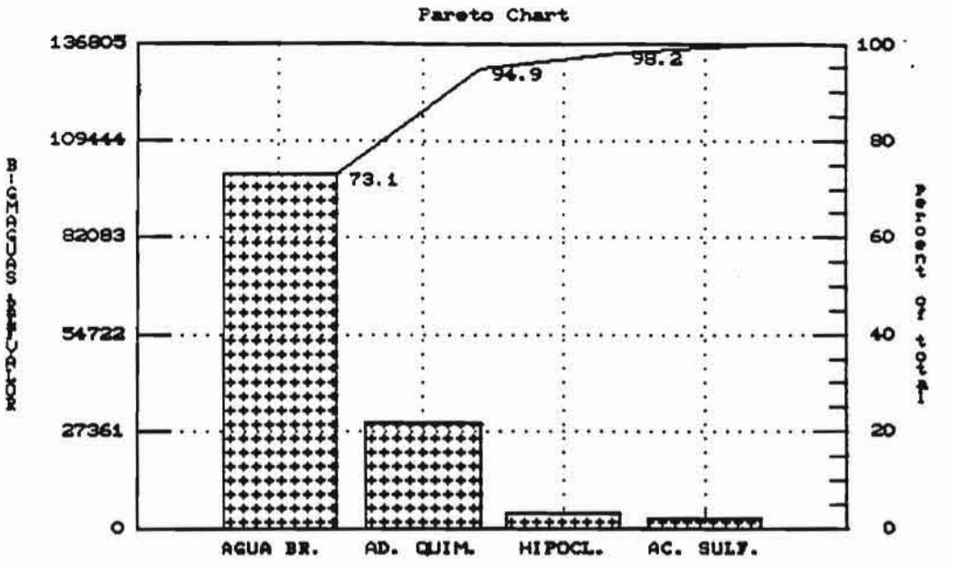
En orden de importancia la Refrigeración es el mayor consumidor de agua, seguido de la Desmineralización. Sobre estos dos grandes consumidores, se realiza el análisis cuantitativo posterior.

La contribución a los costos variables en el año 1991, de los conceptos seleccionados fue la siguiente:

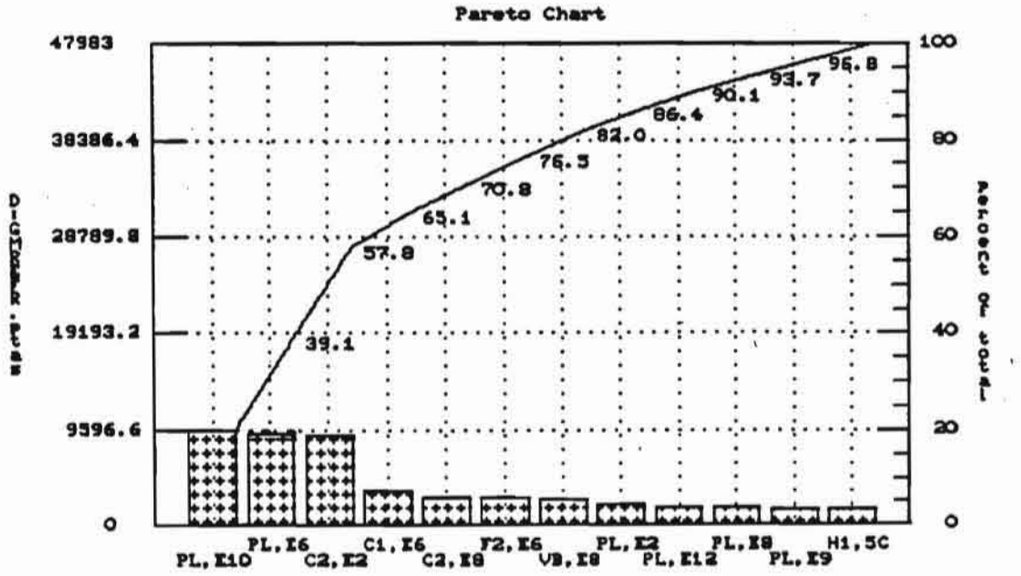
REFRIGERACION.

Agua bruta:	100.022 M Pts.
Aditivos químicos:	29.760 M Pts.
Acido sulfúrico:	2.529 M Pts.
Hipoclorito sódico:	4.494 M Pts.

Representado en un diagrama de Pareto la aportación al coste de estos conceptos, resulta:



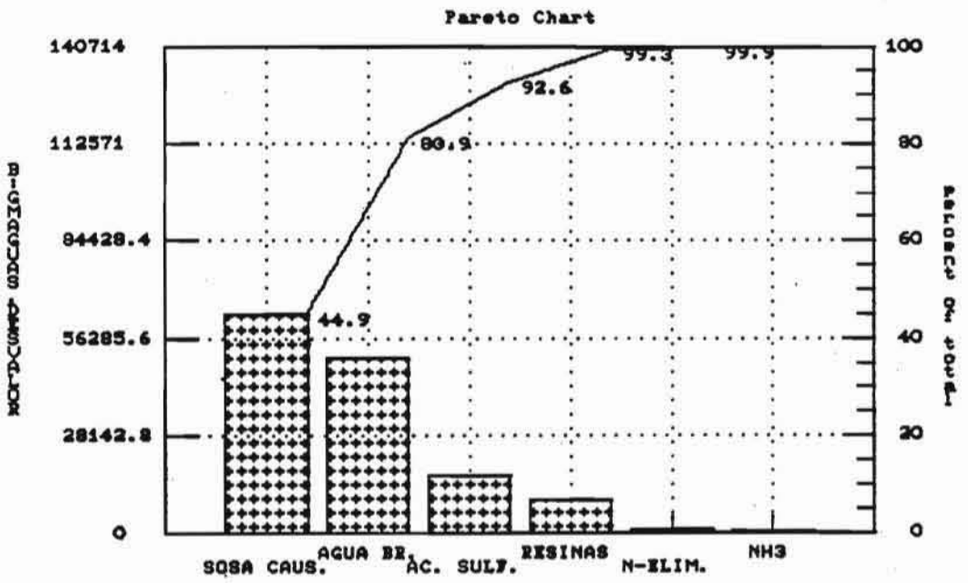
Dentro de este concepto, el siguiente PARETO describe la distribución de los consumos de agua en las torres de refrigeración de Unidades de Proceso en función de los cambiadores de calor a ellas conectados.



DESMINERALIZACION.

Agua bruta:	50.627 M Pts.
N-Eliminox:	808 M Pts.
Acido sulfúrico:	16.546 MPts.
Sosa caústica:	63.197 M Pts.
Amoniaco:	121 M Pts.
Resinas de intercambio:	9.415 M Pts.

Representado en un diagrama de Pareto la aportación al coste de estos conceptos, resulta:



ANALISIS CUALITATIVO:

Del estudio de los diagramas de pareto anteriores se desprenden las siguientes consideraciones:

- Refrigeración y Desmineralizadora son los dos grandes centros de costes, presentando otros destinos poca relevancia.

- Refrigeración consume principalmente agua, frente al coste de los reactivos. Dentro de sus consumidores, destacan los refrigerantes de Platforming (E10,E6) y Cadu-2 (E2), significando un 58% del total de los 12 cambiadores que mayor agua consumen del conjunto de Unidades. Sin embargo, no se incluye en este dato la torre A, responsable en su totalidad de la refrigeración de la Central Térmica, a la vista del próximo Proyecto de Cogeneración.

- Debido a la estacionalidad y al deterioro de la calidad del agua de aporte, resulta que en Invierno se purga en exceso las torres de refrigeración, siendo en verano cuando se esta por debajo de los mínimos de purga necesarios, dando lugar al ensuciamiento generalizado de los refrigerantes, cuyas consecuencias y costes principales han sido, en el caso más conservativo:

1. Aumento de la presión de trabajo como mínimo en 0,1 Kg/cm^2 en la Torre de destilación del CADU-2 a causa del incremento de la temperatura del reflujo. Coste del regalo de calidad de GOP en el residuo estimado en 35 MMptas/año.

2. Aumento de 40ºC en la temperatura del Reflujo en la Torre de Vacio del Foster-2 e incremento de 30ºC en el Horno para compensar la pérdida de vacio. Coste energético estimado 8 MMptas/año.

3. Coste de limpieza de refrigerantes 27 MMptas/año.

Coste total por todos estos conceptos, 70 MMptas/año.

- Hay que tener en cuenta para el análisis de estos datos, que la conductividad del agua ha aumentado con el paso del tiempo, situándose en el año

1991 en valores medios de 600 a 800 micro-siemems, este último en los meses de verano, lo que nos lleva a un mayor número de regeneraciones y purgas de torres de refrigeración.

- En la Desmineralizadora los conceptos de consumo de agua, sosa caústica y ácido sulfúrico suponen un 92,6 % del costo de reactivos y agua.

- De continuar empeorando la situación denunciada anteriormente, se corre el riesgo de paradas intermitentes de Unidades durante el Verano.

OPORTUNIDADES DE MEJORA:

- Reducir el consumo de agua y reactivoas en la Desmineralizadora.
- Reducir el consumo de agua de refrigeración de las corrientes de Proceso.
- Compensar la estacionalidad del aporte de agua.

A la vista de las oportunidades de mejora anteriores, se presenta el siguiente cuadro resumen de ventajas e inconvenientes de abordar alguno de estos aspectos.

	Proyectos		
	REFRIGERACION	DESMINERALIZADORA	ESTACIONALIDAD
VENTAJAS:			
	Ahorro agua	Ahorro agua	Ahorro agua.
	Ahorro adit.	Ahorro Adit.	Mejores Purgas.
	Limp. Refrig.	Ahorro Sosa C.	Menor riesgo Paradas.
	Rend. Unidades	Ahorro Sulf.	
	Ahorro Energía	Ahorro Resinas	
	Temp. productos #	Ahorro Mante.	

INCONVENIENTES:

Fuerte Inversión.	Elev. Inversion.	Coste?.
Largo Plazo Eje.	Medio Plazo Eje.	Medio/corto Plazo Eje.

El Grupo de Mejora estima, que a corto plazo es conveniente afrontar los aspectos de Estacionalidad y Desmineralizadora.

Refinería Tenerife, 19 de Febrero de 1992.

EL COORDINADOR. EL SECRETARIO.

CONSUMO DE SOSA EN REFINERIA.

PROPOSITO:

Presentar un Informe que recoja las conclusiones del estudio del consumo actual de sosa en Refinería.

COMPOSICION DEL GRUPO:

Coord. Miguel Melián Martín.

Sec. Juan Mora Méndez.

Resto miembros:

Rafael Larraz Mora.

Angel Martín Guillén.

Fdor. Jaime García Cabello.

METODOLOGIA:

Se han recopilado datos procedentes de:

- Control de Gestión de Refinería. (datos de costes y de consumo de sosa).

- Datos de las Unidades de Consumo. (suministro y consumo de sosa).

- Históricos del Depto. de Fabricación. (estudios existentes del consumo de sosa y su utilización).

- Control de entradas y salidas de Almacén.

Impreso en Papel 100% Reciclado para Conservar los Bosques.
MOD-09-1007

CRITICA A LAS FUENTES:

Se han observado los siguientes aspectos en torno a los datos:

- Los datos asignados para el consumo de Unidades se han realizado por diferencias de nivel en los tanques de almacenamiento, al no existir indicadores de caudal independientes para cada Unidad.

- Los costos de sosa corresponden a precios relativos a su año correspondiente.

ANALISIS CUANTITATIVO:

En el año 1990 se registró un consumo de 2.714.912 KG de sosa caústica al 50 %. En el año 1991 el consumo se elevó a 3.141.324 KG y hasta el mes de Junio del año en curso 1.153.696 KG. La distribución del consumo fue la siguiente:

	1990 (KG)	1991 (KG)	*1992 (KG)
Desmineralizadora	2.294.129	2.368.546	813.644
Aguas Residuales	70.068	521.739	206.204
Trat. Químico	131.012	27.122	34.896
CADU-2	56.068	90.233	40.377
LPG	110.762	91.163	28.523
Foster-2	34.007	23.086	12.330
CADU-VIS	14.854	19.435	17.722
Otros consumos	4.012		

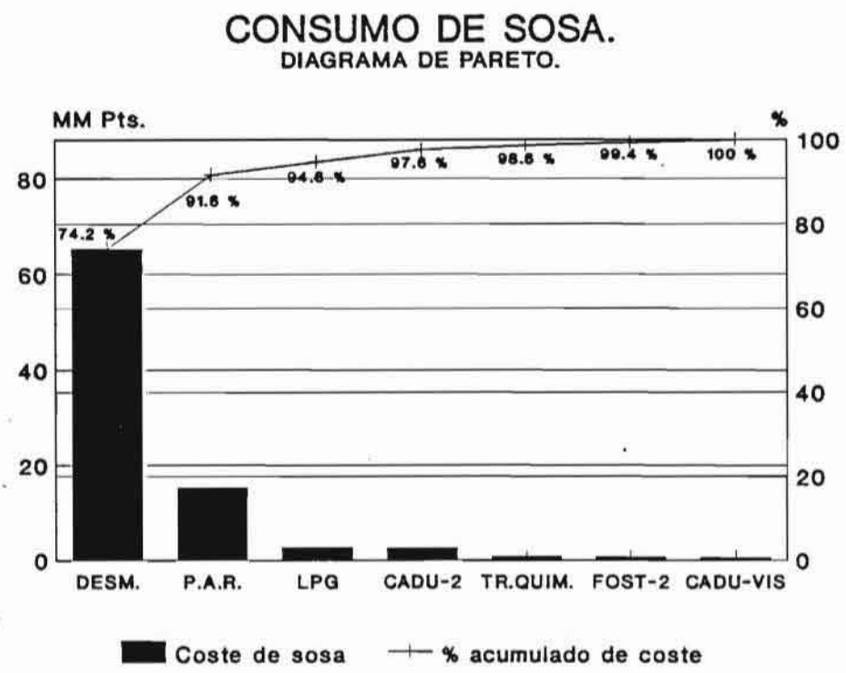
* De Enero a Junio de 1992, ambos inclusive.

En orden de importancia la DESMINERALIZADORA es el mayor consumidor de sosa, seguido de la Planta de Aguas Residuales. Le siguen en orden de importancia Tratamiento Químico y CADU-2. Sobre los dos grandes consumidores, se realiza el análisis cuantitativo posterior.

La contribución a los costos variables en el año 1991, de la sosa caústica por Unidades de consumo fue la siguiente:

Desmineralizadora:	65.342 M Pts.
Planta Aguas Residuales:	15.362 M Pts.
Tratamiento Químico:	821 M Pts.
CADU-2:	2.652 M Pts.
LPG:	2.677 M Pts.
Foster-2:	698 M Pts.
CADU-VIS:	568 M Pts.

Representado en un diagrama de Pareto la aportación al coste de estos conceptos, resulta:

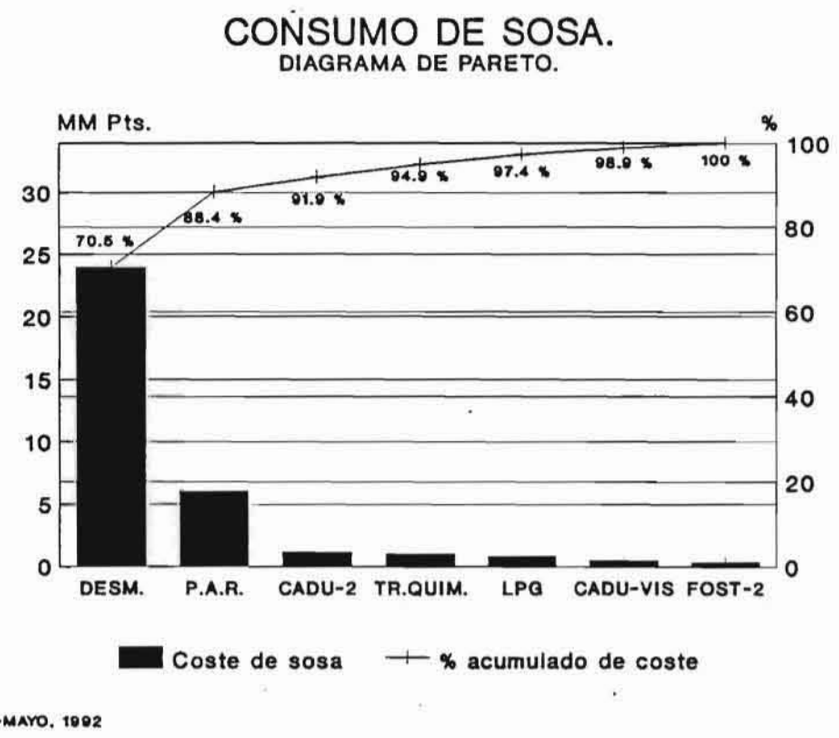


AÑO 1991

La contribución a los costos variables, en lo que va del año 1992, de la sosa caústica por Unidades de consumo fue la siguiente:

Desmineralizadora:	23.961 M Pts.
Planta Aguas Residuales:	6.072 M Pts.
CADU-2:	1.189 M Pts.
Tratamiento Químico:	1.027 M Pts.
LPG:	840 M Pts.
CADU-VIS:	522 M Pts.
Foster-2:	364 M Pts.

Representado en un diagrama de Pareto la aportación al coste de estos conceptos, resulta:



ANALISIS CUALITATIVO:

Del estudio de los diagramas de pareto anteriores se desprenden las siguientes consideraciones:

- La Desmineralizadora y la Planta de Aguas Residuales son los dos grandes consumidores de sosa caústica, presentando las otras Unidades un consumo poco significativo.

- La Desmineralizadora consume principalmente sosa, frente al coste de otros reactivos.

- Hay que tener en cuenta para el análisis de estos datos, que la conductividad del agua ha aumentado con el paso del tiempo, situándose en el año 1991 en valores medios de 600 a 800 micro-siemems, este último en los meses de verano, lo que nos lleva a un mayor número de regeneraciones y consecuentemente mayor consumo de sosa.

- En la Desmineralizadora el concepto de consumo de sosa caústica supuso, en el año 1991, un 44,9 % del costo de los reactivos y el agua.

- Dada esta situación se ha llevado a cabo un programa de renovación de las resinas de intercambio, que unido a la mayor recuperación de condensado, desde la instalación del nuevo Botellón en la Planta de Aguas Residuales, ha significado una reducción en el consumo de sosa caústica, que se puede estimar con los datos actuales en un 13 %.

- Se ha comprobado, mediante ensayo de Laboratorio, que la calidad de la sosa caústica al 50 %, cumple especificaciones.

CAUSA:

- A la vista de la información precedente, el Grupo de Mejora estima como causa evidente y fundamental del alto consumo de sosa caústica , la **conductividad y contenido en sílice-** o dicho de otra forma, **la calidad del agua.**

Reflejamos en el siguiente gráfico la evolución de la conductividad media del agua, en el transcurso de los últimos años, con los datos históricos que se han podido registrar.

ALTERNATIVAS DE SOLUCION:

Este Grupo de Mejora considera que para reducir el consumo de sosa, se debería:

- Compensar la estacionalidad y por consiguiente la calidad del aporte de agua.

- Adaptar tecnológicamente la Planta Desmineralizadora al sistema contracorriente.

- Introducir otras alternativas para producción de agua desmineralizada (Desalinización de agua de mar).

- Continuar el programa de recuperación de Condensado.

CONCLUSION FINAL.

Este Grupo no ha querido entrar a valorar las soluciones apuntadas con anterioridad, ya que la Empresa ha comenzado a poner en marcha un proyecto destinado a la producción de agua desmineralizada, mediante una Planta de Desalinización de agua de mar, que sin duda va atener una incidencia fundamental en la reducción del consumo de sosa caústica.

Por otra parte, el Grupo entiende que el consumo de sosa, no puede considerarse excesivo, toda vez que el índice de consumo está en clara relación directa con la calidad del agua.

Por todo ello estimamos que el objetivo encomendado al Grupo, se puede considerar finalizado y en consecuencia se hace innecesario seguir con el proceso de las fases siguientes, elevando al Comité de Calidad estas conclusiones.

Refinería Tenerife, -- de Julio de 1992.

EL COORDINADOR. EL SECRETARIO.

* De Enero a Junio de 1992, ambos inclusive.

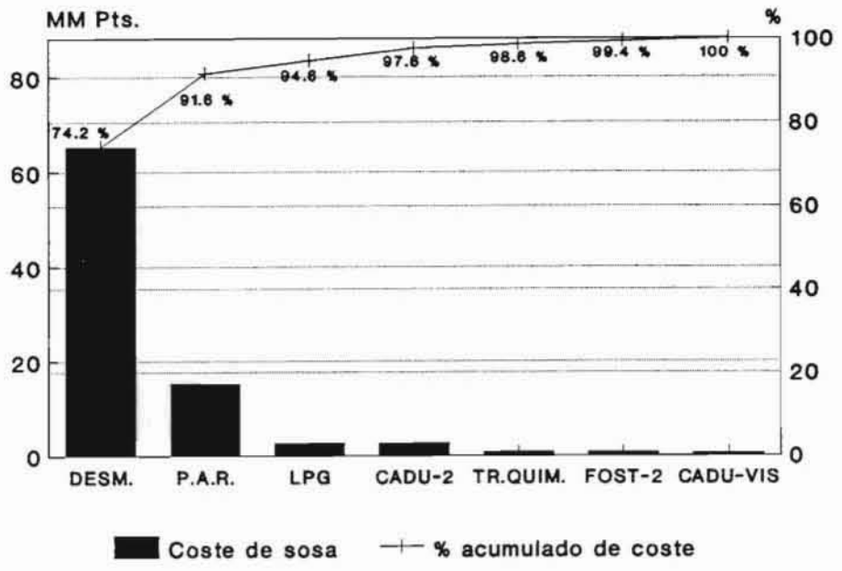
En orden de importancia la DESMINERALIZADORA es el mayor consumidor de sosa, seguido de la Planta de Aguas Residuales. Le siguen en orden de importancia Tratamiento Químico y CADU-2. Sobre los dos grandes consumidores, se realiza el análisis cuantitativo posterior.

La contribución a los costos variables en el año 1991, de la sosa caústica por Unidades de consumo fue la siguiente:

Desmineralizadora:	65.342 M Pts.
Planta Aguas Residuales:	15.362 M Pts.
Tratamiento Químico:	821 M Pts.
CADU-2:	2.652 M Pts.
LPG:	2.677 M Pts.
Foster-2:	698 M Pts.
CADU-VIS:	568 M Pts.

Representado en un diagrama de Pareto la aportación al coste de estos conceptos, resulta:

CONSUMO DE SOSA.
DIAGRAMA DE PARETO.

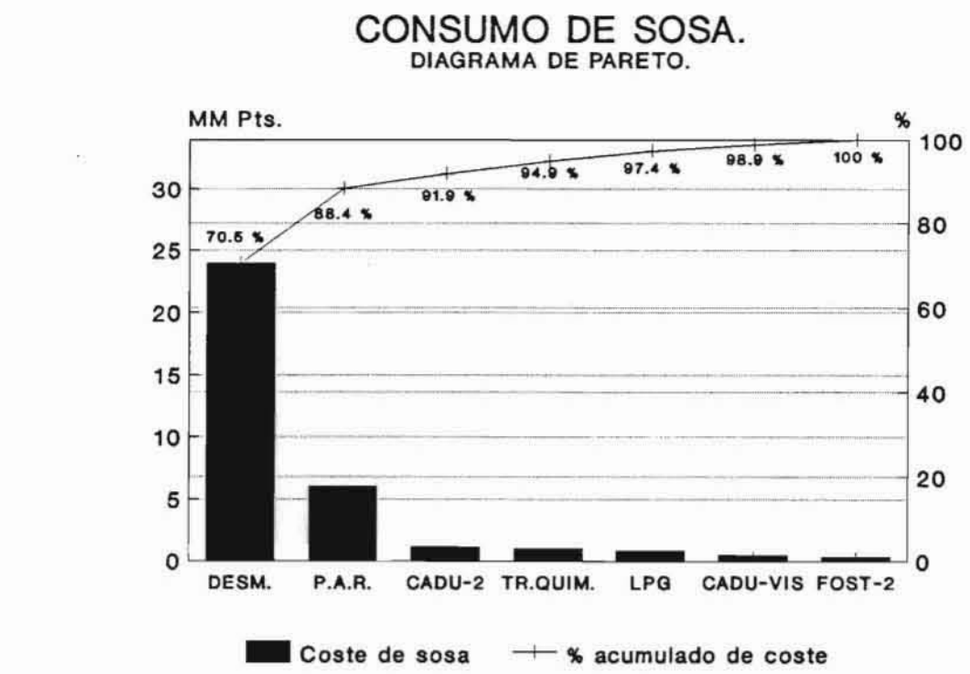


AÑO 1991

La contribución a los costos variables, en lo que va del año 1992, de la sosa caústica por Unidades de consumo fue la siguiente:

Desmineralizadora:	23.961 M Pts.
Planta Aguas Residuales:	6.072 M Pts.
CADU-2:	1.189 M Pts.
Tratamiento Químico:	1.027 M Pts.
LPG:	840 M Pts.
CADU-VIS:	522 M Pts.
Foster-2:	364 M Pts.

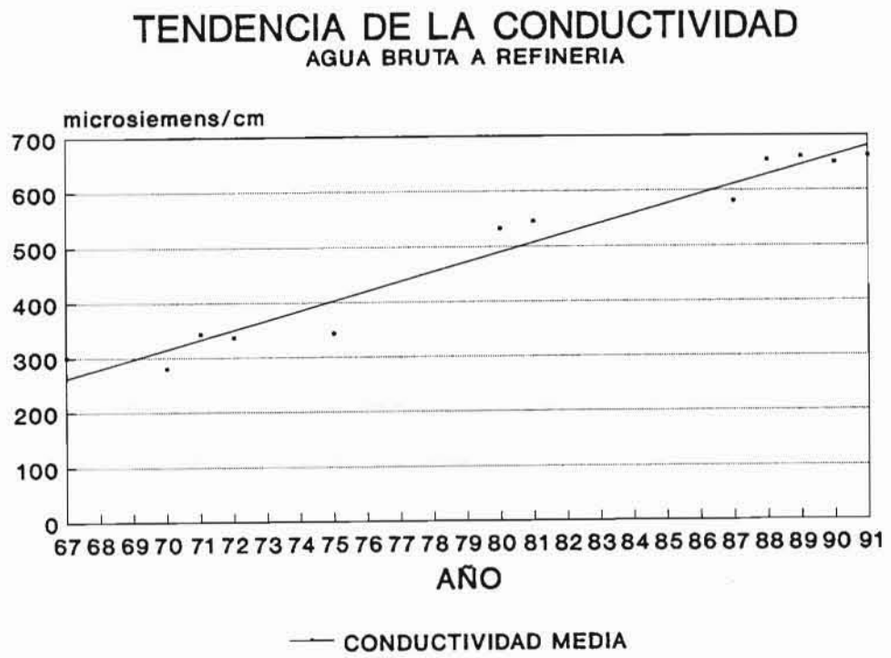
Representado en un diagrama de Pareto la aportación al coste de estos conceptos, resulta:



CAUSA:

- A la vista de la información precedente, el Grupo de Mejora estima como causa evidente y fundamental del alto consumo de sosa caústica , la **conductividad y contenido en sílice-** o dicho de otra forma, **la calidad del agua.**

Reflejamos en el siguiente gráfico la evolución de la conductividad media del agua, en el transcurso de los últimos años, con los datos históricos que se han podido registrar.



ALTERNATIVAS DE SOLUCION:

Este Grupo de Mejora considera que para reducir el consumo de sosa, se debería:

- Compensar la estacionalidad y por consiguiente la calidad del aporte de agua.

TEST PLANTA DESALINIZADORA CG - POT- 001.

OBJETIVO.

Estudiar las condiciones de trabajo de la Planta el día 02/05/1995 a las 11 horas, comparándolas a las de diseño.

La finalidad del test es determinar los siguientes parámetros:

Rendimiento de la Planta.
Calidad de la producción.
Consumo de productos químicos.
Cambios introducidos en la Planta.

INFORME.

Producción:

	Diseño	02/05/95
Destilado (m^3/h)	150	165,17
Calidad destilado	< 22 µS/cm	3,48 µS/cm
Calidad condensado	< 22 µS/cm	2,11 µS/cm

Suministro de agua de mar:

	Diseño	02/05/95
Temperatura	21 °C	20,63 °C
Salinidad	4 %	3,3 %
Caudal alimentación	333,3 m^3/h	395 m^3/h

Demanda de vapor:

	Diseño	02/05/95
Vapor B.P. (Kg/cm^2)	1,3	1,3
Vapor M.P. (Kg/cm^2)	12,5	10
Vapor M.P. a NCG (Kg/cm^2)		12,53
Vapor B.P. (ton/h)	7,0	7,13
Vapor M.P. (ton/h)	7,37	7,69
Vapor M.P. a NCG (ton/h)		0,62
Producción específica m^3 prod./tm vapor	10,9	11,15

Resultados del proceso:

	Diseño	02/05/95
Relación de conversión -producto a alimentación	0,45	0,42
% conc. máx salmuera.	7	6,3
Temp.máx. salm. efec. 1	69 °C	61,98 °C

Temperaturas de salida:

	02/05/95
Salida de producto (°C)	41,88
Salida agua refrigeración (°C)	38,92

Tratamiento de la alimentación:

-3 ppm en el flujo de la alimentación (1 Kg/h) y 2 ppm en el flujo de la alimentación intermedia (1 Kg/h), en total 2 Kg/h.

Resultados analíticos de laboratorio:

	Agua producto
pH	6,1
SiO_2 (ppm)	0
Conductividad (µS/cm)	7,1
Cloruros (ppm)	1,5

	Agua mar	Agua pozo	Salmuera dil
STD.(%)	4,5	3,3	6,3
pH			8,38

Consumos específicos de la Planta

	Diseño	02/05/95
Vapor baja presión (kg / m^3 destilado neto)	48,67	43,17
Vapor media presión (kg / m^3 destilado neto)	46,67	46,56
Electricidad (Kw / m^3 destilado neto)	1,2 (*)	1,06 (*)
	No aplicable	3,71 (**)
Aditivos (kg / m^3 destilado neto)		
Hipoclorito cálcico	variable	5.53×10^{-4}
Antiincrustante	0,011	0.012

(*) Sin incluir impulsión de producto destilado, bombeo de la alimentación ni enfriamiento de salmuera.

(**) Incluye el bombeo de todas las corrientes de la Planta.

Costos variables (Pts/m^3 de destilado neto).

	02/05/95
Vapor baja	26.93
Vapor media	28.22
Electricidad	23.21
Aditivos ID - 204	4.59
Hipoclorito cálcico	0.25
Total costos variables	83.2

Fuente: Servicios Administrativos Refinería Tenerife

1. DEFINICION DE COGENERACION

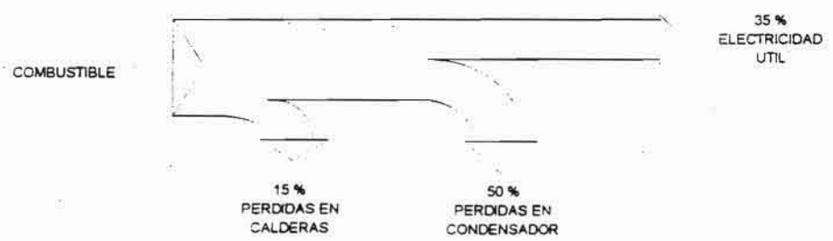
El término Cogeneración se aplica a aquellos procesos que producen y utilizan calor y electricidad de forma conjunta y simultánea.

Estos procesos se fundamenta en el uso de fuentes primarias de calor (combustibles) para generar electricidad con turbinas o motores, aprovechando el calor residual de la generación eléctrica para su aplicación directa. De esta forma se sustituye el suministro de energía convencional, consistente en producir el vapor en calderas y comprar electricidad a la Cia. distribuidora correspondiente, por el de producir simultaneamente el vapor y la electricidad en las instalaciones del usuario.

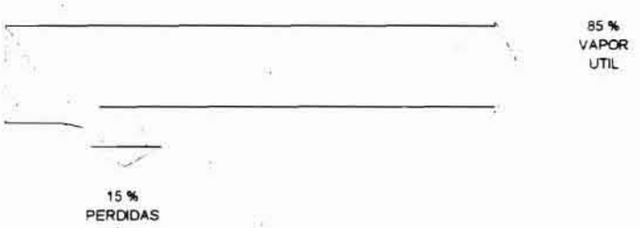
Esta posibilidad de aprovechar simultáneamente el calor y la electricidad es lo que hace de la cogeneración un método muy eficiente desde el punto de vista energético y que se resume en el diagrama:

SISTEMA CONVENCIONAL

PLANTA TERMICA CONVENCIONAL

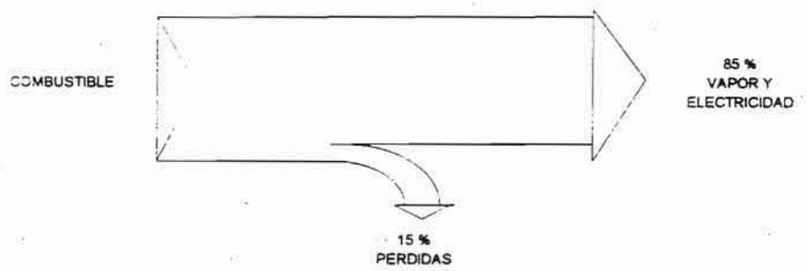


CALDERA INDUSTRIAL



MOD-09.100

SISTEMA COGENERATIVO



Las ventajas de las plantas de cogeneración son:

- Minimización de costes de generación

La principal ventaja que aporta es permitir al usuario satisfacer sus necesidades de vapor y electricidad a un costo menor respecto al sistema convencional de adquisición, de forma independiente, el combustible y la electricidad a las compañias distribuidoras correspondientes.

Esta ventaja económica que la cogeneración ofrece al usuario posibilita también un importante ahorro de energía primaria a nivel nacional, ya que cada Kwh eléctrico producido enpleará por término medio 1,55 Kwh de calor, frente a los casi 3 Kwh que se deben emplear en una central térmica convencional.

- Minimización del impacto ambiental

En general, una instalación de cogeneración disminuye el nivel de contaminación al emplear menos combustible y de mayor calidad (gas) que una central convencional (fuel oil o carbón), para producir los mismos Kwh eléctricos.

MOD-09.10

- Minimización de costos de producción

Los sitemas de cogeneración producen electricidad donde se precisa, evitando grandes transportes y las pérdidas que ello supone (mayores del 10%).

- Seguridad de abastecimiento y diversificación:

La Cogeneración permite al usuario aumentar la fiabilidad del suministro energético, si se conservan las fuentes habituales como alternativa.

Reg. Merc. Madrid 206/100 / Hoja nº 6045 Sociedades. C.I.F. A 28003119

CAPITULO III

DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO

INDICE

1. RESUMEN

2. RECEPCION DE COMBUSTIBLES

3. TURBINA DE GAS Y CALDERA

4. AGUA ALIMENTACION A CALDERA

5. PLANTA POTABILIZADORA

6. BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA

Reg. Merc. Madrid 206/100 / Hoja nº 6045 Sociedades C.I.F. A 78003119

MOD-09-10C

1. RESUMEN

El sistema de Cogeneración de COTESA es un ciclo simple que consta de una turbina de gas que genera 37 MW y envía los gases a una caldera de recuperación con posibilidad de postcombustión. donde se generan hasta 78 Tm/h de vapor de 58 kg/cm2 g y 445 °C y 10 Tm/h de vapor de 20,4 kg/cm2 y 260°C .

La producción de vapor de alta se envía a la refinería de CEPSA y la producción de vapor de media se utiliza como vapor de inyección en la turbina de gas para reducir la producción de NOx a 65 ppm V. También está previsto la posibilidad de enviar el vapor de media a la red de 12 kg/cm2 g, laminándolo.

La energía eléctrica generada es enviada a la subestación de "Buenos Aires" de UNELCO.

En caso de fallo de la red eléctrica exterior está previsto que la planta trabaje "en isla" suministrando la turbina de gas la potencia eléctrica requerida por la propia planta. También existe un grupo diesel-generador para arrancar la turbina de gas o las caldera cuando un cero de UNELCO provoque el disparo de la turbina de gas.

El combustible a utilizar en la turbina de gas es fuel gas como combustible principal y diesel-oil como combustible complementario cuando la producción de gas en la Refinería no es suficiente y en los arranques y paradas.

La Planta también incluye una Planta Potabilizadora de Agua de Mar, tipo MED (destilación en efecto múltiple) de capacidad nominal 3600 m3/día.

La planta potabilizadora utiliza vapor de baja presión (1,3 kg/cm2 g, 125°C) y vapor de media presión (12,0 kg/cm2 g, 215° C).

2. RECEPCION DE COMBUSTIBLES .

El fuel gas de refinería se recibe a 4 kg/cm2 g y 30 °C y pasa por el separador ciclónico CG-F-004. Este separador retiene el líquido que pueda llevar el gas. El principio de operación del mismo consiste en que el gas cargado con líquido entra a una cámara de distribución, la cual contiene pequeños tubos ciclónicos montados en paralelo. El gas entra en cada uno de los tubos a través de dos

Reg. Merc. Madrid 206/100 / hoja nº 6045 Sociedades. C.I.F. A 28003119

MOD-09-10

aberturas tangenciales situadas en la parte superior de los ciclones. La fuerza centrífuga hace que las gotas de líquido y partículas sólidas vayan a la periferia del tubo y hacia abajo, obligando a las mismas a caer a la parte inferior del recipiente. El gas limpio cambia de dirección dirigiéndose hacia la parte de arriba donde sale al exterior. Para controlar el nivel en el tanque se dispone de un controlador (LVC060).

El fuel gas después de salir del separador ciclónico va a al compresor de gas (CG-CO-001) y a la caldera (CG-B-001).

En la Turbina de Gas existe una compensación automática de combustibles en operación con combustible mixto. La cantidad de gas que se quema en la turbina es función de la presión de la red de fuel gas de Refinería. Cuando la presión baja del "set-point" (alrededor de 4 kg/cm2), el sistema de control de la turbina actúa bajando el FSR2 y subiendo el FSR1 para mantener la potencia. Si la presión sube, el automatismo no actúa. Es el operador quién tiene que tomar la decisión de aumentar el consumo de gas. El sistema de control da alarma si la compensación automática hace trabajar a la turbina en una zona de funcionamiento prohibido con mezcla.

El plano 410.01-X-009 (incluido en Anexo III) recoge la entrada de gas a la planta. Como se ve, existe una caseta de analizadores donde se determina la densidad, poder calorífico superior y poder calorífico inferior del gas mediante un cromatógrafo.

El diesel-oil procedente de la Refinería se envía al recipiente de diesel oil CG-V-005. Este recipiente tiene una capacidad de 23,03 m3. La turbina de gas consume unos 11,7 m3/h a carga base. La capacidad del recipiente permite el funcionamiento de la TG durante una hora y media. El diesel oil se manda a Cogeneración mediante las bombas DEP-1A/B situadas en el Blending de Fuel Oil. Estas bombas tienen la particularidad de que pueden trabajar a 50 y 60 ciclos. El cambio de 50 a 60 ciclos es manual. El esquema de control de nivel del tanque se encuentra en el plano 410.01-X-002 (Anexo III). Por bajo nivel arrancan las bombas DEP1A/B y se paran por alto. También las bombas se pueden arrancar/parar desde la consola del TDC a traves de pulsadores. Este tanque también alimenta al grupo electrógeno.

Reg. Merc. Madrid 206/100 / hoja nº 6045 Sociedades C.I.F. A 28003119

3. TURBINA DE GAS Y CALDERA

El combustible gaseoso se suministra a la turbina de gas a una presión de 20,4/22,4 kg/cm2 previo paso por el filtro separador CG-F-003 (incluido en el suminstro de la turbina).

El skid de bombeo, calentamiento y filtración de diesel oil recibe el diesel oil del tanque CG-V-005 y lo envía a la turbina en las condiciones requerida por ésta.

La turbina de gas puede quemar fuel gas de Refinería, diesel oil o una mezcla de ambos dentro de los límites de operación que se muestran en la figura del Anexo VI, y que es necesario respetar para asegurar una adecuada combustión:

- No operar con combustibles mezclados debajo de 10 MW.

- No operar debajo de 30% a plena carga o 60% a 10 MW de caudal de gas a fin de evitar que las relaciones de presión de los inyectores caigan por debajo de 1,025, lo cual podría ocasionar un fenómeno de bombeo en las cámaras de combustión.

- No operar de bajo de 10% de caudal de líquido a fin de evitar una recirculación excesiva al nivel del by-pass del combustible líquido, ocasionando un calentamiento de la bomba del líquido.

El cambio de operación de un combustible a otro se inicia manualmente a través del selector de combustible o automaticamente por un presostato que actúa cuando la presión del fuel gas cae por debajo de un valor prefijado (19 Kg/cm2 g). El cambio automático solo ocurre de operación con fuel gas a operacion con diesel oil. La vuelta a operación con fuel gas se ha de iniciar manualmente una vez restablecida la presión del combustible gaseoso.

Los gases procedentes de la turbina de gas pasan a la caldera de recuperación de calor con postcombustión CG-B-001 donde se genera vapor a 58 kg/cm2 y 445ºC que se envía a Refinería y vapor de 20,4 kg/cm2 y 260 ºC (condiciones requeridas para el vapor de inyección de la turbina de gas). Aparte de la producción de vapor, la caldera dispone de un serpentín de calentamiento de agua (circuito cerrado) donde se recupera parte del calor residual de los humos calentando 190 Tm/h de agua desde 125ºC hasta la temperatura que posibilite la temperatura de humos y la superficie instaladada.

Reg. Merc. Madrid 706/100 / Hoja nº 6045 Sección 1ª C.I.F. A 28003119

El vapor de 20,4 kg/cm2 se envía al sistema de inyección de vapor de la turbina de gas, aunque existe la posibilidad de enivar al colector de vapor de 12 kg/cm2 mediante una reductora. El control de la presión de este colector se realiza por medio del PC-005 que actua en rango partido sobre las válvulas PV-005B (vapor al colector de 12 kg/cm2 , en caso de que la caldera produzca más vapor que el requerido por la turbina o no hay inyección de vapor) y PV-003 (laminación de vapor de 58 kg/cm2 g a vapor de 20 Kg/cm2g).

El control de la caldera actua sobre la postcombustión, quemando más o menos fuel gas, para mentener la presión requerida (58 kg/cm2) en el colector de vapor de alta presión, adecuandose a la demanda de vapor de la Refinería.

La caldera dispone de una soplante auxiliar que permita operar la caldera con aire fresco generando la misma cantidad de vapor de alta presión en el caso de que la turbina de gas esté parada. Además, en caso de disparo de la turbina de gas, la misma señal de disparo se envía al sistema de control - enclavamientos de la caldera para el arranque inmediato de la soplante auxiliar y cambio automático a operación con aire fresco, de tal forma que no sea afectada ni la cantidad ni la calidad del vapor generado en la caldera.

En caso de disparo de la caldera cerrará automaticamente el diverter enviando los gases de la turbina a la atmosfera por la chimenea de "by-pass". Solo en caso que dispare la caldera y el diverter no cerrara se enviará una señal de parada a la turbina de gas.

Las purgas continuas tanto del calderín de alta como el de media presión se envían al recipiente de purgas continuas CG-VE-001 donde se recupera parte como vapor de baja (1,3 kg/cm2 g saturado), y el resto no vaporizado se envía al recipiente de purgas intermitentes CG-V-002. El vapor producido en este recipiente se envía a la atmósfera y el líquido a drenaje.

Los planos 410.01-X-003 y 004 (Anexo III) recogen los diagramas de tuberías e instrumentación de la turbina de gas y de la caldera de recuperación.

4 .AGUA DE ALIMENTACION A CALDERAS

El agua tratada procedente de la Refinería se envía controlada en nivel (LC-059,LV-059) al tanque de agua tratada CG-T-001 y de aqui, las bombas CG-P-003 A/B la envían hacia el desaireador CG-V-004, controlada por nivel en éste (LC-028,LV-028). Cuando el presostato PSL-069 detecte una caida de presión mandará una señal para arranque automático de la bomba (CG-P-003 A o B) que esté como reserva. Las bombas CG-P-003 A/B están dotadas de válvula

Rg. Mer. Madrid 706/100 / hoja nº 6045 Sociedades C.I.F. A 28003119

de recirculación automática que las evita funcionar por debajo de su mínimo caudal.

La caldera posee un circuito de calentamiento para precalentar el agua de alimentación y mejorar el rendimiento. Las bombas CG-P-005 A/B aspiran del desgasificador y mandan el agua al calentador de agua de caldera. Estas bombas están dotadas de un presostato PSL-037 que cuando detecta una caida de presión da una señal de arranque a la bomba que esté en reserva.

El control de presión del circuito se realiza a traves de la PC-031 que actua sobre la válvula PV-031.

El desgasificador opera a 1,03 kg/cm2 g (120 °C) controlado en presión por el control PC-025 que actúa sobre la válvula de admisión de vapor de 12 kg/cm2g (PV-025).

El agua desgasificada se envía a la caldera a dos niveles de presión. Las bombas CG-P-001 A/B alimentan el agua de calderas de alta presión y las bombas CG-P-002A/B la de mediia presión. Las cuatro bombas están dotadas de recirculación automática y de rranque automático de la bomba de reserva en el caso de que los presostatos situados en la descarga detecten una caída de presión (PSL-041 para las CG-P-001 y PSL- P-040 para las CG-P-002).

Ver planos 410.01-X-005 y 410.01-X-006 (Diagramas de tuberías e instrumentación sección agua a calderas y sección potabilizadora y agua tratada) (Anexo III).

5. PLANTA POTABILIZADORA

La planta de potabilización de agua de mar es de tipo MED (Destilación en múltiple efecto) y es capaz de suminstrar 3600 m3/día de agua potable (< 10 ppm TDS).

Las plantas MED utilizan condensadores de evaporación de tubo horizontal y película descendente en una serie de disposiciones para producir, mediante pasos repetidos de evaporación y condensación cada uno de ellos a una menor temperatura y presión, una cantidad múltiple de destilado a partir de una cantidad dada de vapor motriz.

El agua marina entrante se desairea y precalienta en el condensador de rechazo de calor y luego se divide en dos corrientes. Una vuelve al mar en

MOD-09.10

Reg. Mer. Madrid 306/100/hoja nº 6045 Sociedades C.I.F. A 28003119

forma de descarga refrigerante y la otra se convierte en la alimentación del proceso de destilación.

La corriente de alimentación es pretratada con un aditivo inhibidor de incrustaciones y es introducida en el grupo de efectos de recuperación de calor de menor temperatura.

Un sistema de toberas rociadoras las distribuye sobre las hileras superiores de los tubos en cada efecto, donde fluye en forma de finas películas por cada grupo de tubos; parte del mismo se vaporiza a medida que absorbe el calor latente liberado por la condensación de vapor dentro de los tubos.

La alimentación remanente, ahora levemente concentrada es bombeada al próximo grupo de efectos, que operan a temperaturas más elevadas. Allí se repite el proceso de rociado y evaporación. La alimentación remanente se vuelve a bombear hacia delante, hasta que sale del grupo de efectos más calientes en forma de salmuera concentrada.

El vapor de entrada es alimentado al interior de los tubos del efecto más caliente. Allí se condensa, dando su calor latente al agua de mar que fluye por la superficie exterior de los tubos, mientras se produce una cantidad casi igual de evaporación en el exterior.

Después de pasar por el separador de gotas de salmuera para mantener la pureza del destilado, el vapor se introduce en los tubos del próximo efecto, que opera a temperatura y presión algo menores.

El proceso de evaporación-condensación se repite a lo largo de toda la serie de efectos, de cada uno de los cuales contribuye con una cantidad significativa de destilado adicional. El vapor del último efecto se condensa en el condensador de rechazo de calor por medio del agua de mar de enfriamiento.

El producto es agua totalmente pura, con menos de 10 ppm de STD.

La salmuera concentrada del efecto de mayor temperatura, al igual que el destilado, se procesan en cascada por una serie de cámaras de evaporación súbita y se refrigeran sucesivamente para recuperar su calor. Después de ser refrigerada y diluida, se retorna al mar a través de la bomba de salmuera.

Los gases no condensables (NCG) se purgan de cada tubo y fluyen colectivamente de un efecto al siguiente. Eventualmente, se concentran en el extremo más frío del condensador de rechazo de calor y son evacuados por un eyector a chorro de vapor.

Reg. Merc. Madrid 206/100 / hoja nº 6045 Sociedades. C.I.F. A 78003119

MOD 09 10

Las bombas de alimentación de agua de mar a la planta (CG-P-004 A/B) aspiran de unos pozos construidos a tal fin cerca de la caseta de toma de agua salada de las bombas del servicio contraincendio de la Refinería. En caso de que el presostato PSL-063 detecte una caida de presión da una orden de arranque automático a la bomba que esta como reserva.

La salmuera producida en la planta se envía al mar, previo enfriamiento y dilución. Para ello se dispone de las bombas CG-P-006A/B que bombean agua de mar mezclándola con la salmuera. Estas bombas también están dotadas de arranque automática en caso de caida de presíon detectada por el PSL-066.

Para más detalle, ver el plano 410.01-X-006 (Anexo III).

6. BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA

Los Balances de Materia y Energía de la Planta de Cogeneración estan realizados para los siguientes casos de operación:

- Temperatura Ambiente 25º C

Carga: Base

Combustible: Fuel Gas 48.01% H2

Con inyección de vapor

Con Postcombustión

En este caso se han incluido los valores máximos y mínimos para cada corriente.

- Temperatura ambiente: 23ºC

Carga: Base

Combustible: Diesel Oil

Con inyección de vapor

Con Postcombustión

Reg. Merc. Madrid Tomo 1.061, Hoja nº 60.541, Sociedades, C.I.F. A-28003115

- Temperatura ambiente: 23ºC

Carga: Base

Combustible: 10 % Diesel Oil
90 % Fuel Gas

Con inyección de vapor

Con Postcombustión

Los Balances de Materia y Energia se incluyen en el Anexo I.

Reg. Merc. Madrid 206/100 / hoja nº 6045 Sociedades. C.I.F. A 28003119

BIBLIOGRAFIA

La bibliografía que se ha seguido para realizar este trabajo, ha consistido desde el punto de vista de la información previa donde se han obtenido gran cantidad de datos correspondientes a la existencia de infraestructura como pudieran ser galerias, pozos plantas desaladoras etc... , ha recaido en el avance al plan hidrológico insular de Tenerife.

Con respecto a la información más general sobre los conocimientos básicos que han sido de mucha importancia en este trabajo como pudiera ser los tipos de embalses, el planeamiento hidrológico etc , se ha obtenido del plan hidrológico de Tenerife de 1986. Este ha sido un libro muy didáctico de muy fácil comprensión que pone en evidencia la gran complejidad existente en esta materia, y la importancia que se le da tanto por parte de las personalidades políticas como de los particulares que están plenamente concienciados de la importancia de este recurso tan escaso.

Como el agua es un recurso muy escaso, su administración y previsión he podido contrastar que es un concepto de gran preocupación entre las entidades anteriormente citadas, por lo que la planificación y prevención para que este recurso no escasee está completamente establecido. He tenido numerosas entrevistas, con diferentes representantes de organismos como pudieran ser el consejo in sular de aguas de Tenerife, la empresa Enmasa, la empresa Balten, Servicio hidráulico de Tenerife, la compañia Cepsa, y la estación depuradora de Tenerife entre otros y en todas ellas está perfectamente determinada la previsión y consumo del agua en el futuro. He podido obtener varios informes y estudios, en los que se ponen de manifiesto estos hechos con los cuales he completado este trabajo.

Así, este trabajo no se ha basado en una demanda teórica que se pudiera establecer, con todos los errores de concepto que ello conllevaria, sino que se ha basado en estudios contrastados de previsión y demanda futura que no he podido rebatir donde entran en juego todos los conocimientos que he introducido al inicio de este trabajo y que son de vital importancia para realizar una demanda realista futura.

Esto es así que incluso he obtenido los diferentes proyectos a realizar en un futuro muy próximo de cara ha cubrir la demanda que se producirá en un futuro tampoco muy lejano. Por último indicar que he añadido en el trabajo un informe realista de un estudio por parte de una empresa privada de la situación actual de sus recursos acuíferos, de los problemas actuales con la calidad del agua, de las previsiones para el consumo en un futuro, y de las alternativas que han considerado más oportunas para salvar estos inconvenientes.