

PROPIEDAD DE LA  
BIBLIOTECA DEL I.A.E.N.

**REPUBLICA DEL ECUADOR**

**SECRETARIA GENERAL DEL CONSEJO  
DE SEGURIDAD NACIONAL**

**INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS  
NACIONALES**



**XII Curso Superior de Seguridad Nacional y  
Desarrollo**

**TRABAJO DE INVESTIGACION INDIVIDUAL**

POTENCIAL HIDRAULICO DEL ECUADOR

ING. JUAN MARAÑON LOOR

**1984-1985**

REPUBLICA DEL ECUADOR

SECRETARIA GENERAL DEL CONSEJO DE SEGURIDAD NACIONAL  
INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS NACIONALES

XII CURSO SUPERIOR DE SEGURIDAD NACIONAL Y DESARROLLO  
TRABAJO DE INVESTIGACION INDIVIDUAL

POTENCIAL HIDRAULICO DEL ECUADOR  
ING. JUAN MARAÑON LOOR

QUITO, AÑO 1984

## PROLOGO

El presente trabajo ha podido ser ejecutado gracias a la ayuda prestada por los señores Doctor Carlos Borja Illescas, así como también del Coronel René Ulloa, Asesores del Instituto de Altos Estudios Nacionales que han tenido la gentileza de guiar la elaboración del presente trabajo.

Un agradecimiento especial a mi esposa Cecilia, quien en forma decidida y sacrificada me ha apoyado en todo momento para la culminación de este Curso.

## I N D I C E

	PAGINA
CAPITULO I	
A. EL AGUA	
1. CARACTERIS-TICAS GENERALES	1
2. DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN EL MUNDO	3
3. DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN AMERICA DEL SUR	4
4. DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN EL PAIS	6
B. USOS DEL AGUA	
1. ABASTECIMIENTO HUMANO E INDUSTRIAL	7
2. AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	8
3. INDUSTRIA	8
4. RIEGO	9
5. HIDROELECTRICIDAD	9
C. LA PLANIFICACION PARA EL APROVECHA- -CHAMIENTO DEL AGUA	
1. ASPECTOS GENERALES	10
2. PLANIFICACION DEL DESARROLLO	12
3. EL AGUA Y SU INCIDENCIA EN OTROS - SECTORES	13
4. INDICACIONES PARA LA PLANIFICACION DEL APROVECHAMIENTO DEL AGUA EN EL ECUADOR	14
5. INDICADORES RELATIVOS AL POTENCIAL DEL RECURSO Y SU APROVECHAMIENTO	18
6. DEFICIT HIDRICO	19
7. ASPECTOS BASICOS PARA LA PLANIFICA- CION	20
8. CARACTERISTICAS DE LA PLANIFICACION PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA	21
D. EL PLAN NACIONAL DE RIEGO	
1. INTRODUCCION	23

2.	OBJETIVOS GENERALES	23
3.	OBJETOS ESPECIFICOS	26

## CAPITULO II

### POLITICAS Y EJECUCION DEL RIEGO Y DRENAJE

#### A. ANTECEDENTES Y PROBLEMATICA

1.	EVOLUCION GENERAL	27
2.	PROBLEMATICA	30

#### B. MARCO DE REFERENCIA

1.	ORIENTACION GENERAL	31
2.	PRODUCCION ACTUAL DE ALIMENTOS	32

#### C. POLITICAS EN MATERIA DE RIEGO Y DRENAJE

1.	ASPECTOS GENERALES	35
2.	PROGRAMAS EN MATERIA DE POLITICA DE RIEGO Y DRENAJE	35
3.	PROGRAMAS EN MATERIA DE EJECUCION DE RIEGO Y DRENAJE	36
4.	PROGRAMA GENERAL DE ESTUDIOS Y CONSTRUCCION	41
5.	FINANCIAMIENTO PARA LOS PROGRAMAS DE RIEGO Y DRENAJE	42
6.	POSIBILIDADES DE FINANCIAMIENTO	45

## CAPITULO III

#### A. PROYECTOS HIDROELECTRICOS

1.	ANTECEDENTES	48
2.	OBJETIVOS	54

#### B. METODOLOGIA

1.	SELECCION DE CUENCAS EN ESTUDIO	56
----	---------------------------------	----

#### C. INFORMACION BASICA

1.	CARTOGRAFIA	58
2.	HIDROLOGIA	58

3.	GEOLOGIA	59
D.	INGENIERIA DE COSTOS	
1.	ESQUEMAS INTEGRADOS DE DESARROLLO	60
2.	EVALUACION ECONOMICA DE ESQUEMAS INTEGRADOS	60
3.	OPTIMIZACION DE PARAMETROS	61
E.	RESULTADOS Y CONCLUSIONES	63
CAPITULO IV		
	DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA PARA MINI- CENTRALES HIDROELECTRICAS EN EL ECUADOR	
1.	UBICACION	66
2.	ELECTRICIDAD RURAL EN EL ECUADOR	69
3.	PROBLEMAS DE BIENES DE CAPITAL	73
4.	ROL DEL INE	77
B.	DESARROLLO TECNOLOGICO DE MINI- CENTRALES HIDROELECTRICAS	78
2.	CENTRO DE PRUEBAS DE EQUIPO ELEC- TROMECANICO DE GUANGOPOLO	78
3.	DISEÑO, CONSTRUCCION DEL EQUIPO - ELECTROMECHANICO	79
C.	PROYECTOS PILOTOS	81
D.	CONCLUSIONES	84
	BIBLIOGRAFIA	86

LISTA DE TABLAS Y CUADROS

		PAGINA
Cuadro # 1A	Escorrentía permanente por continentes	4
Tabla # 1	Evolución de la Superficie regada en Hectáreas	28
Tabla # 2	Financiamiento del Riego en el sector público Años 79-80-81.	29
Tabla # 3	Superficie a incorporarse en proyectos de riego en operación (has)	38
Tabla # 4	Proyectos en construcción superficie a incorporarse (has)	40
Tabla # 5	Estimación del volumen de inversiones al año 2000	44
Tabla # 6	Estimación de ingresos reales al año 2000	45
Tabla # 7	Balance entre requerimiento de inversión y posibilidades financieras.	47
Tabla # 8	Pronóstico de la demanda de energía eléctrica	50
Tabla # 9	Plan de Corto Plazo	51
Tabla # 10	Plan de Mediano Plazo	52
Tabla # 11	Plan de Largo Plazo	53
Tabla # 12	Características de los Proyectos	82
Tabla # 13	Costo del Equipo de la M.C.H.E. de Apuela	83

## INTRODUCCION

Cabe mencionar que el presente trabajo que versa sobre el Potencial Hidráulico del Ecuador, constituye por su propio nombre algo muy ambicioso ya que al mencionar el agua sabemos - que éste elemento líquido vital es de gran importancia en el convivir de la humanidad.

El aire, el agua, y la tierra son elementos indispensables para la existencia de los seres vivos en nuestro continente.

Al hacer referencia de los elementos constitutivos de la tierra, y en mi caso específico sobre lo que tiene relación al agua, vale la pena clasificar a ésta bajo parámetros tanto - por su origen, calidad, usos, etc.

En el País existen muchos recursos hidráulicos, los mismos que por falta de un buen uso así como un adecuado aprovechamiento técnico han sido factor negativo en su mayor parte.

Con el aprovechamiento técnico racional ésta fuente inagotable de recursos hidráulicos constituyen verdaderos potenciales de riqueza o sea, factor predominante de desarrollo tanto para la agricultura como para la energía eléctrica. Al mismo tiempo puedo decir que algunas cuencas y ríos han sido óptimas en sus condiciones técnicas, económicas, para el aprovechamiento de uso múltiple como para represar agua para riego y - para generar fuerza eléctrica; éstos proyectos son los que en realidad interesan al País y en este caso específico al Trabajo de Investigación Individual.



## CAPITULO I

### POTENCIAL HIDRAULICO DEL ECUADOR

#### A. EL AGUA

##### 1. CARACTERISTICAS GENERALES.

El agua posee ciertas características que son muy importantes de revisar:

El agua es un recurso escaso, pese a su amplia disponibilidad total; pero donde una distribución desequilibrada, sumada a una desigual densidad demográfica en las zonas en que precisamente es mayor su escasez, ocasiona situaciones conflictivas por los déficit que se producen.

El fenómeno de ciclo hidrológico, en el que tienen lugar procesos secuenciales hidrometeorológicos, mediante los cuales el agua pasa por varios estados, regresando a su fase habitual, parecería mostrar una secuencia armónica, que se repite de acuerdo a un patrón preestablecido. Más la verdad es muy diferente, ya que precipitaciones y escurrimientos tienen un proceder cambiante en el tiempo.

Pero adicional a lo expuesto, debe señalarse también la escasez del recurso agua en cuanto a la calidad, con su efecto limitante en lo relativo a su utilización, debiendo cuidarse en especial su degradación por efectos dañinos de una polución creciente.

Es cierto que los requisitos de calidad del agua dependen de los usos a dar al recurso, por lo que puede aún disponerse de recursos superficiales y subterráneos, con la oportunidad y en la calidad requerida y ser la calidad la limitante para su aprovechamiento.

Sin embargo, es el agua ante todo un recurso vital, o sea es -

un bien indispensable para la vida. Nada que represente vida en el planeta puede concebirse sin la existencia de este tan preciado recurso; es así, que los orígenes mismos de nuestra actual civilización se sitúan en cuatro grandes cuencas a saber: Amarillo, Indo, Nilo, Tigris-Eufrates.

Pero es el agua también un recurso de uso múltiple, o sea puede ser usado repetidas veces y con diferentes propósitos, como es el caso de su utilización con fines hidroeléctricos, abastecimiento para poblaciones, riego, industria, minería, turismo, etc.

Bastan breves ejemplos al respecto; es así que los sectores primarios agrícola y minero están relacionados con el agua, siendo el primero de ellos el que mayor cantidad suele demandar, y el segundo, requiere agua para los procesos de flotación, lixiviación y decantación para la obtención de minerales.

En el sector secundario, es la industria la que requiere agua como insumo incorporado al producto o como elemento dentro del proceso industrial. En la energía, el agua también es utilizada para la generación de energía eléctrica, aprovechando su energía potencial.

En cuanto a su consumo, puede ser consuntivo y no consuntivo, dependiendo ello que el volumen utilizado se degrade o consuma en cantidad, calidad y elevación.

Es en fin, el agua un recurso relativamente renovable, puesto que es agotable dentro de un determinado ámbito geográfico, por efecto del cierre del ciclo hidrológico en una zona diferente a la de producción del recurso, o por efectos de una evaporación exagerada, inadecuado manejo o contaminación. Bajo estas consideraciones puede aseverarse lo agotable del recurso, que lleva a concluir en forma semejante con lo acordado en la Carta Europea del Agua: los recursos del agua dulce no son inagotables, por lo que es imprescindible preservarlos,

y si es posible acrecentarlos.

## 2. DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN EL MUNDO.

La cantidad de agua estimada a nivel mundial es de 1.360 millones de  $\text{Km}^3$ , de la cual un 97 por ciento corresponde a agua salada de los mares y el 3 por ciento restante a agua dulce. Sin embargo de este pequeño porcentaje que significa la reserva de agua dulce a nivel mundial, el 77.5 por ciento está en forma de hielo, un 22.2 por ciento corresponde a recursos subterráneos, especialmente a gran profundidad, y sólo una fracción (algo más de 0.3 por ciento) que se estima en 140.000  $\text{Km}^3$  concierne agua dulce de lagos, ríos y humedad atmosférica.

Como se observa, la mayor parte del agua de la tierra es difícilmente aprovechable por ser salada, estar en estado sólido (hielo o nieve), o permanecer subterránea en condiciones no utilizables. Apenas el 28 por ciento (equivalente a 38.830  $\text{Km}^3$ ) corresponde a escorrentía total, o sea a volúmenes de agua de más fácil aprovechamiento.

Sin embargo de la gran escorrentía total, solamente puede utilizarse una parte de él, que es el denominado "Disponibilidades" el mismo que es función de la permanencia de los caudales, de la aportación subterránea, y de la regulación natural (lagos, lagunas) y artificial mediante los embalses construídos por el hombre.

-----

CUADRO # 1 a  
ESCORRENTIA: PERMANENTE POR CONTINENTES

CONTINENTE	ESCORRENTIA PERMANENTE (KM3)			TOTAL	ESCORRENTIA TOTAL DE LOS RIOS (Km3)	PORCENTAJE DE ESCORRENTIA PERMANENTE RESPECTO AL TOTAL
	De Origen Subterráneo	Regulada Lagos	Regulada Embalses			
EUROPA	1.065	60	200	1.325	3.110	43
ASIA	3.410	35	560	4.005	13.190	30
AFRICA	1.465	40	400	1.095	4.225	45
AMERICA N.	1.740	150	490	2.380	5.960	40
AMERICA S.	3.740		160	3.900	10.380	38
AUSTRALIA	465		30	495	1.965	25
TOTAL (sin contar zonas polares)	11.885	285	1.840	14.010	38.830	36

FUENTE: "INERHI 1.982".

-----

Se observa en el cuadro anterior la gran importancia que posee el escurrimiento subterráneo en la esorrentía total, ya que corresponde al 85 por ciento, representando la influencia de los embalses artificiales y naturales el 13 por ciento y 2 por ciento respectivamente.

### 3. DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN AMERICA DEL SUR.

La disponibilidad de agua en América del Sur es realmente abundante, el valor de la precipitación media estimada en 1.560 m.m., lo sitúa como el Continente de mayor precipitación en el mundo, puesto que sobrepasa notablemente el valor de la medida mundial que se estima en 970 m.m.

Sin embargo el Continente presenta una heterogénea distribución con zonas de suma aridez como en el caso de las costas de Chile y Perú, en donde las lluvias son verdaderamente escasas. Otras zonas en cambio, como la Amazonía y Noroeste del Continente tienen precipitaciones muy superiores a los 3.000 mm.

Analizados separadamente los países latinoamericanos: Argentina, México aparecen con un promedio anual de precipitación inferior a los 800 mm, lo que los calificaría como países áridos; mientras tanto que Costa Rica y Panamá son los más lluviosos ya que su precipitación supera los 3.000 mm. anuales de promedio.

Es válido reconocer también como lo señala el documento del Mar de Plata, 1977, respecto a la distribución estacional y variación anual de las precipitaciones, que es muy irregular en gran parte de la región. Es así que se puede afirmar que las zonas con mayores variaciones estacionales corresponden, en líneas generales a las mayores variaciones anuales.

En cuanto a la esorrentía, el total de los ríos sudamericanos alcanzan un volumen anual de 10.380 Km<sup>3</sup>, siendo la esorrentía

permanente de origen subterráneo igual a  $3.740 \text{ Km}^3$ , y el volumen correspondiente regulado por embalses apenas  $160 \text{ Km}^3$ . Esto representa un porcentaje del 38 por ciento de escorrentía permanente respecto a escorrentía total, lo que en otras palabras significa el gran aporte de origen subterráneo en las disponibilidades actuales y el porcentaje todavía ínfimo de almacenamiento artificial.

A nivel de Continente Sudamericano pueden distinguirse dos vertientes: la Vertiente del Atlántico que abarca alrededor de una 84 por ciento de la superficie total de la región, en la cual se ubican los ríos más caudalosos y extensos. Son estas cuencas: de baja pendiente, generalmente expuestas a inundaciones y cursos de caudal constante en la parte baja de los ríos, aunque haya variaciones muy apreciables de caudal en sus partes altas.

A la Vertiente del Pacífico corresponden un 11 por ciento de la superficie del continente y a ella confluyen ríos de gran variación de caudal, que se desplazan en cuencas de mayor pendiente. Únicamente el 5 por ciento de la superficie del continente corresponde a cuencas sin salidas.

Además el 71 por ciento de los recursos hidráulicos superficiales totales de la región se originan en cuencas compartidas internacionalmente, las que cubren alrededor del 51 por ciento de la superficie total del continente.

#### 4. DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL PAIS.

Observado a un nivel general el Ecuador es un país con un gran potencial hidráulico. Las dos vertientes, la Occidental del Pacífico, y la Oriental del Amazonas, poseen áreas de drenaje estimables y consecuentemente, escurrimientos dignos de consideración, lo cual llevaría a determinar la inexistencia de problemas de abastecimiento, más ésta no es la situación verdadera puesto que la variabilidad del recurso en tiempo y espacio, determina graves problemas de abasteci-

miento.

Para el País se estima en 21.500 M3/ha el volumen promedio total anual que cae en precipitaciones, lo cual equivale al 1.15 por ciento del agua de atmósfera y ríos del mundo.

Un reciente estudio efectuado por el INERHI, que evalúa el recurso disponible que sale al mar o a otros territorios limítrofes, determina que: "descontando de los caudales generados, los caudales consumidos, se halló que en media, el país tiene una disponibilidad de caudales que salen del territorio continental hacia el Océano Pacífico y países vecinos de --- 9.034.8 m3/s".

Sin embargo esta cifra, como se señala en el mismo documento debe tomársela con cierto excepticismo, ya que se fundamenta en la información heterogénea proveniente de varias instituciones y en las limitaciones de una red de mediciones bastante escasa.

## B. USOS DEL AGUA.

### 1. ABASTECIMIENTO HUMANO E INDUSTRIAL.

Al igual que en otros países en desarrollo, en el Ecuador la dotación de agua de una ciudad normalmente incluye a los usos: doméstico, municipal, comercial, de servicios, recreativo y de mediana y pequeña industria, con producciones básicamente de servicio de la misma comunidad.

Las demandas unitarias han seguido una evolución que es digna de observarse: bajas a un inicio cuando el servicio domiciliario era eficiente y prácticamente escaso, para luego irse incrementando al establecerse servicios modernos, lo cual ha influenciado sobretudo en un incremento en las demandas y en la racionalización del recurso.

## 2. AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.

La Carta de Punta del Este propuesta para el decenio 1961-1970 decía: " suministrar agua potable y alcantarillado a no menos del 70 por ciento de la población urbana y del 50 por ciento de la población rural". Las metas sin embargo apenas lograron alcanzarse en el medio urbano y quedaron muy lejos en el medio rural.

A Noviembre de 1974 el Ecuador tenía una población servida equivalente al 32 por ciento del total nacional, de la cual la población urbana contaba con servicios que representaban el 66 por ciento y la población rural solamente recibía este beneficio en un 9 por ciento.

Un crecimiento acelerado de la población obliga hoy y lo exigirá en el futuro, la satisfacción oportuna de las demandas - que se generen, para de esta forma cumplir con el objetivo de mejorar las condiciones de salud de la población.

## 3. INDUSTRIA.

A pesar de que la industria es el sector económico de más rápido crecimiento en el país, como se encuentra su abastecimiento conectado a la red pública, cuando sus requerimientos han sido bajos, pasando a utilizar en caso de una mayor expansión, de caudaloso volumen subterráneo.

Esto último ha tenido lugar, puesto que las industrias de magnitud se han obligado para su abastecimiento de agua, ocupar ubicaciones donde tengan acceso directo de las fuentes de aprovechamiento.

Se estima al momento, que el agua destinada a industrias proviene de fuentes subterráneas en un 80 por ciento, desconociéndose sin embargo los actuales volúmenes de extracción y consumo de las diferentes industrias.



Además el vertiginoso crecimiento de la industria que se espera tenga para el Quinquenio 84-89 una tasa de crecimiento del 9 por ciento, demandará mayores volúmenes de agua disponibles, por lo que deberá controlarse la descarga de contaminantes, que reducen considerablemente el recurso de agua existente.

#### 4. RIEGO.

Hasta el año 1979 el Ecuador ha colocado bajo riego - una superficie de 91.000 Has, mientras que con riego particular se cubre una superficie de 332.000 Has. lo cual demuestra la gran incidencia del sector privado en esta actividad.

Sin embargo, respecto al riego de los particulares conviene - hacer las siguientes consideraciones:

- En cuanto a las obras de aprovechamiento superficial se estima que el sector privado, efectuó ya las de más sencilla realización, habiendo lamentablemente conformado una infraestructura frágil, que al no poseer todos los cuidados técnicos, por la reducida inversión hecha, ha obligado al Estado a cuantiosas inversiones en la remodelación de los caudales y estructuras construídas.
- Con relación a los proyectos con aprovechamiento subterráneo, éstos prácticamente han sido limitados por parte de los particulares, y en muy reducidas escalas por parte de el Estado.

Se considera que alrededor de 90.000 personas se benefician - directamente de los proyectos de riego que se estiman han producido un incremento en la producción de 900 millones de su--cres y un ingreso anual cercano a los 10.000 por persona.

#### 5.- HIDROELECTRICIDAD.

La Hidroelectricidad es al momento el uso de mayor --

crecimiento tanto en la región como en el País, siendo con frecuencia la base del desarrollo de los recursos hidráulicos con objetivos múltiples.

El País dispone de 900 mil Kilovatios instalados de los cuales solamente 220 mil corresponden a centrales hidroeléctricas, el resto son instalaciones térmicas, que en el año de 1979, consumieron 4 millones de barriles de petróleo con un costo cercano a los 120 millones de dólares.

La evaluación efectuada por el INERHI confirmaba lo aseverado por INECEL, señalando además que existen actualmente 133 centrales hidroeléctricas y 269 centrales termoeléctricas, no consignando sin embargo en este inventario la información completa sobre la hidroelectrificación particular.

La necesidad de incrementar la producción de alimentos para cubrir los requerimientos de una población cada vez más creciente, al igual que el compromiso de dotar con los volúmenes de agua requeridos para el consumo humano directo, así como, para una creciente industria y por ende el subsector hidroeléctrico generador de una energía mucho más económica, determinan desde ya la importancia de planificar el uso ordenado del recurso.

Las grandes dificultades surgidas por la localización de las demandas en los sitios en donde precisamente es mayor la escasez, ha incidido en la realización de cuantiosas inversiones siendo ésta otra de las razones para señalar las necesidades se realiza el inventario y ordenamiento racional de los recursos tanto con la mitigación por la escasez del recurso, como con el control de excesos y mejora de su calidad.

## C. LA PLANIFICACION PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA.

### 1. ASPECTOS GENERALES.

La situación económica en casi todos los países del

mundo y sobretodo en los denominados "países en desarrollo" - habrá de experimentar en los próximos años un crecimiento lento ante la concurrencia de varios hechos sustantivos, entre los que se destacan: el marcado incremento de los costos de la energía que estima irá en aumento en el decenio de 1980 y el resurgimiento generalizado de la inflación. Ante estas circunstancias se estima que los países industrializados adoptarán medidas restrictivas para sus importaciones con vistas a cubrir los déficits del incremento de costos de la energía y en general optarán por medidas deflacionarias; actuaciones que repercutirán fuertemente en los países en desarrollo, en especial si se considera que los primeros absorben alrededor del 65 por ciento de las exportaciones de estos últimos.

El Ecuador enfrenta actualmente serios obstáculos para su desarrollo como consecuencia del modelo de desarrollo adoptado en el pasado, que se caracteriza entre otras variables, por su típico crecimiento hacia afuera, que indudablemente ha acentuado su dependencia externa y ha permitido que las épocas de bonanza económica estén íntimamente relacionadas con las posibilidades de exportación de sus productos tradicionales y últimamente del petróleo. A estos factores hay que añadir según destaca el Plan Nacional de Desarrollo otros elementos que detienen su desarrollo como son: la crisis fiscal caracterizada por la poca capacidad de recaudar imposiciones, el mismo deterioro de su sector externo que hoy se ve más afectado por los hechos económicos anotados a nivel mundial, las presiones inflacionarias originadas en el exterior y en la baja productividad del sector agropecuario que tampoco da abasto a la creciente demanda alimentaria, el desperdicio energético y las limitaciones de la conducción estatal.

De otra parte, subsiste en el País una clara marginalidad reflejada en desocupación y subocupación de cerca del 50 por ciento de la población que además, no tiene acceso a los servicios básicos de salud, educación, vivienda y seguridad social; circunstancia que constituye una de las principales causas de la tendencia concentradora de los ingresos.

No cabe duda que en gran parte de la difícil situación actual que atravieza el País es el resultado de la gestión política del pasado, sin embargo no es menos cierto que también es consecuencia de la falta de previsión para mirar hacia el futuro planteando las soluciones con oportunidad, es decir de la carencia de planificación. El éxito de la planificación depende de la forma práctica e integral con la que enfrente el problema a resolver y del respeto que se otorgue a sus propuestas. En tal sentido, debe proveer una línea de acción realista y flexible que en lo posible abarque en forma dimensionada las variables que intervienen, interrelacionándolas armónicamente; estableciendo con claridad las bases para su implementación, las mismas que deben ajustarse a las posibilidades efectivas en los aspectos técnico, financiero y administrativo. De otra parte, las soluciones deberán mirar hacia la obra, redistribución de ingresos, mejoramiento social, incremento de la producción, situación del comercio exterior, etc.

## 2. PLANIFICACION DEL DESARROLLO.

a. A nivel nacional, el mismo que proporciona el marco referencial macroeconómico para el funcionamiento económico y social del País, estableciendo las grandes políticas, objetivos y metas en cada uno de los sectores y señalando las estrategias de acuerdo a las posibilidades nacionales.

b. A nivel regional, que se inscribe en el ámbito geográfico de la región, entendido como tal el espacio físico en el cual se desenvuelven las actividades de los sectores primario, secundario y de servicios con criterio de integridad, complementación y manejo adecuado a través de la autoridad regional, además a éste nivel se desarrolla la planificación global y sectorial de la región de íntimo ajuste con la planificación nacional; industrial, servicio social, etc. cuyo alcance nacional o regional debe ajustarse a las propuestas dadas a este nivel, con un mayor grado de desagregación e interrelación. Necesariamente la coordinación a darse a estos ni-

veles requiere de procesos interactivos de ajuste, de tal manera que se tenga la coherencia indispensable para el logro de los objetivos y metas trazados.

### 3. EL AGUA Y SU INCIDENCIA EN OTROS SECTORES.

El agua es un recurso natural indispensable para la vida en cualquiera de sus formas y obviamente para la sustentación del hombre, provee un uso múltiple en todas las etapas y acciones de la sociedad, a través de la dotación de uso doméstico, generación de energía, riego, uso en la industria, en la minería, recreación, transporte, en la recepción y eliminación de desechos, etc. Esta singular característica del recurso, del cual depende en gran medida toda la actividad económica y social del hombre, requiere que para su aprovechamiento se tomen especiales medidas, vinculándola en forma estrecha y permanente con los otros sectores, a efectos de no detener su desarrollo y garantizar la conservación mismo del recurso tanto en cantidad como en calidad.

Se ha planteado el criterio de que el desarrollo hídrico debería establecerse como la planificación del aprovechamiento del agua en el contexto de la planificación regional y nacional. Este enfoque, concebido como desarrollo hidráulico planificado, establece los siguientes aspectos: la demanda de bienes y servicios vinculados con el agua se determinan a nivel nacional y regional, más no a nivel de cuencas aisladas, a no ser que exista coincidencia entre la cuenca y la región; la oferta y la disponibilidad del recurso que se analiza dentro de la cuenca o agrupación de la oferta y la demanda, para lo cual se hace indispensable contar previamente con los datos provenientes de la planificación nacional y regional del desarrollo.

Los términos de oferta y demanda del recurso tienen una connotación mucho más profunda de la que aparece a simple vista, requieren ser evaluadas en términos especiales y temporales,-

para lo cual se precisa de un volumen abundante de información confiable. El proceder de la formulación de la planificación del aprovechamiento del agua necesita a menos de los siguientes datos: indicadores que vinculen las metas de desarrollo con la demanda de agua que se genere para satisfacer las metas propuestas, indicadores relativos al grado de utilización del agua y su estado de calidad, indicadores sobre la infraestructura jurídica institucional de los sectores usuarios, e indicadores sobre la capacidad operativa técnica y financiera de los entes públicos, y privados que participarán en su formulación e implementación.

#### 4. INDICACIONES PARA LA PLANIFICACION DEL APROVECHAMIENTO DEL AGUA EN EL ECUADOR.

##### Indicadores relativos a la demanda.-

La planificación nacional en el país está dada fundamentalmente con el Plan Nacional de Desarrollo el mismo que es obligatorio para el sector público y orientativo para el sector privado. El Plan 1980-1984 destaca la importancia del agua en el desarrollo nacional sobre todo si se analiza que:

a. De los 41 proyectos de inversión estatal, 8 corresponden a obras hidráulicas, de los cuales 4 son de riego, 2 de agua potable y alcantarillado, y 2 de hidroelectricidad.

b. La inversión prevista para estos proyectos corresponde al 22 por ciento de lo programada para los proyectos fundamentales.

c. Aunque no se especifica directamente otros proyectos fundamentales como los de refinanciación de hidrocarburos, la producción de fertilizantes, cemento, siderúrgica, y generación térmica, no podrán darse sino se prevee el abastecimiento de agua para los procesos.

d. A más de los proyectos fundamentales se contemplan los

estudios y construcción de 35 proyectos de riego.

e. El desarrollo integral rural al cual se le da especial atención y consideración en el Plan de Desarrollo sería muy limitado si se descuida el aprovisionamiento de agua, especialmente para regadío y uso doméstico.

f. Otros subprogramas como la conservación de cuencas, incluidos en el Programa Forestal también tiene estrecha relación con la conservación y mejor aprovechamiento del agua.

Todos estos elementos, que en alguna forma se dan aisladamente, han conducido a señalar en el Plan de Desarrollo que no se puede concebir un desarrollo económico y social si un recurso como el agua no tiene prevista su utilización en forma amplia y completamente planificada para garantizar las disponibilidades que requiere el crecimiento demográfico; satisfacer la demanda de generación de energía, para la agricultura, desarrollo urbanístico, producción industrial, navegación fluvial, etc.

Si bien en el Plan Nacional de Desarrollo se especifican metas a alcanzar en el quinquenio a horizontes que superan este período no se cuenta en el País con metas determinadas en tiempo y espacio sino con estrategias al año 2000, por lo que habrá de desarrollarse un especial esfuerzo para extraer de éste y otros documentos, la información que permita la cuantificación de la demanda y generar proyecciones adicionales que conduzcan a este objetivo.

En referencia a la planificación regional, cabe indicar que la ex-Junta Nacional de Planificación, hoy CONADE, consideró en el País 8 regiones incluyendo a la región insular. Al momento se encuentran constituidos 5 Organismos regionales: C.R.M. - (Provincia de Manabí), CEDEGE (Cuenca del Río Guayas), CREA - (Provincias Azuay, Cañar y Morona Santiago), PREDESUR (Provincia de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe) e INGALA (Provincia

de Galápagos), y estaría por constituirse el organismo regional para la Zona Norte (Provincias del Carchi, Imbabura y Esmeraldas).

Sobre la planificación regional es conveniente destacar los siguientes aspectos:

- a. No existen similares términos de referencia para el funcionamiento de los organismos regionales.
- b. A pesar de que el criterio básico de la entidad regional debería ser exclusivamente planificador y coordinador, el hecho de convertirse en ente ejecutor de estudios y construcción de proyectos específicos, altera considerablemente la gestión planificadora del Estado, al dejar de lado la labor de las entidades nacionales especializadas cuya acción se ve reducida a veces a la mínima expresión en ciertas regiones, tanto en aspectos técnicos como financieros y administrativos, polarizando inconsistentemente un desarrollo organizado.
- c. No siempre la planificación regional es de consenso entre la planificación nacional y de los intereses de la región, como tampoco se da la suficiente coordinación con los planes trazados a nivel provincial.
- d. Muchos importantes proyectos de desarrollo hidroagrícola, hidroeléctrico y de abastecimiento de agua para consumo humano, están en ejecución en manos de los organismos regionales, aspectos que incide en las posibilidades interregionales, al no coincidir el espacio físico de las regiones con las cuencas hidrográficas, dejando también a un lado esquemas de trasvase.
- e. Los planes regionales no son lo suficientemente desagregados para permitir, en términos especiales y temporales, cuantificar la demanda, lo que supone un esfuerzo adicional.



nal que debe emprenderse para tal objeto.

f. La autoridad regional no siempre cuenta con los recursos financieros y de control de la planificación establecida, más bien se le ha dotado en ocasiones de recursos legales que escapan de su ámbito de acción.

Lo indicado permite apreciar que las metas del desarrollo regional, que son básicas y necesarias para la determinación de demandas del recurso hídrico, no proporcionan al momento suficiente información y que también los desajustes legales, administrativos y financieros indicados deberían ser revisados.

Sin embargo, será necesario extraer de los planes regionales la información disponible, complementaria y conformar la estructura de la demanda del recurso.

Los planes sectoriales vinculados con el agua se dan básicamente a través del Plan Nacional de Saneamiento Ambiental, del Plan Nacional de Riego y Saneamiento del Suelo y el Plan Nacional de Electrificación. Estos planes deberían ajustarse a la planificación nacional y /o regional, sin embargo por las razones ya expuestas en párrafos anteriores, se ha dado lugar a planes que se preocupan en gran medida de solventar los problemas sectoriales sin una fuerte integración y priorización que permita optimar el aprovechamiento del recurso y la conservación del mismo. Sobre este aspecto el Plan Nacional de Desarrollo anota: se puede constatar en el País, una evidente falta de coordinación entre los organismos que tiene que ver con el aprovechamiento del recurso, los mismos que han elaborado sus planes unilateralmente desde su propio punto de vista hiroelectricidad, riego, agua potable, sin optimizar ni priorizar entre diferentes usos, ni preveer reutilizaciones, conservación, trasvases, control de calidad de aguas superficiales, aguas subterráneas.

A pesar de lo expuesto, los planes sectoriales para el aprovechamiento del agua disponen de estimaciones cuantificadas -

de la demanda en base a diferentes hipótesis del desarrollo, sin embargo la estrecha interrelación con las metas de desarrollo deberá revisarse y ajustarse.

#### 5. INDICADORES RELATIVOS AL POTENCIAL DEL RECURSO Y SU APROVECHAMIENTO .

Observando el país a nivel general, cuenta con gran potencial hídrico que llevaría a concluir en la inexistencia de -- problemas de abastecimiento, sin embargo, la variación de la disponibilidad del recurso en el tiempo y espacio conlleva a graves problemas de abastecimiento.

A partir de estudios realizados por el Programa Nacional de Regionalización Agraria PRONAREG, que han conducido a la elaboración de mapas de déficit hídrico, en los cuales se establece la diferencia entre las necesidades de agua de los cultivos (evapotranspiración potencial) y las aportaciones de origen climático (fundamentalmente precipitación), se pueden extraer las siguientes conclusiones:

a. En promedio anual, no más del 20 por ciento del territorio continental ecuatoriano presenta un déficit hídrico y las zonas en las cuales ésta aparecen coinciden con las áreas de mejor vocación agrícola.

b. En promedio anual, el déficit hídrico es menos en la sierra que en la costa a excepción de la zona norte de ésta última donde casi no se presenta déficit, aumentando en intensidad en la costa en la medida que nos aproximamos al Océano Pacífico.

c. A nivel mensual, el déficit hídrico presenta condiciones que no permiten que se desarrolle una agricultura garantizada a lo largo del año sin el aporte del riego, pues en la costa y especialmente en las cuencas bajas de los ríos de Manabí, Río Guayas, Jubones, y en general en su zona sur, se presentan déficits sustantivos en los meses que van --

de Julio a Diciembre, mientras que en las zonas de la sierra - éste se presenta en los meses de Junio a Septiembre.

## 6. DEFICIT HIDRICO.

Para cubrir el déficit hídrico y satisfacer las demandas de uso humano, industrial, generación de energía, etc. se requieren ejecutar proyectos hidráulicos que permitan aprovechar los recursos hídricos superficiales y subterráneos. Los recursos superficiales han sido evaluados en el País con ciertas reservas, toda vez que la calidad de la información hidro<sub>l</sub>ógica es todavía deficiente, especialmente en la Región Am<sub>z</sub>ónica, en el sur de la Sierra y en el Norte y Zona Central - de la costa. De otra parte la evaluación de los recursos hídricos subterráneos que conduzcan a su explotación sistemática se ha efectuado únicamente en áreas puntuales y, el planteamiento de modelos hidrogeológicos es todavía una aspiración que se frena fundamentalmente por la carencia de información básica.

A pesar de las limitaciones anotadas, se ha evaluado el potencial hídrico de superficie, tanto en base a información directa como generada en consideración a las características físicas de las cuencas hidrográficas y al aporte de la precipitación.

Se estima que en el territorio continental ecuatoriano el caudal superficial promedio que escurre hacia el Océano Pacífico y a otros países vecinos, descontando de los caudales generados los caudales consumidos, sería del orden de 9.034 M<sup>3</sup>/seg.- Aparentemente esta cifra llevaría a concluir que el País cuenta con recursos hidráulicos superficiales suficientes para satisfacer sus necesidades, sin embargo hay que destacar - los siguientes hechos fundamentales:

- a. Aproximadamente el 70 por ciento del caudal medio que se genera en el País fluye hacia la vertiente Amazó-

nica, en la cual su mayor utilización es la generación de energía y en muy poca proporción se utiliza para satisfacer de mandas agrícolas y de uso humano.

b. Las fuertes irregularidades que presentan los caudales en el transcurso del año, especialmente en la Costa y de manera especial en Manabí, la Península de Santa Elena y la parte occidental del Guayas, zonas en las cuales el caudal disponible en estiaje no alcanza al 10 por ciento del caudal promedio anual, en cambio en el callejón interandino, aunque esta variación no es tan significativa llega al 60 por ciento.

c. A pesar de que se cuenta con el recurso hídrico no siempre es posible aprovecharlo en su totalidad, existiendo una gran diferencia entre éste y el que es posible movilizar para cubrir las necesidades, situación que la que entran en juego variables de orden técnico y económico.

#### 7. ASPECTOS BASICOS PARA LA PLANIFICACION.

La situación actual exige que en el País se inicie lo antes posible un proceso ordenado que conduzca a formular la planificación del aprovechamiento del agua, necesidad que se sustenta en los siguientes hechos:

a. El recurso hídrico, aunque a nivel global arroja una amplia disponibilidad, presenta restricciones para el abastecimiento de uso humano e industrial en áreas con la mayor densidad demográfica.

b. El recurso superficial sufre significativas variaciones para el abastecimiento de uso humano e industrial en áreas con la mayor densidad demográfica.

c. Se han presentado significativos conflictos de usos, agravados por deterioro de la calidad del recurso como resultado de la falta de programas convercionistas a nivel

general y en forma particular por la creciente polución producida por desechos urbanos e industriales sobre todo en las grandes ciudades.

d. Se nota la falta de un ordenamiento jurídico institucional que ha dado lugar a que la planificación del uso del agua se dé unilateralmente en los diferentes sectores, aspecto que se complica por la proliferación de organismos que planifican, estudian y construyen aprovechamientos hidráulicos de acuerdo a sus propios intereses, aislados en muchas ocasiones del contexto global.

e. La información básica necesaria para el propósito de planificación del uso del recurso, se encuentra dispersa en varios organismos y la misma ha sido obtenida y procesada con diversos criterios y metodologías, dificultando su evaluación y originando duplicación de esfuerzos.

f. En los próximos años el Estado invertirá sustantivamente en estudios y construcción de obras de aprovechamiento hidráulicos, lo que obliga a la optimización de las inversiones, incorporando la mayor cantidad de beneficios.

## 8. CARACTERISTICAS DE LA PLANIFICACION PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA.

Dada las múltiples posibilidades de utilización del agua, su planificación queda invariablemente vinculada con los sectores productivos y las regiones del país; por tanto su aprovechamiento no constituye una acción independiente ni un fin en sí mismo, sino que representa un medio para que los planes nacional, regionales y sectoriales puedan concretarse, de tal forma que el agua no llegue a convertirse en una causa retardadora del desarrollo.

La planificación del agua debe ser una actividad eminentemente coordinadora, cuyas características distintas apuntan a:

- a. Establecer un equilibrio entre las demandas, disponibilidades y formas de aprovechamiento del recurso, - manteniendo este equilibrio en el tiempo, de acuerdo a la evolución e incremento de necesidades.
- b. Definir esquemas rectores de aprovechamiento del recurso, los mismos que serán evaluados de acuerdo a consideraciones técnicas económicas y sociales.
- c. Identificar proyectos hidráulicos que viabilicen la - satisfacción de los requerimientos del agua.
- d. Establecer normas administrativas para el uso racional del recurso, para su protección y conservación.
- e. Definir las bases programáticas, financieras y administrativas que hagan posible la formulación, implementación y - control del Plan para el Aprovechamiento del Agua.
- f. Determinar el ámbito de participación de las entidades nacionales, regionales, seccionales y del sector privado en las diferentes fases del Plan, en consideración a sus atribuciones legales y capacidad operativa.

El Plan debería desarrollarse fundamentalmente en tres fases:

- a. Formulación, en la cual se compatibilizará la oferta y demanda del recurso a horizontes temporales definidos, se definirán, evaluarán y seleccionarán esquemas rectores de aprovechamiento y se determinarán las bases para su implementación.
- b. Implementación, en la cual se irán concretando las acciones, dirigadas al cumplimiento de los objetivos y metas del Plan, mereciendo especial atención la coordinación de los programas y organismos públicos y privados usuarios del recurso y los que participarán en la ejecución.

c. Vigilancia y control, que permitirá mediante mecanismos evaluativos, determinar su avance, analizar desviaciones producidas y fijar correctivas acciones.

Todas estas etapas son interativas y deberán ser revisadas y adaptadas a las condiciones cambiante del desarrollo económico y social.

Como se habrá notado, el Plan para el Proyecto de Aprovechamiento del Agua no conlleva únicamente un problema técnico, - requiere necesariamente de la decisión política para ejecutar lo en todas las fases, al igual que de una amplia participación interinstitucional e interdisciplinaria. Los conflictos de interés por el recurso deberán ser resueltos en lo posible por consenso y finalmente adoptados en base a la decisión de la autoridad leglamente responsable de la adminsitración del agua. Es así como, la coordinación del proceso deberá estar en manos del organismo nacional resporsable de la planificación del recurso, que indudablemente deberá actuar en estrecha -coordinación con el Consejo Nacional de Desarrollo y con las entidades usuarias del agua, de tal manera que mediante una estructura administrativa adecuada se logren los propósitos - del Plan.

Finalmente, debe destacarse que las circunstancias anotadas - son suficiente argumento para llevar adelante en el País el - Plan Nacional para el Aprovechamiento del Agua; que necesaria - mente será una herramienta fundamental para acelerar el desarrollo del País, y su ordenamiento en los aspectos vinculados con el recurso.

#### D. EL PLAN NACIONAL DE RIEGO.

##### 1. INTRODUCCION.

La necesidad de planificar ya no se discute y se ha - constituído hoy en día en el medio más idóneo para encausar -

las transformaciones socio-económicas y políticas a un costo social bajo, dejando de lado el estilo tradicional de la improvisación, que ha sido el causante de la dilapidación de nuestros limitados recursos económicos.

No se puede concebir entonces un determinado desarrollo económico y social sin un recurso natural como el agua no tiene prevista su utilización en forma amplia y completamente planificada, para garantizar disponibilidades que provienen del crecimiento demográfico, satisfacción de las demandas agrícolas, de desarrollo urbanístico, etc. esta planificación es impostergable, por la actual competencia entre los diferentes usos del recurso, frecuente escasez en tiempo y espacio y deterioro progresivo de las aguas.

Frente a ésta situación es el INERHI el organismo estatal - a quien corresponde llevar adelante la racionalización de los recursos hidráulicos, tanto en su papel rector y participativo con el resto de instituciones usuarias del recurso (Plan Nacional Hidráulico), como el individual relativo a su campo específico de acción (Plan Nacional de Riego, Drenaje y Control de Inundaciones).

La circunstancia especial por la que atravieza el País en materia de satisfacción de la demanda de alimentos, requerido por una población siempre creciente, del éxodo de pobladores rurales, hacia las ciudades en detrimento del campo, han sido entre otros, los motivadores para emprender en una agresiva política de robustecimiento del sector agrario, claramente manifestado por el Gobierno Nacional.

Los propósitos del Gobierno de lograr un incremento sostenido de la producción de alimentos, de proveer de materias primas para la industria nacional y expandir las exportaciones de algunos productos primarios, serán cumplidos en la medida en que se haga uso racional del recurso agua-suelo, en combinación con otros factores. Aquí nace entonces la necesidad



de la planificación hidroagrícola, como forma garantizada de conseguir estos objetivos nacionales.

El INERHI conciente de esta realidad, ha emprendido en la ejecución del Plan Nacional de Riego, Drenaje y Control de Inundaciones, para lo cual se han estructurado grupos de trabajo y determinado alcances y metodologías que le permitirá en un tiempo razonable cumplir con una de las finalidades.

La importancia que el Plan de Riego tiene para la Institución puede resumirse en los siguientes puntos:

- El futuro institucional depende en gran medida de los resultados que se obtengan de este plan, que tiene cobertura nacional y que permitirá el ordenamiento en el sector agropecuario, así como también la canalización de las inversiones en forma ordenada hacia los proyectos prioritarios, resultantes del análisis físico y socio-económico de los mismos.

El plan permitirá la entrega y recepción de información, agilitada con la creación de un banco de datos, en lo relativo a hidrología, meteorología, agronomía, pecuaria-socio-economía, etc. que facilitará la realización de revisiones periódicas y consecuentemente la disposición de información actualizada.

Se constituirá en un instrumento básico para la elaboración del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos, en cuanto se refiere a la cuantificación de los volúmenes de agua disponible a nivel nacional y los requeridos para riego.

Será también un elemento fundamental en la toma de decisiones y definición de políticas, en lo relativo a la administración de agua y ejecución de los proyectos.

Por estas consideraciones, el plan será el documento rector de todos los programas y proyectos que se lleven a cabo en el

país para la utilización , desarrollo y conservación del recurso agua.

## 2. OBJETIVOS GENERALES.

- a. Aumentar la participación del sector agrícola en la economía nacional.
- b. Incrementar la producción para lograr el autoabastecimiento con productos que mejoren los niveles nutritivos de la población y garanticen la existencia de materias primas para la industria nacional.
- c. Aumentar el volumen de las exportaciones de los productos tradicionales, como de nuevos productos.
- d. Incorporar al grupo campesino a la economía nacional.

## 3. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- a. Identificar proyectos de riego dentro de macrozonas de uso potencial reconocidas, acorde ellas en su prioridad, al marco físico y socio-económico del país.
- b. Identificar proyectos de drenaje y control de inundaciones.
- c. Determinar volúmenes de agua comprometidos para riego en los diferentes lugares de aprovechamiento.

## CAPITULO II

### POLITICAS Y EJECUCION DEL RIEGO Y DRENAJE

#### A. ANTECEDENTES Y PROBLEMATICA.

##### 1. EVOLUCION GENERAL.

Debido a la distribución irregular de las lluvias y al crecimiento de los asentamientos humanos a lo largo de la historia, el riego artificial se ha practicado en la Sierra ecuatoriana desde la época de la Colonia y aún antes de ella, sin embargo las obras que hoy existen en el País han sido construídas, casi en su totalidad en la época de la República.

Los particulares han realizado un gran número de obras de riego, simples, con tomas directas en cursos de agua en casi todos, aunque en tres últimas décadas se han construído sistemas de mejor ejecución. En todo caso, del área cubierta con riego en el País, el 77% corresponde a lo construído y desarrollado por particulares (329.100 Has.).

La participación del sector público en el incremento de la superficie servida con riego, se ha dado a través de la Caja Nacional de Riego, INERHI, Consejos Provinciales, Consejos Municipales y entidades de desarrollo creadas para zonas específicas. De los Consejos Provinciales, sólo el de El Oro, mantiene a su cargo importantes obras de riego y, trece Municipios en la Sierra y dos en la Costa administran pequeñas obras. El área regada por el sector público (1981) fué de 197.750 hectáreas a través de 81 sistemas.

Siempre el área regada en el País ha sido muy pequeña en relación al área cultivada de acuerdo a lo que se desprende de los siguientes datos referenciales:

TABLA # 1

EVOLUCION DE LA SUPERFICIE REGADA (En hectáreas)

AÑO	AREA TOTAL EN LABOREO AGRI- COLA	AREA TOTAL REGADA	%	% DE RIEGO SECTOR PUBLI CO	% DE RIEGO SECTOR PRIVADO
1900	500.000	40.000	8.00		
1954	2'080.000	112.000	5.4		
1971	3'800.000	117.500	4.7	23.0	77.0
1981	5'820.000	426.850	7.3	23.0	77.0

FUENTE: Solicitud al BID Proyecto Tabacundo. INERHI 1983.

La evolución de las inversiones para la infraestructura de riego y drenaje se ha dado en tres períodos: 1) Antes de 1944, período en el cual el Estado no hizo prácticamente ninguna inversión de importancia, correspondiendo más bien ésta a los particulares. 2) Entre 1944 y 1971, en que el sector público efectúa una inversión de 495 millones de sucres, de los cuales el 73% correspondió a la Caja Nacional de Riego e INERHI y el 27% restante a entidades de desarrollo, Consejos Provinciales y Municipios; además, en este período hubo una contribución de recursos externos por 13.8 millones de dólares. 3) A partir de 1972 las inversiones del sector público crecen significativamente en comparación a los períodos anteriores, correspondiendo éstas, en su orden, a las entidades regionales (CEDEGE, CREA, CRM, PREDESUR), INERHI y al resto de organismos (Consejos Provinciales y Municipios).

En el siguiente cuadro se ilustra sobre la evolución de las inversiones para riego en los años 1979, 80 y 81.

TABLA # 2

FINANCIAMIENTO DEL RIEGO EN EL SECTOR PUBLICO AÑOS 1979, 1980 y 1981

(Millones de Suces)

AÑO	I N E R H I			ENTIDADES REGIONALES			ENTIDADES SECCIONALES		
	ASIG. FISC.	CREDITO INTERNO	CREDITO EXTERNO	ASIG. FISC.	CREDITO INTERNO	CREDITO EXTERNO	ASIG. FISC.	CREDITO INTERNO	CREDITO EXTERNO
1979	357	93	39	744	499	113	13	-0-	-0-
1980	802	15	42	1.061	243	147	18	-0-	-0-
1981	1.030	16	37	1.942	120	162	29	-0-	-0-

FUENTE: "Solicitud al BID, Proyecto Tabacundo, INERHI 1983."

Del total de recursos asignados al riego, INERHI captó el 32.2%, las entidades de desarrollo regional (CEDEGE, CREA, CRM PREDESUR) el 67% y, el 0.8 el resto de organismos (Consejo Provincial de El Oro, y los demás organismos seccionales).

## 2. LA PROBLEMATICA.

Las obras de riego que se ha emprendido en el País, no han respondido a una planificación nacional, sino más bien a programas de orden regional en unos casos, a programas anuales en otros y finalmente a decisiones momentáneas provocadas por presiones políticas o sociales. En tal virtud las soluciones no han sido las más adecuadas desde el punto de vista social, económico y técnico. El INERHI está tratando de solucionar estos problemas a través de la formulación e implementación de los Planes Nacionales de Racionalización de los recursos hidráulicos y de Riego y de Drenaje, para lo cual hace pocos años se crearon dos Departamentos con tal finalidad.

La asignación económica del Estado para el riego ha sido más bien insuficiente, a pesar, de que en los últimos años se ha visto un cambio significativo que se refleja en la ejecución de proyectos de gran envergadura, en relación con las condiciones generales del País.

Hasta principios de la década de los 70 los factores predominantes en el desarrollo del riego en el Ecuador, fueron entre otros: 1. Falta de un Plan sistemático de largo alcance que defina las políticas fundamentales del sector a nivel nacional. 2) Iniciación de obras con escasos recursos económicos y dispersión de programas a través de entidades sin capacidad técnica adecuada, sin coordinación y con tendencia a actuar aisladamente. 3. Decisiones subjetivas y presiones políticas para efectuar obras sin respaldo de estudios serios. 4. Falta de un adecuado sistema de soporte que concentre los esfuerzos de las entidades del sector agropecuario para consolidar el desarrollo de los proyectos de riego. 5. Tendencia a no considerar el agua como un insumo fundamental que tiene --

su costo y que debe ser pagado en tal conformidad.

A partir de 1970 se nota una tendencia a corregir algunos de los factores negativos anotados, especialmente en los siguientes aspectos: 1. considerar las obras de riego solamente como un insumo medio para lograr un desarrollo agrícola integral especialmente en proyectos presentados para financiamiento de organismos financieros internacionales. 2. Incremento de recursos económicos. 3. Preparación por parte del INERHI de los Planes Nacional de Racionalización de los Recursos Hídricos y de Riego y Drenaje. y 4. Mayor concientización del País sobre la importancia del riego.

## B. MARCO DE REFERENCIA.

### 1. ORIENTACION GENERAL

Resulta evidente que la provisión de infraestructura de riego y drenaje no es un fin en sí mismo, sino más bien -- constituye un elemento básico que aporta (con otros insumos y acciones) al desarrollo agropecuario integral, contribuyendo significativamente en el incremento de la producción y productividad, en el desarrollo rural, en la generación de empleo, y , en general, en la satisfacción de importantes necesidades básicas de la sociedad. Conviene por tanto formular un marco de referencia que permita definir, a lo largo del tiempo, el papel que debe jugar el riego y drenaje para que se alcancen los objetivos socio-económicos en los campos anotados.

Uno de los graves problemas que soporta el País y que se agudiza a futuro es la insuficiencia en la satisfacción de las - necesidades básicas de la población y sin duda, dentro de - ellas, la que más incide es la necesidad alimentaria bajo mínimos niveles nutricionales. El problema desde luego supone abordar un conjunto complejo de actividades como la producción distribución y consumo de alimentos que integrarían el Sistema Alimentario Nacional.

El Ecuador cuenta con recursos necesarios para evitar la dependencia alimentaria y la máxima prioridad nacional y por tanto del Sector Agropecuario es llegar a producir alimentos para el abastecimiento interno, tendiendo a eliminar la necesidad de las importaciones. Desde este punto de vista es necesario diagramar, como marco referencial, el rol que debería jugar el agua en la producción alimentaria.

## 2. PRODUCCION ACTUAL DE ALIMENTOS Y DEMANDA FUTURA.

La producción agrícola dedicada a alimentos de consumo interno ha experimentado serias dificultades en los últimos años, determinando que no se pueda atender su creciente demanda y, más bien, las tendencias productivas de alimentos básicos son de decrecimiento en términos absolutos en la mayoría de los rubros. Por ejemplo, entre 1975 y 1980, la producción de cebada baja en 61%, la de maíz suave en 49.8%, trigo 51.8%, papas 35%, yuca 35.1%. Baja también la producción de arvejas, haba, fréjol, lechuga 49.3%, col 42.9%, zanahoria 18.8%.

En términos relativos, la producción de alimentos en 1961 fué de 2.2 Tm/ habitante, en 1974 de 1.1 Tm/hab y en 1982 de 0.7 Tm/hab., como contraparte, el 1962, el Ecuador importó 1.6 dólares en alimentos por habitante; en 1974, 7.8 dólares y en 1982 20 dólares por habitante.

La caída de la producción de alimentos básicos no obedece tanto a retrocesos en la productividad, que desde luego es baja, sino más bien a reducción del área de cultivos alimentarios para el mercado interno, la misma que en gran porcentaje ha sido dedicada a la ganadería, sector que ha tenido una expansión considerable en los últimos años.

De acuerdo con los datos del último censo de población, el Ecuador, al año 2.000 contará con una población estimada de 13'240.000 habitantes, los mismos que demandarán por productos alimentarios que cubran una dieta alimentaria mínima en calo-



rías y proteínas para lograr su normal desenvolvimiento en términos físicos e intelectuales.

En vista de que no se cuenta con estudios oficiales referentes al componente dietético de la población ecuatoriana, ni tampoco su nivel de consumo proteico-calórico con patrones de consumo por estratos demandantes de alimentos, se ha tomado como referencia el estudio de la FAO, que en su Hoja de Balance de Alimentos, señala el componente de productos recomendables para cubrir las necesidades calórico-proteicas en Ecuador. Se ha visto la conveniencia de que para el País la dieta por habitante debería ubicarse al año 2000 en 12.415 calorías por habitante y por año. <sup>1</sup>

Asumiendo que hasta el año 2000 se mantenga la misma productividad actual por hectárea, se puede establecer que para cubrir al año 2000 las necesidades de productos alimentarios, se requerirá incorporar a la producción agrícola alimentaria -- 838.000 hectáreas.

Esta superficie podría provenir de áreas realmente nuevas o del aumento de productividad sobre todo en zonas a servirse con riego o drenaje. <sup>2</sup>

Asumiendo criterios de incrementos de productividad en áreas a ser dotadas con riego o drenaje y que no habrían sustantivos incrementos de productividad en áreas de secano, se ha estimado que para alcanzar la incorporación de una área equivalente en secano de 838.000 has (Necesarias para cubrir - la

- 1 De acuerdo con "Agricultural Commodities Projections for 1975 and 1985" FAO, Roma, 1967, el promedio para América Latina sería de 2.786 calorías por habitante.
- 2 El incremento de productividad será muy difícil lograr -- en áreas sin riego artificial y/o sin protección contra inundaciones, por los grandes riesgos que representan las altas inversiones para mejorar la productividad en áreas secas, sujetas a variaciones climáticas.

demanda alimentaria al año 2.000), se requerirá incorporar al riego del orden de 393.000 hectáreas y al drenaje, 70.000 hectáreas; en cambio, el aporte de la agricultura de secano sería de 160.000 hectáreas, provenientes de incremento de la frontera agrícola.

Tomando en consideración el estado de avance y preparación de los programas y proyectos de riego y drenaje tanto de INERHI - como de otras entidades de desarrollo regional , (CEDEGE, PREDESUR, y CRM ), se estima que su aporte viable hasta el año - 2000 sería:

1. Por parte de INERHI, 339.000 hectáreas, de las cuales -- 70.000 corresponderían a saneamiento del suelo y la diferencia básicamente a riego.
2. Por parte del CEDEGE, serían incorporadas al riego 100.000 hectáreas, correspondiendo 50.000 a zonas nuevas y la diferencia a zonas que tienen riego deficitario y que será mejorado.
3. Por parte de PREDESUR y CRM, serían incorporadas 24.000 - hectáreas, fundamentalmente a través de los Proyectos Tahuín y Carrizal-Chone.

C. LAS POLITICAS EN MATERIA DE RIEGO Y DRENAJE.

1. ASPECTOS GENERALES

Según se desprende del análisis expuesto en numerales anteriores de este estudio, INERHI es quien le corresponde de finir con mayor detalle las políticas y prioridades que en materia de riego deban fijarse a nivel nacional, en función de los objetivos del Sector Agropecuario y del Desarrollo Rural, y a las que deberían sujetarse las entidades que actúan en el campo del riego y drenaje. De otra parte, como ejecutor importante de proyectos de riego y drenaje, le corresponde fijar, la prioridad de sus propios programas y proyectos y de ellos derivar las actividades a realizar en materia de estudio y de proyectos, construcción, operación y desarrollo de éstos sistemas.

Para responder a éstos propósitos se ha establecido las siguientes políticas:

- a) En materia de Política Nacional de Riego y Drenaje:
  - a. 1. Formulación del Plan Nacional de Riego y Drenaje.
  
- b) En materia de ejecución de proyectos de Riego y Drenaje:
  - b. 1. Programa para la implementación total y desarrollo de proyectos que se encuentran en operación.
  - b. 2. Programa para terminar la infraestructura de Riego y Drenaje en proyectos de arrastre.
  - b. 3. Programa para la ejecución e implementación de proyectos de gran irrigación.
  - b. 4. Programa para nuevos proyectos; y
  - b. 5. Programa para rehabilitación de zonas servidas con riego deficitario, especialmente en zonas productoras de alimentos.

2. PROGRAMAS EN MATERIA DE POLITICA NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE.

El Plan Nacional de Riego y Drenaje a pesar de que al momento cuenta con una orientación al mediano plazo (Año 2000) del posible desarrollo del riego y drenaje en el País, su concepción de parte de supuestos que deben precisarse y sobre todo compartirse entre las entidades nacionales vinculadas con la materia, básicamente CONADE, MAG, SEDRI, Entidades de Desarrollo Regional y Cámaras de Agricultura, entre otras. También deberá considerar en materia de aprovechamiento del agua las disposiciones provenientes del Plan de Racionalización de los Recursos Hidráulicos.

El Plan Nacional de Riego y Drenaje estará constituido por un conjunto de políticas, normas, programas y estrategias que conformen un instrumento ordenador y permanente para el desarrollo del Riego y Drenaje en el País, en función de los objetivos del desarrollo nacional y particularmente del Sector Agropecuario, respetando las demandas prioritarias para el aprovechamiento del agua en otros usos así como su adecuada conservación.

Durante el primer semestre de 1985 se precisarán los Términos de Referencia del Plan, en los que se incluye: los objetivos, características, esquema, programación, participación interinstitucional y organización correspondientes.

### 3. PROGRAMAS EN MATERIA DE EJECUCION DE PROYECTOS DE RIEGO Y DRENAJE.

Según se indicó en el numeral anterior, INERHI con el propósito de coadyuvar al autoabastecimiento alimentario al año 2000 deberá poner en riego y drenaje aproximadamente - - 339.000 hectáreas, meta que será posible alcanzar en el marco de los programas anotadas en el numeral 1. Una breve descripción de los mismos se indica a continuación:

Programa para la implementación total y desarrollo de proyectos en operación. Este proyecto está orientado a implementar

en forma total la infraestructura de riego de los proyectos - que se encuentran en operación parcial, así como estudiar e implementar programas globales de desarrollo agrícola en cooperación con otras entidades del Sector Agropecuario.

El Programa permitirá incorporar 18.400 hectáreas en 29 proyectos del INERHI que se encuentran en operación.

TABLA # 3

SUPERFICIE A INCORPORARSE EN PROYECTOS DE RIEGO EN OPERACION (HAS)

PROYECTOS	AREA NETA POTENCIAL- MENTE REGABLE	AREA REGADA HAS	AREA A INCORPO- RARSE (HAS)
MONTUFAR	2.760	1.062	898
AMBUQUI	1.200	677	523
SALINAS	2.000	1.829	171
SAN VICENTE DE PUSIR	347	282	65
PISQUE	6.275	5.215	1.060
TUMBACO	1.570	1.490	80
LATACUNGA-SALCEDO- AMBATO (1RA. ETAPA)	1.612	1.200	412
PACHALINCA	600	500	100
GARCIA MORENO	1.000	750	250
PATATE	700	600	100
CHAMBO	7.830	5.213	2.617
CEBADAS	400	328	72
MACHANGARA	1.030	516	514
MACARA	1.073	744	329
MILAGRO	11.000	8.592	2.408
CHILINTOMO	2.000	240	1.760
MANUEL J. CALLE	18.000	16.781	1.219
TABLON DE PORTOVELO	600	-0-	600
TABACUNDO (1RA. ETAPA)	1.238	47	1.191
EXPERIMENTAL BANCO DE ARENA	269	30	239
INES MARIA	527	-0-	527
CHACRAS-HUAQUILLAS	195	46	149
TABLON DE OÑA	668	-0-	668
CHUCCHUCHIR	400	-0-	400
LA PAPAYA	483	-0-	483
QUINARA	269	-0-	269
LA ERA	253	-0-	253
EL ANGELITO	743	-0-	743
GUAPALAS	262	-0-	262
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	65.304	46.942	18.362

FUENTE: "Plan Operativo 1984 en la Planificación General del INERHI."

En el Programa también se incluye la rehabilitación de proyectos que han sobrepasado su vida útil, por ejemplo: Chambo, - Pisque, Tumbaco, entre otros.

Durante 1985 se elaborará un esquema completo del Programa, - incluyendo los requerimientos del orden financiero, material y de participación institucional que se precisaría, sobre todo para la implementación del desarrollo agropecuario. En 1985 también se realizarán acciones prioritarias y puntualizables en varios proyectos.

Programa para terminar la infraestructura en proyectos de arrastre.

Este Programa está orientado a concluir la construcción de - proyectos de arrastre por razones de deficiencia financieras - no pudieron terminarse oportunamente, pero que al momento, sobre todo con recursos de FONARYD, podrían ser acelerados.

El Programa permitirá incorporar del orden de 41.000 hectáreas en 23 proyectos durante un período en su mayoría comprendido entre 2 y 4 años, a partir de 1985.

Programa para la ejecución e implementación de proyectos de Gran Irrigación.

El Programa incluye fundamentalmente 3 proyectos claramente - definidos: Jubones (53.000 has), Cuenca Baja del Guayas, - - (70.000 has, saneamiento), y Tabacundo (11.000 has). Dada su dimensión, éstos proyectos tienen tratamiento y organización especial.

TABLA # 4

PROYECTOS EN CONSTRUCCION SUPERFICIE A INCORPORARSE (HAS)

PROYECTO	CULTIVADAS	INCULTAS	TOTAL
SAN ISIDRO - ESPEJO	800	2	800
MONTE OLIVÓ	600	-	600
SANTIAGUILLO CUAMBO	-	200	200
ALUMIS	500	-	500
LATACUNGA-SALCEDO-AMBATO (2da. Etapa)	5.000	1.788	6.788
AMBATO-HUACHI-PELILEO	8.200	-	8.200
PILLARO	8.300	-	8.300
PATATE	400	-	400
QUIMIAG	1.700	-	1.700
LICTO	800	840	1.640
YURACYACU	300	-	300
PROYECTOS PROV. BOLIVAR	1.500	-	1.500
SANTA ISABEL	2.000	2.000	2.000
PATACOCHA	860	-	860
SAN VICENTE: (1RA. ETAPA)	-	2.000	2.000
AZUCAR	-	300	300
AIRO FLORIDA	440	-	440
JORUPE-CANGOCHARA	600	-	600
SANANBAY-JIMBURA	450	-	450
CAMPANA-MALACATUS	450	-	450
SANTIAGO	800	-	800
MACARA (3RA Y 4TA ETAPAS)	1.800	-	1.800
CHIRIYACU LUCERO	800	-	800
	35.550	6.128	41.678



Programa para nuevos proyectos.

A través del inventario de proyectos que mantiene INERHI se han seleccionado aquellos que permitan cubrir las necesidades establecidas en el Marco de Referencia. Aquellos cubren una superficie de 92.100 hectáreas a través de 27 proyectos que cuentan con estudios a diferente nivel de intensidad. De estos proyectos y con el propósito de cubrir las metas alimentarias, se seleccionarán aquellos que permitan alcanzar las 50.000 hectáreas.

4. PROGRAMACION GENERAL DE ESTUDIOS Y CONSTRUCCION.

Con el propósito de precisar la programación general de los proyectos en sus fases de estudio y construcción, se presentan un cronograma de actividades hasta el año 2000.

Sin duda, y como es lógico, esta programación es elástica y se modificará en la medida en que los estudios vayan asignando nuevas prioridades. El Cronograma responde a tres políticas importantes: concluir los proyectos de arrastre lo antes posible; dotar los proyectos de suficientes estudios, dejando fijadas todas las etapas hasta su construcción; y, ajustar el programa a razonables posibilidades financieras.

Para el presente año se han previsto las siguientes metas derivadas de la programación general:

a) En materia de estudios:

- Instalar y operar 26 estaciones hidrometeorológicas en varios proyectos.
- Generar y procesar información básica para 30 proyectos.
- Realizar y completar la factibilidad y diseños en 19 proyectos.

b) En materia de construcción:

- Para el Proyecto Jubones:

- Construir 80 kms. de drenajes primarios.
  - Construir obras de protección contra inundaciones en varias poblaciones..
  - Construir e incorporar al riego 2000 has en proyectos del área de influencia del Proyecto Jubones.
- Para Proyectos de Arrastre:
- Concluir 13 proyectos que incorporarán 10.600 hectáreas.
  - Continuar con la construcción de 11 proyectos.
- Para rehabilitación de zonas con riego deficitario:
- Rehabilitar 49 acequias.
- Para implementación de proyectos de riego en operación:
- Se actuarán en 11 sistemas de riego con obras puntuales.

##### 5. FINANCIAMIENTO PARA LOS PROGRAMAS DE RIEGO Y DRENAJE DE INERHI.

a) En viabilidad de la ejecución de estos programas - dependerá de varios factores, pero sobre todo, de la asignación suficiente y oportuna de recursos económicos.

Con el propósito de ilustrar, en órdenes de magnitud sobre las posibilidades de llevar adelante la ejecución del Programa, se presenta una estimación del volumen general de inversiones requeridas y de las condiciones financieras que deberían darse - ( o que en todo caso se recomiendan ), a través de un Programa Financiero, cuyas líneas de orientación se describen brevemente a continuación:

La Programación Financiera tiene el siguiente alcance:

1. Financiar los proyectos constantes en la programación general al año 2000 de estudios y construcción.
  2. Financiar el Programa para la Implementación total de los Proyectos en Operación, mediante una asignación preliminar global que podrá modificarse con nuevos estudios y con el aporte de otras entidades.<sup>3</sup>
  3. Financiar el Programa para la Rehabilitación de zonas con Riego Deficitario, mediante una asignación preliminar global que podrá modificarse de acuerdo al avance de los estudios y con el aporte de nuevas fuentes de financiamiento.<sup>4</sup>
- b) Estimación del volumen de inversiones.

Las inversiones que el INERHI deberá realizar en cada Programa, a costos actualizados para cumplir con lo indicado - en la programación financiera hasta el año 2000 se indica a - continuación:

3. En vista del alcance del Programa, que considera la implementación de riego y drenaje de proyectos en operación, - así como la implementación del desarrollo agrícola global - en estos proyectos, se estima que el aporte para éste último aspecto debería provenir de las entidades del Sector - Agropecuario; en tanto que el financiamiento para la optimización del riego correrá a cargo del INERHI. La asignación global es de 963 millones hasta el año 2000.
4. El alcance de este Programa permite preveer que gran parte de su financiamiento, entre otras fuentes podría provenir de: Fondo de Desarrollo Rural Integral CESA, Programa Mundial de Alimentos, Créditos Externos, etc.

En vista del alcance del Programa, que considera la implementación total del riego y drenaje de proyectos en operación, así como la implementación del desarrollo agrícola global en estos proyectos; se estima que el aporte para este último aspecto debería provenir de las entidades del Sector Agropecuario; en tanto que el financiamiento para la optimización del riego correrá a cargo de INERHI.

TABLA #5

Estimación del volumen de inversiones al año 2000

(Millones de sucres)

PROGRAMA	PERIODO			TOTAL
	84-89	90-94	95-2000	
I. Implementación y Desarrollo de Proyectos en Operación.	523	337	3.001	1.160
II. Terminación de Proyectos de Arrastre	4.542	918	-0-	3.460
III. Gran Irrigación	13.254	9.958	1.766	24.978
IV. Rehabilitación de Zonas con Riego Deficiente	313	199	207	719
V. Nuevos Proyectos	1.493	5.580	14.814	21.887
TOTAL	20.125	16.992	17.087	54.204

FUENTE: "Plan Operativo 1984 en la Planificación General del INERHI".

c) Estimación de ingresos.

Se ha partido de los ingresos reales que hasta el momento tiene asegurados el INERHI, con las siguientes características:

- a. Fondo Nacional de Riego y Drenaje. Se ha tomado como base el rendimiento Anual de 1984, que es de 330 millones y se ha asumido una tasa de crecimiento anual del 10% a partir de 1985.
- b. Añsignación Fiscal para inversiones directas. Se ha tomado

como base el año 1984 con un rendimiento de 70 millones - por año y se ha asumido una tasa de crecimiento del 10% a partir de 1985.

- c) Asignación Especial de Loja para inversiones.- Se ha establecido un rendimiento anual de 140 millones en forma constante hasta el año 2000.

En consideración a lo indicado, la estimación de ingresos reales de la Institución es:

---

TABLA # 6

ESTIMACION DE INGRESOS REALES AL AÑO 2000

(Millones de sucres

I. Fondo Nacional de Riego y Drenaje ( FONARYD )	2.545	3.564	7.179	13.288
II. Asignación Fiscal para inversiones directas	542	757	1.543	2.842
III. Asignación especial de Loja para inversiones	840	700	840	2.380
TOTAL	3.927	5.021	9.562	18.510

---

FUENTE: "Plan Operativo 1984 en la Planificación General del INERHI".

---

6. POSIBILIDADES DE FINANCIAMIENTO.

En consideración a lo significativo del déficit, cualquier alternativa financiera que se presente, invariablemente deberá considerar el incremento de ingresos para el Instituto, el mismo que podrá provenir: de incrementos de FONARYD, incrementos en la Asignación Fiscal, afrontar por parte del Estado el pago de nuevas deudas interna y/o externa, aportaciones no reembolsables para determinados Programas, etc.

A continuación se presenta una posible alternativa que considera:

a) Financiamiento externo del BID, mediante préstamo, proveniente de Fondos Especiales, (interés 2%, comisión 1%, plazo de 50 años, 10 años de período de gracia, 65% de aporte externo y 35% de contraparte), para un paquete de proyectos conformado por los siguientes: Tabacundo, Churute, Tenguel, Penipe, Nagsicho, San Antonio, y Latacunga-Salcedo-Ambato (En ejecución).

b) Financiamiento externo del BIRF (Interés anual 10%, comisión 2%, plazo de 17 años, 4 años de período de gracia, - 70% de aporte externo y 30% de contraparte), para los siguientes proyectos: Jubones, Cuenca Baja del Guayas, Píllaro, Ambato-Huachi-Pelileo (en lo que restaría de la construcción).

c) Continuar con los convenios y contratos suscritos con los siguientes organismos: SEDRI (Proyectos Quimiag-Salcedo y obtener la contraparte nacional para Ambato-Huachi-Pelileo y Patococha); CESA (Proyectos Santiaguillo-Cuambo y Chacras Huaquillas); Programa Mundial de Alimentos (Apoyo para el mejoramiento de zonas con riego deficitario), FONAPRE (Jubones y Cuenca Baja del Gauayas y que gestionen los préstamos para los proyectos Tumbabiro, Banco de Arena y Tenguel); BEDE (Contraparte del Proyecto Latacunga-Salcedo-Ambato).

Bajo estas condiciones, el volumen de inversiones sería cubierto en la siguiente forma:

TABLA # 7

BALANCE ENTRE REQUERIMIENTO DE INVERSION Y POSIBILIDADES FINANCIERAS (En

millones de sucres)

INGRESOS E INVERSIONES

- FONARYD	2.545.	3.564	7.179	13.288
- Asignación Fiscal	524	757	1.543	2.842
- Asignación Especial de Loja	840	700	840	2.380
- Crédito Externo y / o Interno	11.176	8.878	7.893	27.847
- Incremento de Recursos	6.000	5.000	6.000	17.000
TOTAL INGRESOS	21.103	18.779	23.455	63.357
<hr/>				
INVERSIONES	20.125	16.992	17.087	54.204
<hr/>				
SUPERAVIT	978	1.787	6.368	9.153

FUENTE: "Plan Operativo 1984 en la Planificación General - del INERHI".

Desde luego el crédito externo y / o interno genera compromisos para el pago y servicio de la deuda, el mismo que consta en el cuadro anterior.

## CAPITULO III

### PROYECTOS HIDROELECTRICOS

#### A. ANTECEDENTES, OBJETIVOS Y METODOLOGIA.

##### 1. ANTECEDENTES.

El Plan Maestro de Electrificación de Corto Plazo con su programa de Obras, permite satisfacer la demanda de energía - hasta el año 1992, considerando fundamentalmente la planificación del desarrollo energético del País, en base del aprovechamiento racional de los recursos naturales, dando preferencia a la dotación de los recursos hidroeléctricos.

Bajo los mismos principios y lineamientos el Instituto Ecuatoriano de Electrificación se encuentra empeñado en la elaboración del Plan Maestro de Electrificación de Mediano y Largo Plazo, que entre otros objetivos persigue los siguientes:

- a) Contar con un inventario de proyectos de generación a base del aprovechamiento de nuestros recursos naturales.
- b) Implementación de un conjunto de modelos matemáticos para el análisis de diversas alternativas de expansión de sistemas interconectados.
- c) Realizar estudios por definir el equipamiento optimizado para atender los requerimientos de energía eléctrica, en los períodos de Mediano Plazo (1992-2000) y Largo Plazo (2000 - 2010).

Para definir el Plan Maestro de Electrificación en los períodos indicados, los trabajos requeridos se han dividido en las siguientes fases:

FASE 1A: Revisión, complementación y actualización de la información sobre el potencial hidroeléctrico del Ecu-



dor.

FASE 1B: Inventario de Recursos Hidroeléctricos.

FASE 1C: Definición del catálogo de proyectos y elaboración de términos de referencia para estudios de prefactibilidad de proyectos hidroeléctricos.

FASES 2A, Estudios específicos de Recursos Geotérmicos, Geológicos y 2B y 2C: gicos y Geoquímicos.

FASE 3A: Proyección de la demanda de energía y definición del Plan Maestro de Corto Plazo.

FASE 3B: Plan Maestro de Mediano y Largo Plazo.

FASE 3C: Estudios Económicos-Financieros, y plan de financiamiento de Recursos Internos y Externos.

El presente trabajo es un resumen de los estudios contemplados en las Fases 1b y 1C, que han definido: El Inventario de Proyectos Hidroeléctricos para 11 cuencas hidrográficas de mayor interés hidroenergético y de éstos los proyectos más atractivos desde el punto de vista económico.

El dato histórico registrado como potencia instalada en el servicio público al año de 1982 fué de 1.210 MW, con lo cual se atendió una demanda máxima de potencia de 830 MW. La energía generada en el mismo año fué de 3.998 GWh.

Los estudios de proyección de la demanda definen para el período que va de 1982 al año 2010, crecimiento del 8.5% medio anual para la energía, de 8.3% para la demanda máxima de potencia.

Las Fases 1A y 3A definen el Plan Maestro de Corto Plazo con un programa de equipamiento en generación que permite cubrir la demanda en Potencia y energía hasta el año 1992.

Los nuevos estudios de previsión de la demanda establecen que para los años 1992, 2000 y 2010, se requiere atender los siguientes valores de potencia y energía a nivel de generación - del Sistema Regional a SS/EE del Sistema Nacional Interconectado ( SNI ).

---

TABLA # 8

PRONOSTICO DE LA DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA

	POTENCIA INSTALADA MW/2	INCREMENTOS MW/2	DEMANDA MAXIMA MW	INCREMENTOS MW	GENERACION DE ENERGIA GWh	INCREMENTOS GWh
1982	1.210		830		3.998	
		840		1.066		5.337
1992	20.50		1.896		9.335	
		1.750		1.580		7.989
2000	3.800		3.476		17.324	
		4.300		3.838		19.834
2010	8.100		7.314		37.158	

---

FUENTE: INE: Plan Maestro de Energía.

---

El Programa de Equipamiento hasta el año 1992 (Plan de Corto Plazo), quedará cubierto con la ejecución de los siguientes proyectos:

---

TABLA # 9

PROYECTO	POTENCIA MW	FECHA ENTRADA EN OPERACION
PAUTE I - FASES A y B	500	Mayo/1983-Mayo/1984
PASTAZA-AGOYAN	156	Enero/1987
PAITE I- FASE C	500	Julio/1989
DAULE-PERIPA	130	Julio/1991
PAUTE-MARZAR	174	Julio/1992
TOTAL	<u>1.460</u>	

---

FUENTE: INE: Plan Maestro de Energía: Previsones del sistema Energético del Ecuador .

---

Para el período 1992-2000 (Plan de Mediano Plazo) se estima un incremento de potencia del orden de los 1.750 MW que deberán ser seleccionados de los aprovechamientos identificados para Mediano Plazo, en los que constan los siguientes:

TABLA # 10

<u>Proyectos</u>	<u>Cuenca</u>	<u>Potencia MW</u>	
1. Toachi-Pilatón	ESMERALDAS	156	156
2. Minas	JUBONES	346	
3. Villadora	ESMERALDAS	299	
4. Chontal	ESMERALDAS	100	
5. Salado	NAPO COCA	<u>643</u>	<u>1.388</u>
6. Codo-Sinclair	NAPO-COCA	3.000	
7. San Francisco	PASTAZA	200	
8. Sopladora	SANTIAGO-PAUTE	500	
9. Marcabelli	PUYANGO	229	
10. Palma Real	ESMERALDAS	343	
11. Chespi	ESMERALDAS	<u>158</u>	<u>4.430</u>
12. Topoa	PASTAZA	297	
13. Chambo C. L.	PASTAZA	256	
14. Verdechico	NAPO-NAPO	1.121	
15. Verdeyacu	NAPO-NAPO	368	
16. Cedroyacu	NAPO-NAPO	354	
17. Catacachi	NAPO-NAPO	701	
18. Cardenillo	SANTIAGO-NAMANGOZA	833	
19. Gualaquiza	SANTIAGO-ZAMORA	785	
20. EL Retorno	SANTIAGO-ZAMORA	396	
21. Nangaritza	SANTIAGO-ZAMORA	<u>497</u>	<u>5.608</u>
	TOTAL		11.582 MW

---

FUENTE: INE: "Plan Maestro de Energía: Previsiones del sistema Energético del Ecuador".

---

De estos 21 proyectos el primero ( 156 MW ) tienen diseños de licitación, los 4 siguientes (1.388) tienen Estudios de Factibilidad, los 6 siguientes (4.430 MW) tienen Estudios de Prefactibilidad y los restantes (5.608 MW), son el resultado del Inventario de Recursos Hidroeléctricos.

Así mismo para el período 2000-2010 (Plan de Largo Plazo) se

considera un incremento adicional de 4.300 MW en la proyección de la demanda que deberá ser atendida por aquellos aprovechamientos seleccionados entre los proyectos de mediano plazo no favorecidos y los de largo plazo identificados en los Estudios de Inventario y que son los siguientes:

TABLA # 11

---

PROYECTO	CUENCA	POTENCIA MW
MUYO	PASTAZA	221
CHIGUAZA	PASTAZA	147
LA UNION	JUBONES	59
CHARCALOMA	JUBONES	185
LOYOLA	MAYO	223
YACARA	MAYO	277
QUININDE-SADE	ESMERALDAS	138
HUALARINGO 2	NAPO - COCA	285
COCA	NAPO - COCA	302
MACHACUYACU	NAPO - COCA	410
VALLEVICIOSO	NAPO - NAPO	293
HUAHUY	NAPO - COCA	262
AHUANO	NAPO - NAPO	740
CASCABEL	SANTIAGO - NAMANGOZA	573
NAIZA	SANTIAGO - NAMANGOZA	1.997
NEGRO	SANTIAGO - NAMANGOZA	103
SAN MIGUEL	SANTIAGO - ZAMORA	2.460
SAN ANTONIO	SANTIAGO - ZAMORA	1.263
	TOTAL	9.938 MW

---

FUENTE: "INE: Plan Maestro de Energía: Previsiones del sistema Energético del Ecuador".

---

El Proyecto Muyo es el único que tiene estudios de prefactibilidad y el resto de proyectos de éste grupo han sido inventariados en estos estudios.

En resumen, en el período 1982-2010 será necesario incorporar una potencia adicional a la ya existente, del orden de los 7000 MW, incluidas las necesidades de reserva y la obsolescencia de los equipos térmicos ya existentes.

De aquí la importancia de identificar las disponibilidades hidroeléctricas del País y los estudios de evaluación técnica y económica de los proyectos seleccionados.

## 2. OBJETIVOS.

Con el objeto de definir cuales serían los proyectos que conformarían el programa de obras del Plan de Mediano Plazo y Largo Plazo fué necesario complementar el Inventario de Recursos Hidroeléctricos y la formulación de un catálogo de proyectos.

Con el Inventario de Recursos Hidroeléctricos se ha conseguido establecer:

- a. Potencial Hidroeléctrico teórico del Ecuador que es del orden de 93.400 MW con caudales medios (QM).
- b. El Potencial Hidroeléctrico teórico de las 11 cuencas elegidas como prioritarias que es del orden de 73.400 MW.
- c. Las cuencas hidrográficas de mayor interés hidroeléctrico, corresponden a la vertiente del Amazonas; siendo ellas las de los ríos Napo, Santiago y Pastaza con 52.500 MW de potencial lineal teórico que representa el 56% del total del país.
- d. Los tramos de cuenca y sus altitudes con desarrollos hidroeléctricos interesantes.
- e. La información básica tanto cartográfica, como geológica e hidrológica de las cuencas principales.
- f. El catálogo de proyectos hidroeléctricos.

Con el catálogo de Proyectos Hidroeléctricos se ha logrado definir:

- a. Los proyectos que intervendrán para satisfacer la demanda en el período de Mediano Plazo, con un potencial aprovechable del orden de 11.582 MW que representa el 12% del Potencial

cial Hidroeléctrico teórico total del País.

- b. Las alternativas de explotación hidroeléctrica para atender a la demanda del período de Largo Plazo, con proyectos que suman alrededor de 9.938 MW, adicionales y que en conjunto con los de Mediano Plazo representan el 23% del Potencial Hidroeléctrico teórico.

## B. METODOLOGIA

Con la información tipo hidrológica, cartográfica (topográfica) y geológica de los sitios de cierre del perfil energético se procedió a la selección de los esquemas hidroeléctricos que podrían desarrollarse en cada cuenca o subcuenca. Los esquemas estudiados consideran en algunos casos alternativas paralelas y / o excluyentes, siendo estimados en base a sus parámetros físicos y a criterios padronizados predeterminados.

En forma paralela a los estudios anteriores se procedió a la recopilación y homogenización de la información física de los aprovechamientos existentes y de aquellos que están en etapas más avanzadas de estudio.

Así mismo fueron desarrollando algunos programas computacionales que se constituyeron en requisitos funcionales, para la realización de ciertas actividades de la complementación del Inventario de Recursos Hidroeléctricos.

Con la aplicación del Modelo de Evaluación económica de Esquemas Hidroeléctricos ( EEHH ), para aquellos proyectos que tienen un nivel de inventario se valorizaron las soluciones pivote y algunas alternativas interesantes sin entrar a una optimización de los esquemas integrados de las cuencas. En cambio - en aquellos proyectos con estudios a nivel de prefactibilidad, factibilidad y algunos proyectos interesantes de inventario se efectuó una optimización de la cuenca o subcuenca hidrográfica para distintos grados de desarrollo de la misma, determinándose las alturas más convenientes de presa, los niveles mínimos

- económicos de operación y potencias instalables, ( Matriz de Potencias y Costos ).

Con el modelo de Optimización de Esquemas Hidroeléctricos Integrados ( OEHI ), se seleccionó el mejor esquema de cada cuenca y se procedió a configurar el catálogo de proyectos clasificándolos en aquellos que formarían parte del Plan de Mediano Plazo y los seleccionados para Largo Plazo.

## 2. CRITERIOS ADOPTADOS

Se analizó el desarrollo de las cuencas y subcuencas - entre la cabecera de los ríos y la desembocadura de los mismos en las vertientes del Pacífico y hasta el nivel aproximado de 250 m.s.n.m en la vertiente del Amazonas.

Se excluyeron de los estudios las subcuencas cuyo potencial hidroeléctrico teórico con seguridad hidrológica del 90% fué inferior a 50 MW.

Se adoptó una franja de factores de instalación ( Relación entre el caudal firme y el caudal de diseño ), entre 0.25 y 0.75 para proyectos con embalses de regulación interanual o estacional y entre 0.40 x 0.70 para tomas directas.

Se incluyeron los proyectos con estudios más avanzados con sus características fundamentales propias ya decididas en dichos estudios

Se limitó el costo de los proyectos a US\$ 2.000 / KW instalado, y a US\$ 40/MWh. Es decir, no se consideraron desarrollos con costos superiores a los indicados, con excepción de proyectos integrados de uso múltiple.

## 3. SELECCION DE CUENCAS EN ESTUDIO

El País fué dividido en 31 cuencas hidrográficas, agrupando algunos ríos pequeños de la costa bajo el nombre de uno de ellos, considerando como el más importante.



Se decidió definir el orden de prioridad para los estudios en función de la disponibilidad y calidad de la información cartográfica, fotográfica, hidrológica y geológica, considerando además la magnitud del potencial hidroeléctrico, teórico y de su potencial específico definido por MW/Km. Esto condujo a seleccionar en principio 16 cuencas hidrográficas y a descartar las otras 15 cuencas que tenían poco o ningún interés energético.

Según su potencial hidroenergético específico, las once cuencas hidrográficas seleccionadas son:

- Cuencas con alto interés hidroeléctrico (Potencial específico mayor a 6 MW/Km).

1. NAPO con:

Subcuencas: Napo-Coca	10.46 MW/Km
Napo-Napo	5.49 MW/Km

2. SANTIAGO con:

Subcuencas: Santiago-Namangoza	7.19 MW/Km
Santiago-Zamora	7.92 MW/Km

3. PASTAZA con:

Cuencas con mediano interés hidroeléctrico (Potencial específico de 3 a 6 MW/Km)	6.70 MW/Km
--	------------

4. ESMERALDAS con 4.41 MW/Km

5. MAYO con 4.16 MW/Km

6. MIRA con 3.36 MW/Km

Cuencas con bajo interés hidroeléctrico:

(Potencial específico de 1 a 3 MW/Km).

7. CAÑAR con	2.99 MW/Km
8. GUAYAS con	1.83 MW/Km
9. JUBONES con	1.63 MW/Km
10. PUYANGO con	1.48 MW/Km
11. CATAMAYO con	1.12 MW/Km

En cada una de estas cuencas se analizaron los ríos desde sus cabeceras hasta el mar tratándose de la vertiente occidente y hasta la cota 250 m.s.n.m.

En la vertiente oriental, seleccionándose los tramos con las mejores posibilidades de desarrollo hidroeléctrico.

### C. INFORMACION BASICA

#### 1. CARTOGRAFIA

Este trabajo hace referencia a la información utilizada, con una breve descripción de los procesos de trabajo y de los resultados obtenidos.

El IGM es el único organismo del Estado, autorizado para hacer publicaciones cartográficas y suministrar datos de campo; ha elaborado cartas a diferentes escalas que cubren parcialmente el País y trabajos de cartografía a escalas especiales para estudiar proyectos específicos, como colaboración con las diferentes instituciones estatales.

Las actividades más importantes desarrolladas en Cartografía han sido: seleccionar y ordenar las cuencas en función de la información cartográfica existente, declinar el área de estudio y completar el área de estudio y la información de la zona de interés a escala adecuada.

#### 2. HIDROLOGIA

De acuerdo a los objetivos y trabajos programados en el Plan Maestro, los estudios de Hidrología se desarrollaron en tres fases:

- Recopilación de información.
- Procesamiento de los datos.
- Estudios aplicados.

De diferentes fuentes de información se recopilaron todos los datos de registros hidrometeorológicos existentes y se conformaron un banco de datos. Mediante el uso de programas de computación se procesó la información básica, estructurando series mensuales homogéneas y confiables.

Los datos definidos en las estaciones fueron transpuestos a los sitios de interés, como también a diferentes puntos de la red fluvial para el cálculo del potencial hidroeléctrico teórico - respectivo.

Posteriormente se procedió a determinar los caudales regulados, los sedimentos y las crecidas de los ríos, precipitación y evaporación para los sitios de cierre identificados.

### 3. GEOLOGIA

En este ítem se hace referencia a los estudios geológicos que se llevaron a cabo en el área delimitada para el inventario de recursos hidroeléctricos y comprende un resumen de los trabajos realizados, la descripción de la Geología General con sus principales aspectos: geomorfología, estratigrafía y litología tectónica, sismicidad, vulcanología, geología aplicada; además se presentan conclusiones de carácter general.

Los objetivos principales fueron: seleccionar en forma preliminar, en base a los estudios existentes, tramos de ríos que se consideran geológicamente aptos para la implantación de aprovechamientos hidroeléctricos; y establecer prioridades desde el punto de vista geológico entre las cuencas propuestas para el estudio.

## D. INGENIERIA Y COSTOS.

### 1. ESQUEMAS INTEGRADOS DE DESARROLLO

El propósito de ésta etapa del estudio fué identificar todos los aprovechamientos posibles dentro de las cuencas seleccionadas como las de primera prioridad y conformar los esquemas alternativos dentro de cada cuenca para estudios subsiguientes de evaluación económica.

La conformación de esquemas se hizo con el criterio de obtener la máxima realización posible del recurso energético del río.

Fueron incluidos todos los aprovechamientos construídos, los que están en construcción, aquellos cuya construcción está decidida y los que tiene estudios a nivel de prefactibilidad y factibilidad .

Los proyectos decididos y con estudios a nivel de factibilidad fueron incluidos en los esquemas sin cambiar sus características físicas. En cambio en los que están a nivel de prefactibilidad, inventario y evaluación preliminar se mantuvieron las cotas máximas de agua y la ubicación de los sitios de presa y de conducciones pero modificando las características que dependen de la información básica disponible más completa y actualizada, en especial hidrología.

### 2. EVALUACION ECONOMICA DE ESQUEMAS INTEGRADOS

Una vez definidas las características fundamentales de los aprovechamientos que intervienen en los diferentes esquemas de desarrollo hidroeléctrico, esto es, altura de presa, volúmenes de regulación, cotas de operación, caudales y potencia instalada, se procedió a la comparación de los esquemas.

La selección del esquema más atractivo dentro de la evaluación de una cuenca se ha definido mediante un análisis económico que

determina los beneficios netos actualizados, relación beneficios-costo, costo unitario de la energía.

Los beneficios brutos relativos se han obtenido mediante la valorización de la producción padronizada de los aprovechamientos (potencia garantizada, energía primaria y energía secundaria) a costos de un sistema de precios dado por una parque térmico optimizado, esto es, un sistema térmico que a costo mínimo puede tener una producción de potencia y energía equivalente a la de la central hidroeléctrica analizada, incluidos los diferentes niveles de reservas y consumos propios de ambos tipos de centrales.

### 3. OPTIMIZACION DE PARAMETROS BASICOS DEL PROYECTO.

Previo a la generación de secuencias de equipamiento del sistema, para los proyectos a contemplarse en el Mediano - Plazo se optimizaron sus parámetros básicos, siendo éstos los siguientes:

- Altura de presa (HP)
- Nivel Mínimo de operación de embalse (N. Mín).
- Potencia instalada (PI)

Para los valores HP y N. Mín. , la potencia instalada en el aprovechamiento se puede expresar en función de la potencia continua (PC) y el "Factor de Instalación" (FI), definido como la relación entre la potencia continua y la potencia instalada. - Haciendo variar FI entre valores límites 0.25 a 0.75, se obtiene la variación del parámetro básico del proyecto PI.

En el caso de que el aprovechamiento sea una toma directa con - embalse de regulación diaria, la optimización se refiere únicamente a la potencia instalada para lo cual se hace variar el FI entre valores de 0.4 a 0.7.

La altura de presa y potencia instalada óptimas son selecciona

das dentro de un grupo de valores discretos que varían entre un valor máximo y de un valor mínimo. Para la potencia instalada estos valores son determinados por los factores de instalación, comprendidos dentro de los rangos antes mencionados. - Para la altura de presa, los valores son definidos usando los criterios de ingeniería clásica.

La optimización de estos parámetros se ha realizado con el modelo matemático de Optimización de Esquemas Hidroeléctricos Integrados (OEHI), también implementando dentro de los estudios del Plan Maestro de Electrificación.

El objetivo del modelo OEHI es optimizar el desarrollo hidroeléctrico de un esquema de una cuenca hidrográfica. Por optimización se entiende la determinación de los parámetros básicos de los aprovechamientos que conforman el esquema de modo de -- maximizar el beneficio neto actualizado del mismo.

La optimización se hace de aguas arriba hacia aguas abajo mediante una aproximación sucesiva. En una primera fase se evalúa el esquema con los parámetros básicos de diseño correspondientes a la solución pivote. En una segunda fase se determinan las alturas óptimas de presa en forma independiente de la potencia así como el nivel mínimo de operación. En una tercera fase se optimiza la potencia instalada para las alturas de presa determinadas en la fase anterior. Luego se verifica si para las nuevas potencias instaladas, continúan siendo óptimas las alturas de presa. El proceso se detiene cuando las diferencias económicas de soluciones consecutivas es menor a un valor preestablecido.

La evaluación del beneficio neto se realiza por la especificación de los costos de los aprovechamientos en función de los parámetros básicos mencionados y por la valorización de la producción padronizada por medio del sistema de precios dado por el parque termoeléctrico equivalente.

## E. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### Potencial Hidroeléctrico.

El Ecuador dispone de un potencial hidroeléctrico teórico de 93.400 MW. El 74% de éste potencial corresponde a la vertiente del Océano Pacífico.

Para realizar el estudio del potencial hidroeléctrico la superficie del País fué dividida en 31 cuencas.

Para estudiar e inventariar los sitios de energía disponible se seleccionaron 11 cuencas correspondientes a las de mayor potencial y con mejor información básica disponible. Las 11 cuencas seleccionadas poseen un potencial hidroeléctrico teórico de 73.400 MW, valor que constituye el 79% del potencial total del País.

De las once cuencas seleccionadas, el estudio se concentró en el área delimitada en la superficie de 165.898 Km<sup>2</sup>, es decir - el 63% de la superficie del País.

El área estudiada e inventariada, tiene un potencial hidroeléctrico aprovechable de 30.481 MW, que representa el 42% del potencial lineal teórico de dicha área y el 33% del potencial lineal teórico total del País.

La evaluación económica de estas cuencas demuestra que existen grandes diferencias entre ellas, así por ejemplo en la Cuenca - del Catamayo, todos los esquemas tienen un costo tan alto que se considera conveniente postergar su desarrollo. Así mismo - en las cuencas del Mira, Guayas y Cañar, los aprovechamientos tienen poca potencia y alto costo de energía, razones por las - que no se las considera de interés prioritario.

En cambio las restante siete cuencas tienen interés en especial las de la vertiente Oriental como Napo, Pastaza, Santiago y Mayo. Específicamente la cuenca del Napo y subcuenca del Zamora

y Paute son las que ofrecen las posibilidades más atractivas del País.

Las cuencas con mayor potencial son: Napo (12.285 MW) y Santiago (11.668 MW), 79% de toda la potencia técnicamente aprovechable del área inventariada.

Fuera de las once cuencas quedan por estudiarse en especial - dos con un potencial lineal significativo; éstas son las de Cayapas y la del Aguarico. Estas cuencas carecen de fotografía aérea calificada, razón por la cual fueron excluidas del presente estudio.

Sin embargo, tienen suficiente interés como para que se complete la cartografía a escala 1:25.000 a la brevedad posible y se haga el estudio correspondiente.

## 2. Catálogo de proyectos hidroeléctricos.

En el área estudiada de las once cuencas seleccionadas para esta etapa, se han conformado y evaluado 76 esquemas alternativos, habiéndose seleccionado los esquemas que desde el punto de vista económico presentan los mayores beneficios netos.

Los proyectos técnica y económicamente aprovechables, que integran los esquemas seleccionados han sido escogidos para conformar un "Catálogo de Proyectos Hidroeléctricos", el mismo que - en la fase de selección de esquemas consta de 124 proyectos con potencias instalables que suman 30.481 Mw y que corresponden a una potencia continua de 17.600 MW.

La potencia continua económicamente aprovechable de 17.600 W presenta el 24% del potencial teórico del área estudiada.

Aplicando el mismo porcentaje al potencial total del País, de 93.400 MW, el potencial continuo económicamente aprovechable - total del País, será del orden de 22.400 MW.



### 3. Catálogo de Proyectos para el Plan de Mediano Plazo

Para definir el Plan de Mediano Plazo, se han seleccionado los proyectos que disponen de estudios e información correspondientes a una etapa de prefactibilidad.

Este catálogo está integrado por 21 proyectos que suman 11.582 MW, de potencia instalada, 11 de los cuales son 5.974 MW tienen estudios de prefactibilidad, factibilidad y diseños para licitación y los 10 restantes con 5.608 MW son el resultado de estos estudios de inventario.

Todos estos proyectos han sido optimizados en lo relativo a la altura de presas, nivel mínimo de operación, potencia instalada, considerándolos con su operación en forma integrada con el conjunto de centrales que forman el esquema de desarrollo de su respectiva cuenca, y estudiados además bajo la consideración de proyectos aislados (Primera instalación).

La lista de proyectos estudiados y evaluados en el pivote (altura máxima de Presa y Factor de instalación 0.5) serán incorporados al Catálogo de Proyectos de Mediano Plazo en la medida que se vayan afinando los estudios, mientras tanto constituyen los proyectos que atenderán los requerimientos de demanda de energía eléctrica para Largo Plazo (2000-2010).

## CAPITULO IV

### DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA PARA MINI CENTRALES

#### HIDROELECTRICAS EN EL ECUADOR

##### A. UBICACION DE LA PROGRAMACION DE MINIDESARROLLOS HIDROELECTRICOS DENTRO DE LA PLANIFICACION.

1. La programación de los minidesarrollos hidroeléctricos debe encontrarse en la intersección de la planificación de recursos hidráulicos, de la planificación energética y de la planificación del desarrollo rural. Existen otras relaciones importantes que se señalarán posteriormente.

Aceptando en primera instancia las relaciones identificadas, en las figuras, es necesario sin embargo las limitaciones principales. La influencia del recurso hidráulico, como una necesidad para el desarrollo hidroeléctrico, es obvia. Este recurso es escaso, aún en países que como el Ecuador se hallan en la zona tórrida, en donde las precipitaciones son cuatro veces mayores que en el resto del planeta, y en donde la energía hidráulica se considera la fuente energética más importante con que cuenta el País representando el 55.8% de los recursos energéticos renovables conocidos.

Como ocurre con cualquier recurso limitado, el uso eléctrico, en este caso, entra en competencia con otros usos, tales como uso domésticos y de riego, en el contexto de los minidesarrollados. El uso hidroeléctrico constituye a su vez una opción complementaria, en proyectos aún pequeños, considerando los usos múltiples del agua y además considerar el aprovechamiento integral de los ríos y cuencas, atendiendo a los diversos requerimientos del desarrollo de la cuenca y recordando que, beneficios y costos parciales. Se produce una acción sinérgica, que debe ser percibida desde el inicio del desarrollo de la cuenca y del río y seguida, por mediciones y evaluaciones durante su evolución, que permitan la actualización periódica

de los programas. Los efectos ecológicos, entre los costos del "desarrollo", raras veces han sido considerados en toda su importancia en nuestro medio, siendo notable, en los dos últimos años el trabajo de la Fundación Natura, tanto en la toma de conciencia como en la realización de estudios de investigación específicos, con miras a la protección del medio ambiente y a la conservación, en el presente contexto, de las cuencas hidrográficas. En el caso de grandes proyectos hidroeléctricos como Paute Mazar por ejemplo, se han desarrollado recomendaciones específicas para preservación ecológica de la cuenca y seguridad del proyecto.

En cuanto a las necesidades de energía eléctrica, ésta es un factor tanto de desarrollo como de mejoramiento del nivel de vida de la gente. Reiteradamente, el INE ha insistido en que éste y otros energéticos, no constituyen objetivos de desarrollo en sí mismos, sino que son bienes intermedios, que encuentran su justificación, dentro de esquemas realísticos de desarrollo, al servicio de necesidades humanas y económicas. Dentro de esta problemática, el INE se encuentran desarrollando metodologías innovativas para el análisis de tales situaciones, en base a un conocimiento objetivo de la realidad rural ecuatoriana.

Actualmente, el grupo de Planificación energética del INE, lleva a cabo un estudio sistemático de la demanda energética del país, uno de cuyos componentes constituye el conocimiento de la dinámica del consumo energético rural.

Los trabajos sumariamente señalados permitirán, entre otros objetivos, comprender mejor los requerimientos energéticos del sector rural, sus fines, prioridades, etc; en base a los cuales se podrá establecer una política de optimización del suministro energético local, considerando la naturaleza física de los requerimientos ( calor de alta, media o baja temperatura, potencia motriz, iluminación, transmisión y manipulación de información) los costos, la adecuación a las condiciones locales y a

los imperativos de desarrollo económico local y nacional; las posibilidades de sustitubilidad entre energéticos, etc. Por insuficiente atención al análisis energético, en muchas oportunidades, se ha exagerado las posibilidades de sustitución de ciertos energéticos por electricidad. Un estudio reciente del INE referido a la economía nacional, en su conjunto, y al sistema energético, y basado en una detallada investigación reubica las importancias relativas de los varios energéticos en un análisis que se extiende hasta el año 2000 y sugiere, la repriorización de las inversiones para el desarrollo de los varios sistemas energéticos por electricidad. Un estudio reciente de el INE referido a la economía nacional, en su conjunto, y al sistema energético, y basado en una detallada investigación reubica las importancias relativas de los varios energéticos en un análisis que se extiende hasta el año 2000 y sugiere, la repriorización de las inversiones para el desarrollo de los varios sistemas energéticos, considerando entre otros factores, el aporte relativo al balance energético nacional. Desde este punto de vista, la importancia asignada al desarrollo eléctrico en los planes de inversiones pasadas, resultan exageradamente altos, en relación a los asignados a la exploración de hidrocarburos por ejemplo.

En la interfase entre desarrollo minihidroeléctrico y desarrollo rural, es preciso considerar las metas de este último, dentro de un ámbito de limitación de recursos financieros y particularmente de divisas extranjeras. Un desarrollo sostenido no se podrá llevar a cabo sin la contribución financiera de los beneficiarios, tanto directa (presente y diferida), como de la opción de éstos de recibir beneficios de los programas de desarrollo nacionales, lo que supone elegir entre varios bienes deseables. En este proceso de elección, la participación directa de los campesinos debe ser esencial, y la adecuada organización de éstos es un requisito, tanto en la etapa de decisión y compromiso como en la de construcción y en las posteriores de operación y mantenimiento.

El Estado debe tener un rol de catalizador del desarrollo en

lugar de un papel paternalista, opinión que es compartida por la Secretaría de Desarrollo Rural (SEDRI). Dentro de este contexto y en el aspecto financiero, se propone la creación de un fondo rotativo que el Estado, previo el justificativo del caso, pondría a disposición de las poblaciones interesadas en desarrollar minicentrales hidroeléctricas.

En resumen, los minidesarrollados hidroeléctricos, para dar servicio a comunidades rurales, cuyo alejamiento de la red eléctrica, hace antieconómico el suministro por extensión de ésta; constituyen una importante estrategia, dentro del desarrollo eléctrico del país. La programación de este desarrollo, debe atender a la prioridad, que democráticamente le asignen los beneficiarios dentro de sus planes de desarrollo, en competencia con otros beneficios económico-sociales, en la asignación de recursos financieros limitados, asignando explícitamente una prioridad relativa, en relación a otros energéticos y en relación a los usos alternativos del agua, otro bien también escaso.

Cabe señalar que la importancia de estos minidesarrollos hidroeléctricos como componente importante de la política energética nacional fué ratificada por el Señor Presidente de la República en reunión de trabajo con la cúpula energética del País.

También cabe destacar que la Ley de Fomento de las fuentes no convencionales de energía, establece beneficios de carácter fiscal a los productores de equipos y a quienes inviertan en instalaciones de minigeneración hidroeléctrica.

## 2. LA ELECTRICIDAD RURAL EN EL ECUADOR

La gran dispersión de la población rural a través del territorio nacional, que requería de largas y costosas extensiones de las líneas de transmisión y distribución se robustece al considerar la estrechez de las franjas servidas por el sistema nacional interconectado. Con la mencionada morfología de

el sistema, resulta aplicable el siguiente planteamiento: -  
"la electrificación rural no debe ser la extensión de la red eléctrica a las zonas rurales, sino que podría lograrse, con menos costo, mediante la instalación de sistemas dispersos, de generación no convencionales.

El potencial hidroeléctrico del país, es muy importante (30 GW, económicamente desarrollables) con menos de 1000 MW, utilizables en centrales de menos de 20 MW.

La existencia de información hidrológica, topográfica, hidrogeológica y referente al uso de los suelos, para 260 sitios aptos, para la instalación de pequeñas y mini centrales hidroeléctricas de acuerdo a la información sobre información disponible.

La experiencia en la construcción, operación y mantenimiento de pequeñas centrales hidroeléctricas, que a través de las organizaciones seccionales, Municipios, constituyeron base de la generación eléctrica, en la Región Interandina del País hasta la década de los años 70.

La importancia política asignada al desarrollo rural, según el presente Plan de Gobierno, que incluye elementos de organización autogestión y decisión, sobre los asuntos relativos a la vida de las comunidades y su entorno, los cuales son por su naturaleza opuestos a los sistemas centralizados y / o parternalistas.

Las dificultades financieras del País, análogas y las que sufren otros países de la región, favorecen alternativas de desarrollo cuyas demandas de capital son moderadas y que pueden escalonarse en forma flexible, en pequeños "Quantos", como es el caso de las minicentrales hidroeléctricas. El concepto propuesto anteriormente de fondos rotatorios, con compromisos de pago, democráticamente aceptados por los beneficiarios del servicio, constituyen un instrumento muy dinámico, particularmente en condiciones difíciles del mercado de capitales, como las actuales.

Las dificultades de la balanza de pagos, favorecen los esquemas de desarrollo que permiten estrategias que disminuyen el volumen de insumos importados y amplían la participación de productos locales, que, como se señalará más adelante, es el caso de las minicentrales hidroeléctricas.

La construcción de minicentrales hidroeléctricas permite una relación más interna, entre los agentes de desarrollo y las comunidades rurales, creando condiciones que faciliten la integración de la electrificación en los procesos productivos que como se citó antes, constituye el requisito fundamental a que la electrificación se convierta en factor de desarrollo, en lugar de un mero agente para el consumo.

Los motivos anotados, llevan a pensar que las minicentrales hidroeléctricas, constituyen el mejor instrumento para la electrificación rural. Este reconocimiento implica la necesidad de modificar la programación actual de INECEL sobre electrificación rural, reasignando prioridades a las diversas estrategias consideradas.

Los requerimientos para llevar a cabo un programa dinámico de minicentrales hidroeléctricas, comprende los siguientes aspectos:

- 1.- Priorización financiera, mediante asignación de un porcentaje del presupuesto de INECEL, para fondos semilla, en magnitud consistente con la importancia del programa.
2. Creación de nuevos mecanismos financieros, como el fondo rotatorio propuesto en el presente documento, que brinden la oportunidad a que un gran sector de la población rural puede acceder al servicio eléctrico, por propia decisión y con pago, en plazos moderados de las inversiones ( a fin de que el fondo sea verdaderamente rotativo ) y tenga un efecto multiplicativo.

. Abaratamiento sustancial de costo de las minicentrales hidroeléctricas, a través de:

- \* Modificación de los criterios de diseño.
- \* Desarrollo local de la tecnología, utilizando preferiblemente materiales locales y / o de fácil acceso en el mercado local.
- \* Producción local de la mayor parte de componentes.
- \* Control efectivo de precios por parte del Estado.
- \* Ampliación y seguridad de la escala del mercado.

La aplicación de la Ley de Fomento de fuentes no convencionales de energía, contribuirá a este propósito.

Además, la consecución del objetivo planteado es una de las directrices fundamentales del trabajo del grupo de minicentrales hidroeléctricas del INE.

4. Simplificación del trabajo de estudio, diseño y supervisión de la ejecución de cada central, a través de la normalización, computación, especialización, con amplia participación de grupos técnicos viajeros, pertenecientes a instituciones tanto estatales como regionales, seccionales y privadas.
5. Ampliación de la red interinstitucional de apoyo a los proyectos de minicentrales, a fin de asegurar la integración de la electrificación en los programas de fomento de la producción locales.
6. - Actualización de la legislación, tanto eléctrica como de aguas, a fin de que se conviertan en instrumentos de fomento para el desarrollo. Las formas actuales de tales leyes, en la generalidad de los Países Latinoamericanos, no son promocionales sino que en muchos casos, crean obstáculos a la ejecución de proyectos. Resulta imperativo atraer inversión de Consejos Provinciales, Municipios, Cooperati-



vas y particulares; así como contar con sistemas modernos de tarificación, que cubran los costos, incluyendo los de inversión, sin anular el interés social de los proyectos.

### 3. PROBLEMAS DE LOS BIENES DE CAPITAL

El mejoramiento de nivel de vida de la población, resulta en crecientes requerimientos de bienes, entre ellos, de bienes de capital. Cuando el desarrollo de la producción local - de esto es incipiente, la opción más fácil, caso de disponer de divisas, es la importación de éstos. El proceso acumulativo, resulta una creciente demanda de divisas, la cual crece más rápido que la economía, provocando un deterioro del estado de la cuenta corriente el que, en cierto momento impone limitaciones, las cuales ponen un freno al desarrollo, situación que resulta muy semejante a aquella por la que está pasando el país. De acuerdo a informaciones de la Comisión Ecuatoriana de Bienes de Capital (CEBCA) el 61% de las importaciones del país corresponden a bienes de capital.

Aparte de este factor económico fundamental, hay otros que favorecen la producción local de bienes de capital, en un proceso progresivo creciente; entre éstos se destacan la creación de puestos de trabajo; que constituye una de las prioridades nacionales; el crecimiento de dominio de la tecnología, la atención de la dependencia externa; etc.

Un aspecto significativo constituye el volumen de compras de bienes de capital que realiza el Estado. De acuerdo a la misma fuente, basada en un período de inventario de proyectos, el 37% corresponden al subsector eléctrico y el 23% al de hidrocarburos, o sea que el sector energético, comprende el 60% de las inversiones. Como este sector se halla controlado por el Estado, esto significa que una adecuada política de compras estatales constituye un estímulo poderoso para el desarrollo de la industria productora de bienes de capital. Otro ejemplo constituye el caso de PEMEX en México, cuyas compras de equipo

petrolero, representaron en años recientes, entre el 10 y el 15% de la producción mundial de tales equipos. Estos ejemplos indican que los gobiernos y dentro de ellos sus sectores energéticos, como grandes compradores de bienes de capital; tienen la capacidad de racionalizar la política respectiva, a través de medidas relativamente simples como:

- \* Adoptar la decisión política de apoyar al desarrollo de las industrias de bienes de capital.
- \* Informar respecto a los programas de inversión, desglosándoles en rubros que pueden ser satisfechos, en forma progresivamente creciente, por la producción nacional.
- \* Creando un clima de confianza, dando continuidad a los programas y procurando una adecuada coordinación con los sectores productivos, de consultoría, de investigación y desarrollo, de conformación de recursos humanos en sus varios niveles técnicos, tecnólogos, ingenieros, investigadores, administradores y gerentes, etc.
- \* Abriendo las puertas al sector externo, a fin de propiciar empresas asociadas con el sector productivo, en condiciones razonables y con una progresiva transferencia de tecnología del sector externo hacia el nacional.
- \* Desarrollando esquemas financieros novedosos, ya que la experiencia de varios países, señala que los esquemas bancarios tradicionales, no resultan suficientes para el despeque de las industrias de bienes de capital.

Los obstáculos para el desarrollo de esta industria son grandes, pero la experiencia prueba que son menores que lo que los intereses opuestos y los complejos ancestrales han influido. Entre éstos se ha manifestado reiteradamente la escala grande del mercado necesario, la complejidad tecnológica y la intensidad del capital. Estos factores en verdad están presentes, sin embargo, la experiencias de países como México, Argentina, o España indica que no son tan restrictivos como, a veces suele pensarse, que los márgenes son más elásticos y que varían con-

siderablemente entre diferentes productos. Por esta última razón, resulta esencial la selectividad de los proyectos, dentro de una adecuada estrategia de crecimiento, el estudio de las experiencias foráneas y el fortalecimiento de los mecanismos de investigación y desarrollo. La insuficiencia de estos últimos, aparece como una poderosa causa de dificultades, en el caso de España, por ejemplo.

La presentación precedente destaca la importancia, macroeconómica de desarrollo de la producción de bienes de capital, en general. Esta opción, debe ser analizada en el caso específico de cada línea de producción, en relación a la disponibilidad local de condiciones que hagan competitiva y en general conveniente tal tipo de producción. En el caso del equipo electromecánico para minicentrales hidroeléctricas, sin pretender ofrecer una análisis detallado de tales condiciones, se señalan factores que al menos indican que tal perspectiva es digna de consideración, investigación y evaluación.

En lo referente al mercado local, y como se señaló anteriormente la construcción de tales centrales es una importante estrategia nacional en el sector eléctrico rural debido a factores tales como la dispersión de la población, la disponibilidad de sitios adecuados para generación próximos a los lugares de demanda, la modularidad de las inversiones, lo cual brinda flexibilidad a los programas de inversión. En contraposición al alto costo de las líneas de distribución, derivadas de la red eléctrica nacional, las pérdidas eléctricas altas en transmisión y distribución sobre largas distancias, la naturaleza de la curva de carga que incrementa los picos de generación y disminuye el factor de carga del sistema, etc.

El desarrollo de la ingeniería y la tecnología en el país, particularmente en instituciones como la Escuela Politécnica Nacional, produjo una importante oferta de personal calificado en áreas técnicas afines al desarrollo de los equipos electromecánicos.

La industria metalmecánica y la de equipos eléctricos también creció en años recientes, disponiendo de capacidades de producción insuficientemente utilizadas.

La tradición de construcción, al menos de obras civiles para centrales pequeñas, que fueron las que proveyeron la mayor parte de la capacidad de generación eléctrica en la Región Interandina, hasta la década de los 70. Esta tradición incluía la experiencia en la gestión, operación y mantenimiento de tales centrales.

Desde el punto de vista institucional, la creación del Instituto Nacional de Energía, en el año de 1979, como ente científico de asesoramiento, coordinación y promoción; proporcionaba el núcleo para catalizar el desarrollo, dentro de un marco de planificación integral, de la microcentral hidroeléctrica. La legislación reciente, que con la Ley de Fomento de las energías no convencionales, aprobada en 1982 establecía mecanismos de estímulo económico para la difusión de las fuentes no convencionales de energía, previa un mecanismo práctico y daba ejemplo de dinamismo Legislativo y Presidencial a otros países del Tercer Mundo, particularmente a aquellos que afrontan problemas energéticos más graves que los del Ecuador.

La coyuntura económica actual, caracterizada por la restricción del capital y de divisas extranjeras, hace aún más importante rediseñar los programas de desarrollo, a fin de incorporar el mayor volumen posible de programas de desarrollo, utilizando tecnologías manejables localmente y minimizando los componentes foráneos. Esto no significa la eliminación de la cooperación técnica internacional, ni el obstáculo a la formación de empresas binacionales, a través de las cuales se provoque un apropiado flujo de tecnología, en condiciones equitativas para las dos partes.

Las condiciones cualitativas descritas apuntan, al menos, al interés de diseñar programas de construcción de minicentrales hi-

droeléctricas, que promuevan al mismo tiempo la producción nacional de los correspondientes bienes de capital.

4. ROL DEL INE EN EL DESARROLLO DE MINICENTRALES HIDROELECTRICAS (M.C.H.E).

El sistema legal vigente, confiere al INE gran variedad de funciones, en el desarrollo de las M.C.H.E. Entre las principales se citan, la coordinación, la investigación tecnológica, la difusión del conocimiento, la formulación de políticas, etc. En tales condiciones, el INE constituye el centro focal del mencionado desarrollo (utilizando la notación de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Fuentes Nuevas y Renovables de Energía) y como tal, priorizó las siguientes actividades:

- 1.- Definición de una filosofía y de un modelo tentativo de desarrollo de las M.C.H.E., insertó un proceso de planificación integral.
2. Conformación de un grupo técnico que constituya una masa crítica, con funciones de liderazgo y coordinación del proceso, así como de ejecución de ciertas actividades técnicas, indispensables.
3. Ejecución de Proyectos Pilotos demostrativos, a fin de lograr una experiencia técnica directa, y de generar, oportunidades, para evaluar y perfeccionar las hipótesis y los contenidos.
4. Promoción de la investigación tecnológica, dirigida en un primer momento, por las necesidades de los proyectos pilotos .
5. Creación de condiciones, que, de acuerdo al modelo (1) promueven el desarrollo de las M.C.H.E. Esto comprende acciones de dos tipos, unas orientadas a la motivación y a la complementación de éstas con otras nuevas, que aseguren un soporte mínimo para el desarrollo.

El tratamiento que sigue, se refiere exclusivamente a la dimensión tecnológica del proceso.

## B. DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LAS M.C.H.E.

1. El desarrollo tecnológico tiene un rol importante, dentro del modelo de desarrollo sostenido por INE. Una de las finalidades de este desarrollo es la inserción del programa de las M.C.H.E. en el proceso productivo. La primera, más obvia, dá énfasis en la cita ya mencionada, requiere la integración - armoniosa de la electricidad, generada por la minicentral, en los procesos productivos de los usuarios de tal energía.

La otra, menos obvia, se enfatizó en la tercera parte de este trabajo, y consiste en la microcentral como objeto o mercado, - en relación a los bienes de capital que ella requiera o contiene. El desarrollo tecnológico que sirve a este segundo aspecto, constituye el motivo de las secciones que siguen. No es - la intención de éstas presentar un informe de la actividad tecnológica desarrollada directa e indirectamente por INE, ni tampoco describir las actividades que se suponen necesarias, - en un proceso de desarrollo tecnológico, pues esto ya está contenido en otros documentos del INE, citados anteriormente.

Las secciones siguientes se refieren, a tres aspectos de la actividades tecnológica, cumplida y a las expectativas de desarrollo de las M.C.H.E., como resultados de aquellos.

### 2. CENTRO DE PRUEBAS DE EQUIPO ELECTRO-MECANICO DE GUANGO- POLO.

El desarrollo tecnológico de equipo electromecánico, - tiene entre sus primeros requisitos, la disponibilidad de las facilidades materiales para realizar pruebas sistemáticamente - dentro del proceso de evaluación y perfeccionamiento de prototipos. Analizadas varias alternativas para este objeto, en 1981, se concluyó que se minimizaba tanto el requerimiento de infraes

estructura como el costo de la instalación, estableciendo el centro de pruebas junto al reservorio de Guangopolo de la Empresa Electrica Quito, mediante una derivación de uno de los tubos - de presión de dicha central. La Empresa colaboró óptimamente, cediendo en arriendo el espacio y autorizando la conexión, mediante arrendamiento a largo plazo y con un costo mensual simbólico de \$ 100.00 mensuales. La instalación básica y la pequeña casa que le alberga, se llevaron a cabo en el primer semestre de 1982, y forma parte - de las acciones de complementación indicada antes.

La instalación se utilizó en la prueba y puesta a punto, de - los equipos diseñados y construídos localmente y que luego fueron instalados en las microcentrales pilotos, realizadas conjuntamente con EMELNORTE. El centro permite llevar a cabo pruebas con equipos tales como reguladores, tableros de control, turbinas con capacidades de hasta 20 KW, y en un amplio rango de - presiones y caudales. Actualmente está en trámite la amplia--ción del parque de instrumentos de medición.

Aparte del objetivo específico mencionado, el Centro de Pruebas tiene por finalidad proveer una base física en donde puedan - converger, participar y trabajar las diversas instituciones y empresas, relacionadas al desarrollo de las M.C.H.E. en el - - país.

### 3. DISEÑO, CONSTRUCCION Y EVALUACION DE EQUIPO ELECTROMECANICO.

La investigación tecnológica promovida por INE, durante los dos últimos años, tuvo por objeto inmediato:

1. Movilizar la capacidad nacional técnica y de producción.
2. Satisfacer las necesidades de los proyectos pilotos en construcción.

Con vistas a largo plazo, a la reducción sustancial de los cos

tos del equipo, que facilite la difusión en gran escala, mediante producción nacional de la mayor parte de componentes y sistemas.

Se priorizó el desarrollo de turbinas del tipo Michell-Banki - por su versatilidad y relativa facilidad de construcción. El INE auspició el desarrollo de cinco trabajos de investigación de la Escuela Politécnica Nacional, EPN, sobre este tipo de -- turbinas, en las que participaron diez egresados de la Facultad de Ingeniería Mecánica. La turbina mayor de la serie, instalada en la microcentral de Apucla, tiene un rendimiento del orden del 77%. Aparte de la coordinación de la investigación y - del aporte financiero para materiales, INE canalizó recursos - de asesoría técnica internacional provenientes del Programa de Naciones Unidas por el Desarrollo y de la Comisión Europea de - Comunidades.

También se llevó a cabo el diseño y construcción de prototipos de turbina Pelton, con resultados menos satisfactorios, pero - que representan un importante ejercicio, en el perfeccionamiento de su tecnología.

Con la elaboración del Departamento de Electromecánica de la - EPN se diseñaron reguladores electrónicos de carga y tableros de control. Posteriormente el INE supervisó la construcción de tales componentes para su instalación en los proyectos pilotos. Estos sistemas disipan a través de resistencia el exceso de energía generada, respecto a la demanda y el control utiliza thristores.

Para potencias menores a 50 KW, el INE iniciará la investigación de reguladores con triac como alternativa a los thristores. Para potencias mayores a 50 KW, se utilizarán controladores de velocidad en lugar de disipación mediante resistencias. Con este propósito, y en base a ciertos ensayos realizados en el EPN, se está terminando el diseño de un programa orgánico de investigación de reguladores tanto electrónicos como óleo-mecánicos de velocidad.



Con la experiencia acumulada los nuevos programas de investigación serían más específicos, concentrándose en el perfeccionamiento de los componentes críticos.

Posteriormente se deberá atender con la concurrencia del sector industrial, las actividades referentes al diseño de detalle para series industriales, los métodos de fabricación, a la normalización e intercambialidad de componentes, etc.

A fin de lograr un apropiado control de precios el INE identifica tres instrumentos principales:

1. La aplicación de la Ley de Fomento de fuentes no convencionales de energía, que crea mecanismos de abaratamiento de costos.
2. La difusión amplia de la tecnología desarrollada, a todos los interesados del sector productivo, que promueva una vigorosa competencia.
3. La oportunidad del proceso investigativo que asegure un perfeccionamiento permanente de los productos, que evite formación de monopolios.

#### C. PROYECTOS PILOTOS.

Todo proceso complejo e insuficientemente conocido, como la difusión en gran escala de M.C.H.E. requiere de una evaluación dinámica y de un enriquecimiento sistemático del modelo o programa, es mediante la participación directa en proyectos pilotos, a través de los cuales se logra la experiencia de la complejidad de la realidad y se puede revalorar, y muy pocas oportunidades pueden, los ejercicios meramente especulativos, sustituir a la experiencia mencionada. Por ello, el INE buscó la oportunidad para participar en la ejecución de proyectos específicos de M.C.H.E. en el caso presente, con la Empresa Eléctrica Norte, (EMELNORTE) a fin de poner en acción la filosofía de-

sarrollada, evaluar su validez y determinar los elementos necesarios para su complementación.

Para instrumentar la participación del INE se firmó un convenio de cooperación con EMELNORTE, luego la Empresa propuso cuatro sitios candidatos para la ejecución de los proyectos de los cuales los grupos técnicos de las dos instituciones, seleccionaron los sitios de Apuela, en la Provincia de Imbabura y Maldonado, en la Provincia del Carchi, como proyectos iniciales. La Empresa tomó responsabilidad por la ejecución de las obras civiles y el INE, por el diseño, construcción e instalación de los equipos electromecánicos.

Las características de los proyectos se indican en la tabla siguiente:

---

TABLA # 12

CARACTERSTICAS DE LOS PROYECTOS

	PROYECTO PILOTO APUELA	PROY. PILOTO MALDONADO
<u>Localización</u>	Nor-Occid. Imbabura	Nor-Occ. Carchi
Población	580 habitantes	350 habitantes
Potencia	50 KW	40 KW
Caída bruta	30.6 Mts.	52 Mts. / seg'
Caudal	0.32 Mts <sup>3</sup> /seg	0.12 mts.
Turbina	Miche Banki	Pelton
Generador	Sincrónico	Sincrónico
Regulador	Electrónico	Electrónico
Trasmisión T/G	Bandas "V"	Bandas "V"

---

FUENTE: "INE: Plan Maestro de Energía: Previsiones del sistema Energético del Ecuador".

---

Todo el equipo, excepto el generador fué diseñado y construído localmente.

En cuanto a la microcentral de Maldonado, la insuficiencia del caudal disponible no permite un funcionamiento regular de la central. Por falta absoluta de información hidrometeorológica en la zona, se utilizó métodos sintéticos para la estimación de caudales, basados en extrapolación de datos pluviométricos de las estaciones de las cuencas vecinas.

El costo del equipo de la microcentral de Apuela llega a 350 mil sucres, como se ilustra en el siguiente cuadro:

---

TABLA # 13

COSTO DEL EQUIPO DE LA M.C.H.E. DE APUELA 50 KW  
(EN SUCRES)

Turbina Meche Bank	
Turbina Miche Bank:	\$ 240.000.00
Transmisión Turbina/Generador	\$ 40.000.00
Accesorios	\$ 70.000.00
TOTAL	\$ 350.000.00

---

Generador trifásico sincrónico	\$ 126.950.00
--------------------------------	---------------

---

Tablero de control con regulación automática de carga:	\$ 180.550.00
--	---------------

Nota: Los costos de turbina y tablero incluye mano de obra de construcción.

---

FUENTE: INE: "Plan Maestro de Energía: Previsiones del sistema Energético del Ecuador".

---

En Apuela el costo unitario del equipo es de 7 mil sucres por KW, o sea US \$ 212KW, al cambio oficial de US\$ 95/Kw, al cambio del mercado libre. Estas cifras son dramáticamente inferiores a las que corresponderían a equipo importado. La producción se industrial de los equipos, debe dar costos aún inferiores a -

a los de los prototipos, de manera que el Proyecto Apuela representa una confirmación de las ideas directrices de la filosofía y modelo de desarrollo de M.C.H.E. del INE.

La experiencia de Maldonado, indica la necesidad de ampliar la red hidrometeorológica tomando en consideración la ubicación de las cuencas con posibilidades de desarrollo de M.C.H.E. Un criterio conservativo constituye al momento, la priorización de los sitios donde puede construirse una derivación de los ríos caudalosos.

#### D. CONCLUSIONES.

1. Las minicentrales hidroeléctricas (M.C.H.E.) constituyen la solución viable al aprovisionamiento de energía eléctrica en el sector rural.
2. En análisis micro-económico es necesario, pero no es un instrumento suficiente en la adopción de las estrategias de programación eléctrica.
3. Factores macroeconómicos, tales como requerimientos globales de inversión y su flujo a través del tiempo. costo de oportunidad de los recursos financieros y energéticos, requerimientos de importaciones, impacto en la industria de bienes de capital, efectos de la creación de empleos, efectos ambientales, coherencia con la política energética nacional, etc. deben ser considerados y constituir la base en la selección de estrategias de electrificación.
4. El modelo de desarrollo de M.C.H.E. propuestos por el INE ha recibido las primeras confirmaciones de validez, a través de las experiencias logradas hasta la fecha.
5. El desarrollo tecnológico de las M.C.H.E. constituye un elemento clave dentro de tal modelo, y ha logrado iniciarse satisfactoriamente. La continuidad de ese desarrollo permiti

rá lograr productos progresivamente mejores, a precios suficientemente bajos que permitan la difusión de las M.C.H.E. en gran escala.

6. El fomento de la difusión de las M.C.H.E. requiere, paralelamente reajuste institucionales, organizativos, legales y financieros. Uno de los más urgentes entre éstos, es la expedición del reglamento a la Ley de Fomento de Fuentes - no convencionales de energía promulgada en el año 1982.
7. La programación integral del desarrollo de las M.C.H.E. debe ser uno de los elementos en la necesaria manifestación del Plan Maestro de Electrificación del INECEL, a fin de que éste ignore coherencia con la Nueva Política Energética Nacional.

## BIBLIOGRAFIA

- C. R. M. Folleto: Proyecto de uso múltiple Carrizal-Chone . - Portoviejo. Septiembre 1984.
- C.R.M. Folleto: Proyecto de uso múltiple Chone. Portoviejo Septiembre 1984.
- C. R. M. Folleto: El Futuro Agrícola de Manabí . Portoviejo, Septiembre 1984.
- C. R. M. Plan operativo en la Planificación de obras e información básica y documental 1967-1984.
- CEDEGE: Revista Daule-Peripa Una realidad a corto plazo. Octubre 1984.
- CEDEGE: Documento preliminar a proyectos de uso múltiple.1984.
- C.I.C.P. Revista # 16. Enero 1984.
- INECEL: Folleto Proyecto Hidroeléctrico Agoyan. Departamento de Relaciones Públicas 1984.
- INECEL: Proyecto Hidroeléctrico Agoyán. 1982.
- INECEL: Proyecto Hidroeléctrico Paute. 1984
- INECEL: Catálogo de proyectos hidroeléctricos. 1984
- INERHI: Folleto Presevar el agua es pensar en la vida. Departamento de Relaciones Públicas. 1984.
- INERHI: Plan Operativo en la Planificación General del INERHI. 1984.
- INERHI: Aguas Subterráneas 1984.
- INERHI: Riego 3 11. 1982.
- Ley de Aguas en el Ecuador. XI. CSSN 83-84 Ing. Alex Salazar.

AUTORIZACION DE PUBLICACION

Autorizo al Instituto de Altos Estudios Nacionales la publicación de este Trabajo, de su bibliografía y anexos, como artículo de la Revista o como artículos para lectura recomendada.

Quito, Marzo 1985.

  
FIRMA DEL CURSANTE

ING. CIV. JUAN MARAÑÓN LOOR