

TE 245



IMPLEMENTACION DE ALGORITMOS GENETICOS PARA LA REALIZACION DEL DESPACHO ECONOMICO EN UNIDADES TERMICAS.

UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERIA

Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico.

Autores: Pablo Danilo Arias Reyes
Paúl Hernán Castillo Jaramillo

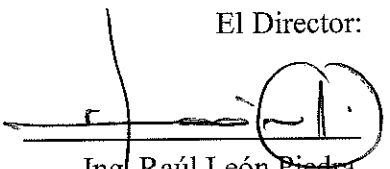
Director: Ing. Raúl León Piedra.

CUENCA – ECUADOR

2002

Certifico que el presente
trabajo de tesis ha sido realizado
en su totalidad por sus autores.

El Director:

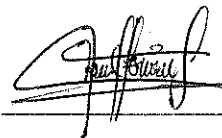


Ing. Raúl León Piedra.



Pablo Danilo Arias Reyes.

Todos los pensamientos y opiniones
expresados en esta tesis,
son de exclusiva responsabilidad
de sus autores.

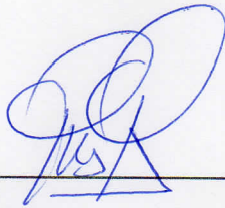


Paúl Hernán Castillo Jaramillo.

Cláusula de Propiedad Intelectual

Pablo Danilo Arias Reyes, autor/a del trabajo de titulación "Implementación de Algoritmos Genéticos para la realización del Despacho Económico en unidades térmicas", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 11 de junio de 2018



Pablo Danilo Arias Reyes

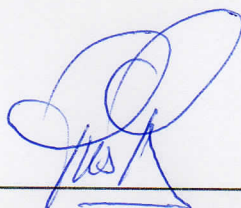
C.I: 0102826690

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Pablo Danilo Arias Reyes en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Implementación de Algoritmos Genéticos para la realización del Despacho Económico en unidades térmicas", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 11 de junio de 2018



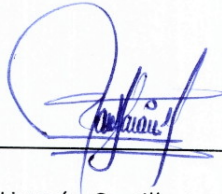
Pablo Danilo Arias Reyes

C.I: 0102826690

Cláusula de Propiedad Intelectual

Paúl Hernán Castillo Jaramillo, autor/a del trabajo de titulación "Implementación de Algoritmos Genéticos para la realización del Despacho Económico en unidades térmicas", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 11 de junio de 2018



Paúl Hernán Castillo Jaramillo

C.I: 1102922406

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Paúl Hernán Castillo Jaramillo en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Implementación de Algoritmos Genéticos para la realización del Despacho Económico en unidades térmicas", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 11 de junio de 2018



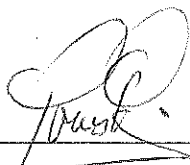
Paúl Hernán Castillo Jaramillo

C.I: 1102922406

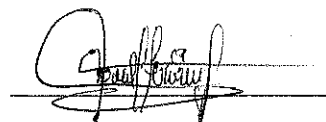
AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento
a todas aquellas personas
que de una u otra forma
compartieron la amistad
y el esfuerzo por alcanzar
ésta meta.

De igual manera a ELECAUSTRO S.A.
y de manera muy especial al
Ing. Raúl León Piedra
quien nos brindó la confianza
y el apoyo para la realización
de este tema de tesis.



Pablo Danilo Arias Reyes.



Paúl Hernán Castillo Jaramillo.

CONTENIDO

TOMO 1.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes	1
1.2	Objetivos	2
	1.2.1 Objetivos Generales	2
	1.2.2 Objetivos Específicos	3
1.3	Justificación	3
1.4	Visión general de las unidades térmicas del S.N.I.	4

CAPITULO II: EL PROBLEMA DEL DESPACHO ECONOMICO DE UNIDADES TERMICAS.

2.1	Introducción	9
2.2	Descripción del problema del despacho económico	10
	2.2.1 Introducción	10
	2.2.2 Formulación básica	10
	2.2.3 Métodos de solución	12
2.3	Modelo del Despacho Económico en el Ecuador.	13
	2.3.1 Introducción	13
	2.3.2 Formulación básica	14

CAPITULO III: INTRODUCCIÓN A LOS ALGORITMOS GENETICOS

3.1	Introducción	17
3.2	Base teórica de los Algoritmos Genéticos (AGs).	20
3.3	El Algoritmo Genético Simple.	22
	3.3.1 Comparación de terminología empleada en biología y en AG.	22
	3.3.2 Codificación.	23
	3.3.3 Población.	24
3.4	La Función Objetivo.	26
3.5	Los Operadores Genéticos	28

3.5.1	Selección para la reproducción.	28
3.5.2	Cruce	30
3.5.3	Mutación	33
3.6	Forma de trabajar de los Algoritmos Genéticos.	34
3.7	Teorema Fundamental de los Algoritmos Genéticos.	42
3.8	Criterios de Convergencia	49

CAPITULO IV: EL DESPACHO ECONOMICO DE UNIDADES TERMICAS MEDIANTE ALGORITMOS GENETICOS.

4.1	Introducción	51
4.2	Obtención y análisis de la función objetivo	52
4.2.1	Alternativas Planteadas.	54
4.2.2	Función Objetivo	68
4.3	Información requerida para la realización del despacho	71
4.3.1	Base de datos histórica.	72
4.3.2	Plan de Mantenimiento.	76
4.4	Proceso de desarrollo del Algoritmo Genético para el Despacho Económico.	76

CAPITULO V: DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA COMPUTACIONAL.

5.1	Introducción	79
5.2	Descripción del programa.	79
5.3	Requerimientos de Software y Hardware	80
5.4	Instalación y ejecución de DEPAG (Despacho Económico Programado por Algoritmos Genéticos).	81
5.4.1	Acceso a Datos históricos.	83
5.4.2	Cálculo de despacho.	91

CAPITULO VI: RESULTADOS Y COMPARACIONES

6.1	Introducción.	101
6.2	Resultados y Comparaciones.	102

CAPITULO VII: CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFIA.

7.1	Conclusiones.	128
7.2	Recomendaciones.	129

7.3	Bibliografía.	130
7.4	Referencias de Internet.	131

TOMO 2.

CAPITULO VIII: ANEXOS.

8.1 Anexo I.

Cuadros:

CUADROS del 1-A al 1-D: Despachos reales realizados por el CENACE.

CUADROS del 1-F al 1-H: Comparación de Despachos reales realizados por el CENACE y los realizados por DEPAG.

CUADROS del 2-A al 2-C: Datos hidrológicos y disponibilidad de generación.

CUADROS del 3-A al 3-K: Reportes del Despacho Económico realizado por DEPAG para diferentes valores de parámetros del algoritmo genético.

CUADROS del 4-A al 4-M: Factores de las 22 barras, con diferentes valores en los parámetros de P_c , NUMERO DE GENERACIONES y P_m .

Costos marginales, factores de nodo horarios y costos variables de generación para todas las unidades del sistema, para las fechas y horas correspondientes al análisis.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La producción de energía eléctrica involucra diversos factores, algunos de ellos, como los aspectos técnicos y económicos son de especial importancia puesto que la generación es proporcionada mediante unidades hidráulicas y térmicas; y el costo de producción de la energía eléctrica para cada tipo de unidad varía, debido principalmente a la utilización de una distinta clase de energía primaria o de combustible que éstas emplean.

Generalmente el costo de producción de energía eléctrica mediante unidades térmicas es mayor que el costo de producción con unidades hidráulicas. Económicamente éstos costos de generación térmica se reflejan en las tarifas de los clientes finales; es por esta razón, que resulta bastante conveniente realizar un análisis que optimice el conjunto de unidades térmicas de tal forma que presente el mínimo costo de producción para satisfacer una demanda específica.

El problema de identificar que unidades entrarían a operar y determinar el nivel de producción para obtener el mínimo costo se conoce como: "Despacho económico", el mismo que abarca determinadas condiciones de operación que dependen de cada unidad térmica y del sistema al que están conectadas.

En nuestro país el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), es el responsable de la coordinación técnica y de la administración del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), debiendo resguardar la seguridad de la operación del Sistema Nacional Interconectado (S.N.I.), responsabilizándose por el

abastecimiento de energía al mercado al mínimo costo posible, es por esta razón que el CENACE calcula el despacho económico horario de los recursos de generación, con el fin de atender la demanda horaria y minimizar los costos de operación. Se debe mencionar también que en nuestro país la demanda se ha ido incrementando debido a lo cual se debe recurrir a las unidades térmicas para cubrir este incremento de demanda.

La metodología para resolver el problema del despacho económico en unidades térmicas se desarrolló hace más de 40 años. Estos estudios que se basaron en técnicas de optimización y programación del despacho económico, son modelos matemáticos determinísticos; en la actualidad se ha desarrollado una nueva metodología basada en el proceso genético de evolución de los organismos vivos, denominada "ALGORITMOS GENETICOS" [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7].

Los Algoritmos Genéticos (AG), en general, son métodos de búsqueda probabilísticos enfocados sobretudo a espacios de búsqueda grandes y complejos.

El presente trabajo de tesis hace referencia a la implementación de esta nueva metodología, para la solución del problema del despacho económico en unidades térmicas del Sistema Nacional Interconectado.

El poder de los algoritmos genéticos proviene del hecho de que se trata de una técnica robusta y que pueden tratar con éxito aquellos problemas en los cuales los métodos convencionales de programación del despacho económico encuentran dificultades, principalmente el de convergencia, cuando el número de unidades térmicas a analizar es grande. Además, en este trabajo se realizará un programa computacional para el despacho económico de unidades térmicas basado en los datos históricos del sistema aplicando la metodología de búsqueda del óptimo mediante los algoritmos genéticos, dando así una introducción de una nueva resolución para el problema del despacho económico en nuestro medio.

1.2 OBJETIVOS:

1.2.1 OBJETIVOS GENERALES:

- Implementar una nueva metodología, como son los algoritmos genéticos, para resolver el problema del despacho económico de unidades térmicas en nuestro medio.
- Proporcionar una visión general acerca de los algoritmos genéticos y su contraste con los métodos tradicionales de análisis, búsqueda y optimización.
- Presentar los fundamentos teóricos más relevantes.
- Aplicar métodos estadísticos y probabilísticos para el estudio del despacho económico en unidades térmicas.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Elaborar un programa computacional basado en algoritmos genéticos, mediante el cual se pueda resolver el despacho económico en unidades térmicas para nuestro país.
- Mostrar una metodología que emplea los algoritmos genéticos para resolver el problema del despacho económico considerando las unidades del Sistema Nacional Interconectado, cuyas funciones de costo son lineales y para lo cual se realizará otro tipo de consideración diferente a los métodos tradicionales de realización del despacho.
- Verificar el método utilizado con la técnica tradicional de solución del despacho económico, realizando aplicaciones al S.N.I.
- Promover la utilización de técnicas nuevas y novedosas como son la aplicación de los algoritmos genéticos en las diferentes áreas de la Ingeniería Eléctrica.

1.3 JUSTIFICACION.

Se pretende iniciar un cambio en el estudio de las metodologías clásicas, mediante el empleo de técnicas modernas de análisis como lo son los algoritmos

genéticos, dando paso a lo que se conoce como la utilización de la inteligencia artificial.

Los resultados obtenidos en países desarrollados, que han utilizado los algoritmos genéticos para la solución del problema del despacho económico de unidades térmicas, muestran que brindan mejores resultados que los métodos tradicionalmente empleados, razón por la cual se quiere implementar ésta metodología en el análisis del despacho económico, tomando en cuenta las restricciones presentadas en nuestro país.

Además pensando en dar un aporte para el desarrollo local y nacional, y por ser ésta una técnica innovadora, pretendemos con este trabajo de tesis iniciar el camino hacia la investigación y desarrollo de los algoritmos genéticos.

Debido al gran campo de aplicación de los algoritmos genéticos para resolver diferentes problemas, se ha escogido a esta técnica para su aplicación en esta tesis, sin embargo ésta metodología puede ser empleada en una gran variedad de temas y en diferentes áreas de la Potencia como son: Generación, transmisión y distribución.

1.4 VISION GENERAL DE LAS UNIDADES TERMICAS DEL S.N.I.

El Sistema Nacional Interconectado en nuestro país está conformado por una gran variedad de unidades térmicas, las mismas que podrían ser clasificadas de acuerdo al tipo de energía primaria que estas emplean para su funcionamiento.

Entre los diferentes tipos de unidades térmicas tenemos a las siguientes:

- Unidades Térmicas de Bunker-Vapor
- Unidades Térmicas de Bunker-Diesel
- Unidades Térmicas a Diesel, y
- Unidades Térmicas de Diesel-Gas.

El parque Termocléctrico está dividido en toda la región del país de acuerdo a la necesidad de demanda requerida, ya que como es de suponerse la utilización de la energía generada por las unidades térmicas sirve principalmente para suplir la demanda en horas pico, debiendo por lo tanto llevar un estricto control en la operación de las mismas. Todas las unidades térmicas que conforman el S.N.I. se encuentran distribuidas en todo el territorio nacional tal como se muestra en el Cuadro 1 [8]:

EMPRESA ELECTRICA	BARRA	UNIDADES	TIPO	POTENCIA (MW)	TOTAL (MW)
Ambato	90	Ambato-Lligua 1	Diesel	2,00	5,00
		Ambato-Lligua 2	Diesel	2,00	
		Ambato-Batán 3	Diesel	1,00	
Bolívar	112	Bolívar	Diesel	1,10	1,10
Ecuapower	649	Ecuapower-Sto. Domingo 1	Gas	23,30	70,30
	649	Ecuapower-Sto. Domingo 2	Gas	47,00	
	628	Ecuapower-Sta. Elena	Gas	34,00	
Regional El Oro	22	El Oro-Cambio G3	Diesel	4,40	12,60
	22	El Oro-Cambio G4	Diesel	4,20	
	22	El Oro-Machala U4	Diesel	2,00	
	22	El Oro-Machala U5	Diesel	2,00	
ELECAUSTRO	5	Descanso U1	Bunker	2,80	12,80
	5	Descanso U2	Bunker	3,60	
	5	Descanso U3	Bunker	2,80	
	5	Descanso U4	Bunker	3,60	
	5	Monay 1	Diesel	1,10	
	5	Monay 2	Diesel	1,00	
	5	Monay 3	Diesel	1,10	
	5	Monay 4	Diesel	1,10	
	5	Monay 5	Diesel	1,80	
	5	Monay 6	Diesel	1,80	7,90
ElectroEcuador	631	Anibal Santos	Vapor	33,10	222,40
	931	Anibal Santos U1	Gas	20,00	
	731	Anibal Santos U2	Gas	20,00	
	831	Anibal Santos U3	Gas	13,00	
	1031	Anibal Santos U5	Gas	18,00	
	1131	Anibal Santos U6	Gas	18,00	
	765	Guayaquil2-U3	Vapor	10,50	
	765	Guayaquil2-U4	Vapor	10,30	
	765	Guayaquil1-U1	Vapor	5,25	
	765	Guayaquil1-U2	Vapor	5,25	
	1231	Alvaro Tinajero U1	Gas	35,00	
	1331	Alvaro Tinajero U2	Gas	34,00	
ElectroGuayas	632	Trinitaria	Vapor	133,00	133,00
	36	G. Zevallos TV3	Vapor	73,00	166,00
	35	G. Zevallos TV2	Vapor	73,00	
	37	G. Zevallos TG4	Gas	20,00	
	627	Enrique García	Gas	92,00	92,00
Electroquil	600	Electroquil II-U1	Gas	44,00	176,00
	700	Electroquil II-U2	Gas	44,00	
	929	Electroquil III-U3	Gas	44,00	
	829	Electroquil III-U4	Gas	44,00	
EMELRIOS	20	Centro Industrial U1	Diesel	2,87	11,48
	20	Centro Industrial U2	Diesel	2,87	
	20	Centro Industrial U3	Diesel	2,87	
	20	Centro Industrial U4	Diesel	2,87	
Termo-Esmeraldas	53	Termo-Esmeraldas	Vapor	125,00	125,00
Esmeraldas	54	Esmeraldas-U1	Diesel	3,40	6,80
	54	Esmeraldas-U2	Diesel	3,40	
Milagro	17	Milagro-G3	Diesel	2,00	11,50
	17	Milagro-G4	Diesel	2,00	
	17	Milagro-G5	Diesel	2,00	
	17	Milagro-G6	Diesel	2,00	
	17	Milagro-G7	Diesel	1,50	
	17	Milagro-G8	Diesel	2,00	

Cuadro 1. Unidades Térmicas que conforman el S.N.I.

EMPRESA ELECTRICA	BARRA	UNIDADES	TIPO	POTENCIA (MW)	TOTAL (MW)
Península Santa Elena	28	Libertad 1	Diesel	2,20	17,80
	28	Libertad 8	Diesel	3,00	
	28	Libertad 9	Diesel	3,20	
	28	Libertad 10	Diesel	2,20	
	28	Libertad 11	Diesel	2,20	
	28	Libertad 12	Diesel	2,20	
	28	Playas 4	Diesel	0,70	
	28	Posorja 5	Diesel	2,10	
Quito	70	G. Hernández-U1	Bunker	5,60	42,10
	70	G. Hernández-U2	Bunker	5,60	
	70	G. Hernández-U3	Bunker	5,60	
	70	G. Hernández-U4	Bunker	5,60	
	70	G. Hernández-U5	Bunker	5,60	
	70	G. Hernández-U6	Bunker	5,60	
	70	Luluncoto 11	Diesel	2,90	
	70	Luluncoto 12	Diesel	2,70	
Regional Manabí	48	Miraflores 3	Diesel	2,00	30,00
	48	Miraflores 7	Diesel	2,00	
	48	Miraflores 8	Diesel	2,00	
	48	Miraflores 10	Diesel	2,00	
	48	Miraflores 11	Diesel	5,00	
	48	Miraflores 12	Diesel	5,00	
	48	Miraflores 13	Diesel	2,00	
	48	Miraflores 14	Diesel	2,00	
	48	Miraflores 15	Diesel	2,00	
	48	Miraflores 16	Diesel	2,00	
	48	Miraflores 18	Diesel	2,00	
	48	Miraflores 22	Diesel	2,00	
Regional Norte	79	Regional Norte	Diesel	1,50	1,50
Regional Sur	15	Catamayo 1	Diesel	1,00	16,20
	15	Catamayo 2	Diesel	1,00	
	15	Catamayo 4	Diesel	2,20	
	15	Catamayo 5	Diesel	2,20	
	15	Catamayo 6	Diesel	2,50	
	15	Catamayo 7	Diesel	2,50	
	15	Catamayo 8	Diesel	1,30	
	15	Catamayo 9	Diesel	1,30	
	15	Catamayo 10	Diesel	2,20	
Riobamba	87	Riobamba	Diesel	2,00	2,00
TermoPichincha	73	Guangopolo U1	Bunker	5,20	82,20
	73	Guangopolo U2	Bunker	5,20	
	73	Guangopolo U3	Bunker	5,20	
	73	Guangopolo U4	Bunker	5,20	
	73	Guangopolo U5	Bunker	5,20	
	73	Guangopolo U6	Bunker	5,20	
	764	Santa Rosa U1	Gas	17,00	
	664	Santa Rosa U2	Gas	17,00	
	64	Santa Rosa U3	Gas	17,00	
TOTAL PARQUE TERMoeLECTRICO:				MW	1279,68

Cuadro 1. Unidades Térmicas que conforman el S.N.I.

Como se puede observar en el cuadro anterior, el S.N.I., se encuentra conformado por 104 unidades térmicas que suman una potencia instalada de 1279.68 MW que sumado a la potencia de las unidades hidráulicas (1728.43 MW) se tienen un total de 3008.11 MW. [8].

Todas las unidades antes descritas estarán sujetas a un plan anual de mantenimiento global, tanto de unidades termoeléctricas como hidroeléctricas para el período establecido según el plan de operación del mercado eléctrico mayorista (MEM) de octubre/00 a septiembre/01. [8].

Para la realización del despacho económico se considera la última declaración de los costos variables de producción efectuada por los generadores termoeléctricos del MEM, aplicando las respectivas regulaciones dadas por el CONELEC. La obligación por parte de los agentes generadores es la de declarar en forma detallada los respectivos programas de mantenimiento, señalando días y horas de duración para que así se pueda determinar con mayor precisión la potencia a despacharse para la operación del sistema.

CAPITULO 2

EL PROBLEMA DEL DESPACHO ECONOMICO DE UNIDADES TERMICAS.

2.1 INTRODUCCION.

En este capitulo se realiza una revisión de los conceptos fundamentales para realizar el despacho económico en un sistema de unidades térmicas. Comenzando por la formulación básica y las condiciones necesarias.

Mediante un breve análisis de la formulación básica se presenta y se introduce el concepto de despacho económico que se realiza en nuestro país, el cual se fundamenta en el criterio de operación a mínimo costo total de producción en la barra de mercado. Se conoce como barra de mercado al nodo físico en el que se sanciona el precio de mercado, es decir un valor horario único o precio marginal de la energía que representa el costo económico de generar el próximo Kwh. [11].

El Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) es responsable de la realización, administración y presentación de los resultados del despacho económico, en concordancia con los requerimientos de los agentes del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). Los resultados son publicados en una página WEB perteneciente al CENACE y a la cual tienen libre acceso todos los agentes del MEM.

El Modelo de Despacho es explicado con detalle en el documento de Procedimientos de Despacho y Operación del S.N.I. [9].

2.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA DEL DESPACHO ECONOMICO.

2.2.1 INTRODUCCION.

El despacho económico (D.E.) busca encontrar el punto óptimo de operación de las unidades térmicas al minimizar el costo total de generación [10]. En un sistema de N unidades térmicas conectados a una barra, que están supliendo a una cierta demanda P_D , la entrada de cada unidad, como se observa en la figura; representa la función de costos (f_i) de operación de esa unidad. La salida de cada unidad es la potencia generada (P_{gi}), entonces el costo total de la operación del sistema estará dado por la sumatoria de los costos individuales.

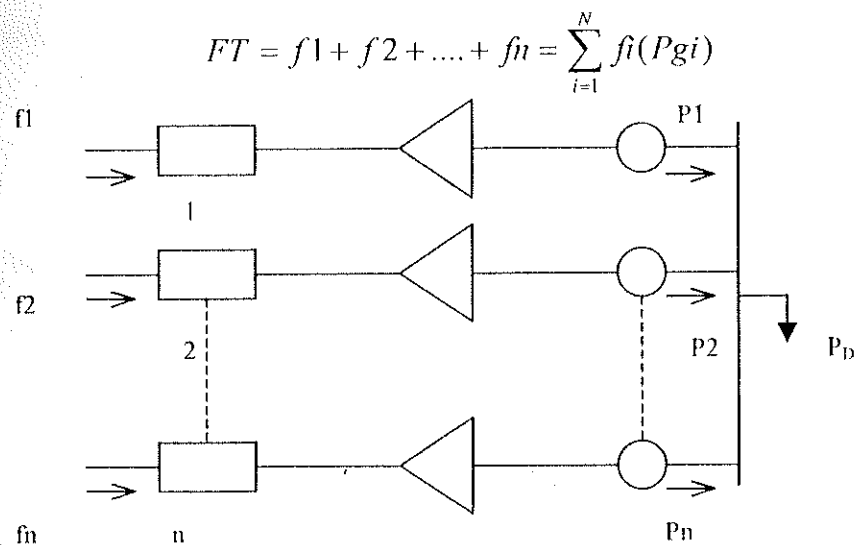


FIG. 2.1 N unidades térmicas encargadas de servir a una carga P_R

La restricción fundamental para la correcta operación del sistema será entonces, que la suma de las potencias individuales de cada unidad deberá ser igual a la demanda total del sistema. Teniendo además otras restricciones por cumplir las mismas que serán abordadas en el siguiente punto.

2.2.2 FORMULACION BASICA.

El objetivo es entonces minimizar la función de costos total de generación de todas las unidades del sistema.

$$\text{Min } FT = f_1 + f_2 + \dots + f_n = \sum_{i=1}^N f_i(P_{gi})$$

El problema del D.E. de la potencia activa de un Sistema Eléctrico de Potencia (SEP) compuesto por N unidades generadoras, satisfaciendo una demanda horaria P_D y considerando las pérdidas de transmisión, puede formularse como un problema de optimización no lineal, sujeto a dos juegos de restricciones asociadas al balance producción-demanda, y a las características tecnológicas de las unidades generadoras, esto significa la $P_{\min}$ y $P_{\max}$ de generación de las unidades; por lo tanto el modelo se plantea matemáticamente como:

$$\text{Min } Ft = \sum_{i=1}^N f_i(P_{gi}) \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^N P_{gi} - P_D - P_L = 0 \quad (2)$$

$$P_{gi}^{\min} \leq P_{gi} \leq P_{gi}^{\max} \quad (3)$$

Donde $f_i(P_{gi})$ y Ft son el costo de generación de la unidad i y el costo total de generación respectivamente. P_D y P_L son la demanda y las pérdidas totales de potencia del sistema. P_{gi} , $P_{gi}^{\max}$, $P_{gi}^{\min}$ son las potencias generadas por la unidad i y los límites tecnológicos respectivamente.

La función objetivo F_t , el consumo específico horario total de las N unidades térmicas, es modelada como la suma de funciones cuadráticas de cada variable de decisión, esto es de la función de costos de cada unidad i en el sistema de generación:

$$f_i(P_{gi}) = a + bP_{gi} + cP_{gi}^2 \quad (4)$$

donde P_{gi} es la potencia activa generada por cada unidad que compone el sistema. La primera restricción (2), hace referencia al equilibrio entre la oferta, la demanda y las pérdidas existentes sobre cada etapa temporal, mientras que la segunda restricción (3), señala los límites tecnológicos en los cuales deberán operar cada una de las unidades.

2.2.3 METODOS DE SOLUCION.

La metodología a seguir para la solución al problema modelado por la ecuación (1) que se obtiene mediante la aplicación de las condiciones de primer orden de Karush Kuhn Tucker (KKT) para $i = 1, \dots, N$, denominadas ecuaciones de coordinación, son de la forma:

$$\begin{aligned} PF_i \frac{df_i}{dP_{gi}} &= \lambda, \text{ si } P_{gi}^{\min} < P_{gi} < P_{gi}^{\max} \\ PF_i \frac{df_i}{dP_{gi}} &\geq \lambda, \text{ si } P_{gi} = P_{gi}^{\min} \\ PF_i \frac{df_i}{dP_{gi}} &\leq \lambda, \text{ si } P_{gi} = P_{gi}^{\max} \end{aligned} \quad (5)$$

donde PF_i es el factor de penalización de la unidad i , el cual se expresa como:

$$PF_i = \frac{1}{1 - \frac{\partial P_L}{\partial P_{gi}}} \quad (6)$$

donde $\frac{\partial P_L}{\partial P_{gi}}$ son las pérdidas incrementales.

Existen dos métodos para modelar las pérdidas y obtener la solución de estas ecuaciones, el primero de ellos consiste en expresar la potencia de pérdidas P_L en función de las potencias de generación a través de los denominados *coeficientes de*

pérdidas B ; mientras que el segundo método es la utilización de las ecuaciones del flujo de potencia como restricciones del problema de optimización, método denominado *flujo óptimo de potencia*. Una variante al flujo óptimo es la solución de las ecuaciones antes indicadas determinando las pérdidas incrementales o marginales de transmisión a partir del inverso del jacobiano de las ecuaciones del flujo de potencia en el punto de solución [10] [11].

Retomando la ecuación de costos para N unidades

$$f_i(P_{gi}) = a + bP_{gi} + cP_{gi}^2$$

y aplicándola en las ecuaciones de coordinación, tenemos que:

$$PF_i \frac{df_i}{dP_{gi}} = \lambda \quad (7)$$

$$PF_i(b + 2cP_{gi}) = \lambda \quad (8)$$

Se puede ver que luego de aplicar la derivada a la función de costos, para cada generador i , se tiene un sistema de N ecuaciones lineales cuya solución es determinar un mínimo λ (costo incremental o lamda) para todas las unidades y una potencia entre los límites para cada unidad, cumpliendo así con las restricciones dadas por las ecuaciones (2) y (3).

Por lo tanto se consigue la condición necesaria para la existencia de una operación al costo mínimo del sistema de potencia térmico.

2.3 MODELO DEL DESPACHO ECONOMICO EN EL ECUADOR.

2.3.1 INTRODUCCION.

En el Ecuador se tiene una variedad de unidades térmicas de diferente tipo, pero lamentablemente estas no cuentan con la modelación de sus funciones de costo las mismas que son de forma cuadrática como se ha venido analizando anteriormente, por

lo que el CENACE, organismo encargado de llevar a cabo el despacho económico asume dicha función de costos de forma lineal para todas las unidades térmicas.

Como se analizó en el punto anterior, el despacho económico se basa en minimizar una función objetivo que es la función de costos total para la generación del sistema.

$$FT = f_1 + f_2 + \dots + f_n = \sum_{i=1}^N f_i(P_{gi})$$

La forma de ésta función esta dada por las características de cada unidad térmica de generación. La función de costos total del consumo de potencia de las N unidades térmicas, se modela como la suma de funciones lineales de la potencia P_{gi} para cada unidad:

$$f_i(P_{gi}) = CVP_{gi} * P_{maxi} \quad (9)$$

Y como se mencionó está sujeta a varias restricciones tanto de límites tecnológicos como de equilibrio generación-demanda del sistema.

Se definen las siguientes expresiones para entender de una mejor forma el despacho económico en el país:

$$\frac{df_i}{dP_{gi}} = \lambda_i \quad \text{costo marginal o incremental del generador } i$$

$$\frac{\partial P_L}{\partial P_{gi}} \quad \text{pérdidas marginales de transmisión debido al generador } i$$

$$\lambda \quad \text{costo marginal del sistema}$$

$$\beta_i = \left(1 - \frac{\partial P_L}{\partial P_{gi}}\right) \quad \text{factor de nodo del generador } i.$$

2.3.2 FORMULACION BASICA.

Según el Reglamento para el funcionamiento del Mercado Eléctrico Mayorista [13], en el MEM se realizan dos tipos de transacciones de la energía, uno a largo plazo en el cual los agentes que intervienen (generadores, distribuidores y grandes consumidores) acuerdan la forma de compra y entrega de la energía y otro a corto plazo en el cual los precios son sancionados en forma horaria en función de un mínimo costo de producción, éste es el modelo de despacho económico en el país.

El precio horario es sancionado en un nodo físico del sistema de transmisión, el cual es denominado Precio de Mercado; éste precio está representado por el costo marginal de corto plazo, el nodo físico en el que se sanciona el Precio de Mercado o Lambda (λ), se lo denomina Barra de Mercado y en ese nodo se efectúa el Despacho Económico, el precio de la energía en la barra de mercado es un valor horario único, los precios en los demás nodos de la red son obtenidos mediante la multiplicación del precio de mercado con los correspondientes factores de nodo de cada barra en el sistema.

La formulación para la realización del D.E. en el país es la misma indicada en el punto 2.2.2 en donde se tiene que:

$$\frac{df_i}{dP_{gi}} - \lambda \left(1 - \frac{\partial PL}{\partial P_{gi}}\right) = 0 \quad (10)$$

$$P_D + P_L - \sum_{i=1}^n P_{gi} = \phi = 0 \quad (11)$$

$$P_i^{\min} \leq P_i \leq P_i^{\max} \quad (12)$$

pero con la variación de que la función de costos en este caso es de forma lineal (9).

$$f_i(P_{gi}) = CVP_{gi} * P_{maxi}$$

reemplazando la ecuación anterior en la ecuación (10) se tiene:

$$CVP_{gi} - \lambda_i * \beta_i = 0$$

por lo tanto se obtiene:

$$\frac{CVP_{gi}}{\beta_i} = \lambda_i \quad (13)$$

Es decir por lo expresado en la ecuación anterior (13), los costos incrementales de cada generador se obtienen de dividir los costos variables de producción de cada generador i para su correspondiente factor de nodo.

Para solucionar el problema del despacho económico cuando se tienen funciones de costo lineales (9), y por ende los costos incrementales de los generadores son constantes (13), no se puede obtener un mismo costo marginal para todas las unidades del sistema y además no es posible determinar la potencia de aporte al sistema de cada unidad; por lo tanto para obtener una solución al despacho económico, los costos incrementales se ordenan de menor a mayor hasta satisfacer la demanda del sistema, asignando a las unidades de generación despachadas un orden jerárquico, de acuerdo a su costo incremental, así el último generador despachado establece el costo marginal (λ) del sistema.

En realidad las unidades son despachadas tomando en cuenta una reserva de giro de entre el 2 y 3 %, es decir generan su máxima potencia menos el dos o tres por ciento de su potencia nominal.

CAPITULO 3

INTRODUCCIÓN A LOS ALGORITMOS GENETICOS

3.1 INTRODUCCION.

En éste capítulo se verá los principios teóricos y el teorema fundamental o teorema de los esquemas, el cual es la base para que los algoritmos genéticos tengan validez en su utilización como un procedimiento de búsqueda, inspirado básicamente en los procedimientos de evolución natural de los seres vivos; enunciados por Charles Darwin, los mismos que tienen sus principios en los conceptos de individuos, poblaciones, apareamiento, recombinación, mutación genética, adaptación al medio que les rodea y selección natural.

Al ser un procedimiento totalmente nuevo implica un correcto entendimiento de las bases teóricas que rigen a los algoritmos genéticos. Los algoritmos genéticos forman parte de una gran rama de la ciencia que suele denominarse: Inteligencia Artificial (IA) la misma que se considera como una rama de las ciencias computacionales encargada de estudiar modelos de cómputo capaces de realizar actividades propias de los seres humanos en base de dos de sus características primordiales: el razonamiento y la conducta [14].

Las primeras aplicaciones en esta área estuvieron enfocadas a desarrollar algoritmos de cómputo para juegos. Actualmente, la IA es una rama de la teoría de la computación que incluye áreas tales como el razonamiento automático, la demostración de teoremas, los sistemas expertos, el procesamiento de lenguaje

natural, robótica, lenguajes y ambientes de IA, aprendizaje, redes neuronales, algoritmos genéticos, lógica difusa, por mencionar solo algunas.

Todas estas técnicas están siendo desarrolladas cada vez mas y son utilizadas para mejorar los procesos en los cuales se necesita tanto de precisión como de eficiencia. La optimización y la búsqueda de resultados han llevado a desarrollar cada vez mas algoritmos para encontrar tales resultados. La función de un algoritmo de búsqueda es encontrar un camino o trayectoria que conduzca a una solución óptima del problema dentro del espacio de posibles soluciones o espacio de búsqueda.

El algoritmo genético es un procedimiento de búsqueda, el cual aplica la elección aleatoria o heurística como herramienta para guiarse a través del análisis de un espacio de búsqueda, para encontrar la mejor solución la cual se considera como la respuesta al problema de optimización que se ha planteado.

La utilización de modelos basados en técnicas computacionales conducen a la idea de que los algoritmos genéticos consisten en una rutina de software la cual selecciona a los ejemplares, individuos o parámetros mejor adaptados dentro de una especie o grupo de valores o población de individuos y los promueve para que alguno de ellos pueda ser la respuesta al problema planteado. Es por ello que los algoritmos genéticos se estudian dentro del ámbito de la inteligencia artificial como métodos para la resolución de problemas mediante la eliminación de las soluciones no deseables o inapropiadas y la selección de las más robustas (eficiencia y eficacia) que cumplen con una función que en la teoría se la denomina función objetivo que premia a las mejores soluciones y penaliza a las peores.

El uso de la elección aleatoria de individuos o parámetros como la herramienta principal para dirigir el proceso de búsqueda de la solución, resulta rara al principio, ya que, tradicionalmente se ha usado técnicas de búsqueda basadas en cálculo y enumerativas para resolver problemas de optimización, sin embargo, existen numerosas aplicaciones que han demostrado un buen comportamiento.

para localizar o aproximarse a óptimos globales de una función, durante la resolución de problemas [15].

Los algoritmos genéticos han sido desarrollados por John Holland, en la Universidad de Michigan, (USA). Los propósitos de sus investigaciones han sido dos: (1) para resumir y explicar los procesos de adaptación en sistemas naturales, y (2) para diseñar software de sistemas artificiales que contengan mecanismos semejantes a los de los sistemas naturales [15].

El tema central de la investigación sobre los algoritmos genéticos ha sido el encontrar soluciones robustas, es decir el balance entre eficiencia y eficacia de un resultado y alcanzar así la convergencia. Esta introducción teórica no implica el realizar un estudio comparativo de las técnicas de búsqueda y optimización. Pero, es importante indicar si los métodos de búsqueda convencionales reúnen los requerimientos de robustez sugeridos. Se tienen un sinnúmero de alternativas de métodos de búsqueda; aquellos métodos basados en cálculo, enumerativos, los aleatorios, sistemas expertos y redes neuronales, entre otros.

Cada uno de estos métodos realizan en sí una búsqueda de la mejor solución con el fin de optimizar un problema específico, las soluciones más robustas son aquellas que tienen las mejores características para encontrar la respuesta al problema planteado.

Los métodos basados en cálculo han sido muy estudiados y se han desarrollado muchas variaciones y procedimientos, los cuales tienen aún validez y se utilizan hasta la fecha. Estos dependen muchas veces de la existencia de las derivadas, aún si se tuviera la aproximación numérica de la derivada, esta sería una gran deficiencia en exactitud.

Los algoritmos genéticos son un ejemplo de un procedimiento de búsqueda aleatoria que utiliza la elección aleatoria como una herramienta de búsqueda de una alta explotación a través de la codificación de un espacio de parámetros.

Los algoritmos genéticos usan heurística para la resolución de problemas, lo cual limita el número de datos a utilizar, es decir tratan de encontrar siempre el mejor valor para la resolución del problema basado en análisis probabilístico.

3.2 BASE TEORICA DE LOS ALGORITMOS GENETICOS (AG's).

Los Algoritmos Genéticos son esquemas de representación que aplican una técnica de búsqueda que tiene como principio a la teoría de la evolución de Charles Darwin. Están basados en los procedimientos naturales de selección, en los que los individuos más aptos de una población son los que sobreviven al adaptarse más fácilmente a las características del entorno en el cual se encuentran. Biológicamente, este proceso se controla por medio de los genes de un individuo, en los cuales se encuentra la codificación de cada uno de los atributos o características de un ser vivo y que pueden ser transferidos a sus descendientes cuando se reproducen.

En los procesos naturales, la evolución puede ocurrir cuando se presentan las siguientes condiciones:

- Un individuo es capaz de reproducirse.
- Existe una población completa de estos individuos.
- Hay gran variedad o diferencias entre los individuos que se reproducen.
- Dentro de la variedad hay algunas diferencias en la habilidad para sobrevivir, es decir, existen individuos con mayor habilidad para adaptarse.

La combinación de los genes de un individuo forman los cromosomas, que en conjunto proyectan las cualidades de cada ser vivo (mapa de información genética o GENOMA). Esta estructura biológica refleja indirectamente el grado de supervivencia, de adaptación y el nivel de reproducción; así, los individuos que más se adaptan a su medio ambiente son los que más sobreviven a las

adversidades y más se reproducen, transmitiendo esas cualidades a las siguientes generaciones originando seres cada vez con mayor capacidad y facilidad de adaptarse a su entorno.

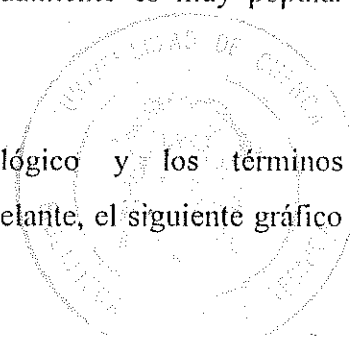
La aplicación más común de los AG's ha sido la solución de problemas de optimización, en donde han mostrado ser muy eficientes y confiables. Sin embargo, no todos los problemas pueden ser resueltos por un AG, por lo que se recomienda analizar las características del problema tales como:

- a) Su espacio de búsqueda debe ser finito, es decir, sus posibles soluciones deben estar limitadas dentro de un cierto rango.
- b) Debe poderse definir una función de aptitud que indique que tan buena o mala es una respuesta.
- c) Las soluciones deben codificarse de una forma que resulte relativamente fácil de implementar en una computadora.

La función de aptitud es aquella que permite evaluar las diferentes respuestas y nos lleva a determinar el objetivo del problema de optimización. Aunque los AG's únicamente maximizan, la minimización puede implementarse aplicando el recíproco de la maximización. La particularidad que presenta la función de aptitud es que debe "castigar" a las malas soluciones y de "premiar" a las buenas, de forma que sean estas últimas las que se propaguen con mayor rapidez hacia las próximas generaciones.

La codificación más común es por medio de cadenas binarias, aunque se han utilizado también números reales y letras. Esta forma de codificación originalmente fue propuesta por John Holland y actualmente es muy popular debido a que resulta muy sencilla de implementar [16].

Existe una analogía entre el lenguaje biológico y los términos computacionales y matemáticos que se utilizarán en adelante, el siguiente gráfico



indica la relación de la terminología entre el lenguaje biológico y el lenguaje matemático.

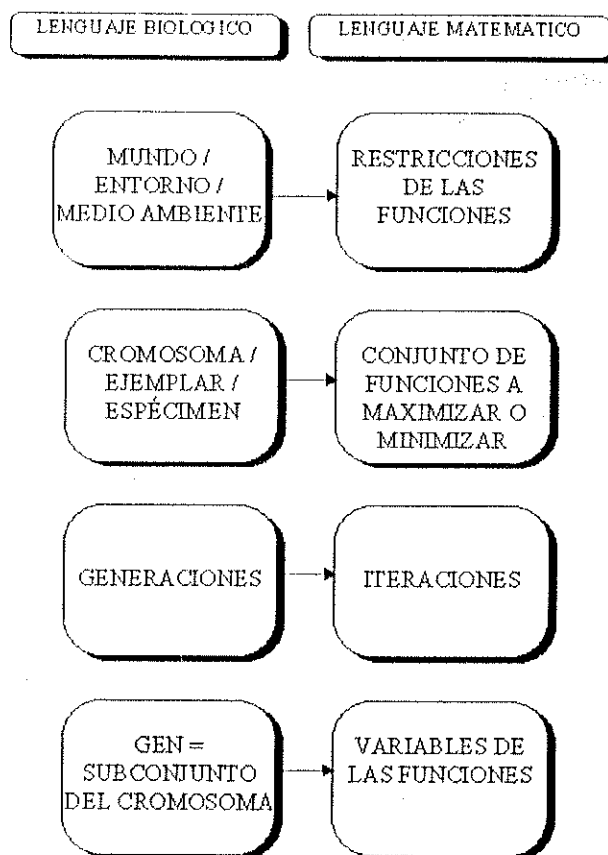


Figura 3.1 Analogía biológica y computacional.

3.3 EL ALGORITMO GENETICO SIMPLE (AGS).

3.3.1 COMPARACION DE LA TERMINOLOGÍA EMPLEADA EN BIOLOGIA Y EN LOS ALGORITMOS GENETICOS.

A continuación se presenta una ampliación de la similitud en la terminología natural y los nombres adoptados para la teoría de los algoritmos genéticos. Las cadenas genéticas en un sistema genético artificial son similares a los cromosomas en un sistema biológico. En sistemas naturales uno o más cromosomas se combinan para formar la información genética para la construcción y operación de

un mismo organismo. En sistemas naturales el paquete total genético es llamado el genotipo o genoma. En sistemas artificiales el paquete total de cadenas es llamado una estructura. En sistemas naturales el organismo formado por la interacción del paquete total genético con su ambiente es llamado el fenotipo o individuo. En sistemas genéticos artificiales las estructuras decodificadas forman un conjunto de parámetros particulares, solución alternativa o punto en el espacio de solución.

En términos biológicos se dice que los cromosomas están compuestos de genes, los cuales pueden tomar cualquier número de valores o características propias de cada individuo como color de ojos, a estos se los llama aleles.

La correspondencia entre la terminología biológica y artificial se resume en el siguiente cuadro.

Terminología Natural Biológica	Terminología de Algoritmos Genéticos
Cromosoma.	Cadena, Individuo.
Gen.	Característica, carácter o detector.
Allele.	Valor característico.
Posición.	Posición específica dentro de la cadena.
Genotipo.	Estructura.
Fenotipo.	Conjunto de parámetros, Estructura Decodificada
Función de aptitud.	Función Objetivo.

Cuadro 3.3.1 Terminología utilizada por los Algoritmos Genéticos.

3.3.2 CODIFICACION.

Se supone que los individuos que forman una población (es decir las posibles soluciones al problema), se pueden representar como un conjunto de parámetros (que se denominan genes), los que agrupados forman una cadena de valores (cromosomas). En la codificación se busca idealmente que todos los puntos estén dentro del espacio de solución, es decir que sean válidos (conjunto ideal de posibles soluciones).

Si bien el alfabeto utilizado para representar estos individuos no debe necesariamente estar constituido por el alfabeto binario $\{0,1\}$, buena parte de los investigadores aconsejan que los AG se codifiquen utilizando dicho alfabeto.

El tipo de codificación que se utiliza para representar las diferentes soluciones a un problema, depende del tipo de problema que se va a analizar, además de la función objetivo que se va a evaluar, por ende para la codificación se puede emplear desde valores reales de las soluciones, hasta valores codificados de éstas. Dentro de la codificación a veces se utilizan codificaciones que tengan la propiedad de que números consecutivos varíen a lo más en un bit, como se mencionó anteriormente el alfabeto binario es el más utilizado en los AG., pero también se pueden aplicar técnicas de codificación binaria como lo es el código Gray o modelos de representación alfanuméricas, como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

x	$f=x^2$	Codificación Binaria	Codificación No binaria
1	1	0001	A
2	4	0010	B
3	9	0011	C
12	144	1100	L
14	196	1110	M

Cuadro 3.3.2 Ejemplo de codificación.

Hay que tener presente también que la codificación a utilizarse en los AG dependen aunque en menor grado del alfabeto utilizado ya que una codificación binaria resulta más sencilla llevarlo a cabo en un lenguaje de programación, esto en tiempo de codificación para un solo cromosoma, puesto si se tuviera una codificación alfanumérica, el tiempo de procesamiento resultaría afectado en mayor grado, debido a que la cantidad de valores ~~de~~ puede tomar un gen dentro de un cromosoma.

3.3.3 POBLACION.

Por tratarse los algoritmos genéticos de un método que emula a los procesos de evolución de los seres vivos, el tratamiento de las variables o parámetros que

intervienen en el cálculo deben ser considerados como organismos con características similares a sus correspondientes en la terminología natural, es decir que cada valor numérico se lo considera un individuo vivo con sus propias particularidades, para poder imitar el proceso de evolución hacia un individuo apto que es el que cumple con los objetivos del problema, en otras palabras se debe partir de una población de individuos, en la cual cada uno de ellos estarán sometidos a un proceso de “operadores genéticos” los mismos que guiarán a los mejores hacia los resultados esperados.

Se define como población al conjunto de individuos (soluciones) o colección de parámetros los cuales han sido codificados como una cadena de valores (en este caso bits). A cada uno de estos individuos se los denomina cadena de genes o cromosomas, mientras que a cada bit se los llama gen (valor de cada bit). El número de individuos que conforma una población se denomina tamaño de la población.

A diferencia de los métodos tradicionales, los algoritmos genéticos no inician su trabajo a partir de un simple punto dentro del espacio de búsqueda, estos son inicializados con una población de posibles soluciones; las cuales son seleccionados generalmente de forma aleatoria y se extienden entre todo el espacio de búsqueda, es así que los algoritmos genéticos buscan la solución de forma paralela, es decir trabajan sobre todos los miembros de la población.

Cada población se escoge generando cadenas (individuos o posibles soluciones) al azar pudiendo contener cada gen de cada cadena de la población uno de los posibles valores del alfabeto (0,1) con probabilidad uniforme [15] [18] [19].

Es así que el proceso de desarrollo de la población no se hace cambiando incrementalmente una sola estructura o individuo, sino que se mantiene una población de individuos a partir de los cuales se generan nuevos individuos utilizando los “operadores genéticos”.

Para determinar el tamaño de la población se tiene que considerar dos casos: si se asume tomar un tamaño de la población pequeña, se corre el riesgo de no cubrir adecuadamente el espacio de búsqueda, con lo que se tendría la convergencia hacia un óptimo local; mientras que si se trabaja con poblaciones de gran tamaño se puede tener problemas relacionados con el excesivo costo computacional.

Golberg [15], efectuó un estudio teórico obteniendo como conclusión que el tamaño óptimo de la población para cadenas de longitud fija l , con codificación binaria crece exponencialmente con el tamaño de la cadena ($n * 2^l$), donde n es el número de individuos en la población. Este resultado traería como consecuencia que la aplicabilidad de los AG, en problemas reales sería muy limitada y el costo computacional resultaría muy elevado, por ejemplo si se tuviera una longitud $l=30$, con tamaño de población inicial de 10, el tamaño óptimo de la población según Goldberg sería aproximadamente de 1×10^{10} individuos, lo cual significaría años de procesamiento para llegar a resolver el problema el algoritmo genético y por ende los algoritmos genéticos resultarían no competitivos con otros métodos de optimización combinatoria. Pero el investigador J.T. Allander [www.geocities.com/SiliconValley] basándose en evidencia empírica de sus investigaciones sugiere que un tamaño de población entre 1 y 21 individuos es suficiente para resolver con éxito algunos de los problemas, también se debe tener en cuenta los resultados individuales obtenidos para cada problema y atribuirse un cierto valor.

3.4 LA FUNCION OBJETIVO.

Existen dos aspectos que son importantes tener en cuenta en el comportamiento de los AG's, el primero se mencionó anteriormente, la codificación utilizada, el segundo es la determinación de una adecuada función de adaptación o función objetivo.

El "fitness o función de aptitud" es la única referencia que el algoritmo genético explota para realizar la búsqueda de la mejor solución y no necesariamente corresponde a la función objetivo a minimizar, su correcta definición permite un mejor desempeño del algoritmo.

La función de aptitud es la base para determinar que soluciones tienen mayor o menor probabilidad de sobrevivir.

La regla general para construir una buena función objetivo es que ésta debe reflejar el valor del individuo de la manera más real posible. Para situaciones en donde los individuos están sometidos a restricciones, se han propuesto varias soluciones.

La primera se la podría denominar excluyente o rigurosa, es en la que aquellos individuos que no verifican las restricciones, no son considerados como tales, y se los sigue aplicando los "operadores genéticos" hasta obtener individuos válidos, o bien; a dichos individuos se les asigna una función objetivo igual a cero.

Una segunda posibilidad consiste en reconstruir aquellos individuos que no verifican las restricciones es decir que no cumplen con la función objetivo. Dicha reconstrucción suele llevarse a cabo por medio de un nuevo "operador genético" de reconstrucción.

Otro enfoque está basado en la penalización de la función objetivo. La idea general consiste en dividir la función objetivo del individuo por una cantidad (la penalización) que guarda relación con las restricciones que dicho individuo viola. Dicha cantidad puede simplemente tener en cuenta el número de restricciones violadas o bien el denominado costo esperado de reconstrucción, es decir el costo asociado a la conversión de dicho individuo en otro que no viole ninguna restricción.

Otra técnica que se ha venido utilizando cuando la computación de la función objetivo sea muy compleja es la denominada evaluación aproximada de la función objetivo. En algunos casos la obtención de n funciones objetivo aproximadas puede resultar mejor que la evaluación exacta de una única función objetivo.

3.5 LOS OPERADORES GENETICOS.

Los denominados operadores genéticos son procesos mediante los cuales se emula a las operaciones genéticas que actúan sobre los seres vivos tales como la elección de una pareja para mantener una descendencia, la reproducción, la mutación, y a través de ellas la evolución de especies mejor adaptadas.

3.5.1 SELECCION PARA LA REPRODUCCION.

La selección consiste en separar a ciertos individuos (cadenas o cromosomas) de acuerdo a un criterio establecido; generalmente los algoritmos genéticos utilizan reglas probabilísticas, para que estos sean los padres de la futura generación en la evolución de la población dentro de los algoritmos genéticos. La reproducción en los algoritmos genéticos es similar a la reproducción de los organismos vivos donde existen una pareja de padres los cuales se reproducen, generando así descendencia. La reproducción genética es un proceso en el cual cadenas individuales son copiadas de acuerdo a su valor de la función objetivo, f ; utilizando probabilidad. La copia de cadenas de acuerdo a su valor óptimo (fitness) permite que cadenas con el valor más alto tengan una alta probabilidad de contribuir con una o más copias a la próxima generación. Este operador, por supuesto es una versión artificial de la selección natural.

Existen diferentes alternativas para la selección entre las cuales se pueden mencionar [15] [16]:

- Muestreo Determinístico
- Muestreo Estocástico sin reemplazo del resto
- Muestreo Estocástico con reemplazo
- Muestreo Estocástico con reemplazo del resto
- Muestreo Estocástico con reemplazo (Selección por ruleta)
- Torneo Estocástico
- Ranqueo

El muestreo estocástico con reemplazo más conocido como selección por ruleta, es la función de selección de padres más utilizada en la cual la función de selección es proporcional a la función objetivo, donde cada individuo tiene una probabilidad de ser seleccionado como padre, que es proporcional al valor de la función objetivo.

El muestreo determinístico es un esquema en donde las probabilidades de selección son calculadas como:

$$p_{selec_i} = \frac{f_i}{\sum f}$$

donde p_{selec_i} es la probabilidad de selección para el individuo i , f_i es la función objetivo del individuo i y $\sum f$ es la sumatoria de las funciones objetivos de toda la población considerada, y se escogen los individuos con el más alto p_{selec} para reproducirse y asegurar así la existencia de los mejores en la próxima generación.

En los métodos estocásticos con o sin reemplazo del resto, cada individuo es seleccionado un número de veces que coincide con la parte entera del número esperado de ocurrencias de dicho suceso, compitiendo los individuos por los restos, es decir que si un individuo ha tenido mayor ocurrencia, esto le garantiza que será seleccionado para la reproducción, caso contrario este individuo se extinguirá.

La alternativa del torneo estocástico constituye un procedimiento de selección de padres muy extendido y en el cual la idea consiste en escoger al azar un número de individuos de la población (tamaño del torneo), seleccionar el mejor individuo de su grupo mediante su más alto fitness y repetir el proceso hasta que el número de individuos ganadores coincida con el tamaño de la población. Generalmente el tamaño del torneo es 2 y en tal caso se ha utilizado una versión probabilística en la cual se permite la selección de individuos sin que necesariamente sean los mejores. Es decir se eligen a parejas que compitan entre sí y los elegidos serán los mejores individuos de cada una de las parejas formadas.

En el método del ranqueo la población es ordenada de acuerdo al valor de su función objetivo. Los individuos se les asigna un valor que es solamente una

función de su ranqueo y se ordena de mayor a menor, con lo cual se produce una repartición más uniforme de la probabilidad de selección. Es decir el peor individuo tendrá un rango 1, mientras que el individuo con mejor función objetivo tiene rango ϕ (f_{hi}) y será mayor que 1.

3.5.2 CRUCE.

Una vez que los padres han sido seleccionados, estos están listos para reproducirse y generar así nuevos individuos (hijos), los mismos que tendrán la información genética de cada uno de los padres, pudiendo contener o no, estos individuos mejores características que sus progenitores.

El cruzamiento permite a las soluciones viejas (padres) intercambiar información de una manera muy similar a aquella usada por los organismos naturales mediante la reproducción sexual. El método de cruce escoge a dos pares de individuos promovidos mediante el operador de selección (por ejemplo el ranqueo).

Normalmente el cruzamiento se maneja dentro de la implementación del AG como un porcentaje que indica con qué frecuencia se efectuará. Esto significa que no todas las parejas de cromosomas se cruzarán, sino que habrá algunas que pasarán intactas a la siguiente generación. De hecho existe una estrategia en la que el individuo más apto a lo largo de las distintas generaciones no se cruza con nadie y se mantiene intacto hasta que surge otro individuo mejor que él, que lo desplazará, es decir sobrevive el individuo más idóneo. Existen diferentes técnicas de cruzamiento, como son:

- Cruzamiento en un punto
- Cruzamiento en múltiples puntos
- Cruzamiento uniforme

Cruzamiento en un punto.

El cruzamiento en un punto es un operador que básicamente consiste en intercambiar subcadenas de una población por medio de un punto de corte y se puede aplicar a un par de cadenas de dos formas:

- Seleccionar un punto de cruce fijo en cada una de las cadenas.
- Seleccionar dos números enteros k entre 1 y la longitud de la cadena menos uno $[1, \text{long} - 1]$ en forma aleatoria que determinen los puntos de cruce.

Suponiendo que se tienen las siguientes cadenas:

$$A = 01101$$

$$B = 11000$$

y que el punto de cruce se define en la posición tres, el cruzamiento genera las dos cadenas siguientes (ver Fig. 3.4):

$$A' = 01100$$

$$B' = 11001$$

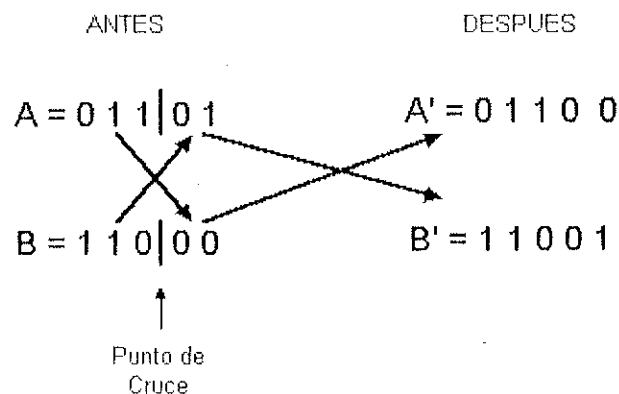


Fig. 3.2. Operador de cruzamiento con un punto fijo.

Como se puede observar en la figura, después del cruzamiento se han obtenido dos cadenas descendientes A' y B' , las cuales dependiendo de la función objetivo serán evaluadas y calificará la que más se ajuste a la función objetivo. Por ejemplo si la función objetivos es maximizar $f(x) = x^2$, en un rango

de $[0, 31]$, el cromosoma que se mantiene para la siguiente generación será B' , mientras que A' se extinguirá.

Cruzamiento en múltiples puntos:

También se pueden aplicar dos o más puntos de cruce entre dos individuos. En el caso de dos puntos de cruce se mantienen los genes de los extremos y se intercambian los del centro. Considerando el mismo ejemplo, pero aplicando dos puntos de cruce (en las posiciones 1 y 4), el resultado es el siguiente: (ver Fig. 3.5):

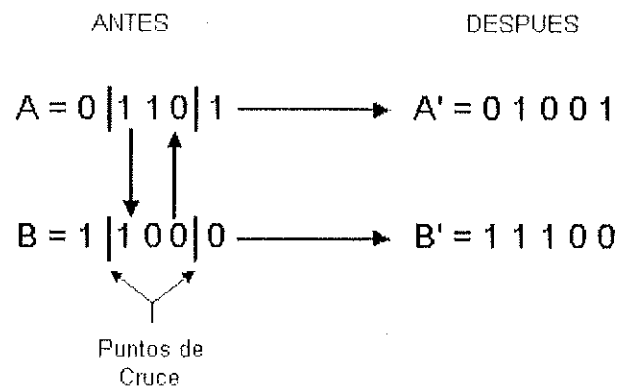


Fig. 3.3. Operador de cruzamiento con dos puntos fijos.

De igual manera la función objetivo determinará cual de los dos descendientes obtenidos es el que presenta las mejores condiciones para sobrevivir y estar presente en la siguiente generación.

Cruzamiento Uniforme.

Aquí se utiliza un operador denominado operador de cruce uniforme en donde, cada gen, en la descendencia se crea copiando el correspondiente gen de uno de los dos padres, escogido de acuerdo a una "máscara de cruce" generada aleatoriamente. Cuando existe un "1" en la máscara de cruce el gen es copiado del primer padre, mientras que cuando existe un "0" el gen se copia del segundo padre tal como se muestra en la fig. 3.6:

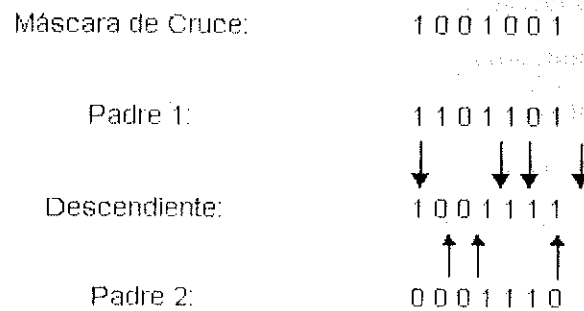
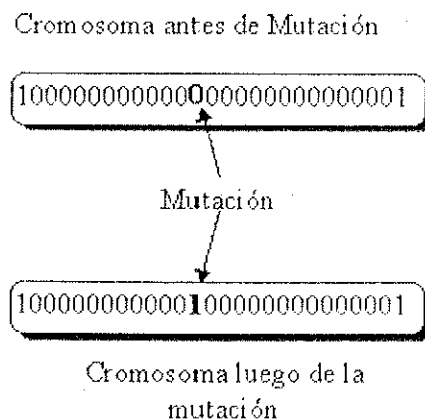


Fig. 3.4. Operador de cruzamiento con máscara.

Se observa que en las diferentes técnicas de cruce, la operación de cruzamiento siempre incide sobre la cadena, es decir al individuo completo. Normalmente la probabilidad de cruzamiento es alta, oscila entre 0.6 y 0.95, con lo que se garantiza que los descendientes obtengan la mayor cantidad de información genética de sus padres.

3.5.3 MUTACION.

Además de la selección y el cruzamiento, existe otro operador llamado mutación, el cual realiza un cambio a uno de los genes de un cromosoma elegido aleatoriamente. Cuando se usa una representación binaria, un bit se sustituye por su complemento (un “0” se cambia por un “1” y viceversa). Este operador permite



la introducción de nuevo material cromosómico en la población.

Fig. 3.5. Funcionamiento del operador de mutación.

Al igual que el cruce, la mutación se maneja como una probabilidad que indica con qué frecuencia se efectuará, aunque a diferencia del cruzamiento, esta ocurre más esporádicamente (la probabilidad de mutación normalmente oscila entre 0.001 y 0.01). Si la probabilidad de mutación es alta, esta indica que todos o la mayoría de genes del cromosoma son alterados es decir que el individuo obtenido difiere totalmente de sus predecesores, con lo cual se estaría omitiendo el operador de cruzamiento.

La mutación es necesaria debido a que, aunque la selección y el cruce son operadores efectivos de búsqueda en un AG, ocasionalmente omiten material genético útil. El operador de mutación protege al AG de pérdidas prematuras en el análisis de secciones del espacio de búsqueda cuando se utiliza conjuntamente con los otros operadores genéticos.

Sin embargo, debido a que la probabilidad de aplicarse es muy baja, es considerado un operador secundario [15]. Pero actualmente el operador de mutación se considera como un operador genético básico, que proporciona un pequeño elemento de aleatoriedad en la composición del cromosoma [16].

Si bien el operador de cruce es el responsable de efectuar la búsqueda a lo largo del espacio de posibles soluciones, cada vez se desprende mas en base de investigaciones realizadas que el operador de mutación va ganando en importancia a medida que la población de individuos va convergiendo. Es decir que la mutación permite la explotación del espacio de búsqueda.

De las definiciones realizadas sobre el operador de mutación se puede decir que éste afecta a los genes del cromosoma al contrario del operador de cruce que actúa sobre los cromosomas de la población.

3.6 FORMA DE TRABAJAR DE LOS ALGORITMOS GENETICOS.

Los algoritmos genéticos son un ejemplo de un procedimiento de búsqueda aleatoria, los cuales utilizan a la elección aleatoria como una herramienta de búsqueda para obtener una alta explotación de los resultados, utilizando también

la codificación de los individuos o cromosomas, aplicando así la teoría de la evolución de los seres vivos. La elección aleatoria de los parámetros dirige el resultado hacia un óptimo mediante una función, la cual premia o castiga a las soluciones de acuerdo a las restricciones del problema que se pretende resolver.

Las principales características de los algoritmos genéticos son [15]:

- Los AG trabajan con la codificación del conjunto de parámetros, no con los parámetros en sí (Población de individuos).
- Los AG buscan de entre una población de puntos, no un punto en particular, es decir, evalúan un grupo de soluciones buscando el óptimo, en lugar de un punto a la vez (Generaciones , poblaciones).
- Los AG evalúan las posibles soluciones (función de aptitud), sin aplicar ningún proceso de inferencia o suposición.
- Los AG usan reglas de transición probabilísticas en lugar de reglas determinísticas (elección de la población inicial, elección de los genes de cada individuo, selección de padres y punto de cruce, mutación).
- Los algoritmos genéticos requieren que el conjunto de parámetros del problema de optimización sean codificados como una cadena de longitud finita, definida a su vez sobre algún alfabeto finito (números, letras, binario, híbridos, etc.).

Como una ilustración y para aclarar la teoría antes analizada, se realizará el siguiente ejemplo, se desea maximizar la función $f(x)=x^2$ sobre un intervalo entero $[0, 31]$. Evidentemente para la resolución de este ejercicio no son tan necesarios los algoritmos genéticos, pero al tratarse de un ejemplo descriptivo, resulta muy conveniente debido principalmente a la sencillez del enfoque realizado.

Mediante un método tradicional de resolución del problema, bastaría encontrar la primera derivada de la función y luego aplicar la técnica de búsqueda del valor máximo global, dentro del intervalo establecido, reemplazar los enteros del intervalo asignado como restricción al problema y encontrar así la solución al ejercicio planteado.

De acuerdo a la teoría de máximos y mínimos se puede establecer un valor máximo, reemplazando el valor máximo del intervalo en la función se puede determinar la respuesta al problema dado:

$$f(31) = 961 \text{ valor máximo del problema dado.}$$

Ahora tratando el problema mediante los AGs, en primer lugar se puede observar que el orden del espacio de búsqueda es pequeño, pues se lo restringe a un resultado de valores enteros entre 0 y 31. Luego, el primer paso del proceso de optimización mediante los algoritmos genéticos es el de determinar una población inicial y un tamaño para esa población inicial. El tamaño se puede elegir de acuerdo a las necesidades del problema; en este caso se propone una población inicial conformada por cuatro (4) individuos. Se realiza esto para poder aplicar la técnica de los algoritmos genéticos y su correspondencia con la evolución y la adaptación del individuo más apto, para ello se elige la codificación binaria; es decir, el valor de x tendrá la forma de una cadena binaria y tendrá una longitud finita, la cual representará el valor del parámetro x para los propósitos del problema. Hay muchas maneras de codificar el parámetro x , por el momento se puede considerar la técnica de codificación binaria.

Por ejemplo si se tiene: $x = 10$, su codificación en binario será 1010.

La longitud de la cadena dependerá, en este caso, de los valores que se deben abarcar; para este ejemplo una longitud de la cadena de 5 será suficiente para representar cada punto dentro del espacio de búsqueda, pues con $l = 5$ se tendrá el valor mas alto del intervalo establecido que es 31, además y para este ejemplo tales puntos son valores enteros. Los valores codificados para el intervalo dado se muestran en el siguiente cuadro:

Parámetro del intervalo (x)	Individuo Codificado (x)	Parámetro del intervalo (x)	Individuo Codificado (x)
1	00001	14	01110
2	00010	15	01111
3	00011	16	10000
4	00100	17	10001
5	00101	18	10010
6	00110	19	10011
7	00111	20	10100
8	01000	21	10101
9	01001	22	10110
10	01010	...	...
11	01011	...	...
12	01100	...	...
13	01101	31	11111

Cuadro 3.6.1 Valores codificados en binario para el intervalo [0 - 31].

Una vez establecido el tamaño de la población inicial (que es 4), se debe escoger a los miembros que la conforman; es decir, que cadenas y de que valor son. En los algoritmos genéticos los individuos de la población inicial deben ser generados de manera aleatoria, una forma de generarlos, por ejemplo, podría ser mediante el lanzamiento de una moneda: Cada lado de la moneda establece el valor de un gen, es decir si sale cara es un 1 y si sale sello será un 0; repitiendo los lanzamientos hasta formar un individuo, por lo tanto se lanza la moneda 5 veces, pues la longitud del cromosoma es de 5, se continúa así hasta completar todos los individuos de la población (4). Para el caso analizado el total de lanzamientos es de $5 \times 4 = 20$ veces. Los miembros de la población inicial se muestran en el siguiente cuadro:

# individuo	Población Inicial (fenotipos)	Valor x (genotipo)	F(x) función de adaptación
1	01101	13	169
2	11000	24	576
3	01000	8	64
4	10011	19	361

Cuadro 3.6.2 Población inicial para el ejemplo propuesto.

El siguiente paso en los algoritmos genéticos es la selección de padres para la reproducción, se puede elegir cualquiera de los métodos de selección descritos en el punto 3.5.1, en este caso el proceso de selección utilizado es el conocido con el nombre de ruleta sesgada.

El proceso de selección por ruleta sesgada consiste en encontrar la probabilidad de ser seleccionado de un cromosoma para emparejarse de acuerdo a su proporción con la función objetivo. El siguiente cuadro muestra los valores de la probabilidad de selección:

# individuo	Población Inicial (fenotipos)	Valor x (genotipo)	F(x) función de adaptación	Probabilidad de selección. $F(x_i) / \sum f(x)$	Pselec _i acumulada
1	01101	13	169	0.14	0.14
2	11000	24	576	0.49	0.63
3	01000	8	64	0.06	0.69
4	10011	19	361	0.31	1.00
SUMA			1170		
MEDIA			293		
MEJOR			576		

Cuadro 3.6.3 Valores característicos de la población inicial y Probabilidad de selección.

Como se observa en la tabla anterior el individuo que tiene mayor probabilidad de ser seleccionado para el cruce es el 2, seguido del 4 y del 1, mientras que el 3 es desechado, es decir se extingue. La interpretación gráfica del método de la ruleta se representa en la siguiente figura, en donde al hacer girar la ruleta el individuo que ocupa la mayor área tiene mas oportunidad de ser seleccionado.

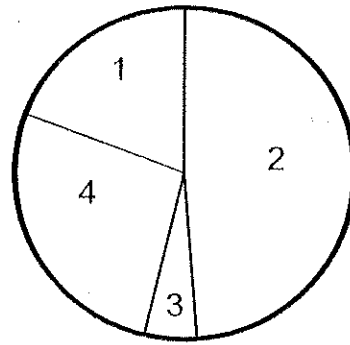


Fig.3.6 Selección por ruleta.

A continuación y una vez elegidos los cromosomas que se van a cruzar se debe obtener el punto de cruce para las parejas escogidas, el valor aleatorio para el punto de cruce no es mas que un número al azar entre 1 y la longitud de la cadena menos uno ($l - 1$); es decir que se escoge un número entre 1 y 4. Para el ejemplo supongamos que para la pareja conformada por los individuos 2 y 4 el punto de cruce elegido aleatoriamente ha sido el 2, esto quiere decir que uno de los hijos tendrá los dos primeros genes del padre (2) y los tres últimos genes de la madre (4), mientras que el otro hijo estará formado por los dos primeros genes de la madre y los tres últimos genes del padre. La población resultante luego del cruce se muestra en el siguiente cuadro:

# individuo	Parejas de los individuos seleccionados	Punto de cruce	Descendientes	Valor x	F(x)
2	11000	2	11011	27	729
4	10011	2	10000	16	256
1	01101	3	01100	12	144
2	11000	3	11001	25	625
SUMA			1754		
MEDIA			438.5		
MEJOR			729		

Cuadro 3.6.4 Población luego de la selección y el cruce.

Como se puede ver en el cuadro anterior mediante la operación del cruce se han mejorado las condiciones de la población, ahora el máximo valor de $f(x)$ es 729 mientras que la media ha subido, pues ahora es 438.5; lo que simplemente significa que los individuos luego de la selección y el cruce son mejores que en la anterior población. Pero aquí no termina el algoritmo genético pues existe otro

operador el cual al aplicarlo mejorará, la mayoría de las veces, las características de los individuos en los cuales se aplica esta operación genética. La operación a la cual nos referimos es la mutación, para lo cual se necesita determinar una probabilidad de mutación p_m , cercana a cero pues si es alta se estaría alterando a todo el cromosoma. Para el ejemplo, los bits o genes que se mutan son el primer gen del tercer individuo y el tercer gen del cuarto individuo. En la siguiente tabla se puede observar los valores de los individuos finales luego de aplicar las tres operaciones genéticas, así como los correspondientes valores de cada variable y de las funciones de adaptación, que en este caso es $f(x)=x^2$. Como se puede ver, tanto el mejor individuo como la función de adaptación media han mejorado al ser comparados con los datos del cuadro 3.6.3.

# individuo	Parejas de los individuos seleccionados	Punto de cruce	Descendientes	Nueva población de descendientes mutados	Valor x	F(x)
2	11000	2	11011	11011	27	729
4	10011	2	10000	10000	16	256
1	01101	3	01100	11100	28	784
2	11000	3	11001	11101	29	841
SUMA			2610			
MEDIA			652.5			
MEJOR			841			

Cuadro 3.6.5 Generación 2 luego de los operadores genéticos.

Se puede ver también que todavía no se ha alcanzado el objetivo del problema, el cual es de encontrar el valor que maximice la función $f(x)=x^2$, por lo que se continuará con el proceso del algoritmo genético. Ahora se considera como población a los individuos obtenidos en la tabla anterior y se procede de la misma forma, se repite este proceso hasta alcanzar el objetivo del problema al cumplir con algún criterio de paro o hasta llegar a un número de iteraciones propuesto. En realidad un algoritmo genético busca las mejores soluciones mediante la evolución de las generaciones anteriores, hasta obtener un valor óptimo que sea considerado como tal, mediante una función de pago o fitness.

En resumen el algoritmo genético funciona de la siguiente forma: se genera una población inicial de individuos, todos ellos codificados según el criterio

elegido; se procede luego a aplicar las operaciones genéticas que son la selección, el cruzamiento y la mutación, mediante las cuales se obtendrán nuevas generaciones de individuos, algunos de ellos tendrán mejores características que sus antecesores y otros no, por lo que entra en escenario la función objetivo que premia a los más aptos y castiga a los peores, luego se procederá a seleccionar a los nuevos padres los mismos que van a producir una nueva generación de individuos o cromosomas, se continua así hasta que la función objetivo o algún criterio de paro indique que se ha cumplido con un resultado satisfactorio, esto es maximizar $f(x)=x^2$.

En varios métodos de optimización, los parámetros de cálculo se mueven de un simple punto en el espacio de solución hasta el próximo, usando algunas reglas de transición para determinar el próximo punto. Este método de punto a punto es peligroso porque ésta es la mejor forma para localizar picos falsos o respuestas erróneas en espacios de búsqueda que tienen varios picos. Lo dicho anteriormente se puede observar en la siguiente figura de un espacio de búsqueda unidimensional, en donde se han obtenido dos resultados, pero tan solo uno es el correcto, y se lo denomina Mínimo Global para el caso que sea un problema de minimización.

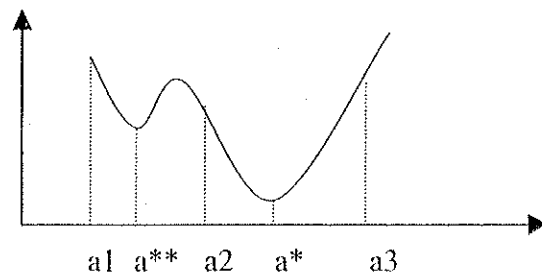


Fig. 3.7 Espacio de búsqueda unidimensional: Mínimo Local (a^{**}) y Mínimo Global (a^{*}).

Por el contrario; los AGs trabajan simultáneamente con una base de datos rica de puntos (una población de cadenas, individuos o cromosomas), explorando muchos picos o puntos del espacio de búsqueda en paralelo; así la probabilidad de encontrar un punto falso es reducida al contrario de los métodos que van punto a punto.

Muchas técnicas de búsqueda requieren demasiada información auxiliar para trabajar apropiadamente. Por ejemplo, la técnica de gradiente necesita derivadas

(calculados analíticamente o numéricamente) para poder escalar el pico actual y otros procedimientos de búsqueda local se basan en técnicas de optimización combinatoria. Para contrastar, los algoritmos genéticos no tienen necesidad de esta información auxiliar. Para realizar una búsqueda efectiva del mejor y de las mejores estructuras, ellos solamente requieren valores de remuneración (payoff- valores de PAGO o función objetivo) asociadas con las cadenas individuales.

Al contrario de muchos métodos, los AG utilizan reglas de transición probabilística para guiar su búsqueda, pero el uso de la probabilidad no sugiere que el método es un simple método de búsqueda aleatoria. Los algoritmos genéticos usan selección al azar como una herramienta para guiar la búsqueda hacia regiones del espacio de búsqueda con probabilidad mejorada.

3.7 TEOREMA FUNDAMENTAL DE LOS ALGORITMOS GENETICOS.

El funcionamiento de los algoritmos genéticos es sencillo, ya que se empieza con una población aleatoria de n cadenas, se copian las cadenas con alguna tendencia hacia el mejor individuo, se aparean y se intercambian las subcadenas, también se puede trabajar sobre cada una de estas cadenas y mutar el valor de un bit ocasionalmente para así obtener una mejor característica en un individuo. Aunque el algoritmo genético manipula una población de cadenas directamente de manera sencilla, se reconoce que este proceso implícitamente causa un manejo de muchas cadenas o muchos esquemas (plantillas) durante cada generación. Para analizar el crecimiento y decadencia de los diferentes esquemas contenidos en una población, se debe realizar una revisión de la notación utilizada en éste análisis.

Si se considera las siguientes cadenas, construidas sobre el alfabeto binario $V=\{0, 1\}$. Por conveniencia en la notación, se representan a las cadenas por letras mayúsculas y a los caracteres individuales por las letras minúsculas (con un subíndice que indica su posición).

Por ejemplo una cadena de siete bits $A = 0111000$ puede ser representada simbólicamente como sigue:

$$A = a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6 a_7$$

Aquí cada uno de los bits a_i (gen) representa una característica binaria, donde cada gen puede asumir un valor 1 o 0 (al valor de los a_i se los denomina alleles [15] [16]). Es posible tener también cadenas donde las características no estén en orden secuencial como en la cadena A' , por ejemplo:

$$A' = a_2 a_6 a_4 a_3 a_7 a_1 a_5$$

Una búsqueda genética requiere una población de individuos, es así que se considera una población de cadenas individuales A_j , $j=1,2,\dots,n$, contenidas en la población $A(t)$ en la generación t .

Además de las notaciones para describir poblaciones, cadenas, posiciones de bit, y alleles, se necesita una notación conveniente para describir los esquemas (posibles valores que pueden tomar los genes que conforman el cromosoma) contenidos en las cadenas individuales y en las poblaciones. Si se considera un esquema H formado por tres letras del alfabeto $V^+ = \{0, 1, *\}$ El símbolo adicional (*), puede ser un 0 o un 1 en una posición particular. Por ejemplo para un esquema de longitud 7 (la longitud del esquema es el número de bits que tiene la cadena) $H = *11*0**$. Se puede ver que la cadena $A = 0111000$ vista anteriormente es un ejemplo del esquema H , porque los alleles a_i de la cadena podrían ocupar las posiciones del esquema hi en las posiciones fijas 2, 3, y 5.

Teóricamente se dice que hay 3^l esquemas definidas sobre una cadena binaria de longitud l . En general, para alfabetos de orden k , existen $(k+1)^l$ esquemas. Por lo que en una población de cadenas con n miembros hay a lo sumo $n \cdot 2^l$ esquemas contenidos en esa población, porque cada cadena en sí mismo es representativa de 2^l esquemas. Esto indica la magnitud de información que puede ser procesada mediante los algoritmos genéticos.

Todos los esquemas no son creados de la misma forma. Algunos son más específicos que otros. Por ejemplo, el esquema $011*1**$ es una declaración más definida sobre las similitudes importantes que el esquema $0*****$. Por ejemplo,

el esquema $1****1*$ tiene una porción de espacio más grande que el esquema $1*1****$. Para cuantificar estas ideas, introducimos dos propiedades de los esquemas: *el orden del esquema y la longitud definida del esquema*.

El orden de un esquema H , denotado por $o(H)$, es simplemente el número de posiciones fijas presentes en el esquema (son los 1s y 0s, presentes en la cadena). En el ejemplo anterior, el orden del esquema $011*1**$ es 4, mientras que el orden del esquema $0*****$ es 1 [15].

La longitud definida del esquema H , denotado por $\delta(H)$, es la distancia entre la primera y la última posición fija de la cadena, contado de izquierda a derecha. Por ejemplo, el esquema $011*1**$ tiene una longitud definida $\delta = 4$ porque la última posición fija es 5 y la primera posición fija es 1, por lo tanto la distancia entre ellos es $\delta(H) = 5 - 1 = 4$. En el otro ejemplo (el esquema $0*****$), la longitud definida es particularmente fácil de calcular: hay una sola posición fija, la primera y última son las mismas, por lo que la longitud definida es $\delta = 0$.

Los esquemas y sus propiedades son elementos interesantes de la notación en los algoritmos genéticos. Además, dan las bases teóricas para el análisis del efecto de la reproducción y los operadores genéticos en la construcción de esquemas contenidos dentro de la población.

El efecto de la reproducción en el número esperado de esquemas en la población es fácil de determinar. Se supone que en una generación t dada, hay m ejemplos de un esquema H en particular, contenidos dentro de la población $A(t)$ donde se puede representar como $m = m(H, t)$. Durante la reproducción, una cadena es copiada de acuerdo a su valor óptimo (fitness), o más precisamente una cadena A_i se selecciona con probabilidad $p_i = f_i / \sum f_i$. Después de la selección, una población diferente a la primera de tamaño n se reemplaza en la población $A(t)$, por lo tanto se espera tener $m(H, t+1)$ representantes del esquema H en la población en la generación $t+1$, dada por la ecuación $m(H, t+1) = m(H, t) * n * f(H) / \sum f_i$, donde el $f(H)$ es la función de aptitud promedio de las cadenas que representan el esquema H en el tiempo t . Si se reconoce que el promedio de la

función aptitud de la población puede escribirse como $f_{prom} = \sum f_j/n$; donde f_j representa el valor de la función objetivo del cromosoma j y n es el número de individuos que conforman la población; entonces se puede volver a escribir la ecuación del crecimiento reproductivo del esquema como sigue:

$$m(H, t+1) = m(H, t) \frac{f(H)}{f_{prom}}$$

Por lo tanto el número de esquemas esperados en la generación $t+1$ es igual a los esquemas de la generación t afectados por la función de aptitud de cada esquema divida para el promedio de las funciones de aptitud de la población o en otras palabras, un esquema en particular crece en relación de la función de aptitud promedio del esquema con respecto a la función de aptitud promedio de la población. Se puede observar que los esquemas con valores de aptitud sobre el promedio de la población recibirán un incremento en el número de muestras en la próxima generación, mientras que los esquemas con valores de aptitud por debajo del promedio de la población recibirán un decremento del número de muestras.

En otras palabras, todos los esquemas en una población crecen o decaen (evolucionan o mueren) según su esquema promedio exclusivamente bajo la operación de reproducción [15].

Ahora se analizará cómo el cruzamiento y la mutación afectan a esta distribución de muestras para las futuras generaciones.

Para entender como afecta el cruzamiento a las futuras generaciones se analizará lo siguiente: La reproducción asigna un crecimiento exponencial o decrecimiento del número de esquemas en forma paralela para las futuras generaciones, muchos esquemas son muestreados en paralelo de acuerdo con la misma regla a través de la utilización de n operaciones de reproducción simple. Por otro lado la reproducción sola no promueve en nada la exploración de nuevas regiones del espacio de búsqueda, ya que no se están buscando nuevos puntos, pues si solo se copian las viejas estructuras sin cambio, entonces como se prueba alguna vez algo nuevo. Es aquí en donde interviene el siguiente paso, el cruzamiento.

El cruzamiento es el intercambio de información estructurada de forma aleatoria entre las cadenas. Para ver qué esquemas son afectados por el cruzamiento y cuales no, se considera el mismo ejemplo de una cadena de longitud $l=7$ y dos esquemas representativos dentro de esa cadena:

$$A = 0111000$$

$$H_1 = *1****0$$

$$H_2 = ****10**$$

Claramente los dos esquemas H_1 y H_2 están representados en la cadena A , pero para ver el efecto del cruzamiento en el esquema, primero se analiza el proceso de cruzamiento simple con selección al azar de una pareja, la selección al azar de un sitio del cruzamiento, y el intercambio de subcadenas. Si la cadena A de longitud 7 ha sido escogida para emparejarse y cruzarse, para escoger el sitio de cruce al azar se supone que se lanza un dado (hay seis sitios en una cadena de longitud 7), y que el dado cayó en 3, esto quiere decir que el lugar de cruce está entre las posiciones 3 y 4. El efecto de este cruce en los dos esquemas H_1 y H_2 puede verse fácilmente en el ejemplo siguiente:

$$A = 0111|1000$$

$$H_1 = *1*|****0$$

$$H_2 = ****|10**$$

A menos que las parejas de la cadena A sean idénticas a A en las posiciones fijas del esquema (es decir que las subcadenas del cromosoma que se van a cruzar tienen las mismas posiciones fijas que el esquema, lo que se ignora en este caso), el esquema H_1 se destruirá, porque el 1 en la posición dos y el 0 en la posición siete, se reemplazarán por diferentes copias (ellos están en los lados opuestos del símbolo del separador que marca el punto de cruce, o punto de corte). Está igualmente claro que con el mismo punto de cruce (entre los sitios 3 y 4), el esquema H_2 sobrevivirá porque el 1 en la posición cuatro y el 0 en la posición cinco será llevado intacto hacia una sola copia. Aunque se ha usado un punto de corte específico para la ilustración, está claro que el esquema H_1 es menos

probable que sobreviva al cruzamiento que el esquema H_2 porque en promedio el punto de corte es más probable que caiga entre las posiciones fijas extremas. Para cuantificar esta observación, se nota que el esquema H_1 , tiene una longitud definida de 5. Si el sitio de cruzamiento se selecciona uniformemente al azar entre los $l-1 = 7-1=6$ posibles sitios, entonces claramente esquema H_1 se destruye con probabilidad $pd=\delta(H_1)/(l-1) = 5/6$ (sobrevive con probabilidad $ps = 1-pd = 1/6$). Similarmente, el esquema H_2 tiene una longitud definida $\delta(H_2)=1$, y se destruye cuando el punto de corte se selecciona para que ocurra entre las posiciones 4 y 5, por lo tanto $pd=1/6$ o la probabilidad de supervivencia es $ps = 1-pd = 5/6$.

Se ve entonces que un límite bajo para la probabilidad de supervivencia al cruzamiento ps puede calcularse para cualquier esquema. Debido a que un esquema sobrevive cuando el punto de cruce cae fuera de la longitud definida, la probabilidad de supervivencia bajo el cruzamiento simple es: $ps=1-\delta(H)/(l-1)$, el esquema probablemente se romperá cuando el sitio de cruce este dentro de la longitud definida, es decir se ha seleccionado dentro de los $l-1$ posibles sitios. Si el cruzamiento es realizado al azar, se llama a pc la probabilidad de cruzamiento en una posición particular, entonces la probabilidad de supervivencia de un esquema al cruzamiento viene dada por la expresión:

$$p_s \geq 1 - p_c \frac{\delta(H)}{l-1}$$

la expresión se hace más fácil cuando $pc=1.0$

El efecto combinado de la reproducción y cruzamiento puede ser ahora considerado. Si se considera exclusivamente la reproducción, se puede calcular el número de esquemas H esperados en la próxima generación. Asumiendo independencia de las operaciones de reproducción y cruzamiento, se obtiene la siguiente ecuación:

$$m(H, t+1) \geq m(H, t) \frac{f(H)}{f_{prom}} \left[1 - p_c \frac{\delta(H)}{l-1} \right]$$

El efecto combinado de la reproducción y el cruzamiento, se obtiene mediante la multiplicación; del número esperado de esquemas considerando tan solo la reproducción por la probabilidad de sobrevivencia bajo el efecto del cruzamiento ps .

$$m(H, t+1) \geq m(H, t) \frac{f(H)}{f_{prom}} * ps.$$

Es decir que el esquema H evoluciona o muere dependiendo de un factor de multiplicación. Con el cruzamiento y la reproducción este factor depende de dos cosas: si el esquema esta arriba o debajo del promedio de la población y si el esquema tiene relativamente una longitud definida corta o larga. Claramente, aquellos esquemas por arriba del promedio y con longitudes definidas cortas van a ser promovidos a la siguiente generación.

El último operador a considerar es la mutación. Usando la definición de mutación como una alteración aleatoria de una sola posición fija del cromosoma con una probabilidad pm . Para que un esquema H pueda sobrevivir, todas las posiciones fijas deberán por sí mismas sobrevivir. Por consiguiente, ya que un solo allele sobrevive con probabilidad $(1 - pm)$, y puesto que cada mutación es independiente, un esquema en particular sobrevive cuando cada uno de los ordenes del esquema $o(H)$ o posiciones fijas dentro del esquema sobreviven. Multiplicando la probabilidad de supervivencia $(1 - pm)$ por sí misma $o(H)$ veces, se obtiene la probabilidad de supervivencia a la mutación $(1 - pm)^{o(H)}$. Para valores pequeños de pm ($pm \ll 1$), la probabilidad de supervivencia del esquema puede ser expresada aproximadamente por la expresión $1 - o(H) * pm$.

Es decir que un esquema en particular H recibe un número esperado de copias en la próxima generación, bajo los efectos de la reproducción, cruzamiento, y mutación, dado por la siguiente ecuación:

$$m(H, t+1) \geq m(H, t) \frac{f(H)}{f_{prom}} \left[1 - p_c \frac{\delta(H)}{l-1} - o(H) p_m \right]$$

Entonces se puede decir que esquemas cortos, de orden bajo y arriba del promedio reciben un incremento de copias en las subsecuentes generaciones. A esto se le conoce como: El Teorema de los Esquemas, o el Teorema fundamental de los Algoritmos Genéticos [15].

3.8 CRITERIOS DE CONVERGENCIA.

En este punto se tratará acerca de la forma de trabajo de los Algoritmos Genéticos, pues al ser éstos una forma diferente de resolución de problemas que generalmente se realizan utilizando técnicas matemáticas "comunes", su enfoque está determinado por la forma en la que éstos abordan los diferentes problemas a tratar.

Al hablar de convergencia nos referimos a la robustez con la cual éste método alcanza las metas para las cuales ha sido propuesto. Al hablar de robustez lo que se quiere decir es la capacidad para que la técnica encuentre un balance entre la eficacia en los resultados y la eficiencia en el tiempo de procesamiento de los datos.

En la teoría analizada anteriormente se observa la capacidad de los algoritmos genéticos para explotar información acumulada en un espacio de búsqueda, mediante la exploración en un grupo o población de datos y no tan solo en un punto a la vez, inicializándose en un espacio desconocido para luego guiar la búsqueda a subespacios útiles.

Para que el algoritmo genético guíe la búsqueda hacia "los mejores" y entonces los "encuentre" se debe tener en cuenta muchas consideraciones, una de ellas es la codificación; ya que se debe abarcar todos los números consecutivos posibles o que éstos varíen a lo más en un bit (de allí la popularidad de la codificación binaria).

Si el algoritmo genético ha sido implementado correctamente, la población evolucionará a lo largo de las generaciones sucesivas de tal forma que la adaptación media con respecto a todos los individuos de la población, así como la

adaptación del mejor individuo se irán incrementando hacia el óptimo global. El concepto de convergencia se relaciona con la uniformidad entre los individuos, un gen ha convergido cuando al menos el 95% de los individuos de la población comparten el mismo valor (allele) para dicho gen.

El cruce es implementado para hacer surgir a nuevos individuos y crear diversidad genética, es considerado como un operador importante dentro de los AG. Existe la tendencia a la homogeneización de la población, es decir que todos los individuos de la misma sean idénticos, esto impide que el algoritmo siga explorando nuevas soluciones, con lo que se puede quedar estancado en un mínimo local no muy bueno; es por eso que el cruce evita este "elitismo" y lleva al algoritmo hacia los óptimos.

La técnica para contrarrestar esta "deriva genética" suele ser la mutación, luego de aplicar la selección y el cruce, aunque no siempre es muy eficaz.

Otro criterio para que el algoritmo llegue a converger es el tamaño de la población, es así que debe existir un balance entre una población muy pequeña y por lo tanto la convergencia hacia un máximo local y una población muy grande y por lo tanto muchos recursos computacionales.

La función de aptitud es la base para determinar que soluciones tienen mayor o menor probabilidad de sobrevivir, se tienen que tener un balance entre una función que haga diferencias muy grandes y por lo tanto una convergencia prematura y diferencias muy pequeñas y por lo tanto un estancamiento de las soluciones.

En general un buen diseño para los algoritmos genéticos tendrá su recompensa en los resultados obtenidos, las pruebas de escritorio deberán ser realizadas aplicando los criterios de convergencia antes mencionados; en sí los autores de esta innovadora técnica admiten algunas falencias en ciertos campos pero por el contrario, existen muchos que han encontrado excelentes resultados en aquellos problemas en los cuales otras resoluciones de orden matemático puro no han sabido corresponder.

CAPITULO 4

EL DESPACHO ECONOMICO DE UNIDADES TERMICAS MEDIANTE ALGORITMOS GENETICOS

4.1 INTRODUCCIÓN.

El presente capítulo tratará de cómo se va a desarrollar el despacho económico de las unidades térmicas mediante los algoritmos genéticos, para lo cual se presentará el algoritmo de tratamiento de los datos y el tipo de información que se necesita para llevar a cabo dicho despacho. Al hablar de algoritmo no nos referimos al AG, sino al proceso llevado a cabo para manejar la información dentro del programa computacional y del cual forma parte el algoritmo genético.

Se sigue algunos de los lineamientos propuestos por el CENACE en los cuales, el despacho económico de generación se lo realiza en el orden de mérito de cada unidad y asignando una potencia de generación de acuerdo al plan de mantenimiento anual establecido para cada una de las unidades.

Al tratarse de un enfoque alternativo para realizar el despacho económico, se considera un análisis diferente de los datos, este análisis contempla los despachos realizados anteriormente por el CENACE y cuyos resultados forman una base de datos histórica, la cual es una parte fundamental para el desarrollo del despacho económico mediante los algoritmos genéticos, puesto que la búsqueda de un resultado se basa en encontrar el valor histórico más próximo, el cual cumple con ciertas relaciones entre los datos de ingreso para el cálculo del despacho económico.

Para trabajar con los valores históricos, las unidades que conforman el S.N.I. han sido divididas en 22 barras ficticias, cada una de las cuales cuenta con una o varias unidades, las mismas que pueden pertenecer a una misma barra y por lo tanto tienen idéntico factor de nodo horario, debiendo acotarse que los costos variables de generación son propios de cada unidad térmica.

Debido a la cantidad de información recopilada sobre los despachos económicos y partes post-operativos dentro del período comprendido entre mayo/99 y noviembre/01, el análisis está centrado en la clasificación por días de la semana, sin considerar días típicos, feriados o fines de semana, además no se hacen distinciones entre los diferentes tipos de demanda que el CENACE considera, es decir no existe una división entre demanda base, media y punta. Tampoco se considera los períodos de hidrología lluviosa, media y seca. Ya que al conformar la base de datos históricos en el período antes mencionado se abarcan todos estos parámetros.

Para guiar la búsqueda de los algoritmos genéticos hacia un valor conveniente del factor de nodo, se plantean diferentes alternativas en la modelación de una función, la cual es denominada función objetivo, una vez encontrada esta función se procede a evaluar la aptitud de la misma mediante una función fitness, que es la que explota el algoritmo genético.

Con la obtención del factor de nodo horario para cada unidad del sistema se realiza el despacho económico tomando en cuenta los costos variables de generación para cada unidad y el plan de mantenimiento respectivo.

4.2 OBTENCION Y ANALISIS DE LA FUNCION OBJETIVO.

Debido a que la función de costos de las unidades térmicas en nuestro país se modelan en forma lineal y por ende el costo incremental de cada unidad resulta en un valor constante, el despacho que se realiza en nuestro medio resulta de alguna forma sencillo, esto se logra dividiendo el costo variable en bornes de cada generador para su respectivo factor de nodo y se ordena de menor a mayor, es decir:

$$\lambda_i = \frac{CVP_i}{\beta_i}$$

Donde i representa la unidad térmica.

En las investigaciones realizadas sobre la realización del Despacho Económico mediante los algoritmos genéticos [1], las funciones de costos de los generadores tienen forma cuadrática y por lo tanto, se aplican los algoritmos genéticos en la determinación del costo incremental (λ) de todo el sistema, cumpliendo con las ecuaciones de balance de potencia y las ecuaciones de coordinación, además se tiene un conocimiento previo de cómo está conformada la matriz de pérdidas.

Debido a que para este caso no se cuenta con la matriz pérdidas, los factores de penalización pueden ser obtenidos mediante el uso de un programa de flujos de potencia, obtenido a su vez del inverso del Jacobiano correspondiente [11], pero al ser este trabajo de tesis enfocado a utilizar otra metodología para la realización del Despacho Económico, resulta innecesario recurrir a estos cálculos y se enfoca el análisis hacia otra perspectiva.

Al ser el costo incremental considerado como una constante, la aplicación de los algoritmos genéticos en buscar dicho valor tal como ha sido realizado en algunos trabajos de investigación resulta inconveniente [1] [3] [5] [6] [7], debido a que la técnica se basa en la búsqueda de un valor que es generado aleatoriamente y que satisfaga una cierta función y no una constante, la función en este caso será la denominada función de aptitud o función objetivo cuya forma generalmente depende del cumplimiento de varias restricciones a la vez.

Entonces para llevar a cabo el desarrollo de la búsqueda genética se ha creído conveniente el análisis de otro factor, en donde; su valor dependa o se relacione de algún modo con una o varias condiciones o variables, las mismas que forman parte del sistema o son el resultado de la realización del Despacho Económico realizado por el CENACE.

Analizando las características de demanda (D), potencia de generación (P) y datos hidrológicos del sistema (CPIHA) (CPHP) (NEP); se observa que estas variables se ven reflejadas en el comportamiento del factor de nodo horario (FNH) para cada unidad del sistema, razón por la cual se ha creído conveniente la modelación de la función objetivo que represente esta dependencia, en función de las variables anteriormente nombradas.

Todos estos datos se los puede obtener de la Información Técnico-Operativa diaria almacenada desde la creación del M.E.M. Es por esto que se parte de ésta información creando una base de datos histórica, en donde se tiene en cuenta todos los factores de nodos horarios y el resto de información necesaria, comprendidos en el período mayo/99-noviembre/00. Es así que con estos datos se pretende modelar una función cuyo principal objetivo será el de guiar al algoritmo genético en la búsqueda del factor de nodo para cada unidad.

4.2.1 ALTERNATIVAS PLANTEADAS PARA LA OBTENCION DE LA FUNCION OBJETIVO.

La función objetivo como se explicó en el capítulo anterior es la parte esencial del algoritmo genético ya que va a permitir modelar el comportamiento de una variable en el espacio de búsqueda. Es por este motivo que al ser la variable de búsqueda el factor de nodo horario, se pretende determinar una función adecuada que cumpla con el propósito de simular el comportamiento de éste a través del análisis de la base de datos.

Antes de comenzar a describir cada una de las alternativas planteadas, se indicará que factores han sido tomados como variables, los mismos que forman parte de la base de datos históricos, estos son:

- Caudal promedio de Hidropaute (CPHP)
- Caudal promedio de Hidroagoyan (CPHA)
- Nivel del embalse de Pisayambo (NEP)
- Demanda horaria (D)

➤ Factor de Nodo horario (FNH)

Además siguiendo el mismo esquema en la distinción de días que realiza el CENACE, se procedió a adoptar este criterio, dividiendo los datos históricos en días de la semana.

Se han probado una serie de alternativas para determinar una función que se ajuste de mejor manera al comportamiento del factor de nodo horario para cada unidad térmica. Es así que entre las alternativas analizadas se tiene:

- Regresión lineal
- Regresión no lineal
- Regresión de polinomios
- Regresión lineal múltiple
- Análisis estadístico entre valores ingresados y valores históricos.

a.) Regresión Lineal:

Al tener una muestra de datos que exhiben una variabilidad significativa una simple inspección sugiere una posible relación entre Y y X, es decir existe una cierta tendencia; una estrategia para representar el comportamiento de tales datos es derivar una función aproximada que se ajuste la curva de los datos y caracterizar así las tendencias de los mismos sin pasar a través de un punto en particular. La técnica para cumplir con tal objetivo se conoce como regresión lineal [20] [21]. Por lo tanto se tiene:

$$y = a_0 + a_1X \quad (1)$$

Lo que se pretende es simular el FNH para cada una de las variables ingresadas de acuerdo a la ecuación 1, entonces, para determinar el comportamiento del factor nodo horario para cada barra en función de las variables elegidas para el análisis se procedió de la siguiente forma: en lo referente a los caudales, se tendrá el mismo caudal para las 24 horas del día al igual que un mismo nivel de embalse mientras que la demanda variará en forma

horaria y del mismo modo para el factor de nodo de cada barra, por lo tanto se establece una relación entre el factor de nodo horario y cada una de estas variables utilizando regresión lineal y por ende se calculan las constantes a_0 y a_1 , obteniéndose así las ecuaciones:

$$\begin{aligned} FNI_{C\dot{P}HP} &= a_0 + a_1 C\dot{P}HP \\ FNI_{C\dot{P}HA} &= a_0 + a_1 C\dot{P}HA \quad (2) \\ FNI_{NEP} &= a_0 + a_1 NEP \\ FNI_D &= a_0 + a_1 D \end{aligned}$$

Todas estas ecuaciones representan el factor de nodo para una misma hora con la diferencia que cada uno de ellos está en función de diferentes parámetros.

La forma de solución de una regresión lineal consiste en la determinación de las constantes a_0 y a_1 , para lo cual se debe resolver el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\begin{aligned} na_0 + (\sum x_i)a_1 &= \sum y_i \\ (\sum x_i)a_0 + (\sum x_i^2)a_1 &= \sum x_i y_i \quad (A) \\ a_1 &= \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - \sum x_i^2} \\ a_0 &= \bar{y} - a_1 \bar{x} \end{aligned}$$

De estas ecuaciones se puede observar que el coeficiente que tiene mayor incidencia en la determinación del FNI es a_0 , ya que éste lleva a que los resultados oscilen entre los valores medios de los factores de nodo horario históricos, impidiendo así que se puedan obtener determinados valores extremos; por lo tanto si se aplicasen los algoritmos genéticos utilizando a esta modelación de la ecuación del factor de nodo implicaría limitar el espacio de búsqueda. Por consiguiente esta modelación de la función del factor de nodo no sería la más adecuada por no obtener valores cercanos a los reales.

b.) Regresión no lineal:

Para los casos en que los datos se encuentren dispersos y no se presente un patrón de comportamiento constante entre los mismos, existe una técnica en la cual se pueden usar transformaciones para expresar los datos en una forma que sea compatible con la regresión lineal, un ejemplo es el modelo exponencial cuya ecuación es de la forma:

$$y = a_1 e^{b_1 x} \quad (3)$$

otro ejemplo es la ecuación de potencias cuya forma es:

$$y = a_1 x^{b_2} \quad (4)$$

En este caso se ha aplicado la ecuación (3), en la cual la variable independiente es cada una de las variables anteriormente mencionadas (CPHP, CPHA, NEP y D) y la variable dependiente es el factor de nodo horario (FNH).

Para manejar este tipo de ecuación se utilizan relaciones matemáticas para transformar las ecuaciones y así ajustar éstas a los datos, por lo tanto se tiene:

$$\log y = b_2 * \log x + \log a_1 \quad (5)$$

Aplicando la ecuación antes descrita (5) y reemplazando los datos de con los cuales se quiere modelar el factor de nodo se tiene las siguientes ecuaciones:

$$\log FNH_{CPHP} = b_2 * \log CPHP + \log a_1$$

$$\log FNH_{CPHA} = b_2 * \log CPHA + \log a_1$$

$$\log FNH_{NEP} = b_2 * \log NEP + \log a_1 \quad (6)$$

$$\log FNH_D = b_2 * \log D + \log a_1$$

donde: ($\log X1 = \log CPHP$; $\log X2 = \log CPHA$; $\log X3 = \log NEP$; $\log X4 = \log D$ y $\log Y = \log FNH$)

como se puede observar de las ecuaciones obtenidas el rango de búsqueda se disminuye aún más comparado con las ecuaciones obtenidas en la regresión lineal, en este caso los valores se mantienen prácticamente fijos al depender de la constante a_1 , que es la más significativa de todas las constantes.

En el momento de incluir todos los valores de la base de datos histórica, los resultados presentarán similarmente una tendencia hacia un valor fijo, por lo que se descarta esta posibilidad de simular los factores de nodo mediante una regresión no lineal.

c.) Regresión por polinomios:

Al no tener resultados satisfactorios mediante las dos técnicas de regresión anteriormente descritas, pues los datos reales de los factores de nodo no demuestran un comportamiento lineal con respecto a las variables utilizadas sino más bien un comportamiento curvilíneo; en tales casos una técnica como la regresión por polinomios podría ser la más apropiada, por lo que un ajuste de los datos con un polinomio de orden superior podría ser una solución adecuada.

Los datos pueden ser ajustados a un polinomio de la forma:

$$y' = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_mx^m \quad (7)$$

Siguiendo el mismo procedimiento descrito en los puntos (a) y (b), para encontrar las constantes, se puede extender la formulación para el caso de polinomios obteniendo el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\begin{aligned} na_0 + (\sum x_i)a_1 + (\sum x_i^2)a_2 + \dots + (\sum x_i^n)a_n &= \sum y_i \\ (\sum x_i)a_0 + (\sum x_i^2)a_1 + (\sum x_i^3)a_2 + \dots + (\sum x_i^{n+1})a_n &= \sum y_i x_i \\ (\sum x_i^2)a_0 + (\sum x_i^3)a_1 + (\sum x_i^4)a_2 + \dots + (\sum x_i^{n+2})a_n &= \sum y_i x_i^2 \\ (\sum x_i^n)a_0 + (\sum x_i^{n+1})a_1 + (\sum x_i^{n+2})a_2 + \dots + (\sum x_i^{n+m})a_n &= \sum y_i x_i^m \end{aligned} \quad (B)$$

con este conjunto de ecuaciones se procede a calcular los coeficientes para un polinomio de grado m , con n datos se obtiene un polinomio de grado $m = n-1$, las ecuaciones resultantes para cada variable analizada son de la forma (7):

Como se puede observar, el término independiente (a_0) en cada una de las ecuaciones es el que tiene más peso para el resultado obtenido. Las ecuaciones derivadas para el ejemplo analizado en este punto son de tercer grado, pero el comportamiento es similar para una extensión de la técnica a un grado superior, es decir al tener una gran cantidad de datos existentes, una aproximación mucho más cercana será la de obtener un polinomio de grado $n-1$ donde n es el número de datos; si la base de datos consta de 80 valores el grado del polinomio sería 80-1, de igual forma el coeficiente independiente (a_0) será el que regirá el comportamiento de la variable dependiente como lo es el factor de nodo horario.

Mediante la observación de los polinomios obtenidos, se puede concluir que ésta aproximación mediante la regresión polinomial no refleja el comportamiento de la variable que se pretende ajustar, ya que al asignar valores a las variables independientes, éstas dan como resultado valores que están fuera de los rangos reales que tienen los factores de nodo, en algunos casos; y en otros mantienen su tendencia hacia el valor medio de los datos ingresados, es por este motivo que se ha creído inconveniente presentar tales resultados por las razones anteriormente descritas, este procedimiento al igual que los anteriormente descritos, son desechados para realizar el trabajo con los algoritmos genéticos.

d.) Regresión Lineal Múltiple.

Por medio de la aproximación lineal se ajustaron los datos de los factores de nodo en función de cada una de las variables escogidas como son: CPHP, CPHA, NEP y D; obteniéndose 4 ecuaciones lineales, las mismas que mediante la asignación de valores reales a las variables independientes tratan de aproximar a un valor exacto al factor de nodo, pero como se analizó éstas tienden a llevar al factor de nodo hacia valores medios de los datos reales históricos, razón por la cual se desechó este proceso de ajuste de datos.

Una extensión útil de la regresión lineal es el caso en donde y es función de dos o mas variables independientes, como se puede ver en la siguiente ecuación:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_m x_m \quad (8)$$

Esta ecuación es en particular útil cuando se ajustan datos experimentales donde la variable sujeta a estudio es a menudo una función de dos o más variables. Aunque ya se realizó el análisis para una aproximación lineal del factor de nodo y se comprobó que una tendencia lineal no era la más conveniente, para este caso lo que se obtendría será un plano, la regresión lineal múltiple tiene una utilidad adicional en la derivación de ecuaciones de potencias de la forma general:

$$y = a_0 X_1^{a_1} X_2^{a_2} \dots X_m^{a_m} \quad (9)$$

Para usar regresión lineal múltiple, la ecuación de potencias se transforma al tomar su logaritmo base 10 para obtener:

$$\log y = \log a_0 + a_1 \log X_1 + a_2 \log X_2 + \dots + a_m \log X_m \quad (10)$$

En este caso la ecuación dependiente estará en función de dos variables independientes que son: tiempo y demanda, por lo tanto la expresión que va a modelar el factor de nodo es la siguiente:

$$f(t, D) = F_{nodo} = a_0 t^{a_1} D^{a_2} \quad (11)$$

Esta ecuación determina un factor de nodo horario único (t) para cada unidad y para una demanda específica (D).

De igual forma se podrá obtener ecuaciones similares para el factor de nodo, en este caso en función del tiempo (horas del día) y de las restantes variables analizadas: CPHP, CPHA Y NEP. Por lo tanto se tiene:

$$f(t, CPHP) = F_{nodo} = a_0 t^{a_1} CPHP^{a_2}$$

$$f(t, CPHA) = F_{nodo} = \alpha_0 t^{\alpha_1} CPHA^{\alpha_2} \quad (C)$$

$$f(t, NEP) = F_{nodo} = \alpha_0 t^{\alpha_1} NEP^{\alpha_2}$$

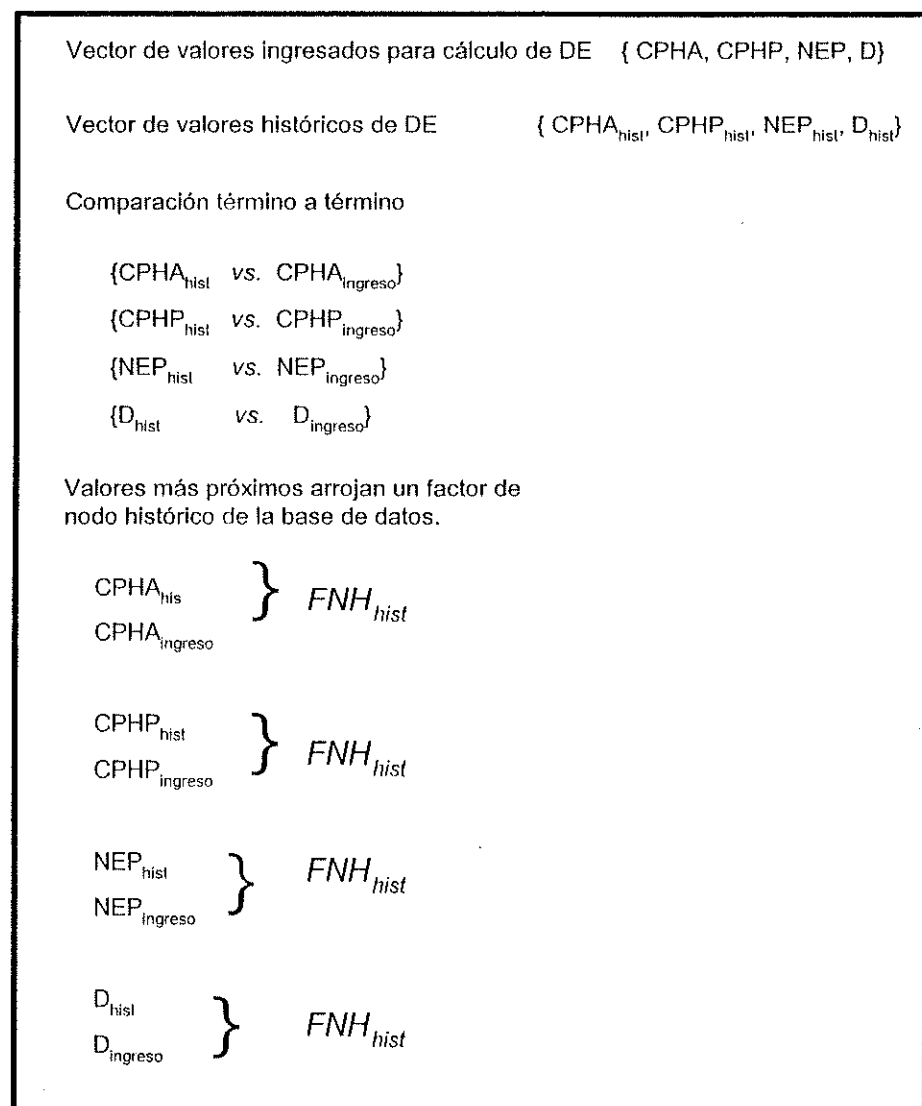
Si se reemplaza los valores reales de las variables independientes para las ecuaciones anteriores (C), los resultados obtenidos no reflejan una similitud con los valores reales históricos, ya que tales resultados están en un rango muy superior al real y en ocasiones es erróneo, razón por la cual no puede ser aplicada la técnica de ajuste lineal múltiple para representar el mejor factor de nodo.

e.) Análisis estadístico entre valores ingresados y valores históricos.

Mediante los procedimientos analizados en los puntos anteriores se obtuvieron diferentes funciones, las mismas que representaron de forma distinta una aproximación para el factor de nodo horario; tales ajustes del factor de nodo no sirvieron para el propósito de encontrar una función que represente adecuadamente a ésta variable, debido a que los resultados obtenidos con todas ellas se mantenían cercanos a un valor medio, para algunos casos y en otros se calculan valores erróneos de los factores de nodo.

Es por esta razón que se ha creído conveniente realizar un análisis totalmente diferente, no pretendiendo modelar una función exacta que refleje el comportamiento del factor de nodo, sino en su lugar, encontrar valores próximos a los valores ingresados de las variables a analizar, esto es datos hidrológicos y demanda horaria (CPHP, CPHA, NEP y DEMANDA), los mismos que coincidan de acuerdo a cierto criterio con los almacenados en la base de datos, es decir se pretende hacer una comparación entre datos ingresados y datos históricos. Los datos ingresados corresponden a los valores para los cuales se pretende realizar el despacho económico, estos valores son los caudales de Hidropaute e Hidroagoyán, el nivel de embalse en Pisayambo y la demanda horaria. Al tener una base de datos reales históricos, ordenados en días de la semana y por cada unidad del sistema, lo que se realiza es una comparación entre los valores de las variables ingresadas y los almacenados en la base de datos, mediante simples relaciones matemáticas se puede obtener un rango para un factor de nodo horario, es decir un máximo y un mínimo factor de nodo. Por lo tanto para obtener un

rango de búsqueda del factor de nodo horario se ingresarán las variables CPHP, CPHA, NEP y DEMANDA horaria para un día específico (datos de ingreso), luego cada uno de estos valores serán comparados con sus respectivos, almacenados en la base de datos histórica, obteniendo así un factor de nodo para cada una estas variables, de esta forma los factores de nodo obtenidos de la base de datos histórica indicarán el rango de búsqueda en los cuales se aplicará los algoritmos genéticos. Lo dicho anteriormente se puede ver en el siguiente cuadro:



Cuadro 4.1. Comparación entre datos ingresados e históricos para obtención del FNH.

Donde las variables ingresadas son las siguientes:

- Caudal promedio de Hidropaute (CPHP)
- Caudal promedio de Hidroagoyan (CPHA)
- Nivel del embalse de Pisayambo (NEP)
- Demanda horaria (D)
- Factor de Nodo horario (FNH)

Esta comparación de datos ingresados y datos históricos se la realiza para cada unidad del sistema en la hora indicada para la cual se quiere realizar el despacho. Si la base de datos cuenta con 120 valores históricos para una cierta unidad entonces la comparación se la llevará a cabo con cada uno de éstos valores.

A continuación se presenta como está formada la base de datos histórica para una de las unidades térmicas y para un día de la semana en particular

JUEVES					E.GZ.TV2					
UNIDAD:										
HORA:					0-1		1-2		2-3	
FECHA	CPHP	VHP	CPHA	NEHP	DEMANDA:	FNH	DEMANDA:	FNH	DEMANDA:	FNH
06-05-99										
13/05/99										
20-05-99										
27-05-99										
03/06/99										
10-06-99										
17-06-99										
24/06/99										

Cuadro 4.2. Formato de la Base de Datos formada del histórico del Despacho Económico realizado.

De acuerdo con el cuadro 4.2, se presenta los datos hidrológicos históricos, así como las demandas y factores de nodo horarios para las 24 horas correspondientes a todos los días jueves en el periodo comprendido de mayo/99 a noviembre/00 para la unidad térmica Gonzalo Cevallos (E.GZ.TV2). El formato es idéntico para todas las unidades térmicas del sistema (104).

Elección del valor histórico base del FNH y de los límites de búsqueda:

Lo que se pretende es encontrar un rango de factores de nodo que guarden relación con las variables ingresadas (CPHP, CPHA, NEP, DEMANDA HORARIA) en el programa que se va a desarrollar para el efecto, por ejemplo si se quiere obtener un rango de factores de nodo para un cierto día de la semana lo que se hará es ingresar en el programa valores de caudales, nivel de embalse y demanda horaria del día a analizar, luego se realizará una comparación entre los datos ingresados y sus similares almacenados en la base de datos, obteniéndose como resultado distintos factores de nodo históricos (cuatro factores de nodo horarios, cuadro 4.4) de los cuales se determina cual es el máximo y cual es el mínimo factor de nodo, de esta manera se obtiene el rango de búsqueda dentro del cual trabajarán los algoritmos genéticos.

La relación entre las variables ingresadas y los datos almacenados es la de encontrar la diferencia mínima, es decir que si por ejemplo el CPHA ingresado es $91.70\text{m}^3/\text{s}$, el caudal elegido de la base de datos será el que este más cercano al ingresado y por ende se elegirá el factor de nodo horario que corresponda a ese caudal dentro de la base de datos histórica. Este mismo criterio se aplicará para las demás variables. Por lo tanto se obtiene cuatro factores de nodo históricos. Esto se puede observar en el cuadro 4.3, aplicando datos de ingreso obtenidos de un día en particular y tomando para el ejemplo solo 4 días se tiene:

DATOS ingresados para el día a analizar:

CF-A:	91.7 m/s
CF-P:	88 m/s
NEP:	3557.88 mm
D:	1018.5 MV

Datos históricos almacenados mas similares encontrados para la unidad analizada (ejemplo solo para 4 días):

DIA	CF-A Hist.	CF-P Hist.	NEP Hist.	DEMANDA Hist.
1	285.2	199	3557.6	996.33
2	335.6	171	3558.12	1016.9
3	200	90.8	3330.5	1025.6
4	85	100	3550.25	980.33

Elección del rango de búsqueda:

- 1° División de cada valor histórico para su correspondiente ingresado
- 2° Valor absoluto de la resta de 1 menos cada resultado obtenido

Para CF-A:		Datos similar
DIA	CF-A Hist./CF-A Ingres	ABS(1-Result)
1	3.110141737	2.1101418
2	3.660283633	2.6602836
3	2.181025082	1.1810251
4	0.9289057	0.0730643

Para CF-P:		Datos similar
DIA	CF-P Hist./CF-P Ingres	ABS(1-Result)
1	2.2613636	1.26136
2	1.9431818	0.94318
3	1.0318182	0.03182
4	1.1363636	0.13636

Para NEP:		Datos similar
DIA	NEP Hist./NEP Ingres	ABS(1-Result)
1	0.999921301	0.0000787
2	1.00067466	0.000675
3	1.00073694	0.0007364
4	0.997805164	0.0021445

Para Demanda:		Datos similar
DIA	D Hist./D Ingresada	ABS(1-Result)
1	0.9782032	0.02180
2	1.0008927	0.00089
3	1.0089710	0.00897
4	0.9625233	0.03748

El valor absoluto indica en que día se han presentado condiciones similares para cada una de las variables ingresadas

En este caso Para la variable CF-A el más similar ha sido el día 4

Para CF-P ha sido el día 3, para NEP el día 1 y para D el día 2

Los factores de modo elegidos para determinar el rango de búsqueda son los que corresponden a estos 4 días entonces, el rango se elige de entre el mínimo FN-H y el máximo

Variable relacionada	DIA	FN-H
CF-A	4	1.01251
CF-P	3	0.99972
NEP	1	0.99984
D	2	1.00246
	MN	0.99972
	MAX	1.01251

Cada valor encontrado da como resultado un factor de modo histórico (FN-H), de entre los cuales se escoge al mínimo y al máximo para determinar así un rango de búsqueda

Cuadro 4.3. Valores límites para la búsqueda.

Este ejemplo sirve para explicar como se elige el rango de búsqueda, se han tomado tan solo 4 días similares a los datos de ingreso, para un cálculo real se deberán tomar todos los días comprendidos entre mayo de 1999 y noviembre del 2000.

Una vez determinado el rango de búsqueda, se procede a encontrar un factor de nodo base, el cual servirá como valor de referencia para premiar o castigar el factor de nodo obtenido por el algoritmo genético.

La obtención del factor de nodo base se desarrolla de manera similar al anterior pero con la diferencia de que ahora se toma en cuenta a todas las variables ingresadas a la vez CPHP, CPHA, NEP Y D para ser divididas entre cada una de sus correspondientes en la base de datos histórica, por ejemplo si se tiene para un día determinado $CPHA = 91,70 \text{ m}^3/\text{sg}$, $CPHP = 88 \text{ m}^3/\text{sg}$, $NEP = 3557.88 \text{ msnm}$ y $D = 1018.5 \text{ MW}$. Se divide cada valor para cada uno de los valores correspondientes de CPHP, CPHA, NEP Y D guardados en la base de datos, el resultado será un valor cualquiera X , el cual si resulta que es 1 nos indicará que estos valores divididos entre si son idénticos, este proceso se realiza a la vez para todas las variables ingresadas. Luego se multiplican los resultados de las divisiones de cada variable entre si y se los almacena dentro de una base de datos temporal, posteriormente, se le resta a 1 el producto de estos cuatro valores, para luego obtener su valor absoluto, y con este resultado se elige al mínimo valor mediante el cual nos da el factor de nodo histórico de la base de datos.

Lo dicho anteriormente se lo puede entender con mayor facilidad observando el cuadro 4.4, en el cual se ha utilizado tan solo a cuatro días que corresponden a los históricos de los datos ingresados, esto es con el motivo de clarificar de una forma sencilla el proceso de elección del FNH base, para un cálculo mas completo de éste valor se utilizarán los datos históricos para el día y hora señaladas entre el periodo de mayo de 1999 hasta noviembre del 2000, que son los que conforman la base de datos creada para este caso.

Es así como se obtienen valores reales a partir de la base de datos, con los cuales se pretende encontrar al aplicar un criterio de búsqueda mediante una función de aptitud y otra de pago con los algoritmos genéticos valores cercanos a los históricos conocidos y además a partir de éste proceso estadístico de ordenamiento de los datos, se tiene un rango de búsqueda más real en el cual trabajarán los algoritmos genéticos.

DATOS ingresados para el día a analizar:

CF-A: 91.7 m8/s
 CF-P: 88 m8/s
 NEP: 3557.88 m8/m
 D: 1018.5 MW

Datos históricos almacenados mas similares encontrados para la unidad analizada

DIA	CF-A	CF-P	NEP	DEMANDA	FNH
1	285.2	199	3557.6	996.33	1.01251
2	335.6	171	3558.12	1016.9	0.99972
3	200	90.8	3550.5	1025.6	0.99984
4	85	100	3550.25	980.33	1.00246

Elección del valor histórico base:

- 1° División de cada valor histórico para su correspondiente ingresables cuatro a la vez.
 2° Valor absoluto de la resta de 1 menos cada producto obtenido.

DIA	CF-A hist/CF-A Ingres	CF-P hist/CF-P Ingres	NEP hist/NEP Ingres	Dist/Dingres
1	0.3215288	0.2732029	0.4586000	1.07882363
2	0.4422111	0.5146199	0.9991630	0.88000000
3	1.0000787	0.9992641	0.9992641	1.00214914
4	1.0222517	1.0015734	0.9980772	1.0390687

DIA	Producto de las 4 divisiones	ABS(1-Producto)
1	0.04340503	0.95659496
2	0.19408645	0.80591355
3	1.000753579	0.000753579
4	1.066361036	0.066361036

Se elige el mínimo valor absoluto de 1 menos el producto.
 Con este valor se elige el FNH base para relacionar las variables de ingreso
 con los valores históricos almacenados en la base de datos.
 FNH base: 0.99984

Cuadro 4.4. Valor base histórico para la búsqueda.

El propósito de la función objetivo es el de guiar al algoritmo genético en la búsqueda del factor de nodo horario, mediante la restricción de cumplir con los parámetros que en ella se tienen y de estar en el rango de datos escogido para su trabajo.

Para ello se ha creído conveniente obtener un modelo matemático que represente de la mejor forma el comportamiento del factor de nodo horario en función de los valores históricos de éste y que han sido obtenidos de los datos presentados por el despacho realizado por el CENACE.

Las funciones objetivo y fitness (función de pago) se explican a continuación.

4.2.2 FUNCION OBJETIVO.

De las alternativas analizadas podemos observar que la última es la mas acertada ya que se obtiene una relación entre los datos hidrológicos y la demanda y los factores de nodo históricos reales al contrario de una aproximación como lo hacen las cuatro primeras alternativas. Por consiguiente se procede a determinar una función objetivo en base al último procedimiento descrito.

Los factores de nodo históricos obtenidos a partir de las variables ingresadas según la última alternativa y que representan los valores de rango de máximo y mínimo de búsqueda y factor de nodo base relacionado con los datos hidrológicos y demanda horaria, servirán para determinar la función objetivo la misma que se obtiene de la siguiente manera: los cuatro factores de nodo obtenidos de los cuales se determina el máximo y el mínimo sirven para identificar cual va a ser el espacio de búsqueda del algoritmo genético, desechando a los otros dos valores; estos valores de máximo y mínimo no serán constantes ya que éstos dependen de los valores de las variables que se ingresen. Luego se procede a determinar un valor aleatorio normalizado entre cero y uno [0-1] el cual es introducido en la función y para que el algoritmo genético genere un factor de nodo comprendido entre los límites antes descritos. Es decir mediante esta función se asegura que el factor de nodo obtenido por el algoritmo genético no generará valores medios o valores que estén fuera del rango establecido. Por lo tanto la función escogida para el efecto tiene la siguiente forma:

$$\text{Función Objetivo: } f(x) = f_{\text{hist}}(\text{min}) + \xi(f_{\text{hist}}(\text{max}) - f_{\text{hist}}(\text{min}))$$

Donde: $f_{\text{hist}}(\text{min})$: valor mínimo del rango de búsqueda.

$f_{\text{hist}}(\text{max})$: Valor máximo del rango de búsqueda.

$0 \leq \xi \leq 1$: valor real.

$f(x)$: Factor de nodo horario encontrado por los algoritmos genéticos.

Para determinar si los algoritmos genéticos están cumpliendo con el propósito de encontrar el mejor factor de nodo, y para asegurar que la función

objetivo estime siempre el valor más cercano al real, se emplea la función de pago (fitness) la cual evalúa cuan óptimo es el valor obtenido del factor de nodo, es decir premia o castiga a cada una de las soluciones encontradas.

En esta función de pago representa un elemento muy importante el factor de nodo base anteriormente descrito.

El factor de nodo base fue elegido de entre del producto de cuatro cocientes obtenidos a su vez de la división entre las variables de ingreso y sus similares almacenadas en la base de datos. Es decir si en la base de datos existen 80 valores para un día y una unidad térmica específica, se tendrá 80 productos, de los cuales se elige el mínimo producto debido a que éste refleja que para los valores ingresados han existido valores idénticos o similares dentro de la base de datos, se obtendrá así un solo valor para el factor de nodo histórico que a su vez guardará una relación cercana con las cuatro variables ingresadas.

La función fitness relaciona al factor de nodo encontrado $f(x)$ mediante la función objetivo con el factor de nodo base histórico, donde se puede observar que esta función penaliza o premia a las soluciones; la función fitness tiene la siguiente forma:

$$\text{Función Fitness : fitness} = \frac{1}{\text{abs}[f(x) - FNH_{\text{historico}}]}$$

Donde: $f(x)$ es el factor de nodo horario encontrado mediante la búsqueda genética.

$FNH_{\text{historico}}$ es el valor base encontrado de la base de datos histórica.

Se puede concluir que el factor de nodo obtenido por los algoritmos genéticos $f(x)$ mientras más cercano este al factor de nodo base será premiado, ya que su fitness tendrá un valor alto, mientras que para el caso contrario el fitness tendrá un valor bajo. Esta función fitness forma parte esencial de la programación

de los algoritmos genéticos, pues mediante ella se promueven a los valores que tienen fitness alto y se desecha a los otros.

El principio básico de utilizar un factor de nodo base radica en el hecho de que mediante este valor se relaciona a los cuatro valores (caudales de ingreso, nivel de embalse y demanda horaria) los mismos que se ingresan como variables de cálculo en el despacho económico a realizarse con la existencia de valores muy próximos o similares de los despachos ya realizados y factores de nodo existentes que se encuentran almacenados en la base de datos, obteniéndose con esto un factor de nodo más confiable para llevar a cabo el despacho, es decir el despacho mediante los algoritmos genéticos se basa en encontrar un factor de nodo similar a los históricos conocidos teniendo como referencia la relación que se da a los datos de ingreso con los almacenados en la base de datos.

Para el caso de que el factor de nodo base coincida con el histórico se obtendrá una división por cero en la función fitness, para lo cual se procede a reemplazar esta indeterminación colocando un valor muy alto para la fitness obtenida.

Una vez obtenido el factor de nodo horario, se realizará el cálculo del costo incremental para cada una de las unidades térmicas del sistema (104 unidades) y posteriormente se procede a desarrollar el despacho económico programado sin restricciones tomando en cuenta el plan de mantenimiento y de acuerdo al orden de mérito del costo incremental; y asignando a cada una de las unidades su máxima potencia con el respectivo porcentaje de reserva de giro, es así que la última unidad en despacharse es la que impone el costo marginal.

Cabe recalcar que una vez realizado el Despacho Económico, las unidades térmicas se despachan con el factor de nodo calculado mediante los algoritmos genéticos, mientras que los factores de nodo del resto de unidades térmicas que no intervienen en el despacho no son los adecuados debido a que una vez ingresado el despacho, cambia el flujo de potencia de la red y por ende se ven afectados los factores de nodo de las unidades no despachadas y se tendrían que calcularlos de nuevo para tener así una idea real de cómo afecta la realización del despacho en todas las unidades del sistema.

4.3 INFORMACION REQUERIDA PARA LA REALIZACIÓN DEL DESPACHO.

Para llevar a cabo el despacho económico se parte de los fundamentos teóricos en los que se basa el CENACE para resolver el despacho del S.N.I., en donde se utilizan las ecuaciones de coordinación previamente descritas en el capítulo dos, en el cual se observó que los costos marginales de los generadores son constantes y además estos son afectados por su correspondiente factor de nodo, por lo tanto los costos marginales de cada generador se ordenan de menor a mayor hasta satisfacer la demanda y pérdidas del sistema, y así el último generador despachado establece el costo marginal del sistema [11] [12].

Cabe mencionar que previo al despacho se debería realizar un análisis de los flujos de potencia para determinar si es factible despachar una unidad específica sin producir grandes variaciones en los flujos de potencia de la red, pero; para éste análisis se deberá conocer la topología de la red, lo que está fuera del alcance de éste trabajo de tesis, por lo que se obvia este análisis.

Se debe considerar también que las unidades despachadas de esta forma no trabajan a su máxima potencia ya que se debe tener una reserva de giro del 2 al 3% de la potencia nominal de la unidad.

Debido a que la metodología que se va a desarrollar para resolver el problema del despacho económico de unidades térmicas en nuestro medio es totalmente diferente a las tradicionalmente aplicadas en este campo, se optó por dar un tratamiento distinto a la información de las variables que en ésta intervienen, ya que por lo general el despacho económico se realiza en base a una función de costos de forma cuadrática y al no ser ésta aplicable en nuestro país, pues se considera una modelación lineal de la función de costos no es posible realizar un procedimiento similar al presentado en el documento base este trabajo de tesis [1]. En este documento se hace referencia a la aplicación de los algoritmos genéticos para encontrar el costo incremental en base a una función cuadrática y al no presentarse esta situación en nuestro caso se optó por modelar una función que

represente el factor de nodo horario y poder así aplicar la metodología de los algoritmos genéticos.

Al tratarse los algoritmos genéticos de un método de búsqueda aleatoria del mejor valor, calificado de acuerdo a una función objetivo, se ha creído conveniente partir de:

- Una base de datos histórica
- Plan de mantenimiento

4.3.1 BASE DE DATOS HISTORICA.

Lo que se pretende es modelar el comportamiento del factor de nodo horario para las diferentes unidades térmicas que conforman el S.N.I, mediante una función partiendo de los valores reales históricos del factor de nodo publicados por el CENACE y además relacionarlos a su vez con los parámetros representativos de la generación efectuada mediante el despacho económico programado sin restricciones realizado por el CENACE.

Es decir que se va a obtener un factor de nodo representativo de cada unidad, para cada hora de generación, para lo cual se realiza un seguimiento durante aproximadamente mas de un año de los factores de nodo horarios del despacho económico programado sin restricciones, además de las variables hidrológicas que intervienen en el despacho (caudales y niveles de embalse).

La base de datos empleada para la aplicación de los algoritmos genéticos esta compuesta por los datos publicados por el CENACE desde mayo de 1999 hasta noviembre del 2000 de la cual se extrae la siguiente información:

- Información de despacho económico programado sin restricciones.
- Información del parte post-operativo diario.

Se tomo el despacho económico programado sin restricciones, con el fin de tener una información más real de los valores presentados tanto de los factores de nodo, demandas, despachos y costos variables de generación, pues aquí no intervienen las restricciones de transmisión. Por lo tanto de este despacho se obtuvo la siguiente información: el despacho horario de las unidades del sistema (hidráulicas y térmicas), las demandas horarias del sistema, los factores de nodo horarios de todas las unidades térmicas en el período antes descrito.

Mientras que del parte post-operativo diario se obtuvo los datos referentes a: caudal promedio de Hidropaute (CPHP), caudal promedio de Hidroagoyan (CPHA) y el nivel del embalse de Pisayambo (NEP). Esta información es importante ya que nos indica el comportamiento hidrológico que se presentó en un día específico.

Para crear esta base de datos, la información obtenida del CENACE ha sido dividida en días de la semana y por barras (en cada barra puede existir más de una unidad térmica), es decir que habrá información de los factores de nodo para cada día, para cada barra y en forma horaria, además de sus respectivos datos hidrológicos y demanda horaria del sistema. Cabe señalar que las unidades que pertenecen a una misma barra tienen un mismo factor de nodo.

El número de barras ficticias que conforman la base de datos es de 22. Este número de barra ficticia servirá en lo posterior como un código para identificar a los valores dentro de la base de datos.

Por ejemplo; la unidad térmica Esmeraldas (T-ESMER), para todos los días lunes su base de datos tendrá el siguiente formato:

Barra 1	Lunes			T-ESMER				
FECHA	CPHP	CPHA	NEP	DEMANDA1	FNH1	DEMANDA2	FNH2	....
03/05/1999	663,28	238,00	3557,73	869,68	1,02162	846,42	1,01859	....
10/05/1999	222,00	136,00	3558,30	860,80	1,02481	837,20	1,02362	....
17/05/1999	205,34	169,00	3559,32	869,70	1,02511	841,20	1,02259	....
24/05/1999	215,66	166,00	3560,68	970,00	1,03738	924,30	1,03333	....
31/05/1999	256,58	233,00	3561,95	864,60	1,02817	844,80	1,02739	....
07/06/1999	132,88	165,00	3563,31	864,50	1,02760	844,40	1,02632	....
14/06/1999	187,81	260,00	3563,36	826,40	1,02139	804,30	1,02048	....
21/06/1999	145,76	181,00	3562,53	819,70	1,01836	799,10	1,01868	....
28/06/1999	103,61	143,00	3562,32	820,50	1,02961	792,60	1,02826	....
05/07/1999	103,01	146,00	3562,45	815,00	1,03549	803,10	1,03538	....
12/07/1999	71,43	96,00	3562,36	831,20	1,02980	797,40	1,03774	....
19/07/1999	153,97	128,00	3562,96	814,80	0,96341	787,10	0,96188	....
26/07/1999	206,47	173,00	3564,54	816,30	1,03001	787,90	1,02851	....
02/08/1999	135,30	163,00	3564,42	820,30	1,03489	799,60	1,03368	....
09/08/1999	221,90	224,00	3563,96	811,50	1,04078	783,90	1,04085	....
16/08/1999	828,46	856,00	3565,36	805,00	1,03119	785,80	1,02936	....
23/08/1999	97,09	138,00	3564,62	807,40	1,03303	788,20	1,03127	....
30/08/1999	72,71	88,00	3563,56	799,70	0,88534	771,60	0,86333	....
06/09/1999	62,82	91,00	3564,40	818,30	0,88418	787,90	0,88142	....
13/09/1999	70,84	78,00	3564,12	836,00	0,87642	815,10	0,87452	....
20/09/1999	72,85	109,00	3564,65	833,50	0,93543	812,70	0,93348	....
27/09/1999	140,52	308,00	3564,05	839,80	0,86205	820,70	0,86132	....
04/10/1999	219,60	176,00	3564,13	832,00	1,03202	797,40	1,03015	....
11/10/1999	61,20	110,00	3563,78	826,80	1,04377	804,60	1,03836	....
18/10/1999	63,48	108,00	3564,15	837,70	0,86952	817,40	0,86830	....
25/10/1999	84,00	96,00	3563,98	855,70	0,87394	838,90	0,87368	....
01/11/1999	56,10	78,00	3563,75	892,80	0,87429	862,60	0,87010	....
08/11/1999	57,30	62,00	3563,68	859,50	0,88146	827,50	0,87814	....
15/11/1999	37,00	42,00	3562,86	860,00	0,88106	836,00	0,87960	....
22/11/1999	35,10	38,00	3561,46	859,50	0,86221	836,60	0,86377	....
29/11/1999	31,60	30,00	3559,94	883,40	0,88815	849,90	0,88629	....
06/12/1999	78,70	72,00	3558,70	888,50	0,88114	859,10	0,87910	....
13/12/1999	42,70	40,00	3556,90	876,10	0,88268	848,10	0,88110	....
29/05/2000	521,70	477,00	3562,00	901,60	1,03583	873,00	1,03705	....
05/06/2000	155,50	223,00	3564,02	891,30	1,03346	861,10	1,03173	....
12/06/2000	159,60	209,00	3565,15	872,60	1,02899	853,30	1,02989	....
17/07/2000	105,46	137,00	3564,94	844,50	1,03174	821,80	1,02905	....
24/07/2000	177,50	209,00	3564,10	829,30	1,03775	805,20	1,03616	....
31/07/2000	68,30	131,00	3563,94	830,50	1,03345	805,20	1,03208	....
07/08/2000	108,40	129,00	3564,30	820,50	1,04635	805,00	1,04737	....
14/08/2000	105,66	134,00	3564,84	830,60	1,04389	810,60	1,04192	....
21/08/2000	135,98	153,00	3565,00	839,90	1,03630	808,00	1,03506	....
28/08/2000	79,60	122,00	3564,72	849,80	1,03504	830,20	1,03723	....
04/09/2000	118,61	205,00	3563,84	844,40	0,87759	818,00	0,87745	....
11/09/2000	63,30	95,00	3563,87	844,20	0,86611	822,80	0,86579	....
18/09/2000	137,49	96,00	3563,78	856,80	0,95348	836,80	0,95248	....
25/09/2000	144,80	151,00	3564,46	861,30	0,94480	836,60	0,94390	....
02/10/2000	215,03	162,00	3564,92	855,90	1,03811	830,60	1,03686	....
09/10/2000	190,42	156,00	3564,28	845,00	1,04124	811,40	1,03946	....
16/10/2000	106,40	140,00	3563,56	874,10	0,88300	845,70	0,88046	....
23/10/2000	62,38	66,00	3562,98	907,60	0,88056	875,00	0,87915	....
30/10/2000	39,60	68,00	3562,66	904,20	0,88131	879,60	0,87878	....
06/11/2000	30,33	56,00	3561,70	896,60	0,88578	871,90	0,88377	....
13/11/2000	26,72	55,00	3559,89	889,60	0,87549	872,60	0,87573	....
20/11/2000	39,80	57,00	3558,42	893,00	0,88802	868,20	0,88693	....
27/11/2000	40,99	59,00	3557,97	937,90	0,88449	911,40	0,88559	....

Cuadro 4.5. Formato de la base de datos.

Donde, la primera columna corresponde a la fecha de todos los días lunes desde mayo/99 hasta noviembre/00, en la segunda y tercera columnas se encuentran los valores de caudal promedio de Hidropaute (CPHP) y caudal promedio de Hidroagoyan (CPHA) respectivamente, en la cuarta columna se presentan los valores de nivel de embalse de Pisayambo (NEP), para cada una de las fechas correspondientes. De igual forma en las columnas 5 y 6 se presenta la

demanda de generación en MW y factor de nodo correspondiente a la primera hora (00:00-01:00), la base de datos continúa hasta la demanda24 y fnh24, para todos los días de la semana y para el período comprendido entre mayo/99 hasta noviembre/2000.

En el cuadro 4.5 se presentó una unidad correspondiente a la barra número 1, esta división se la ha realizado debido a que en el S.N.I. existen 104 unidades (hasta el momento en que ha sido realizada la base de datos) las mismas que se encuentran distribuidas en 22 diferentes barras ficticias las cuales han sido divididas de acuerdo a su factor de nodo, por lo que en la base de datos se necesita solamente la información de una barra en particular ya que el resto de unidades conectadas a esa barra tienen igual factor de nodo; es decir la base cuenta con 22 diferentes factores de nodo y el espacio computacional requerido se reduce considerablemente, comparado con el ingreso de los 104 valores por cada unidad del sistema. En el cuadro 4.6 se muestran todas las unidades térmicas y la barra ficticia con la cual han sido almacenadas en la base de datos:

#. Barra	Unidad	#. Barra	Unidad	#. Barra	Unidad	#. Barra	Unidad
Barra 1	T-ESMER	Barra4	TPGUANG5	Barra11	LOJ-CA4	Barra17	MAN-M12
	EMLESU1		TPGUANG6		LOJ-CA5		MAN-M13
Barra2	EMLESU2	Barra5	G.HERNA1		LOJ-CA6		MAN-M14
	E.GZ.TV3		G.HERNA2		LOJ-CA7		MAN-M15
	E.GZ.TV2		G.HERNA3		LOJ-CA8		MAN-M16
	E.VASANT		G.HERNA4		LOJ-CA9		MAN-M18
	ELEC-AT1		G.HERNA5		LOJ-CA10		MAN-M22
	ELEC-AT2		G.HERNA6	Barra12	EMELNOR	Barra18	S-DGOG9
	E.GZ.TG4	Barra6	EQL3-U3	Barra13	SELG1		S-DGOU2
	E.GASAN5		EQL3-U4		SELG12		EPW-SD1
	E.GASAN6	Barra7	EQL2-U1		SELG8	Barra19	EPW-SD2
	E.GASAN1		EQL2-U2		SELG9		AMB-LLI1
Barra3	E.GASAN2	Barra8	LULUN-11		SELG10		AMB-LLI2
	E.GASAN3		LULUN-12		SELG11	Barra20	AMB-BAT3
	EAUSDES1		LULUN-13		SEPLG4		MILA-G3
	EAUSDES2		TP.ROSA3		EPW-SELE		MILA-G4
	EAUSDES3		TP.ROSA2	Barra14	SEPOG5		MILA-G5
	EAUSDES4		TP.ROSA1	Barra15	BOLIVAR		MILA-G6
	EAUSMON1	Barra9	ORO-CAG3	Barra16	RIOBAMBA		MILA-G7
	EAUSMON2		ORO-CAG4	Barra17	MAN-M11		MILA-G8
	EAUSMON3		ORO-MAU4		MAN-M12	Barra21	E-TRINIT
	EAUSMON4	Barra10	ORO-MAU5		MAN-M13		ECORP
Barra4	EAUSMON5		VGQL2-U3		MAN-M14	Barra22	EQT-U1
	EAUSMON6		VGQL2-U4		MAN-M17		EMELRIO1
	TPGUANG1	Barra11	VGQL1-U1		MAN-M18		EMELRIO2
	TPGUANG2		VGQL1-U2		MAN-M19		EMELRIO3
	TPGUANG3		LOJ-CA1		MAN-M10		EMELRIO4
	TPGUANG4		LOJ-CA2		MAN-M11		

Cuadro 4.6. Unidades Térmicas y Barra ficticia asignada.

4.3.2 PLAN DE MANTENIMIENTO.

El plan de mantenimiento es de gran importancia debido a que en éste consta la disponibilidad horaria de cada una de las unidades térmicas que conforman el sistema. Por lo tanto se debe tener siempre presente este plan, pues en el momento de realizar el despacho económico se debe conocer previamente si una determinada unidad esta disponible o no. Como se pretende realizar el despacho económico programado sin restricciones, este plan es esencial ya que contempla las restricciones técnico-operativas de cada unidad.

4.4 PROCESO DE DESARROLLO DEL ALGORITMO GENETICO PARA EL DESPACHO ECONOMICO.

En este punto se hace mención a cada uno de los procesos llevados a cabo con el fin de ejecutar el algoritmo genético para la realización del Despacho Económico.

Codificación:

La codificación empleada es la binaria. El parámetro codificado es el valor de ξ el cual es un valor real entre 0 y 1. Este valor influye en el valor final del factor de nodo relacionando los valores del factor de nodo horario histórico máximo y mínimo, de acuerdo a la función objetivo creada para el efecto de la búsqueda. La función fitness califica a la función objetivo y directamente influye en el valor de ξ .

Población Inicial:

Para conformar cada gen de un individuo de la población inicial del algoritmo genético, se ingresa un valor normalizado, el cual mediante una función aleatoria se determinará que valor va a tomar cada gen, ésta función aleatoria depende del lenguaje de programación que se utilice, en muchos de los cuales suele denominarse función *random*. Por ejemplo, si el valor normalizado es ingresado como 0,3, la función *random* retorna un valor de probabilidad

cualesquiera el cual es comparado con el valor ingresado y de acuerdo a esto se va formando cada gen de cada cromosoma de la población inicial, si el valor en este caso es mayor a 0,3 el bit asignado es un "1" y es un "0" para el caso contrario o viceversa. El tamaño de la población dependerá del parámetro ingresado al momento de iniciar con el cálculo.

Selección:

Al ser éste operador un proceso aleatorio, la selección de individuos de la población inicial y del resto de poblaciones de cada generación para que participen en el cruzamiento está basado en el método de la ruleta sesgada, descrito en el capítulo 3.

Cruzamiento:

De acuerdo a la probabilidad asignada ocurrirá el proceso de cruzamiento como se indica a continuación: Si la probabilidad de cruce es de 0,6, esto significa que para una longitud de un cromosoma de 30 bits, a cada gen de cada individuo se le asigna un valor proporcional a la longitud del cromosoma, en este caso ese valor es de 0,0333 ($1/30$) y para saber cual es el punto de cruce se obtiene el valor acumulado desde el bit menos significativo hasta llegar al valor asignado de probabilidad de cruce, en este caso para obtener el punto de cruce para una probabilidad de 0,6 se deben sumar los 19 primeros lugares del cromosoma, dando un valor de 0,62 lo que indica que en la posición 19 se realizará el cruce entre la pareja seleccionada.

Mutación:

La mutación es un valor de probabilidad que se aplica a cada bit de cada cromosoma de la población. El valor de esta probabilidad indica con que frecuencia cambiaría el valor del gen, depende al igual que el cruce, de la longitud del cromosoma y del valor acumulado para cada posición dentro del cromosoma.

Con todo lo expresado anteriormente se podría decir que la búsqueda genética se centra en encontrar un valor real ξ , el cual afecta directamente en la determinación del factor de nodo dado por la función objetivo y evaluada por la función fitness.

CAPITULO 5

DESCRIPCION DEL PROGRAMA COMPUTACIONAL

5.1 INTRODUCCION.

En este capitulo se describirá en forma detallada la instalación, ejecución y manejo del programa de Despacho económico programado mediante Algoritmos Genéticos (DEPAG), el mismo que forma parte del CD que viene incluido en este documento de tesis. Además como información se hace referencia al lenguaje de programación utilizado en el desarrollo del programa, así como también a los requerimientos de software y hardware que se requieren para el buen desempeño del programa.

Dentro del contenido de este capítulo se realiza a modo tutorial la forma de aplicación del programa DEPAG, el mismo que describe la manera de implementar y realizar el despacho económico programado sin restricciones, indicando de forma detallada los pasos necesarios para ello.

Previo al inicio del cálculo del despacho económico programado mediante los algoritmos genéticos, se debe tener en cuenta ciertas variables utilizadas en este programa, las mismas que son fundamentales para el desarrollo de los algoritmos genéticos y por ende del despacho económico, y que se pueden resumir en: datos de caudales, niveles de embalse, demanda total para una hora específica, demanda cubierta para las unidades hidroeléctricas, costos variables de generación y plan de mantenimiento de las unidades térmicas, éstas deberán ser

coherentes en sus valores, ya que ellas permiten la correcta búsqueda del valor histórico dentro de la base de datos.

5.2 DESCRIPCION DEL PROGRAMA.

El programa desarrollado en este trabajo de tesis se ha denominado DEPAG (Despacho Económico por Algoritmos Genéticos), el mismo que fue elaborado en su totalidad bajo el entorno de programación de Visual FoxPro versión 6.0 [22], el uso de este lenguaje de programación se debió a la gran cantidad de información que se requería analizar y a la facilidad que presenta éste lenguaje para el tratamiento de los datos.

El programa se puede dividir en tres partes:

- Base de datos histórica
- Calculo del Factor de Nodo
- Despacho de unidades térmicas

Cada una de estas partes se tratará con más detalle en los siguientes puntos de este capítulo.

5.3 REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE Y HARDWARE.

Para la ejecución y un buen desempeño del programa DEPAG, se debe tener en cuenta los siguientes requerimientos de software y de hardware:

- Microsoft Windows 95 o superior.
- Microsoft Graph 95 o superior.
- Microprocesador Pentium III, 800 MHz o superior.
- Pantalla VGA o de resolución superior compatible con Microsoft Windows.
- Espacio en disco duro: 180 Mb.
- Memoria RAM: 64Mb o superior.

- Unidad de CD-ROM.
- Mouse.

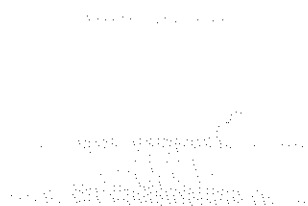
Cabe señalar que estos requerimientos en lo que se refiere a software son los mínimos requeridos, no se hace mención de Windows NT, debido a que este presenta problemas en la presentación gráfica del programa. Mientras que en el hardware se puede emplear un procesador de menos velocidad, pero como se mencionó anteriormente debido a la gran cantidad de información que se debe manejar, el tiempo de ejecución que le tomaría al programa DEPAG en encontrar una solución sería considerable, por esta razón es que se recomienda microprocesadores de 800 MHz o superiores.

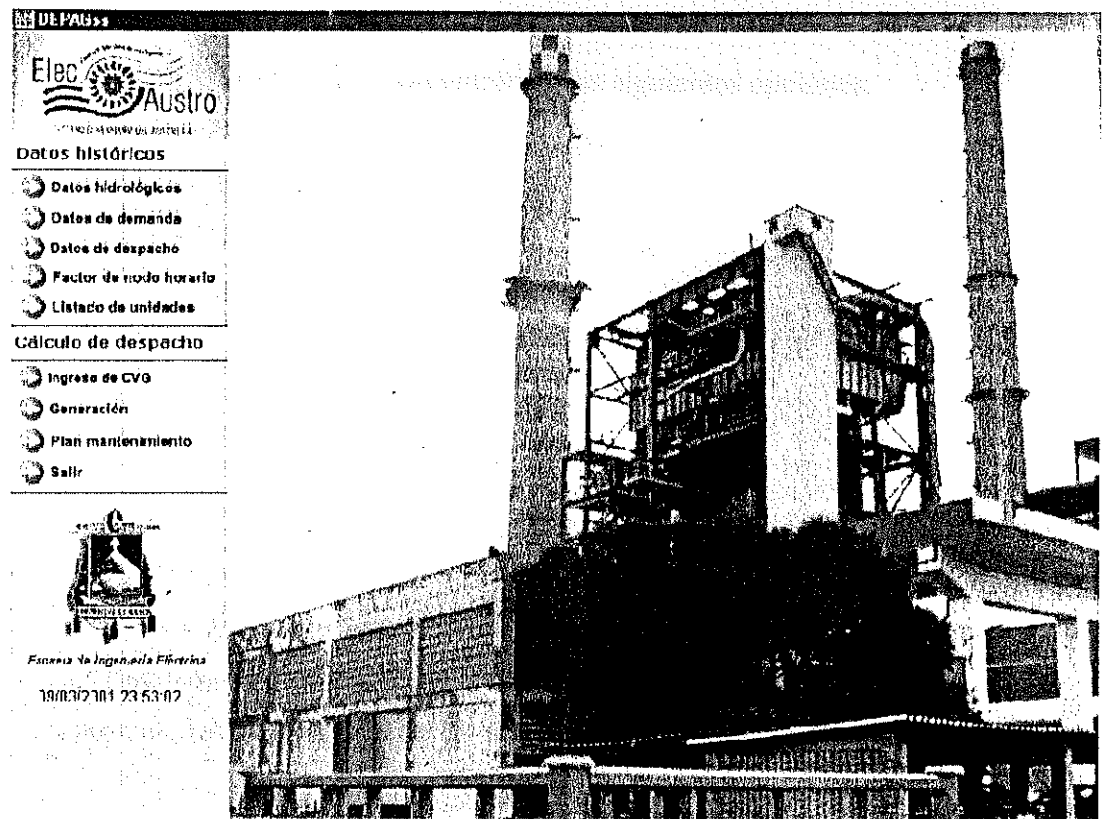
5.4 INSTALACIÓN Y EJECUCION DE DEPAG.

Cuando se ejecuta el programa de instalación para DEPAG desde la unidad de CD-ROM se deberán seguir los pasos sugeridos en las instrucciones que aparecen en la pantalla, una vez terminada la instalación DEPAG se ubicará en el disco duro local una carpeta con el mismo nombre y en el directorio principal. Dentro de esta nueva carpeta estarán los archivos de base datos y demás componentes (librerías) para el correcto funcionamiento, así como el programa ejecutable (DEPAG.EXE).

NOTA: Si por algún error se borra uno o más archivos contenidos dentro de la carpeta DEPAG, el programa no se ejecutará, teniendo que instalar nuevamente el programa.

Una vez realizada la instalación de DEPAG y ejecutando el mismo, se presentará la pantalla principal, la misma que tiene el siguiente formato.





Como se puede observar en la pantalla principal, el programa DEPAG se divide en:

- Datos históricos
- Cálculo de despacho

Antes de comenzar a describir cada uno de estos puntos, se indicarán los controles de uso general:



Este control permite visualizar los resultados, independiente del proceso que se haya realizado.



Este control permite salir o cerrar cualquier pantalla.



En lo que respecta a este control, graba o salva todos los datos que son modificados, en cualquiera de las pantallas que se encuentre.

5.4.1 ACCESO A LOS DATOS HISTORICOS.

Dentro de este menú encontramos las siguientes opciones:

- Datos hidrológicos
- Datos de demanda
- Datos de despacho
- Factor de nodo horario
- Listado de unidades

Una de las partes fundamentales de este programa ha sido la recopilación de datos desde mayo de 1999 a noviembre del 2000, para llevar un orden en toda esta cantidad de información se creó la base datos, con el objeto de analizar el comportamiento de los diferentes parámetros utilizados para determinar el factor de nodo horario de cada una de las unidades a través de los algoritmos genéticos. Es por esta razón que se ha creído conveniente tener acceso a la información histórica de los parámetros que intervienen en la realización del despacho, mediante la incorporación de pantallas; las mismas que permiten la visualización de toda esta información.

a.) Datos Hidrológicos:

En esta opción se visualiza todos los datos hidrológicos tales como: caudales y niveles de embalse, para esto se presenta la siguiente pantalla:

El formulario muestra los siguientes campos:

- Año:** 1999
- Mes:** Mayo
- Día:** Lunes

En la parte inferior derecha se encuentran los botones **AA** y **Q+**.

En donde se puede observar que se debe escoger el año, mes y día de la semana, para posteriormente ingresar a la pantalla de resultados, la cual se presenta a continuación:

Lunes x

Datos: mayo 1999

	Fecha	Cphp	Cpha	Nep
	05/03/99	663.28	238.00	3557.73
	05/10/99	222.00	136.00	3558.30
	05/17/99	205.34	169.00	3559.32
	05/24/99	215.66	166.00	3560.68
	05/31/99	256.58	233.00	3561.95

+

Es decir, se presentan como resultado todos los caudales y niveles de embalse para el año escogido, el mes y todos los días correspondientes a ese mes, en este caso se ha seleccionado todos los lunes del mes de mayo del año 1999.

b.) Datos de demanda:

Al ingresar a este ítem podemos observar los datos de demanda que se encuentran almacenados en la base de datos históricos, para lo cual se debe trabajar sobre la siguiente pantalla:

Demanda x

Datos históricos de demanda

Año

Mes

Día

Hora ☐ Todas

+

Los campos que se han escogido, como lo muestra este ejemplo, presentarán los datos de demanda correspondiente a las 8:00 de la mañana del año de 1999, de todos los días miércoles del mes de junio.

Cabe indicar que la codificación para el campo HORA, en este caso las 8:00, representa la demanda producida en el período de 8:00 a 9:00, por lo tanto se tiene que si la hora escogida fuera las 23:00 representaría la demanda entre las 23:00 y 24:00.

Se ha dejado otra opción en el momento de escoger la hora, ya que se puede presentar la demanda correspondiente a una hora ó la demanda correspondiente a un día, es decir las 24 horas, para lo cual se debe activar la opción TODAS.

Una vez elegidas todas las opciones, la presentación de los resultados para el caso de una hora es el siguiente:

Miércoles

Datos: junio 1999

Fecha	Demanda8
06/02/99	1124.90
06/09/99	1127.20
06/16/99	1105.00
06/23/99	1088.90
06/30/99	1098.80

Y para el caso de las 24 horas del día o la opción TODAS se tiene:

Miércoles

Datos: junio 1999

Fecha	Demanda1	Demanda2	Demanda3	Demanda4	Demanda5	Demanda6	Demanda7
06/02/99	942.20	910.50	879.80	895.00	910.20	1062.80	100.90
06/09/99	947.10	924.60	893.70	908.30	909.50	1061.10	102.50
06/16/99	911.40	886.70	866.10	879.20	900.70	1044.60	066.80
06/23/99	897.00	876.40	856.60	871.90	887.30	1029.70	051.00
06/30/99	900.50	878.70	856.70	867.00	877.40	1037.20	070.70

c.) Datos de despacho:

De igual forma que para la demanda, existe una opción para poder visualizar los datos históricos del despacho producido entre mayo de 1999 y noviembre del 2000. En esta opción se presentan las siguientes pantallas:

The screenshot shows a window titled 'Despachos' with a close button (X). The main title is 'Datos históricos de despacho'. Below it, there are two dropdown menus: 'May' and '1999'. To the right of these are two input fields: 'Hora' with a value of '0' and a unit selector, and 'Unidad' with a dropdown menu showing 'T-ESMER' and a 'Todas' checkbox. Below the date selection is a calendar grid for May 1999. The grid shows days from 1 to 31, with the 1st of May highlighted. At the bottom right, there are two buttons: a magnifying glass and a plus sign.

May 1999						
24	25	26	27	28	29	30
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	1	2	3	4

En ésta primera pantalla se elegirá la fecha para la cual se quiere conocer como ha sido realizado el despacho sin restricciones almacenado en la base de datos histórica. Aquí también se puede elegir que los resultados de despacho se muestren para una hora específica o para todo un día, además también se presenta la opción de determinar que unidad o que unidades han sido despachadas, para ello se debe escoger el nombre de la unidad o la opción TODAS, respectivamente. Según sea el caso, se obtienen las siguientes pantallas de resultados. (Se consideran tanto unidades hidráulicas como térmicas).

Para el caso de una hora y unidad específicas, se tiene:

The screenshot shows the same 'Despachos' window, but the date selection is now 'Nov' and '2000'. The 'Unidad' dropdown menu is set to 'T-ESMER'. The calendar grid shows days from 28 to 31 of November 2000, with the 28th highlighted. The 'Hora' field is still '0'. The 'Todas' checkbox is unchecked. The buttons at the bottom right are the same.

Nov 2000						
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8

[illegible]

Para el caso de una hora específica y TODAS las unidades se presenta así:

Despachos

Datos históricos de despacho

Nov				2000			
20	21	22	23	1	2	3	
4	5	6	7	8	9	10	
11	12	13	14	15	16	17	
18	19	20	21	22	23	24	
25	26	27	28	29	30	1	
2	3	4	5	6	7	8	

Hora ☐ Todas

Unidad ☒ Todas

Despachos									
Datos: 11/14/00									
	Hora	Nombre	Potencia	Tipo					
	0 - 1	H-PAUTE	91.65	H					
	0 - 1	H-PUCARA	54.58	H					
	0 - 1	H-NACION	0.00	H					
	0 - 1	ELEAUS_H	6.00	H					
	0 - 1	AGOYAN_H	30.00	H					
	0 - 1	EEQVIC_H	17.20	H					
	0 - 1	EEQMOV_H	11.50	H					
	0 - 1	RIOBA_H	6.30	H					

Para el caso de TODAS las horas del día y una unidad específica:

Despachos

Datos históricos de despacho

Nov 2000

28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8

Hora ☒ Todas

Unidad ☐ Todas

Despachos

Datos: T-ESMER - 11/14/00

	Hora	Potencia	Tipo							
	0 - 1	122.50	T							
	1 - 2	122.50	T							
	2 - 3	122.50	T							
	3 - 4	122.50	T							
	4 - 5	122.50	T							
	5 - 6	122.50	T							
	6 - 7	122.50	T							
	7 - 8	122.50	T							

Y por último para la opción de TODAS las horas del día y TODAS las unidades se tiene:

Despachos

Datos históricos de despacho

Nov 2000

28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8

Hora ☒ Todas

Unidad ☒ Todas

Despacho»

Datos: 11/14/00

	A	E	F	G	H	I	J	L
EMPRESA	ELEAUS_H	AGOYAN_H	EEQVIC_H	EEQMOV_H	RIOBAM_H	COTOPX_H	RNORTL	
HORA								
0- 1	6	30	17.2	11.5	6.3	1.5	0.3	
1- 2	6	0	17.2	11.5	6.3	1.4	0.3	
2- 3	6	0	17.2	11.5	6.3	1.35	0.3	
3- 4	6	0	17.2	11.5	6.3	1.3	0.3	
4- 5	6	0	17.2	11.5	6.3	1.35	0.3	
5- 6	6	30	17.2	11.5	6.3	1.4	0.3	

d.) Factor de nodo horario:

Al activar esta opción, se visualizará los factores de nodo históricos de las unidades térmicas almacenados en la base datos a partir de mayo de 1999 hasta noviembre del 2000.

El procedimiento de elección de fechas y unidades es similar al de las pantallas anteriormente explicadas, a continuación se muestra una de las posibles pantallas que se puede presentar:

Factor de nodo»

Datos históricos de factor de nodo

Año

Mes

Día

Hora ☒ Todas

Unidad ☒ Todas



La pantalla de resultados mostrará los factores de nodo históricos, según las opciones elegidas, para este caso se tiene:

Unidad: Todas las unidades días: Jueves

Datos: agosto 2000

	Unidad	Fecha	Fnh1	Fnh2	Fnh3	Fnh4	Fnh5	Fnh6	Fnh7	Fnh8	Fnh
	AMB-BAT3	08/03/00	0.98477	0.98378	0.98420	0.98561	0.97230	0.97616	0.97913	0.97999	94
	AMB-BAT3	08/10/00	0.96874	0.96778	0.96810	0.96831	0.96984	0.97313	0.97605	0.97748	68
	AMB-BAT3	08/17/00	0.97416	0.97382	0.97396	0.97401	0.97591	0.98106	0.99170	0.99335	22
	AMB-BAT3	08/24/00	0.96038	0.96013	0.95977	0.96072	0.96205	0.96304	0.96666	0.96888	76
	AMB-BAT3	08/31/00	0.97087	0.97205	0.97116	0.97170	0.97352	0.97698	0.98039	0.98145	50
	AMB-LLI1	08/03/00	0.98477	0.98378	0.98420	0.98561	0.97230	0.97616	0.97913	0.97999	94
	AMB-LLI1	08/10/00	0.96874	0.96778	0.96810	0.96831	0.96984	0.97313	0.97605	0.97748	68
	AMB-LLI1	08/17/00	0.97416	0.97382	0.97396	0.97401	0.97591	0.98106	0.99170	0.99335	22

El campo Fnh1, significa el factor de nodo correspondiente al período de 00:00-01:00, el Fnh2 es el período comprendido entre 01:00-02:00 y así sucesivamente.

c.) Listado de unidades:

Dentro de esta opción, se tiene la información correspondiente a todas las unidades ya sean hidráulicas o térmicas que conforman el S.N.I. en la cual se presentan: la barra asignada para el programa de despacho mediante los algoritmos genéticos, los valores de generación de cada unidad, la barra real a la que están conectadas al sistema, además dentro de las unidades térmicas se realiza una diferenciación en lo que respecta al combustible que estas utilizan; la pantalla de presentación de listados de unidades es la siguiente:

Unidades

Listado de unidades

Tipo de unidad: **Térmica**

Barra	Unidad	Potencia	Barrareal	Tipo	
01	T-ESMER	125.00	53	V	
02	E.GASAN1	20.00	931	G	
02	E.GASAN2	20.00	731	G	
02	E.GASAN3	14.00	831	G	
02	E.GASAN5	18.00	1031	G	
02	E.GASAN6	18.00	1131	G	
02	E.GZ.TG4	20.00	37	G	
02	E.GZ.TV2	73.00	35	V	
02	E.GZ.TV3	73.00	36	V	

☒ Todas
☐ Diesel
☐ Gas
☐ Vapor
☐ Bunker

Como se puede observar, se tienen diferentes opciones para la pantalla de listado de unidades; en el campo TIPO DE UNIDAD se puede elegir entre las unidades térmicas y las hidroeléctricas, así también se pueden escoger el listado de TODAS las unidades tanto térmicas como hidroeléctricas y diferenciar entre las unidades térmicas de DIESEL, GAS, VAPOR y BUNKER.

En el campo BARRA se especifica el código asignado que corresponde a las 104 unidades del sistema que fueron divididas en las 22 barras ficticias mencionadas en el capítulo 4.

5.4.2 CALCULO DE DESPACHO.

Este menú hace referencia a como realizar el despacho económico sin restricciones de todas las unidades térmicas del S.N.I., para lo cual se deben ingresar ciertos parámetros y condiciones necesarias, las mismas que sirven para elaborar el despacho. Para el ingreso de todos estos parámetros y condiciones se tienen las siguientes opciones:

- Ingreso de CVG
- Generación
- Plan de mantenimiento
- Salir

a.) Ingreso de CVG:

En esta opción se debe ingresar cada uno de los Costos Variables de Generación (CVG) de todas las unidades térmicas y además permite escoger el porcentaje de reserva de giro, el cual se aplicará a todas las unidades térmicas del sistema, por lo cual la pantalla a presentarse es:

Ingreso datos unidades x

Reserva de giro %

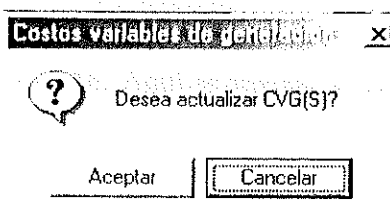
	Nombre	Cvg	Potencia nominal	Potencia disponible
	T-ESMER	1046.2100	125.00	123.7500
	EMLESU1	1794.1600	3.40	3.3660
	EMLESU2	1794.1600	3.40	3.3660
	E.GZ.TV3	1211.8100	73.00	72.2700
	E.GZ.TV2	1248.6100	73.00	72.2700
	E.VASANT	1298.0600	34.50	34.1550
	ELEC-AT1	1602.3100	35.00	34.6500
	ELEC-AT2	1961.3500	34.00	33.6600
	E.GZ.TG4	2436.1300	20.00	19.8000
	E.GASAN5	2451.3500	18.00	17.8200
	E.GASAN6	2458.6500	18.00	17.8200

En lo referente a la reserva de giro, el porcentaje a asignar puede ser cualquier valor que varía desde 1% hasta 5%, este porcentaje se aplicará a cada una de las unidades térmicas.

Para poder modificar el campo CVG, simplemente se tendrá que ubicarse en cada una de las celdas y proceder a ingresar el valor de CVG para cada unidad térmica (104 unidades), este proceso requiere que la información de los costos variables de generación sean obtenidos previamente de la página web publicada por el CENACE y que correspondan al día para el cual se quiere obtener el despacho económico. Una vez ingresados todos los valores se tienen que grabar éstos, por la razón de que los mismos serán utilizados para determinar el costo incremental de cada unidad, necesarios para realizar el despacho económico.

b.) Generación:

Al ingresar a esta opción, se presenta previamente una petición de confirmación, la misma que es:



Esto se hace con el objeto de verificar si los CVG ingresados requieren ser modificados o no, ya que éstos pueden o no variar día a día.

En el caso de aceptar, el programa retorna a la opción de ingreso de CVG; caso contrario se procede a trabajar con los datos ya ingresados, para lo cual se visualiza la siguiente pantalla.

Cálculos	
Fecha:	2001/08/08
Día:	Miércoles
Caudal promedio de hidropaula:	120.00 m3/s
Caudal promedio de hidroagoyan:	120.00 m3/s
Nivel del embalse de Pisayambo	3500.00 m.s.n.m
Demanda total:	800.00 MW
Hora:	0
Demanda cubierta por hidroeléctricas	200.00 MW

Los valores que se presentan en cada uno de los campos al momento de presentar esta pantalla, son valores por omisión.

Como se puede observar, la pantalla esta conformada por varios campos, los mismos que se explican a continuación:

FECHA: Automáticamente el campo fecha será tomado del sistema del computador, pero este podrá ser modificado dependiendo de la fecha para la cual se desee realizar el despacho. El formato de ingreso deberá ser el mismo que se observa en la pantalla. (aa/mm/dd).

DÍA: A este campo no se puede acceder ya que es dependiente del campo fecha y el programa automáticamente identifica el día correspondiente.

CAUDAL PROMEDIO DE HIDROPAUTE: Aquí se ingresa el caudal correspondiente a HidroPaute.

CAUDAL PROMEDIO DE HIDROAGOYAN: Como su nombre lo indica, en este campo se ingresa el caudal correspondiente a Hidroagoyan.

NIVEL DE EMBALSE DE PISAYAMBO: Corresponde al nivel del embalse en la represa de Pisayambo.

DEMANDA TOTAL Y HORA: El primero hace referencia a la demanda que se presenta a una hora específica, mientras que el segundo corresponde a la hora en la cual se pretende realizar el despacho económico. Es decir que si se quiere realizar el despacho a la hora 19:00, la demanda total deberá corresponder a esa hora.

DEMANDA CUBIERTA POR LAS HIDROELÉCTRICAS: En este campo se ingresa la demanda que va ser cubierta por las unidades hidroeléctricas.

 Este control se presenta únicamente en esta pantalla, permite calcular los valores límites de la función objetivo a ser utilizados por el algoritmo genético. Se debe tomar en cuenta que para poder ejecutar este control se debió haber ingresado correctamente todos los campos previamente indicados.

Luego se pasa a la siguiente pantalla:

Cálculos

Barra: 01








Tamaño población	30	Probabilidad de mutación	0.033
Longitud cromosoma	30	Probabilidad de cruzamiento	0.6
#max. de generaciones	50	Valor normalizado [0-1]	0.3




Mediante la cual se ingresa a la aplicación de los Algoritmos Genéticos. En la misma se presentan diferentes opciones, cada una de las cuales se explican a continuación:

TAMAÑO DE LA POBLACIÓN: Aquí se hace referencia al número de individuos que conformarán cada generación del algoritmo genético. El valor recomendado para esta variable es de 30.

LONGITUD DEL CROMOSOMA: Este se refiere al número de genes o bits que conforman cada uno de los individuos del algoritmo genético. El valor recomendado para esta variable varía entre 20 y 30.

NÚMERO MÁXIMO DE GENERACIONES: Como su nombre lo indica, corresponde al número de generaciones a desarrollarse en el algoritmo genético. Valor recomendado 500.

PROBABILIDAD DE MUTACIÓN: Es el índice de mutación para cada bit dentro de un individuo. Se recomienda valores muy pequeños de esta probabilidad, sugiriéndose 0.033.

PROBABILIDAD DE CRUZAMIENTO: Es el valor con el cual se asigna la probabilidad de cruce entre los padres seleccionados por el algoritmo genético. Valor recomendado entre 0.6-0.7

VALOR NORMALIZADO (0-1): Esta variable se refiere a un valor aleatorio, con el mismo que se crea la población inicial, siendo esencial para el algoritmo genético.

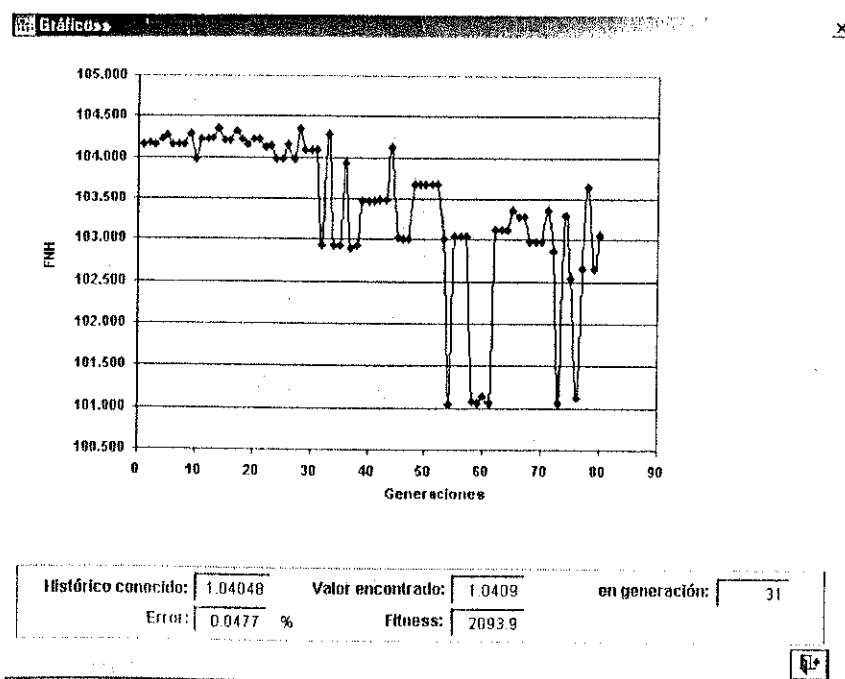
Como se puede ver en esta pantalla, esta cuenta además con las siguientes opciones:



Mediante esta opción el programa procede a calcular los factores de nodo horario de cada una de las barras, además de su respectivo costo incremental, para todas las unidades térmicas, dentro de este proceso se muestra una pequeña pantalla, la cual indica la ejecución de los algoritmos genéticos. Además se puede observar un menú contextual el cual indica: CALCULAR DE FNH Y LAMDA, se muestra además el tiempo que ha transcurrido en la realización del cálculo.



Con este icono se muestra gráficamente la evolución de cada una de las generaciones del algoritmo genético para cada barra, además se muestran los valores correspondientes de los factores de nodo encontrado e histórico así como también la estadística del valor óptimo encontrado: error, fitness y número de generación. Tal como se puede ver en el siguiente gráfico:





En este icono se presenta un historial de la última generación realizada mediante los algoritmos genéticos para cada una de las barras (1 a 22).

Generación - generación\g2001_8_9_0.doc										
18	1100001001100110011000001	0.5706	1.0155	20	9	16	1001001001100100000100100000	0.9186	1.0150	
19	0001001001100110000011101011	0.8419	1.0194	5	11	4	0011011100001011101001100011	0.7781	1.0146	
20	100100110110011001101010101	0.6774	1.0173	5	11	4	0001001011111110000011100001	0.5194	1.0155	
Valor máximo 1.0150 Valor mínimo 1.0150 Valor promedio 1.0152										
Suma fitness 10.5042 Mutation: 1586.0000 Recross: 497.6900										
Número de barra: 12										
Tamaño de la población: 20										
Longitud del cromosoma: 30										
Máximo número de generaciones: 40										
Probabilidad de cruceamiento: 0.600										
Probabilidad de mutación: 0.0330										
Valor óptimo máximo de la población inicial: 1.0407456928										
Valor óptimo promedio de la población inicial: 1.0367450155										
Valor óptimo mínimo de la población inicial: 1.0315149411										
Suma de los valores óptimos de la población inicial: 10.7749961101										
#	Cadena	X	Fitness							
1	01010000011001000101111110001	0.5611	1.0267	4	2	27	010100100110000000010111010001	0.5167	1.0267	
2	01010100110000000101010100001	0.8208	1.0263	4	2	27	01010110011001111001001110011	0.5091	1.0251	
3	01010110011001111001001110011	0.8052	1.0251	10	15	20	1000001001100111000010100001	0.5106	1.0165	
4	01010010011000000010111010001	0.5117	1.0262	10	15	20	0111001001100111110001100001	0.5141	1.0164	
5	0100001001100111001111111001	0.8170	1.0271	11	17	17	01010010011001110000101110011	0.5056	1.0251	
6	010100100111111100000111100011	0.7754	1.0288	12	17	17	01011011011001100001000100100	0.5497	1.0214	
7	0001010011011101001001100010	0.2779	1.0240	16	20	30	01001001001000000001111110000	0.0620	1.0215	
8	01001001100000001011111110001	0.5611	1.0267	16	20	30	1101001101101111111111110101	0.6077	1.0175	
9	1000001001100100100100100000	0.0147	1.0216	1	14	18	01010000011001000101111110001	0.5521	1.0167	
10	000100100101011000001111101011	0.8419	1.0254	1	14	18	0101001001100000001010110001	0.5520	1.0166	
11	01100111000010111010011000001	0.5211	1.0264	4	4	20	01010010011000000001011010001	0.5117	1.0167	



Mediante este icono se tiene acceso al listado de las unidades ordenadas de acuerdo a su costo incremental en orden ascendente, así como la respectiva potencia disponible para cada una de las unidades térmicas, la barra asignada y si se encuentra en mantenimiento o está disponible para la generación, de acuerdo al plan de mantenimiento ingresado. Se tiene así la siguiente presentación:

Despacho sin mantenimientos

Unidad	Lambda	Potencia (MW)	Barra	Estado
T-ESMER	1005.0048000	123.75000000	01	D
E-TRINIT	1038.9390000	131.67000000	21	D
EAUSDES4	1171.6517000	3.56400000	03	D
E.OZ.TV3	1195.1968000	71.28600000	02	D
EAUSDES2	1198.5287000	3.56400000	03	D
EAUSDES3	1199.7178000	2.77200000	03	D
EAUSDES1	1199.8287000	2.77200000	03	D
E.OZ.TV2	1229.5197000	72.27000000	02	D
TPGUANG6	1237.8230000	5.14800000	04	D
TPGUANG1	1239.2494000	5.14800000	04	D
TPGUANG5	1240.4657000	5.14800000	04	D
TPGUANG2	1242.3126000	5.14800000	04	D



Con este icono se muestra el despacho económico sin restricciones calculado mediante los algoritmos genéticos. Se presentan todas las unidades térmicas que están disponibles para poder generar en el periodo de tiempo elegido, además la potencia que cada una aporta al sistema, la demanda total y la generación cubierta por las unidades hidroeléctricas.

Despacho programado

Unidad	Costo marginal	Potencia despachada (MW)	Barra
T-ESMER	1005.0048000	123.75000000	01
E-TRINIT	1038.9390000	131.67000000	21
EAUSDES4	1171.6517000	3.56400000	03
E.OZ.TV3	1195.1968000	71.28600000	02

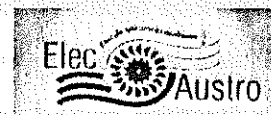
Demanda:	1204.50
Demanda hidrológica:	874.23



Mediante la ejecución de este icono se procede a efectuar el reporte total del despacho económico realizado, el cual puede ser impreso. Tiene el siguiente formato:



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



**Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENÉTICOS**

Fecha generación:	08/09/01	Demanda cubierta por las térmicas:	330.27				
Hora:	0	Demanda cubierta por las hidráulicas:	874.23				
Caudal promedio Hidropante:	120.00	Nivel de embalse de Pisayambo:	3500.00				
Caudal promedio Hidroagoyan:	120.00						
Barra	Unidad	Costo marginal	Potencia	FNH Histórico	FNH encontrado	Fitness	Error(%)
01	T-ESHER	1005.00	120.75	1.04048	1.04096	2094	.04776
21	E-TRINIT	1038.94	131.67	1.00844	1.00851	****	.00603
03	EAUSDES4	1171.65	3.56	0.97309	0.99230	52.1	1.9205
02	E.GZ.TV3	1195.20	71.29	1.01383	1.01391	****	.00801



c.) Plan de Mantenimiento:

En esta opción se ingresa el plan de mantenimiento para cada unidad térmica, para realizar esto simplemente se debe situar el cursor sobre la unidad correspondiente y entonces ingresar la fecha de inicio y la fecha de terminación del mantenimiento respectivo, así como la hora de inicio y de terminación del mismo, esta información se la debe obtener previamente del CENACE, la pantalla a presentarse es la siguiente:

Unidad

AMB-BAT3
AMB-LLI1
AMB-LLI2
BOLIVAR
E-TRINIT
E.G.PASC
E.GASAN1
E.GASAN2
E.GASAN3

Fecha de inicio: 2001/08/09 00:00:00

Fecha final: 2001/08/09 01:00:00

Cabe mencionar que antes de realizar el cálculo del despacho económico, se deberá ingresar en primer lugar el plan de mantenimiento de las unidades térmicas del sistema, para que el programa efectúe los correctivos necesarios en caso de que cierta unidad despachada se encuentre en mantenimiento para la fecha señalada.

d.) Salir:

Como su nombre lo indica esta opción permite salir del programa DEPAG.

CAPITULO 6

RESULTADOS Y COMPARACIONES

6.1 INTRODUCCIÓN

Muchos de los resultados obtenidos en recientes estudios, en los que se ha utilizado los algoritmos genéticos para la solución de diversos problemas, muestran que brindan mejores resultados que los métodos tradicionalmente empleados, razón por la cual se pretende implementar ésta metodología en el análisis del despacho económico, así como incentivar a aquellos que muestren interés en este trabajo de tesis a investigar más a fondo las posibles aplicaciones que los algoritmos genéticos puedan tener.

Como un primer paso hacia la investigación de nuevas alternativas y pensando siempre en brindar un aporte para el desarrollo local y nacional y por ser ésta una técnica innovadora, se pretende con este trabajo de tesis iniciar el camino hacia la investigación y desarrollo de los algoritmos genéticos.

Debido a la facilidad con la que los algoritmos genéticos pueden ser modelados para resolver diferentes problemas, ésta metodología puede ser empleada en una gran variedad de temas y en diferentes áreas de la Ingeniería Eléctrica de Potencia como ser: Generación, transmisión y distribución. Además de otras ramas de la Ingeniería como lo son la Ingeniería Química, Industrial, Civil, Mecánica, Telecomunicaciones, Electrónica, Sistemas, etc.

6.2 RESULTADOS Y COMPARACIONES.

En esta parte del capítulo se realiza una comparación entre los resultados obtenidos mediante el despacho económico programado de unidades térmicas por medio de algoritmos genéticos y los valores presentados por el CENACE, para los meses de enero y febrero del año 2001.

Para analizar tales resultados, han sido escogidos diferentes días al azar para una determinada hora, para los que se han realizado varias corridas del programa, en cada una de las cuales se ha utilizado diferentes valores en los parámetros del algoritmo genético o variables de control, las mismas que son: tamaño de la población, longitud del cromosoma, número de generaciones, probabilidad de mutación y probabilidad de cruzamiento.

Es así que se comparan los factores de nodo horarios de todas las unidades del sistema, con los obtenidos mediante los algoritmos genéticos bajo las distintas consideraciones en las variables de control para el cálculo. De igual forma se comparan cada uno de los Despachos Económicos Programados sin restricciones obtenidos con esta técnica y sus correspondientes del CENACE, para ello se muestran los informes de cada uno de los resultados obtenidos; estos valores se los pueden observar en el Anexo 1, cuadros del 4A al 4M.

Además y como una recomendación se presenta dos gráficos en los cuales se representan los tiempos de ejecución del programa para diferentes valores en los parámetros del algoritmo genético, con el fin de guiar en futuros cálculos hacia la elección de valores adecuados para que el tiempo de ejecución sea el apropiado y optimizar de esta forma la programación del Despacho Económico. Estos valores pueden ser analizados de las figuras 6.1 y 6.2.

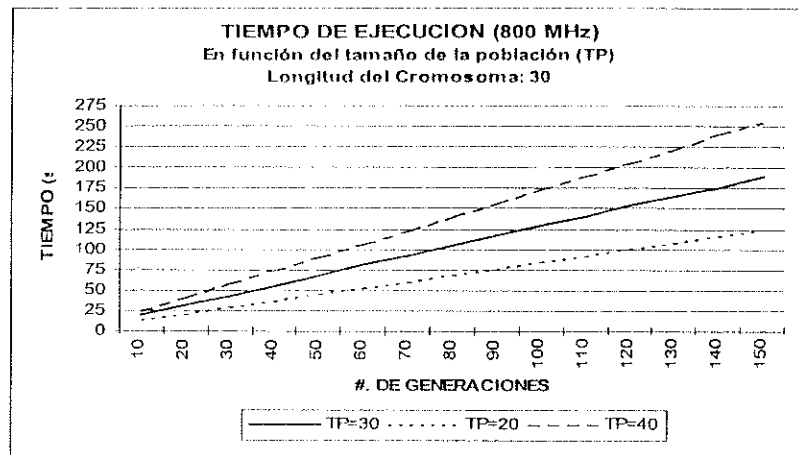


Figura 6.1. Tiempo de Ejecución en función del T.P.

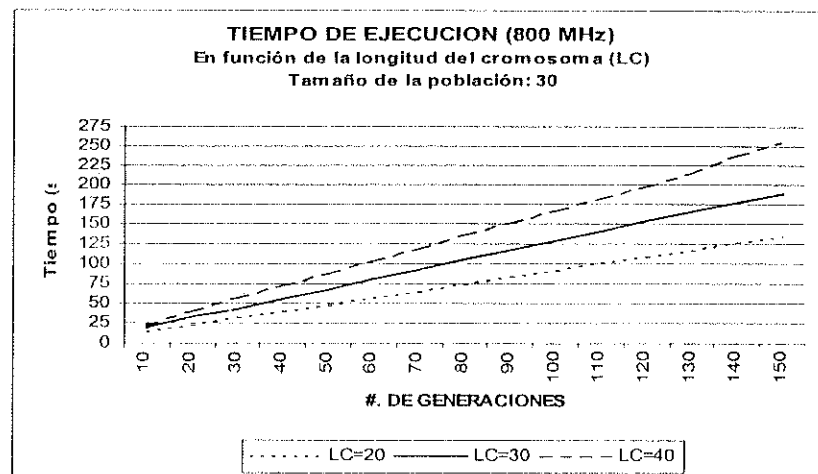


Figura 6.2. Tiempo de Ejecución en función de L.C.

Como una conclusión se puede decir que sin importar el tamaño de la población que haya sido escogida o el tamaño de la longitud del cromosoma, el tiempo de ejecución que le tomará a cualquier computador personal, tendrá un comportamiento lineal, es decir; que si se aumenta el TP (tamaño de la población) o LC (longitud del cromosoma), el tiempo de ejecución aumentará de forma lineal como lo indican las figuras anteriores.

Cabe señalar que estas pruebas se las realizó en una computadora con procesador Pentium III cuya velocidad es de 800 MHz, por lo tanto si se cuenta con procesadores de mayor velocidad, el tiempo de ejecución para cualquier

número de generaciones y con los mismos valores de TP y LC disminuirá, lo mismo sucedería en el caso de que la velocidad del procesador sea menor a 800 MHz, pero para éste caso el tiempo de ejecución aumentaría.

Los datos elegidos para realizar las pruebas del programa DEPAG, corresponden a las fechas y horas indicadas en el cuadro 6.1 que se muestra a continuación:

FECHA	HORA
01-enero-2001	00h00-01h00
01-enero-2001	06h00-07h00
01-enero-2001	19h00-20h00
23-enero-2001	00h00-01h00
23-enero-2001	19h00-20h00
07-febrero-2001	08h00-09h00
07-febrero-2001	21h00-22h00
28-febrero-2001	11h00-12h00
28-febrero-2001	18h00-19h00

Cuadro 6.1 Fechas utilizadas para el análisis de resultados.

Como se mencionó en capítulos anteriores, para obtener un buen resultado mediante la utilización de los algoritmos genéticos, una parte fundamental es el ingreso de los parámetros correctos para la búsqueda genética, tales parámetros dan al algoritmo genético diversidad y mediante estos valores se explota de mejor forma la variable en el espacio de búsqueda, influyendo de esta manera en los resultados del factor de nodo horario obtenido; con el fin de seleccionar las variables de control que brinden al algoritmo genético estas características, las pruebas se las ha realizado para diferentes valores, tomando en cuenta los que más influyen en el comportamiento del algoritmo, estos parámetros se exponen en el siguiente cuadro de resumen:

	Numero de Generaciones	Tamaño Población	Longitud Cromosoma	Probabilidad de mutación	Probabilidad de cruce
1	50	30	30	0,033	0,6
2	50	30	30	0,033	0,7
3	50	30	30	0,033	0,8
4	50	30	30	0,033	0,9
5	150	30	30	0,033	0,6
6	150	30	30	0,033	0,7
7	150	30	30	0,033	0,8
8	150	30	30	0,033	0,9
9	50	30	30	0,020	0,7
10	50	30	30	0,033	0,7
11	50	30	30	0,040	0,7
12	50	30	30	0,050	0,7
13	150	30	30	0,020	0,7
14	150	30	30	0,033	0,7
15	150	30	30	0,040	0,7
16	150	30	30	0,050	0,7

Cuadro 6.2 Valores empleados en las variables de control del algoritmo genético.

Como se puede observar en el cuadro 6.2 se han mantenido invariables algunos de los parámetros como ser: el número de generaciones, tamaño de la población y longitud del cromosoma, esto no quiere decir que sean los únicos valores que se puedan utilizar, en todo caso; estos parámetros han sido utilizados con el propósito de mostrar la forma de cómo se modifican los resultados al variar el resto de valores en el algoritmo genético y mantener constantes a ciertos valores.

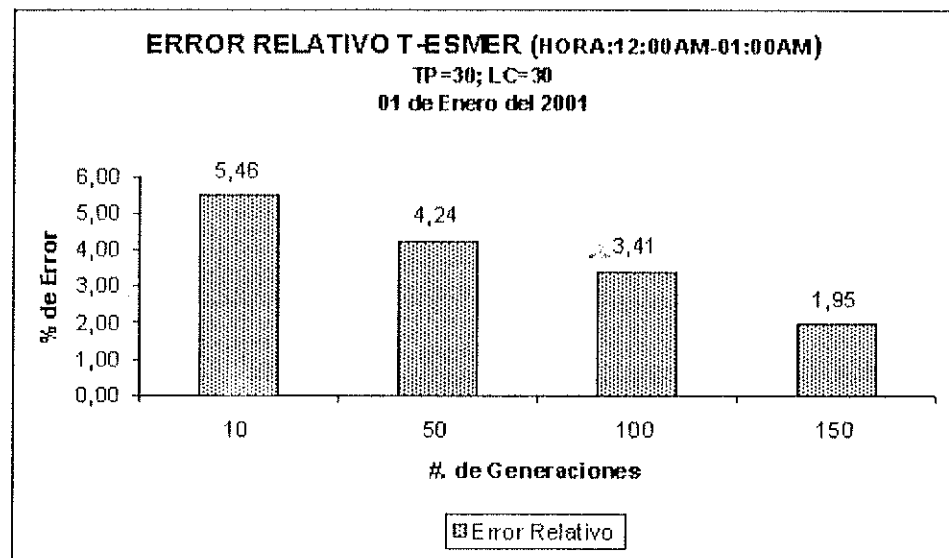
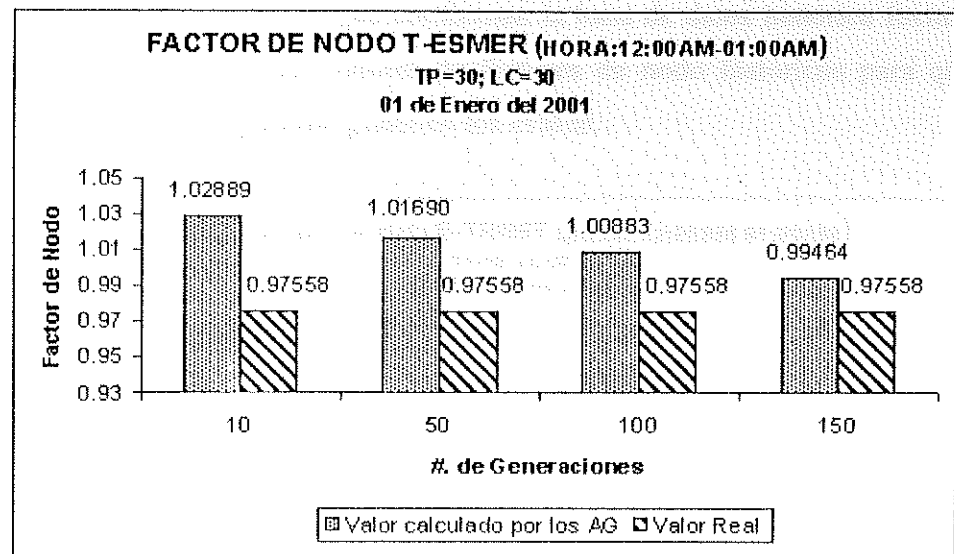
También cabe indicar que existen valores que no deben ser ingresados dentro de los parámetros que necesita un Algoritmo Genético, como es el caso de la probabilidad de mutación y la probabilidad de cruzamiento, es decir que si se ingresará una probabilidad de mutación de uno, significaría que todos los genes (bits) de un individuo sufrirían una mutación (0 a 1 ó 1 a 0) y por lo tanto se estaría modificando toda la estructura genética del individuo, esto simplemente sería reemplazar un individuo por otro y los resultados que se tendrían en las

futuras generaciones serían muy divergentes. Por otro lado si la probabilidad de mutación es cero, es decir que el individuo no sufre ninguna mutación, no se tendría problemas, el algoritmo genético funcionará pero el espacio de búsqueda crecerá.

En lo que respecta a la probabilidad de cruzamiento, el valor que no se puede manejar es el de cero, ya que esto significaría que no se realiza el cruzamiento entre dos padres y por lo tanto todas las generaciones serían iguales y todas las características del Algoritmo Genético no tendrían sentido, pues esto sería simplemente un reemplazo de valores y no una búsqueda aleatoria.

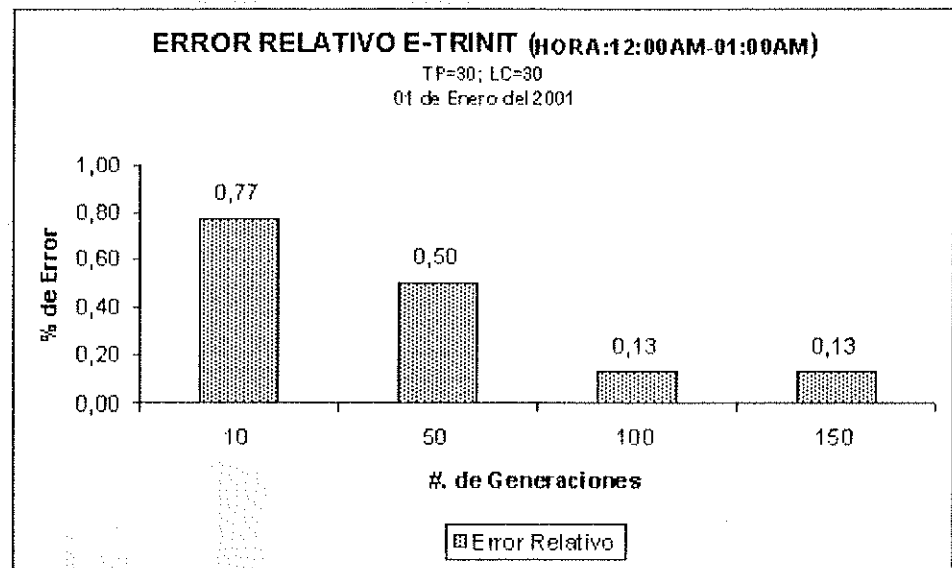
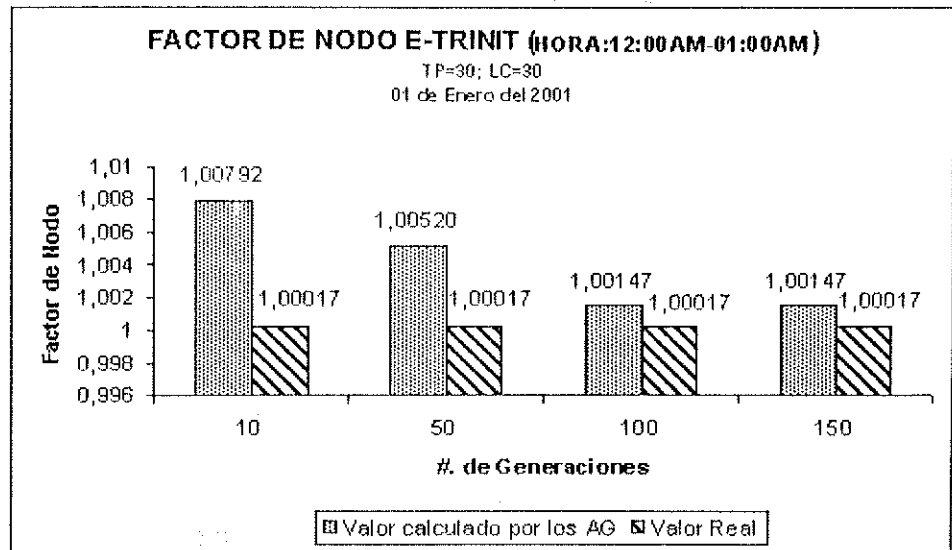
De la misma manera en el Anexo 1 en los cuadros del 4A al 4M, se indican los valores esperados reales del factor de nodo horario y los errores relativos, comparados con los calculados mediante los algoritmos genéticos para todas las unidades del sistema sin importar el despacho, ya que el mismo será realizado mediante el plan de mantenimiento, los resultados se muestran para los días que se han tomado como ejemplo, además se ha corrido el programa DEPAG con distintos valores en los parámetros de cálculo del algoritmo genético. Como un resumen a continuación se presenta tales resultados para dos centrales térmicas del S.N.I., para una hora y fecha específica. Esta comparación muestra como los valores calculados dependen principalmente del valor que asuman las variables de control del algoritmo genético.

Estos resultados se muestran en las siguientes figuras, en donde además se especifica el valor adoptado para las variables de control: Tamaño de la Población (TP) y longitud del cromosoma (LC). Se muestra también la comparación entre el Despacho Económico Programado sin restricciones realizado por el CENACE y el realizado por el programa DEPAG basado en los algoritmos genéticos, para el día Lunes 1 de Enero del año 2001. Luego de los gráficos de error y comparación se muestran los cuadros que corresponden a las unidades despachadas y además a las 22 barras que conforman el sistema.



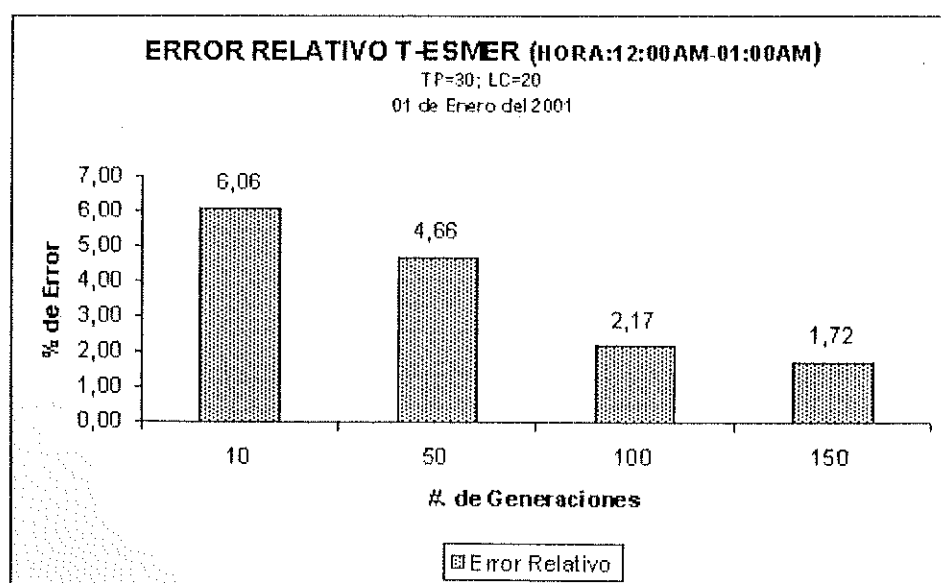
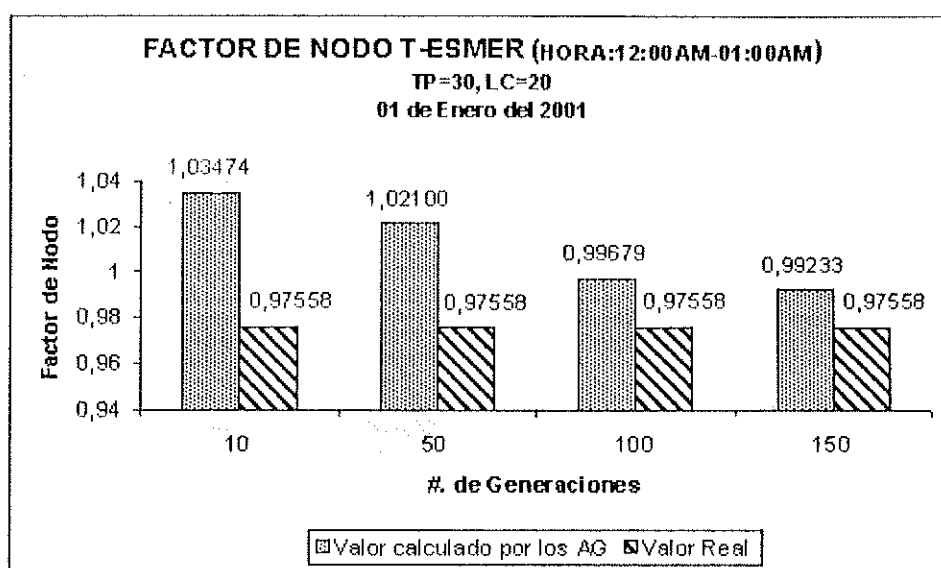
Para el caso de la unidad térmica de Esmeraldas, como se puede observar en los gráficos anteriores y para un tamaño de la población de 30, longitud del cromosoma de 30 y un máximo de generación de 150 se puede concluir que conforme se vaya incrementando el número de generaciones, el error que se tiene entre el factor de nodo calculado por los algoritmos genéticos y el factor de nodo utilizado por el CENACE va disminuyendo, los valores de probabilidad de cruce y mutación que se utilizaron fueron 0.6 y 0.033 respectivamente.

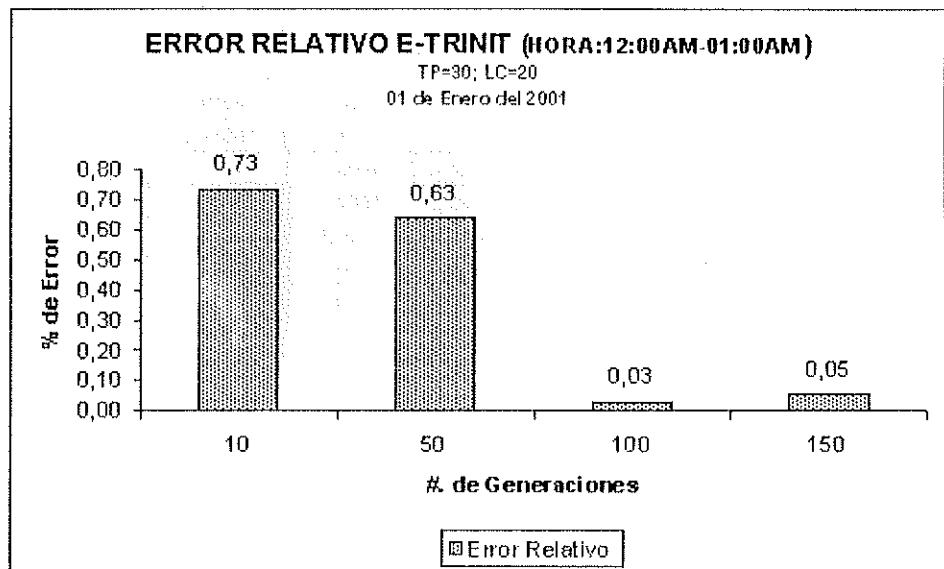
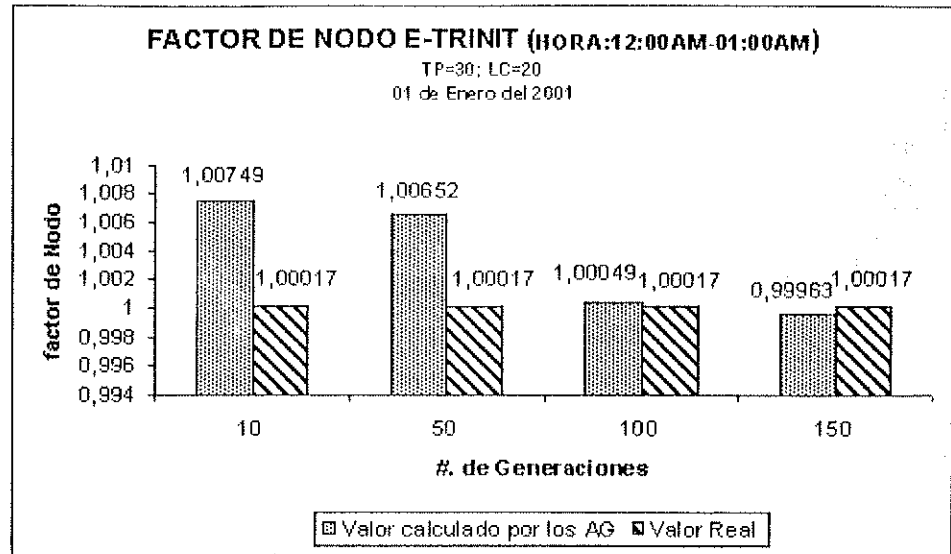
Hay que tomar en consideración que estos errores pueden ser más pequeños si es que los datos que conforman la base de datos histórica fuera más extensa, así se tendría mas valores de factores de nodo históricos para que la función objetivo del algoritmo genético los evalué.



El mismo análisis se realizó con la unidad Trinitaria, como se puede ver aquí el error que se tiene es muy pequeño, es decir el cálculo que realiza el algoritmo genético del factor de nodo es prácticamente igual al factor de nodo expuesto por el CENACE. En el Anexo 1, cuadros 4A a 4M se presentan los factores de nodo de todas las unidades térmicas y en algunos factores de nodo se puede ver que no existe error.

En los gráficos que se presentan a continuación se realiza el mismo análisis anteriormente descrito pero se ha modificado la longitud del cromosoma en un valor de 20.





Fecha del Despacho:		01-Ene-01						
Hora de Despacho:		00:00-01:00						
DESPACHO ECONOMICO REAL			ALGORITMO GENETICO					
Realizado por el CENACE			Condición 1		Condición 2		Condición 3	
#. Barra	Unidad	FNH Real	FNH Calculado	ER (%)	FNH Calculado	ER (%)	FNH Calculado	ER (%)
Barra 1	T-ESMER	0.97558	1.0168	4.2252	1.01590	4.1329	0.9872	1.1911
	EMLESU1	0.97558	1.0168	4.2252	1.01590	4.1329	0.9872	1.1911
	EMLESU2	0.97558	1.0168	4.2252	1.01590	4.1329	0.9872	1.1911
Barra2	E.GZ.TV3	1.01483	1.0133	0.1508	1.01370	0.1113	1.0116	0.3183
	E.GZ.TV2	1.01483	1.0133	0.1508	1.01370	0.1113	1.0116	0.3183
	E.VASANT	1.01483	1.0133	0.1508	1.01370	0.1113	1.0116	0.3183
	ELEC-AT1	1.01483	1.0133	0.1508	1.01370	0.1113	1.0116	0.3183
	ELEC-AT2	1.01483	1.0133	0.1508	1.01370	0.1113	1.0116	0.3183
	E.GZ.TG4	1.01483	1.0133	0.1508	1.01370	0.1113	1.0116	0.3183
	E.GASAN5	1.01483	1.0133	0.1508	1.01370	0.1113	1.0116	0.3183
	E.GASAN6	1.01483	1.0133	0.1508	1.01370	0.1113	1.0116	0.3183
	E.GASAN1	1.01483	1.0133	0.1508	1.01370	0.1113	1.0116	0.3183
	E.GASAN2	1.01483	1.0133	0.1508	1.01370	0.1113	1.0116	0.3183
	E.GASAN3	1.01483	1.0133	0.1508	1.01370	0.1113	1.0116	0.3183
Barra3	EAUSDES1	0.97647	1.0096	3.3928	1.01050	3.4850	1.0103	3.4645
	EAUSDES2	0.97647	1.0096	3.3928	1.01050	3.4850	1.0103	3.4645
	EAUSDES3	0.97647	1.0096	3.3928	1.01050	3.4850	1.0103	3.4645
	EAUSDES4	0.97647	1.0096	3.3928	1.01050	3.4850	1.0103	3.4645
	EAUSMON1	0.97647	1.0096	3.3928	1.01050	3.4850	1.0103	3.4645
	EAUSMON2	0.97647	1.0096	3.3928	1.01050	3.4850	1.0103	3.4645
	EAUSMON3	0.97647	1.0096	3.3928	1.01050	3.4850	1.0103	3.4645
	EAUSMON4	0.97647	1.0096	3.3928	1.01050	3.4850	1.0103	3.4645
	EAUSMON5	0.97647	1.0096	3.3928	1.01050	3.4850	1.0103	3.4645
	EAUSMON6	0.97647	1.0096	3.3928	1.01050	3.4850	1.0103	3.4645
Barra4	TPGUANG1	1.03180	1.0046	2.6362	1.00500	2.5974	1.0031	2.7815
	TPGUANG2	1.03180	1.0046	2.6362	1.00500	2.5974	1.0031	2.7815
	TPGUANG3	1.03180	1.0046	2.6362	1.00500	2.5974	1.0031	2.7815
	TPGUANG4	1.03180	1.0046	2.6362	1.00500	2.5974	1.0031	2.7815
	TPGUANG5	1.03180	1.0046	2.6362	1.00500	2.5974	1.0031	2.7815
	TPGUANG6	1.03180	1.0046	2.6362	1.00500	2.5974	1.0031	2.7815
Barra5	G.HERNA1	1.01759	1.0055	1.1881	1.00580	1.1586	1.004	1.3355
	G.HERNA2	1.01759	1.0055	1.1881	1.00580	1.1586	1.004	1.3355
	G.HERNA3	1.01759	1.0055	1.1881	1.00580	1.1586	1.004	1.3355
	G.HERNA4	1.01759	1.0055	1.1881	1.00580	1.1586	1.004	1.3355
	G.HERNA5	1.01759	1.0055	1.1881	1.00580	1.1586	1.004	1.3355
	G.HERNA6	1.01759	1.0055	1.1881	1.00580	1.1586	1.004	1.3355
Barra6	EQL3-U3	1.00502	1.0035	0.1512	1.00350	0.1512	1.0036	0.1413
	EQL3-U4	1.00502	1.0035	0.1512	1.00350	0.1512	1.0036	0.1413
Barra7	EQL2-U1	1.01456	1.0096	0.4889	1.00220	1.2183	1.0047	0.9718
	EQL2-U2	1.01456	1.0096	0.4889	1.00220	1.2183	1.0047	0.9718
Barra8	LULUN-11	1.01760	1.0055	1.1891	1.00580	1.1596	1.004	1.3365
	LULUN-12	1.01760	1.0055	1.1891	1.00580	1.1596	1.004	1.3365
	LULUN-13	1.01760	1.0055	1.1891	1.00580	1.1596	1.004	1.3365
	TP.ROSA3	1.01760	1.0055	1.1891	1.00580	1.1596	1.004	1.3365
	TP.ROSA2	1.01760	1.0055	1.1891	1.00580	1.1596	1.004	1.3365
	TP.ROSA1	1.01760	1.0055	1.1891	1.00580	1.1596	1.004	1.3365

Fecha del Despacho:		01-Ene-01						
Hora de Despacho:		00:00-01:00						
DESPACHO ECONOMICO REAL			ALGORITMO GENETICO					
Realizado por el CENACE			Condición 1		Condición 2		Condición 3	
#. Barra	Unidad	FNH Real	FNH	ER	FNH	ER	FNH	ER
			Calculado	(%)	Calculado	(%)	Calculado	(%)
Barra9	ORO-CAG3	1.03464	1.0576	2.2191	1.05830	2.2868	1.0574	2.1998
	ORO-CAG4	1.03464	1.0576	2.2191	1.05830	2.2868	1.0574	2.1998
	ORO-MAU4	1.03464	1.0576	2.2191	1.05830	2.2868	1.0574	2.1998
	ORO-MAU5	1.03464	1.0576	2.2191	1.05830	2.2868	1.0574	2.1998
Barra10	VGQL2-U3	1.01465	1.0115	0.3105	1.01230	0.2316	1.0121	0.2513
	VGQL2-U4	1.01465	1.0115	0.3105	1.01230	0.2316	1.0121	0.2513
	VGQL1-U1	1.01465	1.0115	0.3105	1.01230	0.2316	1.0121	0.2513
	VGQL1-U2	1.01465	1.0115	0.3105	1.01230	0.2316	1.0121	0.2513
Barra11	LOJ-CA1	1.01290	1.0323	1.9153	1.03310	1.9943	1.0336	2.0436
	LOJ-CA2	1.01290	1.0323	1.9153	1.03310	1.9943	1.0336	2.0436
	LOJ-CA4	1.01290	1.0323	1.9153	1.03310	1.9943	1.0336	2.0436
	LOJ-CA5	1.01290	1.0323	1.9153	1.03310	1.9943	1.0336	2.0436
	LOJ-CA6	1.01290	1.0323	1.9153	1.03310	1.9943	1.0336	2.0436
	LOJ-CA7	1.01290	1.0323	1.9153	1.03310	1.9943	1.0336	2.0436
	LOJ-CA8	1.01290	1.0323	1.9153	1.03310	1.9943	1.0336	2.0436
	LOJ-CA9	1.01290	1.0323	1.9153	1.03310	1.9943	1.0336	2.0436
	LOJ-CA10	1.01290	1.0323	1.9153	1.03310	1.9943	1.0336	2.0436
Barra12	EMELNOR	1.05672	1.0153	3.9197	1.01590	3.8629	1.014	4.0427
Barra13	SELG1	1.04845	1.0502	0.1669	1.05110	0.2528	1.0493	0.0811
	SELG12	1.04845	1.0502	0.1669	1.05110	0.2528	1.0493	0.0811
	SELG8	1.04845	1.0502	0.1669	1.05110	0.2528	1.0493	0.0811
	SELG9	1.04845	1.0502	0.1669	1.05110	0.2528	1.0493	0.0811
	SELG10	1.04845	1.0502	0.1669	1.05110	0.2528	1.0493	0.0811
	SELG11	1.04845	1.0502	0.1669	1.05110	0.2528	1.0493	0.0811
	SEPLG4	1.04845	1.0502	0.1669	1.05110	0.2528	1.0493	0.0811
	EPW-SELE	1.04845	1.0502	0.1669	1.05110	0.2528	1.0493	0.0811
Barra14	SEPOG5	1.01634	1.023	0.6553	1.02530	0.8816	1.0116	0.4664
Barra15	BOLIVAR	0.98847	0.9974	0.9034	0.99780	0.9439	0.996	0.7618
Barra16	RIOBAMBA	0.97625	0.9918	1.5928	0.9922	1.6338	0.9904	1.4494
Barra17	MAN-MI1	1.12464	1.0961	2.5377	1.0970	2.4577	1.0959	2.5555
	MAN-MI2	1.12464	1.0961	2.5377	1.0970	2.4577	1.0959	2.5555
	MAN-MI3	1.12464	1.0961	2.5377	1.0970	2.4577	1.0959	2.5555
	MAN-MI4	1.12464	1.0961	2.5377	1.0970	2.4577	1.0959	2.5555
	MAN-MI7	1.12464	1.0961	2.5377	1.0970	2.4577	1.0959	2.5555
	MAN-MI8	1.12464	1.0961	2.5377	1.0970	2.4577	1.0959	2.5555
	MAN-MI9	1.12464	1.0961	2.5377	1.0970	2.4577	1.0959	2.5555
	MAN-MI10	1.12464	1.0961	2.5377	1.0970	2.4577	1.0959	2.5555
	MAN-MI11	1.12464	1.0961	2.5377	1.0970	2.4577	1.0959	2.5555
	MAN-MI12	1.12464	1.0961	2.5377	1.0970	2.4577	1.0959	2.5555
	MAN-MI13	1.12464	1.0961	2.5377	1.0970	2.4577	1.0959	2.5555
	MAN-MI14	1.12464	1.0961	2.5377	1.0970	2.4577	1.0959	2.5555
	MAN-MI15	1.12464	1.0961	2.5377	1.0970	2.4577	1.0959	2.5555
	MAN-MI16	1.12464	1.0961	2.5377	1.0970	2.4577	1.0959	2.5555
	MAN-MI18	1.12464	1.0961	2.5377	1.0970	2.4577	1.0959	2.5555
	MAN-M22	1.12464	1.0961	2.5377	1.0970	2.4577	1.0959	2.5555

Fecha del Despacho:		01-Ene-01						
Hora de Despacho:		00:00-01:00						
DESPACHO ECONOMICO REAL			ALGORITMO GENETICO					
Realizado por el CENACE			Condición 1		Condición 2		Condición 3	
#. Barra	Unidad	FNH Real	FNH Calculado	ER (%)	FNH Calculado	ER (%)	FNH Calculado	ER (%)
Barra18	S-DGOG9	1.01609	1.0031	1.2784	1.0038	1.2095	1.0024	1.3473
	S-DGOU2	1.01609	1.0031	1.2784	1.0038	1.2095	1.0024	1.3473
	EPW-SD1	1.01609	1.0031	1.2784	1.0038	1.2095	1.0024	1.3473
	EPW-SD2	1.01609	1.0031	1.2784	1.0038	1.2095	1.0024	1.3473
Barra19	AMB-LLI1	0.98220	0.9899	0.7840	0.9903	0.8247	0.9884	0.6312
	AMB-LLI2	0.98220	0.9899	0.7840	0.9903	0.8247	0.9884	0.6312
	AMB-BAT3	0.98220	0.9899	0.7840	0.9903	0.8247	0.9884	0.6312
Barra20	MILA-G3	0.98030	0.9985	1.8566	0.9993	1.9382	0.9979	1.7954
	MILA-G4	0.98030	0.9985	1.8566	0.9993	1.9382	0.9979	1.7954
	MILA-G5	0.98030	0.9985	1.8566	0.9993	1.9382	0.9979	1.7954
	MILA-G6	0.98030	0.9985	1.8566	0.9993	1.9382	0.9979	1.7954
	MILA-G7	0.98030	0.9985	1.8566	0.9993	1.9382	0.9979	1.7954
	MILA-G8	0.98030	0.9985	1.8566	0.9993	1.9382	0.9979	1.7954
Barra21	E-TRINIT	1.00017	1.0051	0.4929	1.0057	0.5529	1.0041	0.3929
	ECORP	1.00017	1.0051	0.4929	1.0057	0.5529	1.0041	0.3929
	EQT-U1	1.00017	1.0051	0.4929	1.0057	0.5529	1.0041	0.3929
Barra22	EMELRIO1	1.02347	1.019	0.4367	1.0190	0.4367	1.0189	0.4465
	EMELRIO2	1.02347	1.019	0.4367	1.0190	0.4367	1.0189	0.4465
	EMELRIO3	1.02347	1.019	0.4367	1.0190	0.4367	1.0189	0.4465
	EMELRIO4	1.02347	1.019	0.4367	1.0190	0.4367	1.0189	0.4465

Algoritmo Genético

Condiciones de los parámetros de cálculo de DEPAG

Condición	1	2	3
Número de Generaciones:	50	50	50
Tamaño de la población:	30	30	30
Longitud del cromosoma:	30	30	30
Probabilidad de cruce:	0.6	0.7	0.8
Probabilidad de mutación:	0.033	0.033	0.033
Valor Normalizado:	0.3	0.3	0.3

Fecha del Despacho:		01-Ene-01						
Hora de Despacho:		00:00-01:00						
DESPACHO ECONOMICO REAL			ALGORITMO GENETICO					
Realizado por el CENACE			Condición 1		Condición 2		Condición 3	
#. Barra	Unidad	FNH Real	FNH Calculado	ER (%)	FNH Calculado	ER (%)	FNH Calculado	ER (%)
Barra 1	T-ESMER	0.97558	0.9946	1.9496	0.99860	2.3596	0.9872	1.1911
	EMLESU1	0.97558	0.9946	1.9496	0.99860	2.3596	0.9872	1.1911
	EMLESU2	0.97558	0.9946	1.9496	0.99860	2.3596	0.9872	1.1911
Barra2	E.GZ.TV3	1.01483	1.0067	0.8011	0.99930	1.5303	1.0023	1.2347
	E.GZ.TV2	1.01483	1.0067	0.8011	0.99930	1.5303	1.0023	1.2347
	E.VASANT	1.01483	1.0067	0.8011	0.99930	1.5303	1.0023	1.2347
	ELEC-AT1	1.01483	1.0067	0.8011	0.99930	1.5303	1.0023	1.2347
	ELEC-AT2	1.01483	1.0067	0.8011	0.99930	1.5303	1.0023	1.2347
	E.GZ.TG4	1.01483	1.0067	0.8011	0.99930	1.5303	1.0023	1.2347
	E.GASAN5	1.01483	1.0067	0.8011	0.99930	1.5303	1.0023	1.2347
	E.GASAN6	1.01483	1.0067	0.8011	0.99930	1.5303	1.0023	1.2347
	E.GASAN1	1.01483	1.0067	0.8011	0.99930	1.5303	1.0023	1.2347
	E.GASAN2	1.01483	1.0067	0.8011	0.99930	1.5303	1.0023	1.2347
	E.GASAN3	1.01483	1.0067	0.8011	0.99930	1.5303	1.0023	1.2347
Barra3	EAUSDES1	0.97647	1.0063	3.0549	0.98960	1.3446	1.0062	3.0446
	EAUSDES2	0.97647	1.0063	3.0549	0.98960	1.3446	1.0062	3.0446
	EAUSDES3	0.97647	1.0063	3.0549	0.98960	1.3446	1.0062	3.0446
	EAUSDES4	0.97647	1.0063	3.0549	0.98960	1.3446	1.0062	3.0446
	EAUSMON1	0.97647	1.0063	3.0549	0.98960	1.3446	1.0062	3.0446
	EAUSMON2	0.97647	1.0063	3.0549	0.98960	1.3446	1.0062	3.0446
	EAUSMON3	0.97647	1.0063	3.0549	0.98960	1.3446	1.0062	3.0446
	EAUSMON4	0.97647	1.0063	3.0549	0.98960	1.3446	1.0062	3.0446
	EAUSMON5	0.97647	1.0063	3.0549	0.98960	1.3446	1.0062	3.0446
	EAUSMON6	0.97647	1.0063	3.0549	0.98960	1.3446	1.0062	3.0446
Barra4	TPGUANG1	1.03180	1.0001	3.0723	1.00000	3.0820	1.0006	3.0238
	TPGUANG2	1.03180	1.0001	3.0723	1.00000	3.0820	1.0006	3.0238
	TPGUANG3	1.03180	1.0001	3.0723	1.00000	3.0820	1.0006	3.0238
	TPGUANG4	1.03180	1.0001	3.0723	1.00000	3.0820	1.0006	3.0238
	TPGUANG5	1.03180	1.0001	3.0723	1.00000	3.0820	1.0006	3.0238
	TPGUANG6	1.03180	1.0001	3.0723	1.00000	3.0820	1.0006	3.0238
Barra5	G.HERNA1	1.01759	1.0005	1.6795	0.99350	2.3674	0.9959	2.1315
	G.HERNA2	1.01759	1.0005	1.6795	0.99350	2.3674	0.9959	2.1315
	G.HERNA3	1.01759	1.0005	1.6795	0.99350	2.3674	0.9959	2.1315
	G.HERNA4	1.01759	1.0005	1.6795	0.99350	2.3674	0.9959	2.1315
	G.HERNA5	1.01759	1.0005	1.6795	0.99350	2.3674	0.9959	2.1315
	G.HERNA6	1.01759	1.0005	1.6795	0.99350	2.3674	0.9959	2.1315
Barra6	EQL3-U3	1.00502	1.0035	0.1512	1.00360	0.1413	1.0036	0.1413
	EQL3-U4	1.00502	1.0035	0.1512	1.00360	0.1413	1.0036	0.1413
Barra7	EQL2-U1	1.01456	1.0004	1.3957	1.00220	1.2183	1.0047	0.9718
	EQL2-U2	1.01456	1.0004	1.3957	1.00220	1.2183	1.0047	0.9718
Barra8	LULUN-11	1.01760	1.0005	1.6804	0.99350	2.3683	0.9959	2.1325
	LULUN-12	1.01760	1.0005	1.6804	0.99350	2.3683	0.9959	2.1325
	LULUN-13	1.01760	1.0005	1.6804	0.99350	2.3683	0.9959	2.1325
	TP.ROSA3	1.01760	1.0005	1.6804	0.99350	2.3683	0.9959	2.1325
	TP.ROSA2	1.01760	1.0005	1.6804	0.99350	2.3683	0.9959	2.1325
	TP.ROSA1	1.01760	1.0005	1.6804	0.99350	2.3683	0.9959	2.1325

Fecha del Despacho:		01-Ene-01						
Hora de Despacho:		00:00-01:00						
DESPACHO ECONOMICO REAL			ALGORITMO GENETICO					
Realizado por el CENACE			Condición 1		Condición 2		Condición 3	
#. Barra	Unidad	FNH Real	FNH	ER	FNH	ER	FNH	ER
			Calculado	(%)	Calculado	(%)	Calculado	(%)
Barra9	ORO-CAG3	1.03464	1.0561	2.0742	1.05680	2.1418	1.0574	2.1998
	ORO-CAG4	1.03464	1.0561	2.0742	1.05680	2.1418	1.0574	2.1998
	ORO-MAU4	1.03464	1.0561	2.0742	1.05680	2.1418	1.0574	2.1998
	ORO-MAU5	1.03464	1.0561	2.0742	1.05680	2.1418	1.0574	2.1998
Barra10	VGQL2-U3	1.01465	1.0077	0.6850	1.00550	0.9018	1.0102	0.4386
	VGQL2-U4	1.01465	1.0077	0.6850	1.00550	0.9018	1.0102	0.4386
	VGQL1-U1	1.01465	1.0077	0.6850	1.00550	0.9018	1.0102	0.4386
	VGQL1-U2	1.01465	1.0077	0.6850	1.00550	0.9018	1.0102	0.4386
Barra11	LOJ-CA1	1.01290	1.0271	1.4019	1.01280	0.0099	1.0322	1.9054
	LOJ-CA2	1.01290	1.0271	1.4019	1.01280	0.0099	1.0322	1.9054
	LOJ-CA4	1.01290	1.0271	1.4019	1.01280	0.0099	1.0322	1.9054
	LOJ-CA5	1.01290	1.0271	1.4019	1.01280	0.0099	1.0322	1.9054
	LOJ-CA6	1.01290	1.0271	1.4019	1.01280	0.0099	1.0322	1.9054
	LOJ-CA7	1.01290	1.0271	1.4019	1.01280	0.0099	1.0322	1.9054
	LOJ-CA8	1.01290	1.0271	1.4019	1.01280	0.0099	1.0322	1.9054
	LOJ-CA9	1.01290	1.0271	1.4019	1.01280	0.0099	1.0322	1.9054
	LOJ-CA10	1.01290	1.0271	1.4019	1.01280	0.0099	1.0322	1.9054
Barra12	EMELNOR	1.05672	1.0108	4.3455	1.01010	4.4118	1.0066	4.7430
Barra13	SELG1	1.04845	1.0471	0.1288	1.04800	0.0429	1.0495	0.1001
	SELG12	1.04845	1.0471	0.1288	1.04800	0.0429	1.0495	0.1001
	SELG8	1.04845	1.0471	0.1288	1.04800	0.0429	1.0495	0.1001
	SELG9	1.04845	1.0471	0.1288	1.04800	0.0429	1.0495	0.1001
	SELG10	1.04845	1.0471	0.1288	1.04800	0.0429	1.0495	0.1001
	SELG11	1.04845	1.0471	0.1288	1.04800	0.0429	1.0495	0.1001
	SEPLG4	1.04845	1.0471	0.1288	1.04800	0.0429	1.0495	0.1001
	EPW-SELE	1.04845	1.0471	0.1288	1.04800	0.0429	1.0495	0.1001
Barra14	SEPOG5	1.01634	1.0133	0.2991	1.01620	0.0138	1.0116	0.4664
Barra15	BOLIVAR	0.98847	0.9925	0.4077	0.98540	0.3106	0.9879	0.0577
Barra16	RIOBAMBA	0.97625	0.9860	0.9987	0.9794	0.3227	0.9821	0.5992
Barra17	MAN-MI1	1.12464	1.0943	2.6978	1.0952	2.6177	1.0959	2.5555
	MAN-MI2	1.12464	1.0943	2.6978	1.0952	2.6177	1.0959	2.5555
	MAN-MI3	1.12464	1.0943	2.6978	1.0952	2.6177	1.0959	2.5555
	MAN-MI4	1.12464	1.0943	2.6978	1.0952	2.6177	1.0959	2.5555
	MAN-MI7	1.12464	1.0943	2.6978	1.0952	2.6177	1.0959	2.5555
	MAN-MI8	1.12464	1.0943	2.6978	1.0952	2.6177	1.0959	2.5555
	MAN-MI9	1.12464	1.0943	2.6978	1.0952	2.6177	1.0959	2.5555
	MAN-MI10	1.12464	1.0943	2.6978	1.0952	2.6177	1.0959	2.5555
	MAN-MI11	1.12464	1.0943	2.6978	1.0952	2.6177	1.0959	2.5555
	MAN-MI12	1.12464	1.0943	2.6978	1.0952	2.6177	1.0959	2.5555
	MAN-MI13	1.12464	1.0943	2.6978	1.0952	2.6177	1.0959	2.5555
	MAN-MI14	1.12464	1.0943	2.6978	1.0952	2.6177	1.0959	2.5555
	MAN-MI15	1.12464	1.0943	2.6978	1.0952	2.6177	1.0959	2.5555
	MAN-MI16	1.12464	1.0943	2.6978	1.0952	2.6177	1.0959	2.5555
	MAN-MI18	1.12464	1.0943	2.6978	1.0952	2.6177	1.0959	2.5555
	MAN-M22	1.12464	1.0943	2.6978	1.0952	2.6177	1.0959	2.5555

Fecha del Despacho:			01-Ene-01					
Hora de Despacho:			00:00-01:00					
DESPACHO ECONOMICO REAL Realizado por el CENACE			ALGORITMO GENETICO					
			Condición 1		Condición 2		Condición 3	
#. Barra	Unidad	FNH Real	FNH Calculado	ER (%)	FNH Calculado	ER (%)	FNH Calculado	ER (%)
Barra18	S-DGOG9	1.01609	1.0004	1.5442	1.0016	1.4261	1.0024	1.3473
	S-DGOU2	1.01609	1.0004	1.5442	1.0016	1.4261	1.0024	1.3473
	EPW-SD1	1.01609	1.0004	1.5442	1.0016	1.4261	1.0024	1.3473
	EPW-SD2	1.01609	1.0004	1.5442	1.0016	1.4261	1.0024	1.3473
Barra19	AMB-LLI1	0.98220	0.984	0.1833	0.9773	0.4989	0.9799	0.2342
	AMB-LLI2	0.98220	0.984	0.1833	0.9773	0.4989	0.9799	0.2342
	AMB-BAT3	0.98220	0.984	0.1833	0.9773	0.4989	0.9799	0.2342
Barra20	MILA-G3	0.98030	0.9972	1.7240	0.9971	1.7138	0.9979	1.7954
	MILA-G4	0.98030	0.9972	1.7240	0.9971	1.7138	0.9979	1.7954
	MILA-G5	0.98030	0.9972	1.7240	0.9971	1.7138	0.9979	1.7954
	MILA-G6	0.98030	0.9972	1.7240	0.9971	1.7138	0.9979	1.7954
	MILA-G7	0.98030	0.9972	1.7240	0.9971	1.7138	0.9979	1.7954
	MILA-G8	0.98030	0.9972	1.7240	0.9971	1.7138	0.9979	1.7954
Barra21	E-TRINIT	1.00017	1.0014	0.1230	0.9960	0.4169	0.9979	0.2270
	ECORP	1.00017	1.0014	0.1230	0.9960	0.4169	0.9979	0.2270
	EQT-U1	1.00017	1.0014	0.1230	0.9960	0.4169	0.9979	0.2270
Barra22	EMELRIO1	1.02347	1.019	0.4367	1.0190	0.4367	1.019	0.4367
	EMELRIO2	1.02347	1.019	0.4367	1.0190	0.4367	1.019	0.4367
	EMELRIO3	1.02347	1.019	0.4367	1.0190	0.4367	1.019	0.4367
	EMELRIO4	1.02347	1.019	0.4367	1.0190	0.4367	1.019	0.4367

Algoritmo Genético

Condiciones de los parámetros de cálculo de DEPAG

Condición	1	2	3
Número de Generaciones:	150	150	150
Tamaño de la población:	30	30	30
Longitud del cromosoma:	30	30	30
Probabilidad de cruce:	0.6	0.7	0.8
Probabilidad de mutación:	0.033	0.033	0.033
Valor Normalizado:	0.3	0.3	0.3

Fecha del Despacho:		01-Ene-01						
Hora de Despacho:		06:00-07:00						
DESPACHO ECONOMICO REAL			ALGORITMO GENETICO					
Realizado por el CENACE			Condición 1		Condición 2		Condición 3	
#. Barra	Unidad	FNH Real	FNH Calculado	ER (%)	FNH Calculado	ER (%)	FNH Calculado	ER (%)
Barra 1	T-ESMER	0.94965	0.978	2.9853	1.01590	6.9763	0.9872	3.9541
	EMLESU1	0.94965	0.978	2.9853	1.01590	6.9763	0.9872	3.9541
	EMLESU2	0.94965	0.978	2.9853	1.01590	6.9763	0.9872	3.9541
Barra2	E.GZ.TV3	1.00602	1.0066	0.0577	1.01370	0.7634	1.0116	0.5547
	E.GZ.TV2	1.00602	1.0066	0.0577	1.01370	0.7634	1.0116	0.5547
	E.VASANT	1.00602	1.0066	0.0577	1.01370	0.7634	1.0116	0.5547
	ELEC-AT1	1.00602	1.0066	0.0577	1.01370	0.7634	1.0116	0.5547
	ELEC-AT2	1.00602	1.0066	0.0577	1.01370	0.7634	1.0116	0.5547
	E.GZ.TG4	1.00602	1.0066	0.0577	1.01370	0.7634	1.0116	0.5547
	E.GASAN5	1.00602	1.0066	0.0577	1.01370	0.7634	1.0116	0.5547
	E.GASAN6	1.00602	1.0066	0.0577	1.01370	0.7634	1.0116	0.5547
	E.GASAN1	1.00602	1.0066	0.0577	1.01370	0.7634	1.0116	0.5547
	E.GASAN2	1.00602	1.0066	0.0577	1.01370	0.7634	1.0116	0.5547
	E.GASAN3	1.00602	1.0066	0.0577	1.01370	0.7634	1.0116	0.5547
Barra3	EAUSDES1	0.9961	1.0101	1.4055	1.01050	1.4456	1.0103	1.4256
	EAUSDES2	0.9961	1.0101	1.4055	1.01050	1.4456	1.0103	1.4256
	EAUSDES3	0.9961	1.0101	1.4055	1.01050	1.4456	1.0103	1.4256
	EAUSDES4	0.9961	1.0101	1.4055	1.01050	1.4456	1.0103	1.4256
	EAUSMON1	0.9961	1.0101	1.4055	1.01050	1.4456	1.0103	1.4256
	EAUSMON2	0.9961	1.0101	1.4055	1.01050	1.4456	1.0103	1.4256
	EAUSMON3	0.9961	1.0101	1.4055	1.01050	1.4456	1.0103	1.4256
	EAUSMON4	0.9961	1.0101	1.4055	1.01050	1.4456	1.0103	1.4256
	EAUSMON5	0.9961	1.0101	1.4055	1.01050	1.4456	1.0103	1.4256
	EAUSMON6	0.9961	1.0101	1.4055	1.01050	1.4456	1.0103	1.4256
Barra4	TPGUANG1	1.02359	1.0284	0.4699	1.00500	1.8162	1.0031	2.0018
	TPGUANG2	1.02359	1.0284	0.4699	1.00500	1.8162	1.0031	2.0018
	TPGUANG3	1.02359	1.0284	0.4699	1.00500	1.8162	1.0031	2.0018
	TPGUANG4	1.02359	1.0284	0.4699	1.00500	1.8162	1.0031	2.0018
	TPGUANG5	1.02359	1.0284	0.4699	1.00500	1.8162	1.0031	2.0018
	TPGUANG6	1.02359	1.0284	0.4699	1.00500	1.8162	1.0031	2.0018
Barra5	G.HERNA1	1.01492	1.0212	0.6188	1.00580	0.8986	1.004	1.0759
	G.HERNA2	1.01492	1.0212	0.6188	1.00580	0.8986	1.004	1.0759
	G.HERNA3	1.01492	1.0212	0.6188	1.00580	0.8986	1.004	1.0759
	G.HERNA4	1.01492	1.0212	0.6188	1.00580	0.8986	1.004	1.0759
	G.HERNA5	1.01492	1.0212	0.6188	1.00580	0.8986	1.004	1.0759
	G.HERNA6	1.01492	1.0212	0.6188	1.00580	0.8986	1.004	1.0759
Barra6	EQL3-U3	1.00228	1.0026	0.0319	1.00350	0.1217	1.0036	0.1317
	EQL3-U4	1.00228	1.0026	0.0319	1.00350	0.1217	1.0036	0.1317
Barra7	EQL2-U1	1.00576	1.0004	0.5329	1.00220	0.3540	1.0047	0.1054
	EQL2-U2	1.00576	1.0004	0.5329	1.00220	0.3540	1.0047	0.1054
Barra8	LULUN-11	1.01492	1.0238	0.8749	1.00580	0.8986	1.004	1.0759
	LULUN-12	1.01492	1.0238	0.8749	1.00580	0.8986	1.004	1.0759
	LULUN-13	1.01492	1.0238	0.8749	1.00580	0.8986	1.004	1.0759
	TP.ROSA3	1.01492	1.0238	0.8749	1.00580	0.8986	1.004	1.0759
	TP.ROSA2	1.01492	1.0238	0.8749	1.00580	0.8986	1.004	1.0759
	TP.ROSA1	1.01492	1.0238	0.8749	1.00580	0.8986	1.004	1.0759

Fecha del Despacho:		01-Ene-01						
Hora de Despacho:		06:00-07:00						
DESPACHO ECONOMICO REAL			ALGORITMO GENETICO					
Realizado por el CENACE			Condición 1		Condición 2		Condición 3	
#. Barra	Unidad	FNH Real	FNH	ER	FNH	ER	FNH	ER
			Calculado	(%)	Calculado	(%)	Calculado	(%)
Barra9	ORO-CAG3	1.02007	1.0505	2.9831	1.05830	3.7478	1.0574	3.6596
	ORO-CAG4	1.02007	1.0505	2.9831	1.05830	3.7478	1.0574	3.6596
	ORO-MAU4	1.02007	1.0505	2.9831	1.05830	3.7478	1.0574	3.6596
	ORO-MAU5	1.02007	1.0505	2.9831	1.05830	3.7478	1.0574	3.6596
Barra10	VGQL2-U3	1.00584	1.0076	0.1750	1.01230	0.6422	1.0121	0.6224
	VGQL2-U4	1.00584	1.0076	0.1750	1.01230	0.6422	1.0121	0.6224
	VGQL1-U1	1.00584	1.0076	0.1750	1.01230	0.6422	1.0121	0.6224
	VGQL1-U2	1.00584	1.0076	0.1750	1.01230	0.6422	1.0121	0.6224
Barra11	LOJ-CA1	1.01634	1.0388	2.2099	1.03310	1.6491	1.0336	1.6983
	LOJ-CA2	1.01634	1.0388	2.2099	1.03310	1.6491	1.0336	1.6983
	LOJ-CA4	1.01634	1.0388	2.2099	1.03310	1.6491	1.0336	1.6983
	LOJ-CA5	1.01634	1.0388	2.2099	1.03310	1.6491	1.0336	1.6983
	LOJ-CA6	1.01634	1.0388	2.2099	1.03310	1.6491	1.0336	1.6983
	LOJ-CA7	1.01634	1.0388	2.2099	1.03310	1.6491	1.0336	1.6983
	LOJ-CA8	1.01634	1.0388	2.2099	1.03310	1.6491	1.0336	1.6983
	LOJ-CA9	1.01634	1.0388	2.2099	1.03310	1.6491	1.0336	1.6983
	LOJ-CA10	1.01634	1.0388	2.2099	1.03310	1.6491	1.0336	1.6983
Barra12	EMELNOR	1.03844	1.0445	0.5836	1.01590	2.1706	1.014	2.3535
Barra13	SELG1	1.02236	1.0292	0.6690	1.05110	2.8111	1.0493	2.6351
	SELG12	1.02236	1.0292	0.6690	1.05110	2.8111	1.0493	2.6351
	SELG8	1.02236	1.0292	0.6690	1.05110	2.8111	1.0493	2.6351
	SELG9	1.02236	1.0292	0.6690	1.05110	2.8111	1.0493	2.6351
	SELG10	1.02236	1.0292	0.6690	1.05110	2.8111	1.0493	2.6351
	SELG11	1.02236	1.0292	0.6690	1.05110	2.8111	1.0493	2.6351
	SEPLG4	1.02236	1.0292	0.6690	1.05110	2.8111	1.0493	2.6351
	EPW-SELE	1.02236	1.0292	0.6690	1.05110	2.8111	1.0493	2.6351
Barra14	SEPOG5	1.00742	1.0088	0.1370	1.02530	1.7748	1.0116	0.4149
Barra15	BOLIVAR	0.99660	1.011	1.4449	0.99780	0.1204	0.996	0.0602
Barra16	RIOBAMBA	0.98926	1.0007	1.1564	0.9922	0.2972	0.9904	0.1152
Barra17	MAN-MI1	1.0672	1.0884	1.9865	1.0970	2.7924	1.0959	2.6893
	MAN-MI2	1.0672	1.0884	1.9865	1.0970	2.7924	1.0959	2.6893
	MAN-MI3	1.0672	1.0884	1.9865	1.0970	2.7924	1.0959	2.6893
	MAN-MI4	1.0672	1.0884	1.9865	1.0970	2.7924	1.0959	2.6893
	MAN-MI7	1.0672	1.0884	1.9865	1.0970	2.7924	1.0959	2.6893
	MAN-MI8	1.0672	1.0884	1.9865	1.0970	2.7924	1.0959	2.6893
	MAN-MI9	1.0672	1.0884	1.9865	1.0970	2.7924	1.0959	2.6893
	MAN-M10	1.0672	1.0884	1.9865	1.0970	2.7924	1.0959	2.6893
	MAN-M11	1.0672	1.0884	1.9865	1.0970	2.7924	1.0959	2.6893
	MAN-M12	1.0672	1.0884	1.9865	1.0970	2.7924	1.0959	2.6893
	MAN-M13	1.0672	1.0884	1.9865	1.0970	2.7924	1.0959	2.6893
	MAN-M14	1.0672	1.0884	1.9865	1.0970	2.7924	1.0959	2.6893
	MAN-M15	1.0672	1.0884	1.9865	1.0970	2.7924	1.0959	2.6893
	MAN-M16	1.0672	1.0884	1.9865	1.0970	2.7924	1.0959	2.6893
	MAN-M18	1.0672	1.0884	1.9865	1.0970	2.7924	1.0959	2.6893
	MAN-M22	1.0672	1.0884	1.9865	1.0970	2.7924	1.0959	2.6893

Fecha del Despacho:		01-Ene-01						
Hora de Despacho:		06:00-07:00						
DESPACHO ECONOMICO REAL			ALGORITMO GENETICO					
Realizado por el CENACE			Condición 1		Condición 2		Condición 3	
#. Barra	Unidad	FNH Real	FNH Calculado	ER (%)	FNH Calculado	ER (%)	FNH Calculado	ER (%)
Barra18	S-DGOG9	1.01062	1.0132	0.2553	1.0038	0.6748	1.0024	0.8134
	S-DGOU2	1.01062	1.0132	0.2553	1.0038	0.6748	1.0024	0.8134
	EPW-SD1	1.01062	1.0132	0.2553	1.0038	0.6748	1.0024	0.8134
	EPW-SD2	1.01062	1.0132	0.2553	1.0038	0.6748	1.0024	0.8134
Barra19	AMB-LLI1	0.99039	1.0056	1.5358	0.9903	0.0091	0.9884	0.2009
	AMB-LLI2	0.99039	1.0056	1.5358	0.9903	0.0091	0.9884	0.2009
	AMB-BAT3	0.99039	1.0056	1.5358	0.9903	0.0091	0.9884	0.2009
Barra20	MILA-G3	0.99114	0.9992	0.8132	0.9993	0.8233	0.9979	0.6820
	MILA-G4	0.99114	0.9992	0.8132	0.9993	0.8233	0.9979	0.6820
	MILA-G5	0.99114	0.9992	0.8132	0.9993	0.8233	0.9979	0.6820
	MILA-G6	0.99114	0.9992	0.8132	0.9993	0.8233	0.9979	0.6820
	MILA-G7	0.99114	0.9992	0.8132	0.9993	0.8233	0.9979	0.6820
	MILA-G8	0.99114	0.9992	0.8132	0.9993	0.8233	0.9979	0.6820
Barra21	E-TRINIT	0.99950	1.0013	0.1801	1.0057	0.6203	1.0041	0.4602
	ECORP	0.99950	1.0013	0.1801	1.0057	0.6203	1.0041	0.4602
	EQT-U1	0.99950	1.0013	0.1801	1.0057	0.6203	1.0041	0.4602
Barra22	EMELRIO1	1.01403	1.0197	0.5592	1.0190	0.4901	1.0189	0.4803
	EMELRIO2	1.01403	1.0197	0.5592	1.0190	0.4901	1.0189	0.4803
	EMELRIO3	1.01403	1.0197	0.5592	1.0190	0.4901	1.0189	0.4803
	EMELRIO4	1.01403	1.0197	0.5592	1.0190	0.4901	1.0189	0.4803

Algoritmo Genético

Condiciones de los parámetros de cálculo de DEPAG

Condición	1	2	3
Número de Generaciones:	150	150	150
Tamaño de la población:	30	30	30
Longitud del cromosoma:	30	30	30
Probabilidad de cruce:	0.6	0.7	0.8
Probabilidad de mutación:	0.033	0.033	0.033
Valor Normalizado:	0.3	0.3	0.3

Fecha del Despacho:		01-Ene-01						
Hora de Despacho:		00:00-01:00						
DESPACHO ECONOMICO REAL			ALGORITMO GENETICO					
Realizado por el CENACE			Condición 1		Condición 2		Condición 3	
#. Barra	Unidad	FNH Real	FNH Calculado	ER (%)	FNH Calculado	ER (%)	FNH Calculado	ER (%)
Barra 1	T-ESMER	0.97558	1.0285	5.4245	1.00030	2.5339	1.0004	2.5441
	EMLESU1	0.97558	1.0285	5.4245	1.00030	2.5339	1.0004	2.5441
	EMLESU2	0.97558	1.0285	5.4245	1.00030	2.5339	1.0004	2.5441
Barra2	E.GZ.TV3	1.01483	1.0164	0.1547	1.00700	0.7716	1.0065	0.8208
	E.GZ.TV2	1.01483	1.0164	0.1547	1.00700	0.7716	1.0065	0.8208
	E.VASANT	1.01483	1.0164	0.1547	1.00700	0.7716	1.0065	0.8208
	ELEC-AT1	1.01483	1.0164	0.1547	1.00700	0.7716	1.0065	0.8208
	ELEC-AT2	1.01483	1.0164	0.1547	1.00700	0.7716	1.0065	0.8208
	E.GZ.TG4	1.01483	1.0164	0.1547	1.00700	0.7716	1.0065	0.8208
	E.GASAN5	1.01483	1.0164	0.1547	1.00700	0.7716	1.0065	0.8208
	E.GASAN6	1.01483	1.0164	0.1547	1.00700	0.7716	1.0065	0.8208
	E.GASAN1	1.01483	1.0164	0.1547	1.00700	0.7716	1.0065	0.8208
	E.GASAN2	1.01483	1.0164	0.1547	1.00700	0.7716	1.0065	0.8208
	E.GASAN3	1.01483	1.0164	0.1547	1.00700	0.7716	1.0065	0.8208
Barra3	EAUSDES1	0.97647	1.0136	3.8025	1.00100	2.5121	1.0003	2.4404
	EAUSDES2	0.97647	1.0136	3.8025	1.00100	2.5121	1.0003	2.4404
	EAUSDES3	0.97647	1.0136	3.8025	1.00100	2.5121	1.0003	2.4404
	EAUSDES4	0.97647	1.0136	3.8025	1.00100	2.5121	1.0003	2.4404
	EAUSMON1	0.97647	1.0136	3.8025	1.00100	2.5121	1.0003	2.4404
	EAUSMON2	0.97647	1.0136	3.8025	1.00100	2.5121	1.0003	2.4404
	EAUSMON3	0.97647	1.0136	3.8025	1.00100	2.5121	1.0003	2.4404
	EAUSMON4	0.97647	1.0136	3.8025	1.00100	2.5121	1.0003	2.4404
	EAUSMON5	0.97647	1.0136	3.8025	1.00100	2.5121	1.0003	2.4404
	EAUSMON6	0.97647	1.0136	3.8025	1.00100	2.5121	1.0003	2.4404
Barra4	TPGUANG1	1.03180	1.0075	2.3551	1.00040	3.0432	1.0004	3.0432
	TPGUANG2	1.03180	1.0075	2.3551	1.00040	3.0432	1.0004	3.0432
	TPGUANG3	1.03180	1.0075	2.3551	1.00040	3.0432	1.0004	3.0432
	TPGUANG4	1.03180	1.0075	2.3551	1.00040	3.0432	1.0004	3.0432
	TPGUANG5	1.03180	1.0075	2.3551	1.00040	3.0432	1.0004	3.0432
	TPGUANG6	1.03180	1.0075	2.3551	1.00040	3.0432	1.0004	3.0432
Barra5	G.HERNA1	1.01759	1.008	0.9424	1.00000	1.7286	0.9996	1.7679
	G.HERNA2	1.01759	1.008	0.9424	1.00000	1.7286	0.9996	1.7679
	G.HERNA3	1.01759	1.008	0.9424	1.00000	1.7286	0.9996	1.7679
	G.HERNA4	1.01759	1.008	0.9424	1.00000	1.7286	0.9996	1.7679
	G.HERNA5	1.01759	1.008	0.9424	1.00000	1.7286	0.9996	1.7679
	G.HERNA6	1.01759	1.008	0.9424	1.00000	1.7286	0.9996	1.7679
Barra6	EQL3-U3	1.00502	1.0036	0.1413	1.00360	0.1413	1.0036	0.1413
	EQL3-U4	1.00502	1.0036	0.1413	1.00360	0.1413	1.0036	0.1413
Barra7	EQL2-U1	1.01456	1.0145	0.0059	1.00020	1.4154	0.9994	1.4942
	EQL2-U2	1.01456	1.0145	0.0059	1.00020	1.4154	0.9994	1.4942
Barra8	LULUN-11	1.01760	1.008	0.9434	1.00000	1.7296	0.9996	1.7689
	LULUN-12	1.01760	1.008	0.9434	1.00000	1.7296	0.9996	1.7689
	LULUN-13	1.01760	1.008	0.9434	1.00000	1.7296	0.9996	1.7689
	TP.ROSA3	1.01760	1.008	0.9434	1.00000	1.7296	0.9996	1.7689
	TP.ROSA2	1.01760	1.008	0.9434	1.00000	1.7296	0.9996	1.7689
	TP.ROSA1	1.01760	1.008	0.9434	1.00000	1.7296	0.9996	1.7689

Fecha del Despacho:		01-Ene-01						
Hora de Despacho:		00:00-01:00						
DESPACHO ECONOMICO REAL			ALGORITMO GENETICO					
Realizado por el CENACE			Condición 1		Condición 2		Condición 3	
#. Barra	Unidad	FNH Real	FNH	ER	FNH	ER	FNH	ER
			Calculado	(%)	Calculado	(%)	Calculado	(%)
Barra9	ORO-CAG3	1.03464	1.0589	2.3448	1.05580	2.0452	1.0556	2.0258
	ORO-CAG4	1.03464	1.0589	2.3448	1.05580	2.0452	1.0556	2.0258
	ORO-MAU4	1.03464	1.0589	2.3448	1.05580	2.0452	1.0556	2.0258
	ORO-MAU5	1.03464	1.0589	2.3448	1.05580	2.0452	1.0556	2.0258
Barra10	VGQL2-U3	1.01465	1.0153	0.0641	1.00380	1.0693	1.0031	1.1383
	VGQL2-U4	1.01465	1.0153	0.0641	1.00380	1.0693	1.0031	1.1383
	VGQL1-U1	1.01465	1.0153	0.0641	1.00380	1.0693	1.0031	1.1383
	VGQL1-U2	1.01465	1.0153	0.0641	1.00380	1.0693	1.0031	1.1383
Barra11	LOJ-CA1	1.01290	1.0362	2.3003	1.02390	1.0860	1.0232	1.0169
	LOJ-CA2	1.01290	1.0362	2.3003	1.02390	1.0860	1.0232	1.0169
	LOJ-CA4	1.01290	1.0362	2.3003	1.02390	1.0860	1.0232	1.0169
	LOJ-CA5	1.01290	1.0362	2.3003	1.02390	1.0860	1.0232	1.0169
	LOJ-CA6	1.01290	1.0362	2.3003	1.02390	1.0860	1.0232	1.0169
	LOJ-CA7	1.01290	1.0362	2.3003	1.02390	1.0860	1.0232	1.0169
	LOJ-CA8	1.01290	1.0362	2.3003	1.02390	1.0860	1.0232	1.0169
	LOJ-CA9	1.01290	1.0362	2.3003	1.02390	1.0860	1.0232	1.0169
	LOJ-CA10	1.01290	1.0362	2.3003	1.02390	1.0860	1.0232	1.0169
Barra12	EMELNOR	1.05672	1.0171	3.7493	1.01000	4.4212	1.01	4.4212
Barra13	SELG1	1.04845	1.052	0.3386	1.04680	0.1574	1.0464	0.1955
	SELG12	1.04845	1.052	0.3386	1.04680	0.1574	1.0464	0.1955
	SELG8	1.04845	1.052	0.3386	1.04680	0.1574	1.0464	0.1955
	SELG9	1.04845	1.052	0.3386	1.04680	0.1574	1.0464	0.1955
	SELG10	1.04845	1.052	0.3386	1.04680	0.1574	1.0464	0.1955
	SELG11	1.04845	1.052	0.3386	1.04680	0.1574	1.0464	0.1955
	SEPLG4	1.04845	1.052	0.3386	1.04680	0.1574	1.0464	0.1955
	EPW-SELE	1.04845	1.052	0.3386	1.04680	0.1574	1.0464	0.1955
Barra14	SEPOG5	1.01634	1.0292	1.2653	1.01370	0.2598	1.0137	0.2598
Barra15	BOLIVAR	0.98847	0.9999	1.1563	0.99200	0.3571	0.9916	0.3167
Barra16	RIOBAMBA	0.97625	0.9946	1.8796	0.9863	1.0294	0.9858	0.9782
Barra17	MAN-MI1	1.12464	1.0977	2.3954	1.0939	2.7333	1.0937	2.7511
	MAN-MI2	1.12464	1.0977	2.3954	1.0939	2.7333	1.0937	2.7511
	MAN-MI3	1.12464	1.0977	2.3954	1.0939	2.7333	1.0937	2.7511
	MAN-MI4	1.12464	1.0977	2.3954	1.0939	2.7333	1.0937	2.7511
	MAN-MI7	1.12464	1.0977	2.3954	1.0939	2.7333	1.0937	2.7511
	MAN-MI8	1.12464	1.0977	2.3954	1.0939	2.7333	1.0937	2.7511
	MAN-MI9	1.12464	1.0977	2.3954	1.0939	2.7333	1.0937	2.7511
	MAN-M10	1.12464	1.0977	2.3954	1.0939	2.7333	1.0937	2.7511
	MAN-M11	1.12464	1.0977	2.3954	1.0939	2.7333	1.0937	2.7511
	MAN-M12	1.12464	1.0977	2.3954	1.0939	2.7333	1.0937	2.7511
	MAN-M13	1.12464	1.0977	2.3954	1.0939	2.7333	1.0937	2.7511
	MAN-M14	1.12464	1.0977	2.3954	1.0939	2.7333	1.0937	2.7511
	MAN-M15	1.12464	1.0977	2.3954	1.0939	2.7333	1.0937	2.7511
	MAN-M16	1.12464	1.0977	2.3954	1.0939	2.7333	1.0937	2.7511
	MAN-M18	1.12464	1.0977	2.3954	1.0939	2.7333	1.0937	2.7511
	MAN-M22	1.12464	1.0977	2.3954	1.0939	2.7333	1.0937	2.7511

Fecha del Despacho:		01-Ene-01						
Hora de Despacho:		00:00-01:00						
DESPACHO ECONOMICO REAL			ALGORITMO GENETICO					
Realizado por el CENACE			Condición 1		Condición 2		Condición 3	
#. Barra	Unidad	FNH Real	FNH Calculado	ER (%)	FNH Calculado	ER (%)	FNH Calculado	ER (%)
Barra18	S-DGOG9	1.01609	1.0045	1.1406	1.0000	1.5825	0.9998	1.6032
	S-DGOU2	1.01609	1.0045	1.1406	1.0000	1.5825	0.9998	1.6032
	EPW-SD1	1.01609	1.0045	1.1406	1.0000	1.5825	0.9998	1.6032
	EPW-SD2	1.01609	1.0045	1.1406	1.0000	1.5825	0.9998	1.6032
Barra19	AMB-LLI1	0.98220	0.9927	1.0690	0.9842	0.2036	0.9838	0.1629
	AMB-LLI2	0.98220	0.9927	1.0690	0.9842	0.2036	0.9838	0.1629
	AMB-BAT3	0.98220	0.9927	1.0690	0.9842	0.2036	0.9838	0.1629
Barra20	MILA-G3	0.98030	1.00001	2.0106	0.9963	1.6322	0.9963	1.6322
	MILA-G4	0.98030	1.00001	2.0106	0.9963	1.6322	0.9963	1.6322
	MILA-G5	0.98030	1.00001	2.0106	0.9963	1.6322	0.9963	1.6322
	MILA-G6	0.98030	1.00001	2.0106	0.9963	1.6322	0.9963	1.6322
	MILA-G7	0.98030	1.00001	2.0106	0.9963	1.6322	0.9963	1.6322
	MILA-G8	0.98030	1.00001	2.0106	0.9963	1.6322	0.9963	1.6322
Barra21	E-TRINIT	1.00017	1.0067	0.6529	1.0007	0.0530	1.0007	0.0530
	ECORP	1.00017	1.0067	0.6529	1.0007	0.0530	1.0007	0.0530
	EQT-U1	1.00017	1.0067	0.6529	1.0007	0.0530	1.0007	0.0530
Barra22	EMELRIO1	1.02347	1.019	0.4367	1.0189	0.4465	1.019	0.4367
	EMELRIO2	1.02347	1.019	0.4367	1.0189	0.4465	1.019	0.4367
	EMELRIO3	1.02347	1.019	0.4367	1.0189	0.4465	1.019	0.4367
	EMELRIO4	1.02347	1.019	0.4367	1.0189	0.4465	1.019	0.4367

Algoritmo Genético

Condiciones de los parámetros de cálculo de DEPAG

Condición	1	2	3
Número de Generaciones:	150	150	150
Tamaño de la población:	30	30	30
Longitud del cromosoma:	30	30	30
Probabilidad de cruce:	0.7	0.7	0.7
Probabilidad de mutación:	0.020	0.040	0.050
Valor Normalizado:	0.3	0.3	0.3

Como se puede ver, tanto en los gráficos de errores para el despacho del día 01 de enero del 2001 como para las tablas de resumen en donde se muestran los factores de nodo para las 22 barras para el mismo día, al variar la longitud del cromosoma; los errores disminuyen pero tienen la misma tendencia, esto nos muestra que tan susceptibles son los algoritmos genéticos al modificar alguno de sus parámetros. Por lo tanto existe una gran variedad de alternativas para jugar con los parámetros de los algoritmos genéticos, pero hay que recalcar que durante toda una generación se debe mantener la misma longitud de cromosoma, es decir para que los algoritmos genéticos realicen una adecuada búsqueda todos los individuos deben tener la misma cantidad de genes y también todas las generaciones deben tener la misma cantidad de individuos, ya que de acuerdo con esto se aplica las operaciones básicas del algoritmo genético que son cruzamiento y mutación. De igual forma se ha presentado una tabla en la cual constan los factores de nodo de las 22 barras para el despacho del día: 1 de enero del 2001 a las 06h00. A continuación se presentan resúmenes sobre los despachos realizados para el día 1 de enero del 2001 de 00H00 a 01H00 y de 06H00 a 07H00 utilizando los algoritmos genéticos y además se hace una comparación con el despacho realizado por el CENACE*. En primer lugar se presenta la fecha, hora y los valores que emplea el algoritmo genético para realizar el despacho.

Fecha:	1 de Enero del 2001		
Hora:	00:00-01:00		
Demanda Total:	1217,90	MW	
Demanda cubierta por unidades hidroeléctricas:	1051,94	MW	
Probabilidad de mutación (Pm):	0,033		
Probabilidad de cruzamiento (Pc):	0,6		

DESPACHO REALIZADO POR EL CENACE*	UNIDAD	POTENCIA	FNH
	T-ESMER	65	0,97558
	E-TRINIT	50	1,00017
	E.GZ.TV3	18	1,01482
	E.GZ.TV2	18	1,01482
	EVASANT	15	1,01482

DESPACHO REALIZADO POR DEPAG							
No. De Generaciones:	150		100		50		
Longitud del Cromosoma:	30		30		30		
	UNIDAD	POTENCIA	FNH	POTENCIA	FNH	POTENCIA	FNH
	T-ESMER	35,62	0,99464	122,5	1,00883	122,5	1,01690
	E-TRINIT	130,34	1,00147	43,46	1,00147	43,46	1,00520

Cuadro 6.3: Resumen de despacho correspondiente al 1 de enero del 2001. Hora: 00:00-01:00

En el cuadro 6.3 se puede observar los dos despachos realizados ya sea tanto por el CENACE como por el programa DEPAG, en el primero de ellos se despachan cinco unidades térmicas, mientras que en el despacho programado que realiza DEPAG, se despachan tan solo dos unidades térmicas, esto se debe a que el CENACE toma en cuenta la generación obligatoria, forzada o inflexible y el DEPAG no lo hace, a su vez éste toma en cuenta el plan de mantenimiento, lo que a veces el CENACE no lo realiza pues existen despachos en los que constan unidades que según el plan de mantenimiento deben estar sin generar.

Además, se ha realizado varias corridas del programa DEPAG variando el número de generaciones y los resultados obtenidos se pueden ver en el cuadro 6.3, analizando cada uno de los casos se puede decir que para un valor de generaciones de 150, la primera unidad despachada es la T-ESMER, y para valores de generación de 100 y 50 la primera unidad despacha es E-TRINIT, esto se debe a los factores de nodo históricos almacenados en la base de datos y principalmente a la demanda cubierta por las unidades hidráulicas.

Para el caso de 06H00 a 07H0 se sigue el mismo procedimiento:

Fecha:	1 de Enero del 2001				
Hora:	06:00-07:00				
Demanda Total:	763,20	MW			
Demanda cubierta por unidades hidroeléctricas:	597.22	MW			
Probabilidad de mutación (Pm):	0,033				
Probabilidad de cruzamiento (Pc):	0,6				
DESPACHO REALIZADO POR EL CENACE					
	UNIDAD	POTENCIA	FNH		
	T-ESMER	65	0,94965		
	E-TRINIT	50	0,99949		
	E.GZ.TV3	18	1,00601		
	E.GZ.TV2	18	1,00601		
	EVASANT	15	1,00601		
DESPACHO REALIZADO POR DEPAG					
No. De Generaciones:	150		50		
Longitud del Cromosoma:	30		30		
	UNIDAD	POTENCIA	FNH	POTENCIA	FNH
	T-ESMER	122,5	1,036724	35,64	0,97805
	E-TRINIT	43,48	1,003807	130,34	1,00136

Cuadro 6.4: Resumen de despacho correspondiente al 1 de enero del 2001. Hora: 06:00-07:00

Fecha:	23 de Enero del 2001		
Hora:	00:00-01:00		
Demanda Total:	1021,00	MW	
Demanda cubierta por unidades hidroeléctricas:	551,31	MW	
Probabilidad de mutación (Pm):	0,033		
Probabilidad de cruzamiento (Pc):	0,6		

DESPACHO REALIZADO POR EL CENACE	UNIDAD	POTENCIA	FNH
	T-ESMER	122,5	0,88143
	E-TRINIT	132,99	0,99722
	E.GZ.TV3	73,01	0,99786
	EAUSDES1	4,21	0,99789
	E.GZ.TV2	73,01	0,99786
	EVASANT	18	0,99786
	TPGUANG6	5,1	1,01093
	TPGUANG2	5,1	1,01093
	TPGUANG1	5,1	1,01093
	TPGUANG4	5,1	1,01093
	TPGUANG3	5,1	1,01093
	VGQL1-U1	4,5	0,99045
	VGQL2-U3	8	0,99045
	VGQL2-U4	8	0,99045

DESPACHO REALIZADO POR DEPAG	UNIDAD	POTENCIA	FNH
No. De Generaciones:		500	
Longitud del Cromosoma:		30	
	E-TRINIT	130,34	0,995
	T-ESMER	122,5	0,98637
	EAUSDES4	3,53	0,99987
	E.GZ.TV3	71,54	1,00045
	EAUSDES1	2,74	0,99987
	E.GZ.TV2	71,54	1,00045
	EVASANT	33,81	1,00045
	TPGUANG6	5,1	1,01291
	TPGUANG2	5,1	1,01291
	TPGUANG1	5,1	1,01291
	TPGUANG3	5,1	1,01291
	G.HERNA2	5,49	1,00702
	G.HERNA1	5,49	1,00702
	G.HERNA6	2,33	1,00702

Cuadro 6.5: Resumen de despacho correspondiente al 23 de enero del 2001. Hora: 00:00-01:00

* Los datos de Despacho realizado por el CENACE corresponden a los datos expuestos en la página WEB, en las unidades que no se tiene la potencia con la cual generan, se encuentran de igual forma en la página de información.

Cabe indicar que el despacho que se realiza con el programa DEPAG, toma en consideración la reserva de giro para las unidades térmicas, es por tal razón que las potencias con que se despacha cada unidad por el CENACE no coincida con la potencia de las unidades despachadas por DEPAG, ya que no se conoce con que porcentaje de reserva de giro trabaja el CENACE.

Todas las pruebas que se hicieron, incluyendo las ya mostradas en esta parte del capítulo como ejemplo se muestran en detalle en los anexos, en los cuales se presenta el despacho económico programado sin restricciones realizado por el CENACE, el despacho programado por el DEPAG, el plan de mantenimiento para cada día analizado y además todos los factores de nodo para cada una de las unidades térmicas que conforman el parque térmico del país, así como también los diferentes valores con los que se ha jugado los parámetros del algoritmo genético, es decir número de generaciones, probabilidad de mutación, probabilidad de cruzamiento, entre otros.

En el Anexo 1 cuadros 4A al 4M, se muestran los resultados obtenidos con los valores mostrados en el cuadro 6.2, además se muestran también otros resultados de los Despachos realizados con valores en el número de generación de 200 y 500 y con los parámetros recomendados.

Los cuadros que se presentan en el Anexo 1 contienen lo siguiente:

- CUADROS del 1-A al 1-D: Los despachos reales realizados por el CENACE para las fechas y horas indicadas en el cuadro 6.1.
- CUADROS del 1-E al 1-H La comparación entre los despachos reales realizados por el CENACE para las fechas y horas indicadas en el cuadro 6.1 y los despachos realizados por el programa DEPAG.
- CUADROS del 2-A al 2-C: Los datos hidrológicos correspondientes a las fechas indicadas, así como la disponibilidad de generación.
- CUADROS del 3-A al 3-R: Los reportes del Despacho Económico realizado mediante el programa DEPAG para los días indicados y para diferentes valores de los parámetros del algoritmo genético.

- CUADROS del 4-A al 4-M: Los diferentes factores de nodo para una determinada hora y para las 22 barras, con los diferentes valores obtenidos al variar el parámetro de PROBABILIDAD DE CRUZAMIENTO, NUMERO DE GENERACIONES y LA PROBABILIDAD DE MUTACION.
- Y por último los datos reales obtenidos del CENACE, correspondientes a los costos marginales, factores de nodo horarios y costos variables de generación para todas las unidades del sistema, para las fechas y horas correspondientes.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFIA

7.1 CONCLUSIONES:

El presente trabajo de tesis ha cumplido con el objetivo general, el cual fue el de aplicar una nueva metodología como lo son los Algoritmos Genéticos para resolver el despacho económico de unidades térmicas en nuestro medio.

La aplicación de los algoritmos genéticos en el presente trabajo muestra la facilidad y sencillez con la que pueden ser utilizados para resolución de problemas.

Si bien la implementación del algoritmo genético resulta laboriosa en cuanto a la programación del mismo, esto se ve complementado por los resultados que éstos satisfactoriamente obtienen.

Aunque no se han explotado todas las habilidades de los algoritmos genéticos, mediante su utilización se ha logrado dar un primer un paso hacia la aplicación de la inteligencia artificial para el desarrollo de futuros proyectos de investigación, y así dar inicio a la aplicación de nuevas tecnologías en nuestro país.

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de esta nueva metodología en el Despacho Económico de unidades térmicas, muestran resultados satisfactorios con respecto a los datos presentados por el CENACE.

El buen desempeño de los algoritmos genéticos depende principalmente de una correcta formulación de la función objetivo, la misma que debe representar de manera concreta la variable que se pretende obtener.

Los resultados obtenidos en las pruebas muestran que la función objetivo elegida representa de manera eficaz el comportamiento del factor nodo.

Los parámetros que intervienen en el correcto funcionamiento del algoritmo genético como son: tamaño de la población, longitud del cromosoma, número de generaciones, probabilidad de cruzamiento y probabilidad de mutación, cada uno de ellos tiene una gran inferencia sobre los resultados que el algoritmo genético encuentre.

Todos los resultados obtenidos por el algoritmo genético provienen de una análisis estadístico de la base de datos histórica.

7.2 RECOMENDACIONES:

Se debe tener muy en cuenta los valores de los parámetros que emplea el algoritmo genético, como son: tamaño de la población, longitud de cromosoma, numero de generaciones, probabilidad de cruzamiento, probabilidad de mutación ya que de ellos dependerán los resultados que se obtengan.

Al tratarse de una análisis estadístico de varios puntos a la vez y no de uno solo, esto se ve reflejado en el tiempo de ejecución del programa, por lo que dependerá de los elementos de hardware empleados.

El despacho económico sin restricciones es realizado para 104 unidades térmicas del S.N.L., por lo que un ingreso de una nueva unidad térmica necesariamente tendrá que modificar la base de datos histórica.

Los datos necesarios para iniciar con el cálculo del Despacho Económico sin Restricciones deberán ser ingresados correctamente y corresponder al día y hora a analizar, ya que en caso contrario los resultados obtenidos serán erróneos.

Se debe emplear valores acordes a los recomendados en cuanto a la probabilidad de mutación y cruzamiento.

Para realizar el despacho económico de un día es decir para las 24 horas, se deben manejar el mismo número de generaciones, longitud de cromosoma, tamaño de la población y probabilidades de mutación y cruzamiento, ya que si se realizan para diferentes valores los resultados serían incoherentes y se iría contra teoría básica del algoritmo genético.

Siempre hay que tener en cuenta la generación forzada para poder realizar un estudio comparativo entre los despachos realizados por el CENACE y el programa DEPAG.

En este trabajo de tesis solo se analiza el despacho para las unidades térmicas existentes, si ingresa a generar una unidad nueva se tendría que modificar la base de datos por completo.

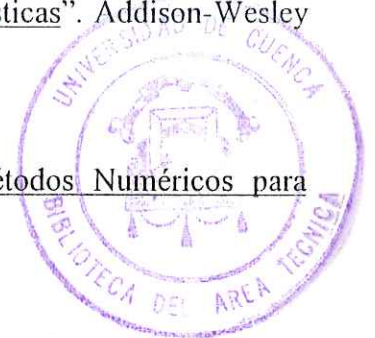
Se puede observar en los anexos que en los despachos realizados por el CENACE ingresan a generar unidades que según su plan de mantenimiento se encuentran fuera de servicio, por lo que se debe tener presente este aspecto al momento de comparar los despachos realizados por DEPAG y los realizados por el CENACE.

Todos los despachos realizados por el programa DEPAG serán almacenados en la base de datos del propio programa, para luego formar parte del análisis en la realización de despachos posteriores.

7.3 BIBLIOGRAFIA.

- [1] Po-Hung Chen y Hong-Chan Chang. "Large-Scale Economic Dispatch by Genetic Algorithm". IEEE Transactions on Power Systems, Vol.10, No.4, November 1995.
- [2] Chowdhury, B. H. and S. Rahman. "A review of recent advances in economic dispatch". IEEE Transactions on Power Systems, Vol.5, No.4, November 1990.
- [3] Sheble, G. B. and K. Britting. "Refined genetic algorithm-economic dispatch example". IEEE Transactions on Power Systems, Vol.10, No.1, February 1995.
- [4] Nara, K., "Implementation of genetic algorithm for distribution systems loss minimum re-configuration". IEEE Transactions on Power Systems, Vol.7, No.3, August 1992.
- [5] Chen, C. L. and S. C. Wang. "Branch-and-bound scheduling for thermal generating units". IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol.8, No.2, June 1993.
- [6] Walters, D. C. and G. B. Sheble. "Genetic algorithm solution of economic dispatch with valve point loading". IEEE Transactions on Power Systems, Vol.8, No.3, August 1993.
- [7] Wang, C. and S. M. Shahidehpour. "Effects of ramp-rate limits on unit commitment and economic dispatch". IEEE Transactions on Power Systems, Vol.8, No.3, August 1993.
- [8] Centro Nacional de Control de Energía. Plan de operación del MEM 2000-2001
- [9] Centro Nacional de Control de Energía. Reglamento de despacho y operación del SNI.

- [10] Allen J. Wood y Bruce F. Wollenberg. "Power Generation, Operation and Control". John Wiley & Sons. 1984.
- [11] Gabriel Argüello. "Sistema Nodal para la determinación de precios marginales en mercados eléctricos mayoristas". CENACE.
- [12] Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC). "Procedimientos de Despacho y Operación del S.N.I.".
- [13] Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC). "Reglamento para el Funcionamiento del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM)".
- [14] Stuart J. Russell and Peter Norving "Inteligencia Artificial: un enfoque moderno". Prentice-Hall Iberoamericana S.A. 1996.
- [15] Goldberg David. E. "Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning". Addison-Wesley Publishing Company. 1989.
- [16] David A. Coley "An Introduction to Genetic Algorithms for Scientists & Engineers" World Scientific. 1999.
- [17] Wolfrang Banzhaf, Peter Nordin, Robert E. Keller & Frank D. Francone. "Genetic Programming, an introduction." Mk. Publishers. 1998.
- [18] Ivan Obregón S. "Probabilidad y Estadística" Prentice-Hall Iberoamericana. 1982.
- [19] P. L. Meyer, "Probabilidad y Aplicaciones Estadísticas". Addison-Wesley Iberoamericana, 1992
- [20] Steven C. Chapra & Raymond P. Canale "Métodos Numéricos para Ingenieros." McGrawHill 1999.



- [21] Burden Richard L. y Faires J. Douglas "Análisis Numérico". Grupo Editorial Iberoamérica. S.A. México 1985.
- [22] Microsoft Visual FoxPro. "Programmer's Guide". Microsoft Corporation. 1998

7.4 REFERENCIAS EN INTERNET.

www.cenace.org.ec Centro Nacional de Control de Energía. (CENACE)

www.conelec.gov.ec Consejo Nacional de Electricidad. (CONELEC)

www.itnl.edu.mx Instituto Tecnológico Universidad de Nuevo Laredo. (ITNL).

www.unam.com.mx Universidad Nacional Autónoma de México. Dpto. de Inteligencia Artificial. (UNAM).

www.illigal.com Pagina WEB de David Goldberg autor del Libro. Laboratorio de algoritmos Genéticos Universidad de Illinois. USA.

www.electa.uta.cl/revista Universidad de Tarapacá. Facultad de Ingeniería. Chile

www.unrccc.edu.ar Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba - Argentina

www.geocities.com/SiliconValley/vista/7491/ag_c.htm

www.geocities.com/SiliconValley/vista/7485/winflu.htm

www.geocities.com/Heartland/Estatus/7550/carroyo.htm

<http://bell.ing.puc.cl/power/education.htm>

www.ctv.es/USERS/ccosta/genetico.html

www.aic.nrl.navy.mil/galist

www.brunel.ac.uk/research

www.bn.com

www.ieeeexplore.ieee.org

www.ieee.org/bookplus

www.eia.doc.gov/oiaf/issues

www.dai.de.ac.uk/groups/evalg

www.ing.puc.cl/power/publication/thesis.html

www.aic.nrl.navy.mil/galist/digest/v8n11

<http://ai.about.com>

www.staff.uiuc.edu/carroll/ga.html

**IMPLEMENTACION DE ALGORITMOS
GENETICOS PARA LA REALIZACION
DEL DESPACHO ECONOMICO EN
UNIDADES TERMICAS.**

**TOMO II
Anexos**

UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERIA

Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico.

Autores: Pablo Danilo Arias Reyes
Paúl Hernán Castillo Jaramillo

Director: Ing. Raúl León Piedra.

CUENCA – ECUADOR

2002

ANEXOS.

Anexo 1
Cuadros 1-A a 1-D
Despacho Económico sin restricciones
reales realizados por el CENACE.

Cuadro I -A. Despacho Económico Programado sin restricciones obtenido del CENACE*

FECHA: Lunes 01 de enero del 2001

HORA:	00h00 - 01h00
Demanda Tot:	1217.9 MW
D. Hidroelec:	1051.94 MW

DESPACHO REALIZADO POR EL CENACE		
UNIDAD	POTENCIA	C.V.G
T-ESMER	65	958.93
E-TRINIT	50	958.98
E.GZ.TV3	18	1110.16
E.GZ.TV2	18	1141.93
E.VASANT	15	1201.77

HORA:	06h00 - 07h00
Demanda Tot:	763.2 MW
D. Hidroelec:	597.22 MW

DESPACHO REALIZADO POR EL CENACE		
UNIDAD	POTENCIA	C.V.G
T-ESMER	65	958.93
E-TRINIT	50	958.98
E.GZ.TV3	18	1110.16
E.GZ.TV2	18	1141.93
E.VASANT	15	1201.77

HORA:	19h00 - 20h00
Demanda Tot:	1573.1 MW
D. Hidroelec:	1407.12 MW

DESPACHO REALIZADO POR EL CENACE		
UNIDAD	POTENCIA	C.V.G
T-ESMER	65	958.93
E-TRINIT	50	958.98
E.GZ.TV3	18	1110.16
E.GZ.TV2	18	1141.93
E.VASANT	15	1201.77

* Fuente: www.cenace.org.ec

Cuadro I - B. Despacho Económico sin restricciones obtenido del CENACE *

FECHA: Martes 23 de enero del 2001

HORA:	00h00 - 01h00	HORA:	19h00 - 20h00
DemandaTot:	1021 MW	DemandaTot:	1803.8 MW
D. Hidroelec:	551.31 MW	D. Hidroelec:	1302.94 MW

DESPACHO REALIZADO POR EL CENACE				C.V.G
UNIDAD	POTENCIA	UNIDAD	POTENCIA	
T-ESMER	122.5	T-ESMER	122.5	955.95
E-TRINIT	132.99	E-TRINIT	132.99	956.13
EAUSDES4		EAUSDES4	4.21	1086.84
E.GZ.TV3	73.01	E.GZ.TV3	73.01	1106.97
EAUSDES1	4.21	EAUSDES1	4.21	1113.87
E.GZ.TV2	73.01	E.GZ.TV2	73.01	1138.64
E.VASANT	18	E.VASANT	18	1198.04
TPGUANG6	5.1	TPGUANG6	5.1	1294.13
TPGUANG2	5.1	TPGUANG2	5.1	1295.4
TPGUANG1	5.1	TPGUANG1	5.1	1305.44
TPGUANG4	5.1	TPGUANG4	5.1	1306.01
TPGUANG3	5.1	TPGUANG3	5.1	1323.3
G.HERNA2		G.HERNA2	5.39	1362.86
G.HERNA1		G.HERNA1	5.39	1367.99
G.HERNA3		G.HERNA3	5.39	1368.64
G.HERNA5		G.HERNA5	5.39	1368.64
G.HERNA6		G.HERNA6	5.39	1368.64
VGQL1-U1	4.5	VGQL1-U1	4.5	1552.61
VGQL2-U3	8	VGQL2-U3	8	1599.24
VGQL2-U4	8	VGQL2-U4	8	1619.32

* Fuente: www.cenace.org.ec

Cuadro IC. Despacho Económico sin restricciones obtenidos del CENACE.

FECHA: Miércoles 7 de febrero del 2001

HORA:	08h00 - 09h00	HORA:	21h00-22h00
DemandaTot:	1299.5 MW	DemandaTot:	1568.3 MW
D. Hidroelec:	692.61 MW	D. Hidroelec:	956.62 MW

DESPACHO REALIZADO POR EL CENACE				C.V.G
UNIDAD	POTENCIA	UNIDAD	POTENCIA	
T-ESMER	122.5	T-ESMER	122.5	1035.96
E-TRINIT	130.34	E-TRINIT	130.34	1038.03
EAUSDES4	4.21	EAUSDES4	4.21	1156.35
EAUSDES3	4.21	EAUSDES3	4.21	1184.04
EAUSDES1	4.21	EAUSDES1	4.21	1184.24
E.GZ.TV3	71.54	E.GZ.TV3	71.54	1200.79
E.GZ.TV2	71.54	E.GZ.TV2	71.54	1235.26
TPGUANG6	5.1	TPGUANG6	5.1	1259.74
TPGUANG1	5.1	TPGUANG1	5.1	1261.2
TPGUANG2	5.1	TPGUANG2	5.1	1264.32
TPGUANG4	5.1	TPGUANG4	5.1	1266.2
TPGUANG3	5.1	TPGUANG3	5.1	1268.72
E.VASANT	31.36	E.VASANT	31.36	1285.48
G.HERNA4	5.39	G.HERNA4	5.39	1428.34
G.HERNA2	5.39	G.HERNA2	5.39	1431.74
G.HERNA1	5.39	G.HERNA1	5.39	1437.21
G.HERNA5	5.39	G.HERNA5	5.39	1437.89
G.HERNA6	5.39	G.HERNA6	5.39	1437.89
VGQL1-U1	5.19	VGQL1-U1	5.19	1667.44
VGQL2-U3	10.29	VGQL2-U3	10.29	1715.88
VGQL2-U4	10.29	VGQL2-U4	10.29	1737.37
ELEC-AT1	36.26	ELEC-AT1	36.26	1861.44
EMELRIO2	2.84	EMELRIO2	2.84	1890.46
EMELRIO1	2.84	EMELRIO1	2.84	1902.27
EMELRIO3	2.84	EMELRIO3	2.84	1929.86
EQL3-U3	44	EQL3-U3	44	1988.65
ORO-MAU5	0	ORO-MAU5	1.96	1996.34
LULUN-13	0	LULUN-13	2.84	2043.4
LULUN-11	0	LULUN-11	0	2056.28
EMELNOR	0	EMELNOR	0	2172.54

* Fuente: www.cenace.org.ec

Cuadro I - D. Despacho Económico Programado sin restricciones obtenido del CENACE*.

FECHA: Miércoles 28 de febrero del 2001

HORA:	11h00 - 12h00	HORA:	18h00 - 19h00
DemandaTot:	1357.9 MW	Demanda.Tot:	1745.6 MW
D. Hidroelec:	795.96 MW	D. Hidroelec:	1133.7 MW

DESPACHO REALIZADO POR EL CENACE				C.V.G
UNIDAD	POTENCIA	UNIDAD	POTENCIA	
T-ESMER	125	T-ESMER	125	1046.21
EAUSDES4	4.2	EAUSDES4	4.2	1162.63
EAUSDES3	4.2	EAUSDES3	4.2	1190.48
EAUSDES1	4.2	EAUSDES1	4.2	1190.59
E.GZ.TV3	73	E.GZ.TV3	73	1211.81
E.GZ.TV2	73	E.GZ.TV2	73	1246.61
TPGUANG6	4.6	TPGUANG6	4.6	1259.98
TPGUANG1	5.2	TPGUANG1	5.2	1261.43
TPGUANG2	5.2	TPGUANG2	5.2	1264.55
TPGUANG4	5.2	TPGUANG4	5.2	1266.43
TPGUANG3	5.2	TPGUANG3	5.2	1268.95
E.VASANT	31.3	E.VASANT	31.3	1298.06
G.HERNA4	5.4	G.HERNA4	5.4	1401.38
G.HERNA2	5.4	G.HERNA2	5.4	1404.69
G.HERNA1	5.4	G.HERNA1	5.4	1410.03
G.HERNA3	5.4	G.HERNA3	5.4	1410.7
G.HERNA5	5.4	G.HERNA5	5.4	1410.7
G.HERNA6	5.4	G.HERNA6	5.4	1410.7
ELEC-AT1	37	ELEC-AT1	37	1602.31
EMELRIO2	2.9	EMELRIO2	2.9	1634.17
MAN-M12	5	MAN-M12	5	1637.21
EMELRIO1	2.9	EMELRIO1	2.9	1644.28
VGQL1-U1	5.3	VGQL1-U1	5.3	1683.95
MILA-G5	2	MILA-G5	2	1713.97
EQL3-U4	44	EQL3-U4	44	1731.97
VGQL2-U3	10.5	VGQL2-U3	10.5	1732.65
EQL2-U2	44	EQL2-U2	44	1743.49
VGQL2-U4	10.5	VGQL2-U4	10.5	1754.35
EQL2-U1	0	EQL2-U1	44	1755.18
SEPOG5	2.1	SEPOG5	2.1	1768.51
LULUN-13	2.9	LULUN-13	2.9	1773.67
LULUN-11	2.9	LULUN-11	2.9	1784.66
MILA-G6	2	MILA-G6	2	1789.95
SELG9	3	SELG9	3	1829.51
SELG10	2	SELG10	2	1858.58
EMELNOR	0	EMELNOR	1.5	1864.37
ORO-CAG4	4.2	ORO-CAG4	4.2	1876.85
MAN-M10	2	MAN-M10	2	1910.11
MAN-M13	2	MAN-M13	2	1910.11
MAN-M15	2	MAN-M15	2	1910.11
MAN-M17	0	MAN-M17	2	1927.31
LOJ-CA6	0	LOJ-CA6	2.5	1931.54

* Fuente: www.cenace.org.ec

Anexo 1
Cuadros 1-E a 1-H.
Comparación Despachos reales
y realizados por el programa DEPAG.

CUADRO I-E

Comparación entre Despacho Económico Programado sin Restricciones (CENACE) y el realizado por DEPAG

Fecha: 1° de enero del año 2001

Hora: 06:00-07:00
 Demanda Total: 763,2 MW
 Demanda cubierta por unidades hidroeléctricas: 597,22 MW

DESPACHO REALIZADO POR EL CENACE

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
T-ESMER	65	0.949651901
E-TRINIT	50	0.999499719
E.GZ.TV3	18	1.006017109
E.GZ.TV2	18	1.006017091
E.VASANT	15	1.006018852

TOTAL: 166

DESPACHOS REALIZADOS POR DEPAG*

Variables de control utilizadas
 en el algoritmo genético:

Probabilidad de mutación (Pm): 0.033
 Probabilidad de cruzamiento (Pc): 0.6

No. De Generaciones: 50*
 Longitud del Cromosoma: 30

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
T-ESMER	122.50	1.03672
E-TRINIT	43.48	1.00380

Demanda cubierta por unidades térmicas: 165.98 MW

No. De Generaciones: 150*
 Longitud del Cromosoma: 30

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
T-ESMER	35.64	0.97805
E-TRINIT	130.34	1.00136

Demanda cubierta por unidades térmicas: 165.98 MW

* Para referencias ver Anexo 1, cuadros 3a y 3b.

CUADRO I-E

Comparación entre Despacho Económico Programado sin Restricciones (CENACE) y el realizado por DEPAG

Fecha: 1° de enero del año 2001

Hora: 19:00-20:00
Demanda Total: 1573,10 MW
Demanda cubierta por unidades hidroeléctricas: 1407.12 MW

DESPACHO REALIZADO POR EL CENACE

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
T-ESMER	65	0.981363981
E-TRINIT	50	1.000438157
E.GZ.TV3	18	1.021062119
E.GZ.TV2	18	1.021066373
E.VASANT	15	1.021062380

TOTAL: 166

DESPACHOS REALIZADOS POR DEPAG*

**Variables de control utilizadas
en el algoritmo genético:**

Probabilidad de mutación (Pm): 0.033
Probabilidad de cruzamiento (Pc): 0.6

No. De Generaciones: 150*
Longitud del Cromosoma: 20

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
T-ESMER	122.50	1.041810
E-TRINIT	43.48	1.005885

Demanda cubierta por unidades térmicas: 165.98 MW

* Para referencias ver Anexo 1, cuadro 3c.

CUADRO I-E

Comparación entre Despacho Económico Programado sin Restricciones (CENACE) y el realizado por DEPAG

Fecha: 1° de enero del año 2001

Hora:

00:00-01:00

Demanda Total:

1217,90 MW

Demanda cubierta por unidades hidroeléctricas:

1051,94 MW

DESPACHO REALIZADO POR EL CENACE

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
T-ESMER	65	0.97558320531
E-TRINIT	50	1.00016687178
E.GZ.TV3	18	1.01482713860
E.GZ.TV2	18	1.01482337258
EVASANT	15	1.01482845103

TOTAL: 166

DESPACHOS REALIZADOS POR DEPAG*

* Para referencias ver Anexo 1, cuadros del 3d al 3k

Variables de control utilizadas

en el algoritmo genético:

Probabilidad de mutación (P_m): 0,033

Probabilidad de cruzamiento (P_c): 0,6

Tamaño de la Población (T_p): 30

No. De Generaciones: 150*

Longitud del Cromosoma: 30

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
T-ESMER	35,62	0.99464
E-TRINIT	130,34	1.00147

No. De Generaciones: 100*

Longitud del Cromosoma: 30

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
T-ESMER	122,5	1.008830
E-TRINIT	43,46	1.001470

No. De Generaciones: 50*

Longitud del Cromosoma: 30

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
T-ESMER	122,5	1.01690
E-TRINIT	43,46	1.00520

No. De Generaciones: 10*

Longitud del Cromosoma: 30

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
T-ESMER	122,5	1.02889
E-TRINIT	43,46	1.00792

No. De Generaciones: 150*

Longitud del Cromosoma: 20

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
T-ESMER	35,62	0.99233
E-TRINIT	130,34	0.99963

No. De Generaciones: 100*

Longitud del Cromosoma: 20

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
T-ESMER	35,62	0.99679
E-TRINIT	130,34	1.00049

CUADRO I-F

Comparación entre Despacho Económico Programado sin Restricciones (CENACE) y el realizado por DEPAG

Fecha: 23 de enero del año 2001

Hora:

00:00-01:00

Demanda Total:

1021,00

MW

Demanda cubierta por unidades hidroeléctricas:

551,31

MW

DESPACHO REALIZADO POR EL CENACE

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
T-ESMER	122.5	0.881430
E-TRINIT	132.99	0.997220
E.GZ.TV3	73.01	0.997860
EAUSDES1	4.21	0.997890
E.GZ.TV2	73.01	0.997860
E.VASANT	18	0.997860
TPGUANG6	5.1	1.010930
TPGUANG2	5.1	1.010930
TPGUANG1	5.1	1.010930
TPGUANG4	5.1	1.010930
TPGUANG3	5.1	1.010930
VGQL1-U1	4.5	0.990450
VGQL2-U3	8	0.990450
VGQL2-U4	8	0.990450

TOTAL:

469.72

DESPACHO REALIZADO POR DEPAG*

Variables de control utilizadas

en el algoritmo genético:

Probabilidad de mutación (Pm): 0.033

Probabilidad de cruzamiento (Pc): 0.6

Tamaño de la población (Tp): 50

No. De Generaciones: 500

Longitud del Cromosoma: 30

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
E-TRINIT	130.34	0.99500
T-ESMER	122.50	0.98637
EAUSDES4	3.53	0.99987
E.GZ.TV3	71.54	1.00045
EAUSDES1	2.74	0.99987
E.GZ.TV2	71.54	1.00045
E.VASANT	33.81	1.00045
TPGUANG6	5.10	1.01291
TPGUANG2	5.10	1.01291
TPGUANG1	5.10	1.01291
TPGUANG3	5.10	1.01291
G.HERNA2	5.49	1.00702
G.HERNA1	5.49	1.00702
G.HERNA6	2.33	1.00702

Demanda cubierta por unidades térmicas:

469.71

MW

* Para referencias ver Anexo 1, cuadro 3I.

CUADRO I-F

Comparación entre Despacho Económico Programado sin Restricciones (CENACE) y el realizado por DEPAG

Fecha: 23 de enero del año 2001

Hora:

19:00-20:00

Demanda Total:

1803,80 MW

Demanda cubierta por unidades hidroeléctricas:

1302,94 MW

DESPACHO REALIZADO POR EL CENACE

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
T-ESMER	122.5	0.914050
E-TRINIT	132.99	0.998010
EAUSDES4	4.21	1.005890
E.GZ.TV3	73.01	1.007820
EAUSDES1	4.21	1.005890
E.GZ.TV2	73.01	1.007820
E.VASANT	18	1.007820
TPGUANG6	5.1	1.042470
TPGUANG2	5.1	1.042470
TPGUANG1	5.1	1.042470
TPGUANG4	5.1	1.042470
TPGUANG3	5.1	1.042470
G.HERNA2	5.39	1.030270
G.HERNA1	5.39	1.030270
G.HERNA3	5.39	1.030270
G.HERNA5	5.39	1.030270
G.HERNA6	5.39	1.030270
VGQL1-U1	4.5	1.000420
VGQL2-U3	8	1.000420
VGQL2-U4	8	1.000420

TOTAL: 500.88

DESPACHO REALIZADO POR DEPAG*

Variables de control utilizadas
en el algoritmo genético:

Probabilidad de mutación (Pm): 0.033
Probabilidad de cruzamiento (Pc): 0.6

No. De Generaciones: 200
Longitud del Cromosoma: 30

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
E-TRINIT	130.34	0.99131
T-ESMER	122.5	0.91390
EAUSDES4	3.53	1.00846
E.GZ.TV3	71.54	1.01299
EAUSDES1	2.74	1.00846
E.GZ.TV2	71.54	1.01299
E.VASANT	33.81	1.01299
TPGUANG6	5.1	1.03768
TPGUANG2	5.1	1.03768
TPGUANG1	5.1	1.03768
TPGUANG3	5.1	1.03768
G.HERNA2	5.49	1.03869
G.HERNA1	5.49	1.03869
G.HERNA6	5.49	1.03869
G.HERNA3	5.49	1.03869
G.HERNA5	5.49	1.03869
VGQL1-U1	5.15	1.00859
VGQL2-U3	10.29	1.00859
VGQL2-U4	1.6	1.00859

Demanda cubierta por unidades térmicas: 500.89 MW

* Para referencias ver Anexo 1, cuadro 3m.

Comparación entre Despacho Económico Programado sin Restricciones (CENACE) y el realizado por DEPAG

Fecha: 7 de febrero del año 2001

Hora:

08:00-09:00

Demanda Total:

1299.50

MW

Demanda cubierta por
unidades hidroeléctricas

692.61

MW

DESPACHO REALIZADO POR EL CENACE

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
T-ESMER	122.5	0.88719512
E-TRINIT	130.34	0.99744400
EAUSDES4	4.21	1.00762461
EAUSDES3	4.21	1.00762501
EAUSDES1	4.21	1.00762372
E.GZ.TV3	71.54	0.99964203
E.GZ.TV2	71.54	0.99964393
TPGUANG6	5.1	1.03780533
TPGUANG1	5.1	1.03780261
TPGUANG2	5.1	1.03780777
TPGUANG4	5.1	1.03780931
TPGUANG3	5.1	1.03780673
E.VASANT	31.36	0.99964229
G.HERNA4	5.39	1.02242315
G.HERNA2	5.39	1.02242313
G.HERNA1	5.39	1.02241958
G.HERNA5	5.39	1.02241915
G.HERNA6	5.39	1.02241958
VGQL1-U1	5.19	0.99037799
VGQL2-U3	10.29	0.99037834
VGQL2-U4	10.29	0.99037765
ELEC-AT1	36.26	0.99964556
EMELRIO2	2.84	1.01130244
EMELRIO1	2.84	1.01130352
EMELRIO3	2.84	1.01130331
EQL3-U3	44	0.97484755
ORO-MAU5	0	1.04833823
LULUN-13	0	1.02242139
LULUN-11	0	1.02242081
EMELNOR	0	1.06416203

DESPACHO REALIZADO POR DEPAG*

Variables de control utilizadas
en el algoritmo genético:

Probabilidad de mutación (Pm): 0.033

Probabilidad de cruzamiento (Pc): 0.6

Tamaño de la población (Tp): 50

No. De Generaciones: 150

Longitud del Cromosoma: 30

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH	ERROR %
T-ESMER	122.5	1.052810	16.56
E-TRINIT	130.34	0.998470	0.10
E.GZ.TV3	71.54	1.030000	3.04
EAUSDES4	3.53	0.983970	2.37
E.GZ.TV2	71.54	1.030000	3.04
EAUSDES3	2.74	0.983970	2.37
EAUSDES1	2.74	0.983970	2.37
TPGUANG6	5.1	1.042290	0.45
TPGUANG1	5.1	1.042290	0.45
TPGUANG2	5.1	1.042290	0.45
TPGUANG3	5.1	1.030000	0.78
E.VASANT	33.81	1.038670	3.90
G.HERNA4	5.49	1.038670	1.62
G.HERNA2	5.49	1.038670	1.62
G.HERNA1	5.49	1.038670	1.63
G.HERNA6	5.49	1.038670	1.63
G.HERNA5	5.49	1.038670	1.63
VGQL1-U1	5.15	1.029840	3.95
VGQL2-U3	10.29	1.029894	3.95
VGQL2-U4	10.29	1.029840	3.95
ELEC-AT1	34.3	1.030000	3.04
EMELRIO2	2.81	1.021210	0.99
EMELRIO1	2.81	1.021210	0.99
ORO-MAU5	1.96	1.057160	0.88
EMELRIO3	2.81	1.021210	0.99
EQL2-U2	43.12	1.029730	5.49
LULUN-13	2.84	1.038670	1.62
EQL2-U1	3.94	1.029730	5.49

* Para referencias ver Anexo 1, cuadro 3n.

Comparación entre Despacho Económico Programado sin Restricciones (CENACE) y el realizado por DEPAG

Fecha: 7 de febrero del año 2001

Hora:

21:00-22:00

Demanda Total:

1568.3

MW

Demanda cubierta por

956.62

MW

unidades hidroelectricas

DESPACHO REALIZADO POR EL CENACE

UNIDAD	POTENCIA	FNH
T-ESMER	122.5	0.900638992
E-TRINIT	130.34	0.998124964
EAUSDES4	4.21	1.010804290
EAUSDES3	4.21	1.010799136
EAUSDES1	4.21	1.010805920
E.GZ.TV3	71.54	1.001342584
E.GZ.TV2	71.54	1.001337538
TPGUANG6	5.1	1.018564336
TPGUANG1	5.1	1.018567125
TPGUANG2	5.1	1.018569691
TPGUANG4	5.1	1.010804290
TPGUANG3	5.1	1.010799136
E.VASANT	31.36	1.001339814
G.HERNA4	5.39	1.010370098
G.HERNA2	5.39	1.010366607
G.HERNA1	5.39	1.010369360
G.HERNA5	5.39	1.010364405
G.HERNA6	5.39	1.010364405
VGQL1-U1	5.19	0.992075014
VGQL2-U3	10.29	0.992073266
VGQL2-U4	10.29	0.992074233
ELEC-AT1	36.26	1.001339466
EMELRIO2	2.84	1.019852616
EMELRIO1	2.84	1.019852673
EMELRIO3	2.84	1.019848861
EQL3-U3	44	0.977170767
ORO-MAU5	1.96	1.067122094
LULUN-13	2.84	1.010368715
LULUN-11	0	1.010367633
EMELNOR	0	1.050886647

DESPACHO REALIZADO POR DEPAG*

Variables de control utilizadas
en el algoritmo genético:

Probabilidad de mutación (Pm): 0.033

Probabilidad de cruzamiento (Pc): 0.6

Tamaño de la población (Tp): 50

No. De Generaciones: 150

Longitud del Cromosoma: 30

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH	ERROR %
T-ESMER	122.5	1.061210	16.06
E-TRINIT	130.34	1.001410	0.33
EAUSDES4	3.53	0.995420	0.59
E.GZ.TV3	71.54	1.017680	0.69
EAUSDES3	2.74	0.995420	0.59
EAUSDES1	2.74	0.995420	1.54
TPGUANG6	5.1	1.037960	2.72
E.GZ.TV2	71.54	1.017680	0.09
TPGUANG1	5.1	1.037960	1.94
TPGUANG2	5.1	1.037960	1.94
TPGUANG3	5.1	1.037960	2.72
E.VASANT	33.81	1.017680	1.63
G.HERNA4	5.49	1.036910	2.65
G.HERNA2	5.49	1.036910	2.65
G.HERNA1	5.49	1.036910	2.65
G.HERNA6	5.49	1.036910	2.65
G.HERNA5	5.49	1.036910	2.65
VGQL1-U1	5.15	1.016970	2.49
VGQL1-U2	5.15	1.016970	2.49
VGQL2-U3	10.29	1.016970	2.49
VGQL2-U4	10.29	1.016970	1.56
ELEC-AT1	34.3	1.017680	0.22
EMELRIO2	2.81	1.025860	0.60
EMELRIO1	2.81	1.025860	4.13
ORO-MAU5	1.96	1.074810	5.50
EMELRIO3	2.81	1.025860	4.87
EMLESU1	3.33	1.061210	5.08
EMLESU2	3.33	1.061210	8.40
LULUN-13	2.84	1.036910	3.02
EQL3-U3	40.04	1.005220	0.51

* Para referencias ver Anexo 1, cuadro 3o.

CUADRO I -H

Comparación entre Despacho Económico Programado sin Restricciones (CENACE) y el realizado por DEPAG

Fecha: 28 de febrero del año 2001

Hora: 11:00-12:00
Demanda Total: 1357.90 MW
Demanda cubierta por unidades hidroelectricas 795.96 MW

DESPACHO REALIZADO POR EL CENACE

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH
T-ESMER	125	0.869392877
EAUDES4	4.2	1.008497974
EAUDES3	4.2	1.008492373
EAUDES1	4.2	1.008491588
E.GZ.TV3	73	1.000412776
E.GZ.TV2	73	1.000417305
TPGUANG6	4.6	0.986134701
TPGUANG1	5.2	0.986134784
TPGUANG2	5.2	0.986137361
TPGUANG4	5.2	0.986142148
TPGUANG3	5.2	0.986138146
E.VASANT	31.3	0.99583995
G.HERNA4	5.4	0.997795031
G.HERNA2	5.4	0.997793107
G.HERNA1	5.4	0.997794373
G.HERNA3	5.4	0.997795421
G.HERNA5	5.4	0.997795421
G.HERNA6	5.4	0.997795421
ELEC-AT1	37	0.999588095
EMELRIO2	2.9	0.985026038
MAN-M12	5	0.96516635
EMELRIO1	2.9	0.985026881
VGQL1-U1	5.3	1.009121411
MILA-G5	2	1.006131963
EQL3-U4	44	1.027084765
VGQL2-U3	10.5	1.00911898
EQL2-U2	44	1.013708137
VGQL2-U4	10.5	1.009120187
EQL2-U1	0	1.013707996
SEPOG5	2.1	1.020604916
LULUN-13	2.9	0.997795531
LULUN-11	2.9	0.997792297
MILA-G6	2	1.00613425
SELG9	3	0.967614279
SELG10	2	0.967615061
EMELNOR	0	0.968493378
ORO-CAG4	4.2	0.956085995
MAN-M10	2	0.965169545
MAN-M13	2	0.965169545
MAN-M15	2	0.965169545
MAN-MI7	0	0.96516907
LOJ-CA6	0	

TOTAL: 561.9

CUADRO I -H

Comparación entre Despacho Económico Programado sin Restricciones (CENACE) y el realizado por DEPAG

Fecha: 28 de febrero del año 2001

Hora: 11:00-12:00
 Demanda Total: 1357.90 MW
 Demanda cubierta por unidades hidroeléctricas 795.96 MW

Variables de control utilizadas en el algoritmo genético:

Probabilidad de mutación (Pm): 0.033

Probabilidad de cruzamiento (Pc): 0.6

Tamaño de la población (Tp): 50

No. De Generaciones: 150

Longitud del Cromosoma: 30

DESPACHO REALIZADO POR DEPAG*

UNIDAD	POTENCIA (MW)	FNH	ERROR %
T-ESMER	122.5	0.99722	12.7827123
EAUSDES4	3.53	1.01248	0.3982026
EAUSDES3	2.74	1.01248	0.3987627
EAUSDES1	2.74	1.01248	0.3988412
E.GZ.TV3	71.54	1.0068	0.6387224
TPGUANG1	5.1	1.03588	4.9745216
TPGUANG2	5.1	1.03588	4.9742639
TPGUANG3	5.1	1.03588	4.9741854
E.GZ.TV2	71.54	1.0068	0.6382695
E.VASANT	33.81	1.0068	0.7216005
G.HERNA4	5.49	1.0236	2.5804969
G.HERNA2	5.49	1.0236	2.5806893
G.HERNA1	5.49	1.0236	2.5805627
G.HERNA6	5.49	1.0236	2.5804579
G.HERNA3	5.49	1.0236	2.5804579
G.HERNA5	5.49	1.0236	2.5804579
MAN-M12	4.9	1.07158	10.6413650
ELEC-AT1	34.3	1.0068	0.9004579
EMELRIO2	2.81	1.02168	3.6653962
EMELRIO1	2.81	1.02168	3.6653119
VGQL1-U1	5.15	0.99763	1.1491411
MILA-G5	1.96	0.99722	0.8911963
LULUN-13	2.84	1.0262	2.8404469
EQL2-U2	43.12	1.00829	0.5418137
VGQL2-U3	10.29	0.99552	1.3598980
LULUN-11	2.84	1.0262	2.8407703
EQL2-U1	43.12	1.00829	0.5417996
VGQL2-U4	10.29	0.99763	1.1490187
ORO-CAG4	4.12	1.06095	10.4864005
SELG9	3.14	1.0341	6.6485721
EQL3-U4	33.63	0.97496	5.2124765

Demanda cubierta por las térmicas:

561.96 MW



* Para referencias ver Anexo 1, cuadro 3p.

Anexo 1
Cuadros 2-A a 2-C.
Datos Hidrológicos y
disponibilidad de generación.

DATOS HIDROLOGICOS *

Lunes, 01 de Enero de 2001

DATOS HIDROLOGICOS * :

Caudal Promedio, Hidro Paute	CPHP:	54.55	m ³ / s
Vertedero Hidro Paute		0.00	Hm ³
Caudal Promedio, Hidro Agoyán	CPHA:	77.00	m ³ / s
Nivel del Embalse Pisayambo	NEP:	3553.00	m.s.n.m.

INDISPONIBILIDAD DE GENERACION *

Nombre	MW	Desde	Hora	Hasta	Hora
TERMICAS					
EMEPE LIBERTAD 8	2.0	00-01-30		no definido	
EMEPE LIBERTAD 12	2.0	00-04-06		no definido	
EMEPE LIBERTAD 11	2.0	00-08-05	08:30	no definido	
MILAGRO: G3	2.0	99-09-07		no definido	
MILAGRO: G8	2.0	99-09-07		no definido	
MILAGRO: G4	2.0	00-12-05		no definido	
REG. SUR: CA1	1.4	99-09-08		no definido	
ELECAUSTRO DESCANSO 1	3.8	00-12-28	18:00	no definido	
ELECAUSTRO DESCANSO 2	3.8	99-10-21		01-05-31	
ELECAUSTRO DESCANSO 3	2.8	00-10-25	00:00	01-02-15	
ELECAUSTRO MONAY 4	1.8	00-11-11	00:00	01-12-19	
ELECAUSTRO MONAY 6	1.8	00-10-19		01-01-01	
ELECAUSTRO MONAY U 1,2,3,5	2.0	00-11-19	00:00	no definido	
MANABI: M1,M2,M4	8.0	99-09-02		no definido	
MANABI: M9	2.0	99-09-02		no definido	
E.ECUADOR G.A.SANTOS: U2	20.0	00-04-08		no definido	
ELECTROECUADOR: VGQL U2	5.3	00-10-30	00:00	00-12-17	
E.ECUADOR AT1	35.0	00-11-15	00:00	no definido	
ECUAPOWER S. DGO U1	24.0	00-11-23	00:00	no definido	
ECUAPOWER S. DGO U2	48.0	00-11-23	00:00	no definido	
EMELRIOS CENTRO INDUSTRIAL U4	2.9	00-10-14	09:00	no definido	
EMELRIOS CENTRO INDUSTRIAL U2	2.9	00/12/29	11:00	no definido	
EMELRIOS CENTRO INDUSTRIAL U1	2.8	00-12-19		no definido	
REG. EL ORO C.T. EL CAMBIO U3	4.4	00-10-22	11:45	01-03-02	
E.E.AMBATO C.LLIGUA U1	1.5	00-11-02	11:38	01-04-01	
E.E.AMBATO C.LLIGUA U2	2.0	00-11-28	20:48	01-07-01	
EMEPE C. PLAYAS U4	0.7	00-11-09	00:00 - 08:00	no definido	16:00 - 24:00
MILAGRO: G5	2.0	00-12-21		no definido	
MILAGRO: G6, 7	3.5	00-12-21	24:00	no definido	
ECUAPOWER STA ELENA	34.0	00-11-17	08:00	no definido	00:00
MANABI: M3,7,8,10,11,13,14,15,16,18,22	24.0	00-11-22		no definido	
MANABI:U12	5.0	00-12-22	00:00-18:00	no definido	21:00-24:00
ELECTROECUADOR: VGQL U2	5.3	00-12-22		no definido	
T.PICHINCHA GUANGOPOLO U4	5.2	00-12-12	10:50	01-01-05	16:00
E.E.QUITO LULUNCOTO U12	2.7	00-12-25	12:00	01-02-22	12:00

GENERACIÓN OBLIGATORIA, FORZADA O INFLEXIBLE *

UNIDAD	Hora	Hora	Hora	Hora
ELECTROECUADOR: VAPOR A. SANTOS	00:00-24:00			
TERMOESMERALDAS	00:00-24:00			
ELECTROGUAYAS C.T. TRINITARIA	02:00-03:00	04:00-19:00	20:00-24:00	
ELECTROGUAYAS G.ZEVALLOS TV2	00:00-18:00	23:00-24:00		
	18:00-23:00			
ELECTROGUAYAS G.ZEVALLOS TV3	00:00-01:00	11:00-13:00	17:00-23:00	
	01:00-11:00	23:00-24:00		

OBSERVACIONES * :

ELECAUSTRO MONAY U1,U2,U3. MTO 4 h00 si opera 20 h continuas. MONAY U4,U5,U6 MTO 8 horas si opera 16 h continuas
H-NACION: Potencia garantizada 187.00 MW x 3 unidades, 135.65 MW x 2 unidades

* Fuente: www.cenace.org.ec

DATOS HIDROLOGICOS *

Martes, 23 de Enero de 2001

DATOS HIDROLOGICOS * :

Caudal Promedio, Hidro Paute	CPHP:	83.18	m ³ /s
Vertedero Hidro Paute		0.00	Hm ³
Caudal Promedio, Hidro Agoyán	CPHA:	69.00	m ³ /s
Nivel del Embalse Pisayambo	NEP:	3549.30	m.s.n.m.

INDISPONIBILIDAD DE GENERACION *

Nombre	MW	Desde	Hora	Hasta	Hora
TERMICAS					
EMEPE LIBERTAD 8	2.0	00-01-30		no definido	
EMEPE LIBERTAD 12	2.0	00-04-06		no definido	
EMEPE LIBERTAD 11	2.0	00-08-05	08:30	no definido	
EMEPE C. PLAYAS U4	0.7	00-11-09	00:00 - 08:00	no definido	16:00 - 24:00
MILAGRO: G3	2.0	99-09-07		no definido	
MILAGRO: G8	2.0	99-09-07		no definido	
MILAGRO: G4	2.0	00-12-05		no definido	
REG. SUR: CA1	1.4	99-09-08		no definido	
ELECAUSTRO DESCANSO 4	4.3	23-01-01	07:00	23-01-01	16:00
ELECAUSTRO DESCANSO 2	3.8	99-10-21		01-05-31	
ELECAUSTRO DESCANSO 3	2.8	00-10-25	00:00	01-02-15	
ELECAUSTRO MONAY 4	1.8	00-11-11	00:00	01-12-19	
ELECAUSTRO MONAY 6	1.8	00-10-19		01-01-13	
ELECAUSTRO MONAY U 1,2,3,5	2.0	00-11-19	00:00	no definido	
MANABI: M1,M2,M4	8.0	99-09-02		no definido	
MANABI: M9	2.0	99-09-02		no definido	
MANABI: M14	2.0	01-01-10		no definido	
E.E.RIOBAMBA	2.0	00-11-19	00:00	no definido	
ELECTROECUADOR G.A.SANTOS: U2	20.0	00-04-08		no definido	
ELECTROECUADOR: VGQL U2	5.3	00-12-22		no definido	
ELECTROECUADOR V.A.SANTOS	15.0	01-01-12		no definido	
ECUAPOWER S. DGO U1	24.0	00-11-23	00:00	no definido	
ECUAPOWER S. DGO U2	48.0	00-11-23	00:00	no definido	
EMELRIOS CENTRO INDUSTRIAL U4	2.9	00-10-14	09:00	no definido	
REG. EL ORO C.T. EL CAMBIO U3	4.4	00-10-22	11:45	01-03-02	
E.E.AMBATO C.LLIGUA U1	1.5	00-11-02	11:38	01-04-01	
E.E.AMBATO C.LLIGUA U2	2.0	00-11-28	20:48	01-07-01	
E.E.AMBATO C.AMBATO U3	1.0	01-01-16	21:00	01-12-31	
ECUAPOWER STA ELENA	34.0	00-11-17	08:00	no definido	00:00
T.PICHINCHA GUANGOPOLO U4	1.3	01-01-08		no definido	
T.PICHINCHA GUANGOPOLO U5	5.2	21-01-01	00:00	01-03-17	24:00
E.E.QUITO LULUNCOTO U12	2.7	01-01-02	00:00	01-02-22	12:00
E.E.QUITO G. HERNANDEZ U4	5.2	22-01-01	00:00	01-01-26	15:00
ELECTROGUAYAS - TG4	20.0	00/12/27		no definido	
MANABI: M11	5.0	01-01-13	09:58	no definido	
R.SUR CATAMAYO 10	2.2	22-01-01	06:00	23-01-01	16:00
R.SUR CATAMAYO 2	1.0	01-01-16	08:00	no definido	

GENERACIÓN OBLIGATORIA, FORZADA O INFLEXIBLE *

UNIDAD	Hora	Hora	Hora	Hora
REGIONAL SUR CAT6, CAT7	19:00-22:00			
EMELMANABI M12	19:00-22:00			
ELECTROECUADOR VG1, VG3, VG4	00:00-24:00			

OBSERVACIONES * :

ELECAUSTRO MONAY U1,U2,U3. MTO 4 h00 si opera 20 h continuas. MONAY U4,U5,U6 MTO 8 horas si opera 16 h continuas
H-NACION: Potencia garantizada 187.00 MW x 3 unidades, 135.65 MW x 2 unidades

DATOS HIDROLOGICOS *

Miércoles, 7 de Febrero del 2001

DATOS HIDROLOGICOS * :

Caudal Promedio, Hidro Paute	CPHP:	107.50	m ³ /s
Vertedero Hidro Paute		0.00	Hm ³
Caudal Promedio, Hidro Agoyán	CPHA:	118.00	m ³ /s
Nivel del Embalse Pisayambo	NEP:	3548.05	m.s.n.m.

INDISPONIBILIDAD DE GENERACION *

Nombre	MW	Desde	Hora	Hasta	Hora
TERMICAS					
EMEPE LIBERTAD 8	2.0	00-01-30		no definido	
EMEPE LIBERTAD 12	2.0	00-04-06		no definido	
EMEPE LIBERTAD 11	2.0	00-08-05	08:30	no definido	
EMEPE C. PLAYAS U4	0.7	00-11-09	00:00 - 08:00	no definido	16:00 - 24:00
MILAGRO: G5	2.0	99-09-07		no definido	
MILAGRO: G3	2.0	99-09-07		no definido	
MILAGRO: G8	2.0	99-09-07		no definido	
MILAGRO: G4	2.0	00-12-05		no definido	
REG. SUR: CA1	1.4	99-09-08		no definido	
ELECAUSTRO DESCANSO 2	3.8	99-10-21		01-05-31	
ELECAUSTRO MONAY 4	1.8	00-11-11	00:00	01-12-19	
ELECAUSTRO MONAY 6	1.8	00-10-19		01-01-13	
ELECAUSTRO MONAY U 1,2,3,5	2.0	00-11-19	0	no definido	
MANABI: M1,M2,M4	8.0	99-09-02		no definido	
MANABI: M9	2.0	99-09-02		no definido	
MANABI: M14	2.0	01-01-10		no definido	
E.E.RIOBAMBA	2.0	00-11-19	0	no definido	
ELECTROECUADOR G.A.SANTOS: U2	20.0	00-04-08		no definido	
ELECTROECUADOR: VGQL U2	5.3	00-12-22		no definido	
EMELRIOS CENTRO INDUSTRIAL U4	2.9	00-10-14	09:00	no definido	
REG. EL ORO C.T. EL CAMBIO U3	4.4	00-10-22	11:45	01-03-02	
E.E.AMBATO C.LLIGUA U1	1.5	00-11-02	11:38	36982	
E.E.AMBATO C.LLIGUA U2	2.0	00-11-28	20:46	37073	
E.E.AMBATO C.AMBATO U3	1.0	01-01-16	21:00	11658	
T.PICHINCHA GUANGOPOLO U4	1.3	01-01-08		no definido	
T.PICHINCHA GUANGOPOLO U5	5.2	21-01-01	00:00	17-03-01	24:00
E.E.QUITO LULUNCOTO U12	2.7	02-01-01	00:00	22-02-01	12:00
E.E.QUITO C. GUALBERTO HERNANDEZ U3	5.5	05-02-01	00:00	09-02-01	15:00
ELECTROGUAYAS - TG4	20.0	00-12-27		no definido	
MANABI: M11	5.0	13-01-01	09:58	no definido	
MANABI: M12	5.0	03-02-01	07:30	no definido	
EMEPE LIBERTAD U1	2.2	29-01-01	20:22	01-02-10	16:00

GENERACIÓN OBLIGATORIA, FORZADA O INFLEXIBLE

UNIDAD	Hora	Hora	Hora	Hora
Emelnorte Central San Francisco	20:00	21:00		
E.E.Q.S.A. C. Lunlucoto 11	20:00	22:00		

OBSERVACIONES:

ELECAUSTRO MONAY U1,U2,U3. MTO 4 h00 si opera 20 h continuas. MONAY U4,U5,U6 MTO 8 horas si opera 16 h continuas
H-NACION: Potencia garantizada 185.00 MW x 3 unidades, 130.5 MW x 2 unidades 40 Mw potencia min con 1 unidad a partir del 01/02/2001
ELECTROECUADOR: V.A.SANTOS con potencia de 32 MW (00:00-24:00) y se debe descontar RPF.
CIRCUITO 1 DELINEA DE TRANSMISION STO. DOMINGO-QUEVEDO en operación a partir del 06/02/01 12:00 (cerrado el anillo de 230 Kv)

DATOS HIDROLÓGICOS *

Miércoles, 28 de febrero del 2001

DATOS HIDROLOGICOS * :

Caudal Promedio, Hidro Paute	CPHP:	53.55	m ³ / s
Vertedero Hidro Paute		0.00	Hm ³
Caudal Promedio, Hidro Agoyán	CPHA:	95.00	m ³ / s
Nivel del Embalse Pisayambo	NEP:	3543.66	m.s.n.m.

INDISPONIBILIDAD DE GENERACION *

Nombre	MW	Desde	Hora	Hasta	Hora
TERMICAS					
EMEPE LIBERTAD 8	2.0	00-01-30		no definido	
EMEPE LIBERTAD 12	2.0	00-04-06		no definido	
EMEPE LIBERTAD 11	2.0	00-08-05	08:30	no definido	
EMEPE C. PLAYAS U4	0.7	00-11-09	00:00 - 08:00	no definido	16:00 - 24:00
MILAGRO: G3	2.0	99-09-07		no definido	
MILAGRO: G8	2.0	99-09-07		no definido	
MILAGRO: G4	2.0	00-12-05		no definido	
REG. SUR: CA1	1.4	99-09-08		no definido	
ELECAUSTRO DESCANSO 2	3.8	99-10-21	23:04	01-05-31	
ELECAUSTRO MONAY 4	1.8	00-11-11	00:00	01-12-19	
ELECAUSTRO MONAY 6	1.8	00-10-19		01-01-13	
ELECAUSTRO MONAY U 1,2,3,5	2.0	00-11-19	00:00	no definido	
MANABI: M1,M2,M4	8.0	99-09-02		no definido	
MANABI: M9	2.0	99-09-02		no definido	
MANABI: M14	2.0	01-01-10		no definido	
E.E.RIOBAMBA	0.5	01-02-19		no definido	
ELECTROECUADOR G.A.SANTOS: U2	20.0	00-04-08		no definido	
ELECTROECUADOR: VGQL U2	5.3	00-12-22		no definido	
EMELRIOS CENTRO INDUSTRIAL U4	2.9	00-10-14	09:00	no definido	
EMELRIOS CENTRO INDUSTRIAL U3	2.9	01-02-23	15:09	no definido	
REG. EL ORO C.T. EL CAMBIO U3	4.4	00-10-22	11:45	01-03-02	
E.E.AMBATO C.LLIGUA U1	1.5	00-11-02	11:38	01-04-01	
E.E.AMBATO C.LLIGUA U2	2.0	00-11-28	20:48	01-07-01	
E.E.AMBATO C.AMBATO U3	1.0	01-01-16	21:00	01-12-31	
T.PICHINCHA GUANGOROPOLO U4	1.3	01-01-08		no definido	
T.PICHINCHA GUANGOROPOLO U5	5.2	01-01-21	00:00	01-03-17	24:00
T.PICHINCHA GUANGOROPOLO U6	0.2	01-02-18		no definido	
E.E.QUITO LULUNCOTO U12	2.7	01-01-02	00:00	no definido	
ELECTROGUAYAS - TG4	20.0	00-12-27		no definido	
MANABI: M11	5.0	01-01-13	09:58	no definido	
MANABI: M3	2.0	01-01-19		no definido	
ELECTROGUAYAS CT TRINITARIA	133.0	01-02-16		no definido	
EMELORO CT MACHALA U4, U5	4.0	01-02-22		no definido	
EMEPE LIBERTAD U1	2.0	01-02-16		no definido	
ELECTROQUIL U3	44.0	01-02-27	12:00	01-03-02	12:00

OBSERVACIONES * :

ELECAUSTRO MONAY U1,U2,U3. MTO 4 h00 si opera 20 h continuas. MONAY U4,U5,U6 MTO 8 horas si opera 16 h continuas
H-NACION: Potencia garantizada 188.00 MW x 3 unidades, 134 MW x 2 unidades 40 MW potencia min con 1 unidad a partir del 01/02/2001
CIRCUITO 1 DE LA LINEA DE TRANSMISION STO. DOMINGO-QUEVEDO en operación a partir del 01/02/06 12:00
CEDEGE DAULE: Operación del 01/02/19 hasta el 01/02/28 en horario de 22:00 a 06:00 (10 MW)
H-PUCARA Limitada a 60MW por debajo de la cota 3545msnm

Anexo 1
Cuadros 3-A a 3-R
Reportes de Despacho Económico realizado por DEPAG.
Para diferentes valores de los parámetros del algoritmo
genético.



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



**Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS**

Fecha generación:	01/01/01	Demanda cubierta por las térmicas:	165.98
Hora:	6	Demanda cubierta por las hidráulicas:	597.22
Caudal promedio Hidropaute:	54.55	Nivel de embalse de Pisayambo:	3553.00
Caudal promedio Hidroagoyan:	77.00		

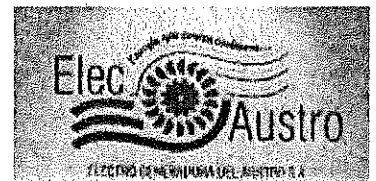
Barra	Unidad	Costo Marginal	Potencia	FNH Histórico	FNH encontrado	Fitness	Error(%)
01	T-ESMER	924.98	122.50	0.87113	1.03672	6.04	16.669
21	E-TRINIT	955.35	43.48	0.98798	1.00380	63.2	1.5818

NUMERO DE GENERACIONES = 50
LONGITUD DEL CROMOSOMA = 30
TAMAÑO DE LA POBLACION = 30
PROBABILIDAD DE CRUCE = 0.06
PROBABILIDAD DE MUTACION = 0.033

Cuadro 3a



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



**Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS**

Fecha generación:	01/01/01	Demanda cubierta por las térmicas:	165.98
Hora:	6	Demanda cubierta por las hidráulicas:	597.22
Caudal promedio Hidropaute:	54.55	Nivel de embalse de Pisayambo:	3553.00
Caudal promedio Hidroagoyan:	77.00		

Barra	Unidad	Costo Marginal	Potencia	FNH Histórico	FNH encontrado	Fitness	Error(%)
21	E-TRINIT	957.64	130.34	0.98798	1.00136	74.8	1.3376
01	T-ESMER	980.50	35.64	0.87113	0.97805	9.35	10.692

NUMERO DE GENERACIONES = 150
LONGITUD DEL CROMOSOMA = 30
TAMAÑO DE LA POBLACION = 30
PROBABILIDAD DE CRUCE = 0,6
PROBABILIDAD DE MUTACION = 0,033

Cuadro 3b



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



**Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS**

Fecha generación:	01/01/01	Demanda cubierta por las térmicas:	165.98
Hora:	19	Demanda cubierta por las hidráulicas:	1407.12
Caudal promedio Hidropaute:	54.55	Nivel de embalse de Pisayambo:	3553.00
Caudal promedio Hidroagoyan:	77.00		

Barra	Unidad	Costo Marginal	Potencia	FNH Histórico	FNH encontrado	Fitness	Error(%)
01	T-ESMER	920.46	122.50	0.91092	1.04181	7.64	13.089
21	E-TRINIT	953.36	43.48	0.99133	1.00585	68.9	1.4520

NUMERO DE GENERACIONES = 150
LONGITUD DEL CROMOSOMA = 20
TAMAÑO DE LA POBLACION = 30
PROBABILIDAD DE CRUCE = 0,6
PROBABILIDAD DE MUTACION = 0,033

Cuadro 3c



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS

Fecha generación:	01/01/01	Demanda cubierta por las térmicas:	165.96
Hora:	0	Demanda cubierta por las hidráulicas:	1051.94
Caudal promedio Hidropaute:	54.55	Nivel de embalse de Pisayambo:	3553.00
Caudal promedio Hidroagoyan:	77.00		

Barra	Unidad	Costo Marginal	Potencia	FNH Histórico	FNH encontrado	Fitness	Error(%)
21	E-TRINIT	957.54	130.34	0.98720	1.00120	70.1	1.4269
01	T-ESMER	964.14	35.62	0.88534	0.99560	9.15	10.930

NUMERO DE GENERACIONES = 150
LONGITUD DEL CROMOSOMA = 30
TAMAÑO DE LA POBLACION = 30
PROBABILIDAD DE CRUCE = 0,9
PROBABILIDAD DE MUTACION = 0,033

Cuadro 3d



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



**Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS**

Fecha generación:	01/01/01	Demanda cubierta por las térmicas:	165.96
Hora:	0	Demanda cubierta por las hidráulicas:	1051.94
Caudal promedio Hidropaute:	54.55	Nivel de embalse de Pisayambo:	3553.00
Caudal promedio Hidroagoyan:	77.00		

Barra	Unidad	Costo Marginal	Potencia	FNH Histórico	FNH encontrado	Fitness	Error(%)
01	T-ESMER	950.57	122.50	0.88534	1.00883	8.10	12.349
21	E-TRINIT	967.54	43.46	0.98720	1.00147	70.1	1.4269

NUMERO DE GENERACIONES = 100
LONGITUD DEL CROMOSOMA = 30
TAMAÑO DE LA POBLACION = 30
PROBABILIDAD DE CRUCE = 0,7
PROBABILIDAD DE MUTACION = 0,040

Cuadro 3e



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



**Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS**

Fecha generación:	01/01/01	Demanda cubierta por las térmicas:	165.96
Hora:	0	Demanda cubierta por las hidráulicas:	1051.94
Caudal promedio Hidropaute:	54.55	Nivel de embalse de Pisayambo:	3553.00
Caudal promedio Hidroagoyan:	77.00		

Barra	Unidad	Costo Marginal	Potencia	FNH Histórico	FNH encontrado	Fitness	Error(%)
01	T-ESMER	942.99	122.50	0.88534	1.01590	7.60	13.156
21	E-TRINIT	954.02	43.46	0.98720	1.00570	55.6	1.7996

NUMERO DE GENERACIONES = 50
LONGITUD DEL CROMOSOMA = 30
TAMAÑO DE LA POBLACION = 30
PROBABILIDAD DE CRUCE = 0,7
PROBABILIDAD DE MUTACION = 0,033

Cuadro 3f



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



**Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS**

Fecha generación:	01/01/01	Demanda cubierta por las térmicas:	165.96
Hora:	0	Demanda cubierta por las hidráulicas:	1051.94
Caudal promedio Hidropaute:	54.55	Nivel de embalse de Pisayambo:	3553.00
Caudal promedio Hidroagoyan:	77.00		

Barra	Unidad	Costo Marginal	Potencia	FNH Histórico	FNH encontrado	Fitness	Error(%)
01	T-ESMER	932.00	122.50	0.88534	1.02889	6.97	14.355
21	E-TRINIT	951.46	43.46	0.98720	1.00792	48.3	2.0719

NUMERO DE GENERACIONES = 10
LONGITUD DEL CROMOSOMA = 30
TAMAÑO DE LA POBLACION = 30
PROBABILIDAD DE CRUCE = 0,6
PROBABILIDAD DE MUTACION = 0,050

Cuadro 3g



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



**Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS**

Fecha generación:	01/01/01	Demanda cubierta por las térmicas:	165.96
Hora:	0	Demanda cubierta por las hidráulicas:	1051.94
Caudal promedio Hidropaute:	54.55	Nivel de embalse de Pisayambo:	3553.00
Caudal promedio Hidroagoyan:	77.00		

Barra	Unidad	Costo Marginal	Potencia	FNH Histórico	FNH encontrado	Fitness	Error(%)
21	E-TRINIT	959.36	130.34	0.98720	0.99963	80.4	1.2434
01	T-ESMER	966.37	35.62	0.88534	0.99233	9.35	10.669

NUMERO DE GENERACIONES = 150
LONGITUD DEL CROMOSOMA = 20
TAMAÑO DE LA POBLACION = 30

Cuadro 3h



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS

Fecha generación:	01/01/01	Demanda cubierta por las térmicas:	165.96
Hora:	0	Demanda cubierta por las hidráulicas:	1051.94
Caudal promedio Hidropaute:	54.55	Nivel de embalse de Pisayambo:	3553.00
Caudal promedio Hidroagoyan:	77.00		

Barra	Unidad	Costo Marginal	Potencia	FNH Histórico	FNH encontrado	Fitness	Error(%)
21	E-TRINIT	958.50	130.34	0.98720	1.00049	75.3	1.3289
01	T-ESMER	962.01	35.62	0.88534	0.99679	8.97	11.145

NUMERO DE GENERACIONES = 100
LONGITUD DEL CROMOSOMA = 20
TAMAÑO DE LA POBLACION = 30

Cuadro 3i



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



**Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS**

Fecha generación:	01/01/01	Demanda cubierta por las térmicas:	165.96
Hora:	0	Demanda cubierta por las hidráulicas:	1051.94
Caudal promedio Hidropaute:	54.55	Nivel de embalse de Pisayambo:	3553.00
Caudal promedio Hidroagoyan:	77.00		

Barra	Unidad	Costo Marginal	Potencia	FNH Histórico	FNH encontrado	Fitness	Error(%)
01	T-ESMER	939.21	122.50	0.88534	1.02400	7.37	18.566
21	E-TRINIT	952.79	43.46	0.98720	1.00652	51.8	1.9323

NUMERO DE GENERACIONES = 50
LONGITUD DEL CROMOSOMA = 20
TAMAÑO DE LA POBLACION = 30

Cuadro 3j



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



**Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS**

Fecha generación:	01/01/01	Demanda cubierta por las térmicas:	165.96
Hora:	0	Demanda cubierta por las hidráulicas:	1051.94
Caudal promedio Hidropaute:	54.55	Nivel de embalse de Pisayambo:	3553.00
Caudal promedio Hidroagoyan:	77.00		

Barra	Unidad	Costo Marginal	Potencia	FNH Histórico	FNH encontrado	Fitness	Error(%)
01	T-ESMER	926.77	122.50	0.88534	1.03474	6.69	14.940
21	E-TRINIT	951.84	43.46	0.98720	1.00749	49.3	2.0286

NUMERO DE GENERACIONES = 10
LONGITUD DEL CROMOSOMA = 20
TAMAÑO DE LA POBLACION = 30

Cuadro 3k



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENÉTICOS

Fecha generación:	01/23/01	Demanda cubierta por las térmicas:	469.69				
Hora:	0	Demanda cubierta por las hidráulicas:	531.31				
Caudal promedio Hidropaute:	83.18	Nivel de embalse de Pisayambo:	3549.30				
Caudal promedio Hidroaqqyan:	69.00						
Barra	Unidad	Costo marginal	Potencia	FNH Histórico	FNH encontrado	Fitness	Error
21	E-TRINIT	965.30	130.34	0.98628	0.99050	237	.42199
01	T-ESMER	969.13	122.50	0.88310	0.98637	9.68	10.327
03	EAUSDES4	1086.95	3.53	0.99077	0.99987	110	.90966
02	E.GZ.TV3	1106.53	71.54	1.00027	1.00045	5617	.01780
03	EAUSDES1	1113.98	2.74	0.99077	0.99987	110	.90966
02	E.GZ.TV2	1138.19	71.54	1.00027	1.00045	5617	.01780
02	E.VASANT	1197.56	33.91	1.00027	1.00045	5617	.01780
04	TPGUANG6	1277.65	5.10	1.00688	1.01291	166	.60283
04	TPGUANG2	1278.90	5.10	1.00688	1.01291	166	.60283
04	TPGUANG1	1288.81	5.10	1.00688	1.01291	166	.60283
04	TPGUANG3	1306.45	5.10	1.00688	1.01291	166	.60283
05	G.HERNA2	1353.39	5.49	1.00472	1.00702	434	.23047
05	G.HERNA1	1358.48	5.49	1.00472	1.00702	434	.23047
05	G.HERNA5	1359.13	2.33	1.00472	1.00702	434	.23047



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENÉTICOS

Fecha generación: 01/23/01 Demanda cubierta por las térmicas: 500.86
Hora: 19 Demanda cubierta por las hidráulicas: 1302.94
Caudal promedio Hidropante: 83.18 Nivel de embalse de Pisayambo: 3549.30
Caudal promedio Hidroaguyan: 62.00

Barras	Unidad	Costo marginal	Potencia	ENH Histórico	ENH encontrado	Fitness	Error (3)
21	E-TRINIT	964.52	129.34	0.99137	0.99121	***	.00625
01	T-ESMER	1046.01	122.50	0.91200	0.91390	526	.19006
03	EAUSDES4	1077.68	3.53	0.99733	1.00846	89.8	1.1131
02	E.GZ.TV3	1092.76	71.54	1.00166	1.01299	88.3	1.1332
03	EAUSDES1	1104.48	2.74	0.99733	1.00846	89.8	1.1131
02	E.GZ.TV2	1124.03	71.54	1.00166	1.01299	88.3	1.1332
02	E.VASANT	1132.67	13.81	1.00166	1.01299	88.3	1.1332
04	TPGUANG6	1247.11	5.10	1.03134	1.03768	159	.63351
04	TPGUANG2	1248.34	5.10	1.03134	1.03768	158	.63351
04	TPGUANG1	1258.01	5.10	1.03134	1.03768	158	.63351
04	TPGUANG3	1275.22	5.10	1.03134	1.03768	159	.63351
05	G.HERNA2	1317.08	5.49	1.02472	1.03869	71.6	1.3970
05	G.HERNA1	1317.02	5.49	1.02472	1.03869	71.6	1.3970
05	G.HERNA6	1317.65	5.49	1.02472	1.03869	71.6	1.3970
05	G.HERNA3	1317.65	5.49	1.02472	1.03869	71.6	1.3970
05	G.HERNA5	1317.65	5.49	1.02472	1.03869	71.6	1.3970
10	VGQ11-01	1539.37	5.15	0.99133	1.00859	58.0	1.7256
10	VGQ12-03	1585.60	10.29	0.99133	1.00859	58.0	1.7256
10	VGQ12-04	1605.51	1.60	0.99133	1.00859	58.0	1.7256



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS

Fecha generación: 02/07/91 Demanda cubierta por las térmicas: 606.89
Hora: 8 Demanda cubierta por las hidráulicas: 692.61
Caudal promedio Hidropeaje: 107.50 Nivel de embalse de Pisayambo: 3548.05
Caudal promedio Hidroaogean: 118.00

Barra	Unidad	Costo marginal	Potencia	FNH Histórico	FNH encontrado	Fitness	Error (%)
01	T-ESMER	984.00	122.50	1.05297	1.05281	6129	.01632
21	E-TRINIT	1039.59	130.34	0.99848	0.99847	****	.00122
02	E.GZ-TV3	1165.82	71.54	1.03000	1.03000	****	.00033
03	EAUSDES4	1175.15	3.53	0.97637	0.98397	132	.76018
02	E.GZ-TV2	1199.28	71.54	1.03000	1.03000	****	.00033
03	EAUSDES3	1201.29	2.74	0.97637	0.98397	132	.76018
03	EAUSDES1	1201.50	2.74	0.97637	0.98397	132	.76018
04	TEGUANG6	1208.62	5.10	1.03858	1.04229	270	.37099
04	TEGUANG1	1210.02	5.10	1.03858	1.04229	270	.37099
04	TEGUANG2	1211.01	5.10	1.03858	1.04229	270	.37099
04	TEGUANG3	1217.23	5.10	1.03858	1.04229	270	.37099
02	E.VASANT	1248.04	31.81	1.03000	1.03000	****	.00033
05	G.HERNA4	1375.12	5.49	1.03863	1.03867	****	.00353
05	G.HERNA2	1378.40	5.49	1.03863	1.03867	****	.00353
05	G.HERNA1	1383.66	5.49	1.03863	1.03867	****	.00353
05	G.HERNA6	1384.32	5.49	1.03863	1.03867	****	.00353
05	G.HERNA5	1384.32	5.49	1.03863	1.03867	****	.00353
10	VGQL1-01	1619.19	5.15	1.02983	1.02984	****	.00081
10	VGQL2-03	1666.23	10.29	1.02983	1.02984	****	.00081
10	VGQL2-04	1687.09	10.29	1.02983	1.02984	****	.00081
02	ELEC-AT1	1807.22	34.30	1.03000	1.03000	****	.00033
22	EMELP102	1851.21	2.81	1.02121	1.02121	****	.00004
22	EMELP101	1862.78	2.81	1.02121	1.02121	****	.00004
02	OPQ-MA05	1889.33	1.96	1.05295	1.05716	239	.42077
22	EMELR103	1889.80	2.81	1.02121	1.02121	****	.00004
07	EQL2-02	1957.30	43.12	1.02974	1.02973	****	.00070
08	LUBPH-13	1967.27	2.84	1.03863	1.03867	****	.00353
07	EQL2-01	1970.59	3.94	1.02974	1.02973	****	.00070



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS

Fecha generación: 02/01/01 Demanda cubierta por las térmicas: 611.68
Hora: 21 Demanda cubierta por las hidráulicas: 956.62
Caudal promedio Hidropante: 101.50 Nivel de embalse de Pisayambo: 1548.05
Caudal promedio Hidroaguyan: 118.00

Barra	Unidad	Costo marginal	Potencia	FNH Histórico	FNH encontrado	Fitness	Error (%)
01	T-ESMER	976.22	132.50	1.06114	1.06121	****	.00673
21	E-TPHUT	1036.58	100.34	1.00142	1.00141	****	.00056
03	EAUSDES4	1161.69	1.53	0.99420	0.99542	819	.12205
02	E.GZ-TV3	1179.21	71.54	1.01766	1.01762	****	.00175
03	EAUSDES3	1189.51	2.74	0.99420	0.99542	819	.12205
03	EAUSDES1	1189.71	2.74	0.99420	0.99542	819	.12205
04	TPGUANG6	1213.62	5.10	1.03799	1.03796	****	.00325
02	E.GZ-TV2	1213.78	71.54	1.01766	1.01769	****	.00175
04	TPGUANG1	1215.03	5.10	1.03799	1.03796	****	.00325
04	TPGUANG2	1218.03	5.10	1.03799	1.03796	****	.00325
04	TPGUANG3	1222.27	5.10	1.03799	1.03796	****	.00325
02	E.VASANT	1263.12	33.81	1.01766	1.01768	****	.00175
05	G.HERNA4	1377.51	5.49	1.03704	1.03691	7934	.01260
05	G.HERNA2	1389.79	5.49	1.03704	1.03691	7934	.01260
05	G.HERNA1	1386.06	5.49	1.03704	1.03691	7934	.01260
05	G.HERNA6	1386.72	5.49	1.03704	1.03691	7934	.01260
05	G.HERNA5	1386.72	5.49	1.03704	1.03691	7934	.01260
10	VGOL1-U1	1639.57	5.15	1.01749	1.01697	1926	.05191
10	VGOL1-U2	1665.55	5.15	1.01749	1.01697	1926	.05191
10	VGOL2-U3	1687.20	10.29	1.01749	1.01697	1926	.05191
10	VGOL2-U4	1708.33	10.29	1.01749	1.01697	1926	.05191
02	ELEC-AT1	1829.07	34.30	1.01766	1.01768	****	.00175
22	EMELRIO2	1842.73	2.81	1.02586	1.02586	****	.00024
22	EMELRIO1	1854.25	2.81	1.02586	1.02586	****	.00024
09	ORO-MAU5	1857.41	1.96	1.07237	1.07481	409	.24429
22	EMELRIO3	1881.14	2.81	1.02586	1.02586	****	.00024
01	EMLESU1	1959.41	3.33	1.06114	1.06121	****	.00673
01	EMLESU2	1959.41	3.33	1.06114	1.06121	****	.00673
08	LULON-13	1970.68	2.84	1.03704	1.03691	7934	.01260
06	EOL3-U3	1973.36	40.04	1.00522	1.00522	****	.00000



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS

Fecha generación: 02/20/91 Demanda cubierta por las térmicas: 561.94
Hora: 11 Demanda cubierta por las hidráulicas: 785.96
Caudal promedio Hidropante: 53.55 Nivel de embalse de Fisayambo: 3543.66
Caudal promedio Hidroaguyan: 95.00

Barra	Unidad	Costo marginal	Potencia	FNH Histórico	FNH encontrado	Fitness	Error (%)
01	T-ESMER	1049.15	122.50	0.88589	0.99722	8.98	11.133
03	EAUSDES4	1149.29	3.53	1.01248	1.01248	****	.00025
03	EAUSDES3	1175.78	2.74	1.01248	1.01248	****	.00025
03	EAUSDES1	1175.89	2.74	1.01248	1.01248	****	.00025
02	E.GZ.TV3	1203.63	71.54	1.00599	1.00680	1225	.08166
04	TPGUANG1	1217.72	5.10	1.03590	1.03588	****	.00191
04	TPGUANG2	1220.73	5.10	1.03590	1.03588	****	.00191
04	TPGUANG3	1224.97	5.10	1.03590	1.03588	****	.00191
02	E.GZ.TV2	1238.19	71.54	1.00599	1.00680	1225	.08166
02	E.VASANT	1289.29	33.91	1.00599	1.00680	1225	.08166
05	G.HERNA4	1369.07	5.49	1.02360	1.02360	****	.00002
05	G.HERNA2	1372.30	5.49	1.02360	1.02360	****	.00002
05	G.HERNA1	1377.52	5.49	1.02360	1.02360	****	.00002
05	G.HERNA6	1378.18	5.49	1.02360	1.02360	****	.00002
05	G.HERNA3	1378.18	5.49	1.02360	1.02360	****	.00002
05	G.HERNA5	1378.18	5.49	1.02360	1.02360	****	.00002
17	HAN M12	1527.82	4.90	1.04631	1.07158	39.6	2.5272
02	ELEC-AT1	1591.49	31.30	1.00599	1.00680	1225	.08166
22	EMELRIC2	1599.46	2.81	1.02168	1.02168	****	.00021
22	EMELRIC1	1602.36	2.81	1.02168	1.02168	****	.00021
10	VGQL1-U1	1688.00	5.15	0.99552	0.99763	473	.21139
20	MILA-G5	1718.78	1.96	0.99719	0.99722	****	.00311
09	LULUN-13	1729.39	2.84	1.02360	1.02620	385	.25999
07	EQL2-U2	1729.14	43.12	1.00570	1.00829	386	.25918
10	VGQL2-U3	1736.82	10.29	0.99552	0.99763	473	.21139
09	LULUN-11	1739.10	2.84	1.02360	1.02620	385	.25999
07	EQL2-U1	1740.73	43.12	1.00570	1.00829	386	.25918
10	VGQL2-U4	1758.57	10.29	0.99552	0.99763	473	.21139
09	CRC-CAG1	1769.11	4.12	1.06100	1.06095	****	.00539
13	SFLG9	1769.18	3.14	1.03403	1.03410	****	.00728
06	EQL3-U1	1776.39	33.63	0.94730	0.97426	36.2	2.7555



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS

Fecha generación: 02/28/01 Demanda cubierta por las térmicas: 611.90
Hora: 18 Demanda cubierta por las hidráulicas: 1133.70
Caudal promedio Hidropeate: 53.55 Nivel de embalse de Pisayambo: 3543.66
Caudal promedio Hidroageyan: 95.00

Barra	Unidad	Costo marginal	Potencia	ENH Histórico	ENH encontrado	Fitness	Error (%)
01	T-ESMER	1018.80	123.75	0.90056	1.02689	7.92	12.633
03	EAUSDES4	1159.27	3.56	0.99349	1.00289	106	.94021
03	EAUSDES3	1197.04	2.77	0.99349	1.00289	106	.94021
03	EAUSDES1	1187.15	2.77	0.99349	1.00289	106	.94021
02	E.GZ.TV3	1187.23	72.27	1.02071	1.02067	****	.00384
04	TEGUANG1	1209.19	5.15	1.03741	1.04325	171	.58364
04	TEGUANG2	1212.18	5.15	1.03741	1.04325	171	.58364
04	TEGUANG3	1216.40	5.15	1.03741	1.04325	171	.58364
02	E.GZ.TV2	1221.33	72.27	1.02071	1.02067	****	.00384
02	E.VASANT	1271.74	34.16	1.02071	1.02067	****	.00384
05	G.HERNA4	1348.65	5.54	1.03904	1.03905	****	.00148
05	G.HERNA2	1351.83	5.54	1.03904	1.03905	****	.00148
05	G.HERNA1	1356.97	5.54	1.03904	1.03905	****	.00148
05	G.HERNA5	1357.62	5.54	1.03904	1.03905	****	.00148
05	G.HERNA3	1357.62	5.54	1.03904	1.03905	****	.00148
05	G.HERNA5	1357.62	5.54	1.03904	1.03905	****	.00148
17	MAN-M12	1499.96	4.99	1.09152	1.09155	****	.00271
02	FLAC-AT1	1560.81	34.65	1.02071	1.02067	****	.00384
22	EMELRIO2	1589.50	2.84	1.02296	1.02806	196	.51002
22	EMELRIO1	1599.34	2.84	1.02296	1.02806	196	.51002
10	VGOL1-U1	1666.95	5.20	1.01028	1.01023	****	.00526
08	LULUN-13	1706.93	2.87	1.03904	1.03905	****	.00148
07	EOL2-U2	1708.63	43.56	1.02045	1.02043	****	.00171
10	VGOL2-U3	1715.16	10.40	1.01028	1.01023	****	.00526
08	LULUN-11	1717.51	2.87	1.03904	1.03905	****	.00148
07	EOL2-U1	1720.09	43.56	1.02045	1.02043	****	.00171
12	EMELNOR	1729.51	1.49	1.06853	1.07859	99.4	1.0063
20	MILA-G5	1731.28	1.98	0.98820	0.99005	541	.18478
10	VGOL2-U4	1736.64	10.40	1.01028	1.01023	****	.00526
09	ORO-CAG4	1744.61	4.16	1.07421	1.07584	614	.16299
01	EMLESU2	1747.16	3.37	0.90056	1.02689	7.92	12.633
01	EMLESU1	1747.16	3.37	0.90056	1.02689	7.92	12.633
17	MAN-M13	1749.99	1.99	1.09152	1.09155	****	.00271
17	MAN-M15	1749.99	1.99	1.09152	1.09155	****	.00271
13	SELG9	1753.08	3.17	1.04336	1.04358	4585	.02181
06	EOL3-U4	1754.42	43.56	0.98715	0.98719	****	.00323
14	SELPG5	1764.29	2.02	1.00309	1.00242	1491	.06708
17	MAN-M17	1765.74	1.98	1.09152	1.09155	****	.00271
17	MAN-M22	1777.41	1.98	1.09152	1.09155	****	.00271
12	SELG10	1780.93	2.18	1.04336	1.04358	4585	.02181



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS

Fecha generación: 02/20/01 Demanda cubierta por las térmicas: 611.90
Hora: 19 Demanda cubierta por las hidráulicas: 1133.79
Caudal promedio Hidropante: 53.55 Nivel de embalse de Pisayambo: 3543.66
Caudal promedio Hidroaguan: 95.00

Barra	Unidad	Costo marginal	Potencia	FHM Histórico	FHM encontrado	Fitness	Error (%)
17	MAN-M16	1781.25	1.98	1.09152	1.09155	****	.00271
17	MAN-M18	1781.43	1.98	1.09152	1.09155	****	.00271
17	MAN-M18	1786.05	1.98	1.09152	1.09155	****	.00271
20	MILA-G6	1808.03	1.98	0.98820	0.99005	541	.18478
11	LOJ-CA6	1833.91	2.43	1.04976	1.04977	****	.00094
20	MILA-G7	1851.02	1.98	0.98820	0.99005	541	.18478
11	LOJ-CA7	1890.41	1.87	1.04976	1.04977	****	.00094



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS

Fecha generación: 02/28/01 Demanda cubierta por las térmicas: 611.90
 Hora: 18 Demanda cubierta por las hidráulicas: 1133.70
 Caudal promedio Hidropante: 53.55 Nivel de embalse de Pisayambo: 3543.66
 Caudal promedio Hidroaguyan: 95.00

Barra	Unidad	Costo marginal	Potencia	ENH Histórico	ENH encontrado	Fitness	Error (%)
01	T-ESMER	1018.80	123.25	0.90056	1.02689	7.92	12.633
03	EAUSDES4	1159.27	2.56	0.99349	1.00289	106	.94021
03	EAUSDES3	1197.04	2.77	0.99349	1.00299	106	.94021
03	EAUSDES1	1187.15	2.77	0.99349	1.00299	106	.94021
02	E.GZ-TV3	1187.23	72.27	1.02071	1.02067	****	.00384
04	TPGUANG1	1209.19	5.15	1.03741	1.04325	171	.58364
04	TPGUANG2	1212.19	5.15	1.03741	1.04325	171	.58364
04	TPGUANG3	1216.40	5.15	1.03741	1.04325	171	.58364
02	E.GZ-TV2	1221.33	72.27	1.02071	1.02067	****	.00384
02	E.VASANT	1271.74	34.16	1.02071	1.02067	****	.00384
05	G.HERNA4	1348.65	5.54	1.03904	1.03905	****	.00148
05	G.HERNA2	1351.83	5.54	1.03904	1.03905	****	.00148
05	G.HERNA1	1356.97	5.54	1.03904	1.03905	****	.00148
05	G.HERNA6	1357.62	5.54	1.03904	1.03905	****	.00148
05	G.HERNA3	1357.62	5.54	1.03904	1.03905	****	.00148
05	G.HERNA5	1357.62	5.54	1.03904	1.03905	****	.00148
17	MAN-M12	1429.96	1.98	1.09152	1.09155	****	.00271
02	ELEC-AT1	1562.81	24.65	1.02071	1.02067	****	.00384
22	EMELRIO2	1589.50	2.84	1.02296	1.02806	196	.51002
22	EMELRIO1	1599.34	2.84	1.02296	1.02806	196	.51002
10	VGOL1-U1	1666.95	5.20	1.01028	1.01023	****	.00526
08	LULUN-11	1706.93	2.87	1.03904	1.03905	****	.00148
07	EOL2-U2	1708.63	43.56	1.02045	1.02043	****	.00171
10	VGOL2-U3	1715.16	10.40	1.01028	1.01023	****	.00526
08	LULUN-11	1717.51	2.87	1.03904	1.03905	****	.00148
07	EOL2-U1	1720.09	43.56	1.02045	1.02043	****	.00171
12	EMELNOR	1729.51	1.49	1.06953	1.07859	99.4	1.0063
20	MILA-65	1731.23	1.98	0.98820	0.99005	541	.18479
10	VGOL2-U4	1736.61	10.40	1.01028	1.01023	****	.00526
09	ORO-CAG4	1744.61	4.16	1.07421	1.07584	614	.16299
01	EMLESU2	1747.16	3.37	0.90056	1.02689	7.92	12.633
01	EMLESU1	1747.16	3.37	0.90056	1.02689	7.92	12.633
17	MAN-M13	1749.99	1.98	1.09152	1.09155	****	.00271
17	MAN-M15	1749.99	1.98	1.09152	1.09155	****	.00271
13	SELG9	1754.09	3.17	1.04336	1.04358	4585	.02181
06	EOL3-U4	1754.43	43.56	0.93715	0.99719	****	.00333
14	SEP065	1764.29	2.02	1.00309	1.00242	1491	.06703
17	MAN-M17	1765.74	1.98	1.09152	1.09155	****	.00271
17	MAN-M22	1777.41	1.98	1.09152	1.09155	****	.00271
12	SELG10	1780.93	2.18	1.04336	1.04358	4585	.02181



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS

Fecha generación: 02/28/01 Demanda cubierta por las térmicas: 611.90
Hora: 18 Demanda cubierta por las hidráulicas: 1133.70
Caudal promedio Hidropante: 53.55 Nivel de embalse de Pisayambo: 3543.66
Caudal promedio Hidroagoyan: 95.00

Barra	Unidad	Costo marginal	Potencia	ENH Histórico	ENH encontrado	Fitness	Error (%)
17	MAN-M16	1781.26	1.96	1.09152	1.09155	****	.00271
17	MAN-M18	1781.48	1.96	1.09152	1.09155	****	.00271
17	MAN-M18	1786.05	1.96	1.09152	1.09155	****	.00271
20	MTLA-G6	1808.03	1.96	0.98820	0.99005	541	.18478
11	LOJ-CA6	1939.91	2.45	1.04976	1.04977	****	.00084
20	MTLA-G7	1851.02	1.96	0.98820	0.99005	541	.13178
11	LOJ-CA7	1880.41	2.45	1.04976	1.04977	****	.00084
11	LOJ-CA8	1890.06	2.16	1.04976	1.04977	****	.00084
11	LOJ-CA9	1397.54	2.16	1.04976	1.04977	****	.00084
11	LOJ-CA10	1911.94	1.27	1.04976	1.04977	****	.00084



ELECAUSTRO - UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica



**Despacho Económico Programado sin restricciones de Unidades Térmicas
mediante ALGORITMOS GENETICOS**

Fecha generación: 12/01/00 Demanda cubierta por las térmicas: 724.64
Hora: 19 Demanda cubierta por las hidrológicas: 1087.96
Caudal promedio Hidropaute: 46.42 Nivel de embalse de Pisayambo: 3557.50
Caudal promedio Hidroagoyan: 95.00

Barra	Unidad	Lambda	Potencia	FNH Histórico	FNH encontrado	Fitness	Error
01	T-ESMER	927.05	123.75	0.91695	1.07847	6.19	16.152
21	E-TRINIT	995.92	131.67	0.99814	1.00980	85.8	1.1660
03	EAUSDES4	1112.20	3.56	1.01164	1.03139	50.6	1.9746
03	EAUSDES2	1148.18	3.56	1.01164	1.03139	50.6	1.9746
03	EAUSDES3	1149.15	2.77	1.01164	1.03139	50.6	1.9746
03	EAUSDES1	1149.54	2.77	1.01164	1.03139	50.6	1.9746
02	E.GZ.TV3	1150.19	72.27	0.99313	1.01160	54.2	1.8467
02	E.GZ.TV2	1183.16	72.27	0.99313	1.01160	54.2	1.8467
04	TPGUANG6	1222.05	5.15	1.04716	1.05962	80.2	1.2465
04	TPGUANG5	1222.58	5.15	1.04716	1.05962	80.2	1.2465
04	TPGUANG2	1224.22	5.15	1.04716	1.05962	80.2	1.2465
04	TPGUANG1	1225.80	5.15	1.04716	1.05962	80.2	1.2465
04	TPGUANG4	1233.97	5.15	1.04716	1.05962	80.2	1.2465
02	E.VASANT	1245.51	34.16	0.99313	1.01160	54.2	1.8467
04	TPGUANG3	1250.73	5.15	1.04716	1.05962	80.2	1.2465
05	G.HERNA4	1362.29	5.54	1.03890	1.04160	371	.26978
05	G.HERNA2	1365.51	5.54	1.03890	1.04160	371	.26978
05	G.HERNA1	1370.71	5.54	1.03890	1.04160	371	.26978
05	G.HERNA6	1371.36	5.54	1.03890	1.04160	371	.26978
05	G.HERNA3	1371.36	5.54	1.03890	1.04160	371	.26978
05	G.HERNA5	1371.36	5.54	1.03890	1.04160	371	.26978
10	VGQL1-U1	1625.79	5.20	0.98423	1.00503	48.1	2.0797
10	VGQL1-U2	1651.53	5.20	0.98423	1.00503	48.1	2.0797
10	VGQL2-U3	1673.45	10.40	0.98423	1.00503	48.1	2.0797
10	VGQL2-U4	1694.44	10.40	0.98423	1.00503	48.1	2.0797
17	MAN-M11	1999.92	4.95	1.07424	1.08086	151	.66192
17	MAN-M12	2020.54	4.95	1.07424	1.08086	151	.66192
22	EMELRIO2	2118.74	2.84	1.02413	1.03047	158	.63430
22	EMELRIO1	2132.10	2.84	1.02413	1.03047	158	.63430
02	ELEC-AT1	2135.94	34.65	0.99313	1.01160	54.2	1.8467
22	EMELRIO3	2163.27	2.84	1.02413	1.03047	158	.63430
22	EMELRIO4	2170.40	2.84	1.02413	1.03047	158	.63430
13	SELG11	2198.60	2.18	1.04498	1.04936	228	.43778
06	EQL3-U3	2207.80	43.56	0.94912	0.99620	21.2	4.7084
07	EQL2-U2	2213.93	43.56	0.99287	1.00751	68.3	1.4635
06	EQL3-U4	2223.30	37.30	0.94912	0.99620	21.2	4.7084

Anexo 1

Cuadros 4-A a 4-M.

Comparación entre FNH Cenace vs. DEPAG para las 22 barras, y con diferentes valores de PROBABILIDAD DE CRUZAMIENTO, NUMERO DE GENERACIONES y PROBABILIDAD DE MUTACION.

Fecha: 1 de enero del 2001

Hora: 00:00-01:00

Número de Generaciones: 50

Tamaño de la población: 30

Longitud del cromosoma: 30

Probabilidad de mutación: 0.033

Valor Normalizado: 0.3

Cuadro 4 - A.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPAQ,
para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S.KWH)	PC=0.6			PC=0.7			PC=0.8			PC=0.9		
				Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)
Barra 1	T-ESMER	0.97558	958.93	982.93	1.01680	4.23	943.09	1.01590	4.13	943.92	0.98720	1.19	971.36	1.01260	3.79
	EMLESU1	0.97558	1830.49	1876.31	1.01680	4.23	1800.25	1.01590	4.13	1801.84	0.98720	1.19	1854.22	1.01260	3.79
	EMLESU2	0.97558	1830.49	1876.31	1.01680	4.23	1800.25	1.01590	4.13	1801.84	0.98720	1.19	1854.22	1.01260	3.79
Barra 2	E.GZ-TV3	1.01483	1110.16	1093.94	1.01330	0.15	1095.59	1.01370	0.11	1095.16	1.01160	0.32	1097.43	1.00970	0.51
	E.GZ-TV2	1.01483	1141.93	1125.24	1.01330	0.15	1126.94	1.01370	0.11	1126.50	1.01160	0.32	1128.84	1.00970	0.51
	E.VASANT	1.01483	1201.77	1184.21	1.01330	0.15	1186.00	1.01370	0.11	1185.53	1.01160	0.32	1187.99	1.00970	0.51
	ELEC-AT1	1.01483	1718.66	1693.54	1.01330	0.15	1696.10	1.01370	0.11	1695.43	1.01160	0.32	1698.95	1.00970	0.51
	ELEC-AT2	1.01483	2002.83	1973.56	1.01330	0.15	1976.54	1.01370	0.11	1975.76	1.01160	0.32	1979.86	1.00970	0.51
	E.GZ-TG4	1.01483	2489.19	2452.81	1.01330	0.15	2456.52	1.01370	0.11	2455.55	1.01160	0.32	2450.65	1.00970	0.51
	E.GASAN5	1.01483	2504.69	2468.09	1.01330	0.15	2471.81	1.01370	0.11	2470.84	1.01160	0.32	2475.97	1.00970	0.51
	E.GASAN6	1.01483	2512.09	2475.38	1.01330	0.15	2479.12	1.01370	0.11	2478.14	1.01160	0.32	2483.28	1.00970	0.51
	E.GASAN1	1.01483	2438.94	2403.30	1.01330	0.15	2406.93	1.01370	0.11	2405.98	1.01160	0.32	2410.97	1.00970	0.51
	E.GASAN2	1.01483	2452.26	2416.42	1.01330	0.15	2420.07	1.01370	0.11	2419.12	1.01160	0.32	2424.14	1.00970	0.51
	E.GASAN3	1.01483	2731.97	2692.05	1.01330	0.15	2696.11	1.01370	0.11	2695.05	1.01160	0.32	2700.64	1.00970	0.51
	EAUSDES1	0.97647	1114.98	1141.85	1.00960	3.39	1104.38	1.01050	3.49	1103.39	1.01030	3.46	1103.61	1.00640	3.07
Barra 3	EAUSDES2	0.97647	1127.89	1155.07	1.00960	3.39	1117.17	1.01050	3.49	1116.17	1.01030	3.46	1116.39	1.00640	3.07
	EAUSDES3	0.97647	1128.41	1155.50	1.00960	3.39	1117.68	1.01050	3.49	1116.68	1.01030	3.46	1116.91	1.00640	3.07
	EAUSDES4	0.97647	1087.94	1114.16	1.00960	3.39	1077.60	1.01050	3.49	1076.84	1.01030	3.46	1076.85	1.00640	3.07
	EAUSMON1	0.97647	1900.24	1946.03	1.00960	3.39	1882.17	1.01050	3.49	1880.49	1.01030	3.46	1880.87	1.00640	3.07
	EAUSMON2	0.97647	2000.63	2048.84	1.00960	3.39	1981.61	1.01050	3.49	1979.84	1.01030	3.46	1980.23	1.00640	3.07
	EAUSMON3	0.97647	1957.1	2004.26	1.00960	3.39	1938.49	1.01050	3.49	1936.76	1.01030	3.46	1937.15	1.00640	3.07
	EAUSMON4	0.97647	2450.54	2509.59	1.00960	3.39	2427.24	1.01050	3.49	2425.08	1.01030	3.46	2425.56	1.00640	3.07
	EAUSMON5	0.97647	2461.62	2520.94	1.00960	3.39	2438.21	1.01050	3.49	2436.04	1.01030	3.46	2436.52	1.00640	3.07
	EAUSMON6	0.97647	2449.81	2508.84	1.00960	3.39	2426.52	1.01050	3.49	2424.35	1.01030	3.46	2424.83	1.00640	3.07
	TPGUANG1	1.03180	1303.2	1263.04	1.00460	2.64	1297.23	1.00500	2.60	1296.72	1.00310	2.78	1299.17	1.00130	2.96
	TPGUANG2	1.03180	1293.18	1253.32	1.00460	2.64	1287.26	1.00500	2.60	1286.75	1.00310	2.78	1289.18	1.00130	2.96
	TPGUANG3	1.03180	1321.01	1280.30	1.00460	2.64	1314.96	1.00500	2.60	1314.44	1.00310	2.78	1316.93	1.00130	2.96
Barra 4	TPGUANG4	1.03180	1303.76	1263.58	1.00460	2.64	1297.79	1.00500	2.60	1297.27	1.00310	2.78	1299.73	1.00130	2.96
	TPGUANG5	1.03180	1292.6	1252.76	1.00460	2.64	1286.68	1.00500	2.60	1286.17	1.00310	2.78	1288.61	1.00130	2.96
	TPGUANG6	1.03180	1291.91	1252.09	1.00460	2.64	1285.99	1.00500	2.60	1285.48	1.00310	2.78	1287.92	1.00130	2.96
	G.HERNA1	1.01759	1353.51	1330.11	1.00550	1.19	1346.11	1.00580	1.16	1345.70	1.00400	1.34	1348.12	1.00330	1.40
	G.HERNA2	1.01759	1348.45	1325.14	1.00550	1.19	1341.07	1.00580	1.16	1340.67	1.00400	1.34	1343.08	1.00330	1.40
	G.HERNA3	1.01759	1354.15	1330.74	1.00550	1.19	1346.74	1.00580	1.16	1346.34	1.00400	1.34	1348.75	1.00330	1.40
Barra 5	G.HERNA4	1.01759	1345.32	1322.06	1.00550	1.19	1337.96	1.00580	1.16	1337.56	1.00400	1.34	1339.96	1.00330	1.40
	G.HERNA5	1.01759	1354.15	1330.74	1.00550	1.19	1346.74	1.00580	1.16	1346.34	1.00400	1.34	1348.75	1.00330	1.40
	G.HERNA6	1.01759	1354.15	1330.74	1.00550	1.19	1346.74	1.00580	1.16	1346.34	1.00400	1.34	1348.75	1.00330	1.40
	G.HERNA7	1.01759	1354.15	1330.74	1.00550	1.19	1346.74	1.00580	1.16	1346.34	1.00400	1.34	1348.75	1.00330	1.40

Cuadro 4 - A

Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPA, para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S.KWH)	PC=0,6			PC=0,7			PC=0,8			PC=0,9		
				Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)
Barra6	EQL3-U3	1.00502	1753.04	1744.28	1.00350	0.15	1746.93	1.00350	0.15	1746.93	1.00350	0.15	1746.93	1.00350	0.15
	EQL3-U4	1.00502	1764.64	1755.83	1.00350	0.15	1758.49	1.00350	0.15	1758.49	1.00350	0.15	1758.49	1.00350	0.15
Barra7	EQL2-U1	1.01456	1776.41	1750.92	1.00960	0.49	1759.52	1.00220	1.22	1772.51	1.00470	0.97	1769.16	1.00410	1.03
	EQL2-U2	1.01456	1788.35	1762.69	1.00960	0.49	1771.35	1.00220	1.22	1784.42	1.00470	0.97	1779.98	1.00410	1.03
Barra8	LULUN-11	1.01760	1818.06	1786.62	1.00550	1.19	1808.12	1.00580	1.16	1807.58	1.00400	1.34	1810.82	1.00330	1.41
	LULUN-12	1.01760	1813.54	1782.17	1.00550	1.19	1803.62	1.00580	1.16	1803.08	1.00400	1.34	1806.31	1.00330	1.41
	LULUN-13	1.01760	1806.82	1775.57	1.00550	1.19	1796.94	1.00580	1.16	1796.40	1.00400	1.34	1799.62	1.00330	1.41
	TP ROSA3	1.01760	2142.8	2105.74	1.00550	1.19	2131.08	1.00580	1.16	2130.44	1.00400	1.34	2134.26	1.00330	1.41
	TP ROSA2	1.01760	2188.77	2150.91	1.00550	1.19	2176.80	1.00580	1.16	2176.15	1.00400	1.34	2180.05	1.00330	1.41
	TP ROSA1	1.01760	2163.13	2125.72	1.00550	1.19	2151.30	1.00580	1.16	2150.66	1.00400	1.34	2154.51	1.00330	1.41
Barra9	ORO-CAG3	1.03464	1980.56	1914.25	1.05760	2.22	1872.69	1.05830	2.29	1871.45	1.05740	2.20	1873.05	1.05710	2.17
	ORO-CAG4	1.03464	1958.24	1892.68	1.05760	2.22	1851.59	1.05830	2.29	1850.38	1.05740	2.20	1851.94	1.05710	2.17
	ORO-MAU4	1.03464	1980.1	1913.81	1.05760	2.22	1872.26	1.05830	2.29	1871.02	1.05740	2.20	1872.61	1.05710	2.17
	ORO-MAU5	1.03464	2001.91	1934.89	1.05760	2.22	1892.88	1.05830	2.29	1891.63	1.05740	2.20	1893.24	1.05710	2.17
Barra10	VGQL2-U3	1.01465	1604.21	1581.05	1.01150	0.31	1585.97	1.01230	0.23	1584.72	1.01210	0.25	1585.03	1.00730	0.72
	VGQL2-U4	1.01465	1624.35	1600.90	1.01150	0.31	1605.88	1.01230	0.23	1604.61	1.01210	0.25	1604.93	1.00730	0.72
	VGQL1-U1	1.01465	1557.51	1535.02	1.01150	0.31	1539.80	1.01230	0.23	1538.59	1.01210	0.25	1538.89	1.00730	0.72
	VGQL1-U2	1.01465	1582.14	1559.30	1.01150	0.31	1564.15	1.01230	0.23	1562.92	1.01210	0.25	1563.22	1.00730	0.72
Barra11	LOJ-CA1	1.01290	8693.98	8583.26	1.03230	1.92	8421.95	1.03310	1.99	8415.43	1.03360	2.04	8411.36	1.02910	1.60
	LOJ-CA2	1.01290	2112.47	2085.57	1.03230	1.92	2046.37	1.03310	1.99	2044.79	1.03360	2.04	2043.80	1.02910	1.60
	LOJ-CA4	1.01290	2457.38	2426.08	1.03230	1.92	2380.49	1.03310	1.99	2378.65	1.03360	2.04	2377.50	1.02910	1.60
	LOJ-CA5	1.01290	2447.2	2415.03	1.03230	1.92	2370.63	1.03310	1.99	2368.79	1.03360	2.04	2367.65	1.02910	1.60
	LOJ-CA6	1.01290	1963.8	1938.79	1.03230	1.92	1902.35	1.03310	1.99	1900.88	1.03360	2.04	1899.96	1.02910	1.60
	LOJ-CA7	1.01290	2007.93	1982.36	1.03230	1.92	1945.10	1.03310	1.99	1943.60	1.03360	2.04	1942.66	1.02910	1.60
	LOJ-CA8	1.01290	2022.07	1996.32	1.03230	1.92	1958.80	1.03310	1.99	1957.28	1.03360	2.04	1956.34	1.02910	1.60
	LOJ-CA9	1.01290	2029.68	2003.83	1.03230	1.92	1966.17	1.03310	1.99	1964.65	1.03360	2.04	1963.70	1.02910	1.60
	LOJ-CA10	1.01290	2045.3	2019.25	1.03230	1.92	1981.30	1.03310	1.99	1979.77	1.03360	2.04	1978.81	1.02910	1.60
Barra12	EMELNOR	1.05672	1903.64	1801.46	1.01530	3.92	1874.95	1.01590	3.86	1873.85	1.01400	4.04	1877.36	1.01330	4.11
Barra13	SELG1	1.04845	1787.34	1704.75	1.05020	0.17	1701.90	1.05110	0.25	1700.45	1.04930	0.08	1703.36	1.04900	0.05
	SELG12	1.04845	8623.48	8224.98	1.05020	0.17	8211.27	1.05110	0.25	8204.24	1.04930	0.08	8218.32	1.04900	0.05
	SELG8	1.04845	2058.97	1963.82	1.05020	0.17	1960.55	1.05110	0.25	1958.87	1.04930	0.08	1962.23	1.04900	0.05
	SELG9	1.04845	1842.41	1757.27	1.05020	0.17	1754.34	1.05110	0.25	1752.84	1.04930	0.08	1755.85	1.04900	0.05
	SELG10	1.04845	1792.7	1709.86	1.05020	0.17	1707.01	1.05110	0.25	1705.55	1.04930	0.08	1708.47	1.04900	0.05
	SELG11	1.04845	1746.26	1665.56	1.05020	0.17	1662.79	1.05110	0.25	1661.36	1.04930	0.08	1664.21	1.04900	0.05
	SEPLG4	1.04845	2062.52	1967.21	1.05020	0.17	1963.93	1.05110	0.25	1962.25	1.04930	0.08	1965.62	1.04900	0.05
	EPW-SELE	1.04845	2559.67	2441.38	1.05020	0.17	2437.32	1.05110	0.25	2435.23	1.04930	0.08	2439.41	1.04900	0.05
Barra14	SEPOG5	1.01634	1827.11	1797.74	1.02300	0.66	1786.03	1.02530	0.88	1782.02	1.01160	0.47	1806.16	1.02460	0.81
Barra15	BOLIVAR	0.98847	1984.92	2008.07	0.99740	0.90	1990.09	0.99780	0.94	1989.30	0.99600	0.76	1992.89	0.99630	0.69

Cuadro 4 - A.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPA, para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	PC=0,6			PC=0,7			PC=0,8			PC=0,9		
				Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)
Barra16	RIOBAMBA	0,97625	2126,48	2178,21	0,99180	1,59	2144,06	0,99220	1,63	2143,20	0,99040	1,45	2147,09	0,98970	1,38
Barra17	MAN-M1	1,12464	8610,16	7655,93	1,09610	2,54	7655,27	1,09700	2,46	7848,82	1,09590	2,56	7856,70	1,09560	2,58
	MAN-M2	1,12464	8610,16	7655,93	1,09610	2,54	7655,27	1,09700	2,46	7848,82	1,09590	2,56	7856,70	1,09560	2,58
	MAN-M3	1,12464	2556,01	2272,74	1,09610	2,54	2331,91	1,09700	2,46	2330,00	1,09590	2,56	2332,34	1,09560	2,58
	MAN-M4	1,12464	8610,16	7655,93	1,09610	2,54	7655,27	1,09700	2,46	7848,82	1,09590	2,56	7856,70	1,09560	2,58
	MAN-M7	1,12464	1966,7	1748,74	1,09610	2,54	1794,27	1,09700	2,46	1792,80	1,09590	2,56	1794,60	1,09560	2,58
	MAN-M8	1,12464	1989,31	1768,84	1,09610	2,54	1814,90	1,09700	2,46	1813,41	1,09590	2,56	1815,23	1,09560	2,58
	MAN-M9	1,12464	8610,15	7655,92	1,09610	2,54	7655,26	1,09700	2,46	7848,81	1,09590	2,56	7856,69	1,09560	2,58
	MAN-M10	1,12464	1949,15	1733,13	1,09610	2,54	1778,26	1,09700	2,46	1776,80	1,09590	2,56	1778,58	1,09560	2,58
	MAN-M11	1,12464	1797,35	1598,16	1,09610	2,54	1639,77	1,09700	2,46	1638,42	1,09590	2,56	1640,07	1,09560	2,58
	MAN-M12	1,12464	1669,9	1484,83	1,09610	2,54	1523,49	1,09700	2,46	1522,24	1,09590	2,56	1523,77	1,09560	2,58
	MAN-M13	1,12464	1949,15	1733,13	1,09610	2,54	1778,26	1,09700	2,46	1776,80	1,09590	2,56	1778,58	1,09560	2,58
	MAN-M14	1,12464	1949,15	1733,13	1,09610	2,54	1778,26	1,09700	2,46	1776,80	1,09590	2,56	1778,58	1,09560	2,58
Barra18	MAN-M15	1,12464	1983,97	1764,09	1,09610	2,54	1810,03	1,09700	2,46	1808,54	1,09590	2,56	1810,36	1,09560	2,58
	MAN-M16	1,12464	1984,23	1764,32	1,09610	2,54	1810,26	1,09700	2,46	1808,78	1,09590	2,56	1810,59	1,09560	2,58
	MAN-M18	1,12464	1979,69	1760,29	1,09610	2,54	1806,12	1,09700	2,46	1804,64	1,09590	2,56	1806,45	1,09560	2,58
	MAN-M22	1,12464	2345,52	2308,38	1,00310	1,28	2338,27	1,00380	1,21	2336,64	1,00240	1,35	2339,90	1,00200	1,39
Barra19	S-DGOG9	0,98220	8555,41	8419,93	1,00310	1,28	8528,97	1,00380	1,21	8523,02	1,00240	1,35	8534,93	1,00200	1,39
	S-DGOU2	0,98220	2189,52	2154,85	1,00310	1,28	2182,75	1,00380	1,21	2181,23	1,00240	1,35	2184,28	1,00200	1,39
	EPW-SD1	0,98220	2189,52	2154,85	1,00310	1,28	2182,75	1,00380	1,21	2181,23	1,00240	1,35	2184,28	1,00200	1,39
	EPW-SD2	0,98220	2189,52	2154,85	1,00310	1,28	2182,75	1,00380	1,21	2181,23	1,00240	1,35	2184,28	1,00200	1,39
Barra20	AMB-LL1	0,98220	1751,78	1793,71	0,98990	0,78	1779,76	0,99030	0,82	1779,04	0,98840	0,63	1782,46	0,98670	0,46
	AMB-LL2	0,98220	1775,54	1807,72	0,98990	0,78	1793,66	0,99030	0,82	1792,93	0,98840	0,63	1796,38	0,98670	0,46
	AMB-BAT3	0,98220	1928,28	1963,23	0,98990	0,78	1947,95	0,99030	0,82	1947,17	0,98840	0,63	1950,91	0,98670	0,46
	MILA-G3	0,98030	8630,4	8803,84	0,99850	1,86	8643,37	0,99930	1,94	8636,45	0,99790	1,80	8648,56	0,99750	1,75
Barra21	MILA-G4	0,98030	1843,56	1880,61	0,99850	1,86	1846,33	0,99930	1,94	1844,85	0,99790	1,80	1847,44	0,99750	1,75
	MILA-G5	0,98030	1750,84	1786,02	0,99850	1,86	1753,47	0,99930	1,94	1752,07	0,99790	1,80	1754,52	0,99750	1,75
	MILA-G6	0,98030	1828,26	1865,00	0,99850	1,86	1831,01	0,99930	1,94	1829,54	0,99790	1,80	1832,11	0,99750	1,75
	MILA-G7	0,98030	1872,01	1909,63	0,99850	1,86	1874,82	0,99930	1,94	1873,32	0,99790	1,80	1875,96	0,99750	1,75
	MILA-G8	0,98030	8630,37	8803,80	0,99850	1,86	8643,34	0,99930	1,94	8636,42	0,99790	1,80	8648,53	0,99750	1,75
	E-TRINIT	1,00017	958,98	958,82	1,00510	0,49	954,11	1,00570	0,55	953,54	1,00410	0,39	955,06	1,00350	0,33
	ECORP	1,00017	8799,03	8797,53	1,00510	0,49	8754,38	1,00570	0,55	8749,16	1,00410	0,39	8763,10	1,00350	0,33
Barra22	EQT-U1	1,00017	8980	8978,47	1,00510	0,49	8934,43	1,00570	0,55	8929,10	1,00410	0,39	8943,33	1,00350	0,33
	EMELRIO1	1,02347	1677,16	1638,70	1,01900	0,44	1645,89	1,01900	0,44	1645,89	1,01890	0,45	1646,05	1,01900	0,44
	EMELRIO2	1,02347	1666,82	1628,60	1,01900	0,44	1635,74	1,01900	0,44	1635,74	1,01890	0,45	1635,90	1,01900	0,44
	EMELRIO3	1,02347	1701,27	1662,26	1,01900	0,44	1669,55	1,01900	0,44	1669,55	1,01890	0,45	1669,71	1,01900	0,44
Barra22	EMELRIO4	1,02347	1706,79	1667,65	1,01900	0,44	1674,97	1,01900	0,44	1674,97	1,01890	0,45	1675,13	1,01900	0,44

Fecha: 1 de enero del 2001
 Hora: 00:00-01:00

Número de Generaciones: 150
 Tamaño de la población: 30
 Longitud del cromosoma: 30
 Probabilidad de mutación: 0.033
 Valor Normalizado: 0.3

Cuadro 4 - B.
 Comparación valores reales de F_{NH} y calculados por DEPA, para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

# Barra	Unidad	F _{NH} Real	CVG (S./KWH)	PC=0.6			PC=0.7			PC=0.8			PC=0.9		
				Costo Incremental	F _{NH} Calculado	ER (%)	Costo Incremental	F _{NH} Calculado	ER (%)	Costo Incremental	F _{NH} Calculado	ER (%)	Costo Incremental	F _{NH} Calculado	ER (%)
Barra 1	T-ESMER	0.97558	958.93	982.93	0.99460	1.95	984.14	0.99860	2.36	980.27	0.98720	1.19	971.36	1.00120	2.63
	EMLESU1	0.97558	1830.49	1876.31	0.99460	1.95	1840.43	0.99860	2.36	1833.06	0.98720	1.19	1854.22	1.00120	2.63
	EMLESU2	0.97558	1830.49	1876.31	0.99460	1.95	1840.43	0.99860	2.36	1833.06	0.98720	1.19	1854.22	1.00120	2.63
Barra2	E.GZ.TV3	1.01483	1110.16	1093.94	1.00670	0.80	1102.77	0.99930	1.53	1110.94	1.00230	1.23	1107.61	0.99570	1.89
	E.GZ.TV2	1.01483	1141.93	1125.24	1.00670	0.80	1134.33	0.99930	1.53	1142.73	1.00230	1.23	1139.31	0.99570	1.89
	E.VASANT	1.01483	1201.77	1184.21	1.00670	0.80	1193.77	0.99930	1.53	1202.61	1.00230	1.23	1199.01	0.99570	1.89
	ELEC-AT1	1.01483	1718.66	1693.54	1.00670	0.80	1707.22	0.99930	1.53	1719.86	1.00230	1.23	1714.72	0.99570	1.89
	ELEC-AT2	1.01483	2002.83	1973.56	1.00670	0.80	1989.50	0.99930	1.53	2004.23	1.00230	1.23	1998.23	0.99570	1.89
	E.GZ.TG4	1.01483	2489.19	2452.81	1.00670	0.80	2472.62	0.99930	1.53	2490.93	1.00230	1.23	2483.48	0.99570	1.89
	E.GASAN5	1.01483	2504.69	2468.09	1.00670	0.80	2488.02	0.99930	1.53	2506.44	1.00230	1.23	2498.94	0.99570	1.89
	E.GASAN6	1.01483	2512.09	2475.38	1.00670	0.80	2495.37	0.99930	1.53	2513.85	1.00230	1.23	2506.33	0.99570	1.89
	E.GASAN1	1.01483	2438.94	2403.30	1.00670	0.80	2422.71	0.99930	1.53	2440.65	1.00230	1.23	2433.34	0.99570	1.89
	E.GASAN2	1.01483	2452.26	2416.42	1.00670	0.80	2435.94	0.99930	1.53	2453.98	1.00230	1.23	2446.63	0.99570	1.89
	E.GASAN3	1.01483	2731.97	2692.05	1.00670	0.80	2713.79	0.99930	1.53	2733.88	1.00230	1.23	2725.70	0.99570	1.89
	EAUSDES1	0.97647	1114.98	1141.85	1.00630	3.05	1108.00	0.98960	1.34	1126.70	1.00620	3.04	1108.11	1.00640	3.07
Barra3	EAUSDES2	0.97647	1127.89	1155.07	1.00630	3.05	1120.83	0.98960	1.34	1139.74	1.00620	3.04	1120.94	1.00640	3.07
	EAUSDES3	0.97647	1128.41	1155.60	1.00630	3.05	1121.35	0.98960	1.34	1140.27	1.00620	3.04	1121.46	1.00640	3.07
	EAUSDES4	0.97647	1087.94	1114.16	1.00630	3.05	1081.13	0.98960	1.34	1099.37	1.00620	3.04	1081.24	1.00640	3.07
	EAUSMON1	0.97647	1900.24	1946.03	1.00630	3.05	1888.34	0.98960	1.34	1920.21	1.00620	3.04	1888.53	1.00640	3.07
	EAUSMON2	0.97647	2000.63	2048.84	1.00630	3.05	1988.10	0.98960	1.34	2021.66	1.00620	3.04	1988.30	1.00640	3.07
	EAUSMON3	0.97647	1957.1	2004.26	1.00630	3.05	1944.85	0.98960	1.34	1977.67	1.00620	3.04	1945.04	1.00640	3.07
	EAUSMON4	0.97647	2450.54	2509.59	1.00630	3.05	2435.20	0.98960	1.34	2476.29	1.00620	3.04	2435.44	1.00640	3.07
	EAUSMON5	0.97647	2461.62	2520.94	1.00630	3.05	2446.21	0.98960	1.34	2487.49	1.00620	3.04	2446.45	1.00640	3.07
	EAUSMON6	0.97647	2449.81	2508.84	1.00630	3.05	2434.47	0.98960	1.34	2475.56	1.00620	3.04	2434.71	1.00640	3.07
	TPGUANG1	1.03180	1303.2	1263.04	1.00010	3.07	1303.07	1.00000	3.08	1303.20	1.00060	3.02	1302.42	1.00130	2.96
	TPGUANG2	1.03180	1293.18	1253.32	1.00010	3.07	1293.05	1.00000	3.08	1293.18	1.00060	3.02	1292.40	1.00130	2.96
	TPGUANG3	1.03180	1321.01	1280.30	1.00010	3.07	1320.88	1.00000	3.08	1321.01	1.00060	3.02	1320.22	1.00130	2.96
Barra4	TPGUANG4	1.03180	1303.76	1263.58	1.00010	3.07	1303.63	1.00000	3.08	1303.76	1.00060	3.02	1302.98	1.00130	2.96
	TPGUANG5	1.03180	1292.6	1252.76	1.00010	3.07	1292.47	1.00000	3.08	1292.60	1.00060	3.02	1291.82	1.00130	2.96
	TPGUANG6	1.03180	1291.91	1252.09	1.00010	3.07	1291.78	1.00000	3.08	1291.91	1.00060	3.02	1291.14	1.00130	2.96
	G.HERNA1	1.01759	1353.51	1330.11	1.00050	1.68	1352.83	0.99350	2.37	1352.37	0.99590	2.13	1359.08	0.99280	2.44
	G.HERNA2	1.01759	1348.45	1325.14	1.00050	1.68	1347.78	0.99350	2.37	1347.27	0.99590	2.13	1354.00	0.99280	2.44
	G.HERNA3	1.01759	1354.15	1330.74	1.00050	1.68	1353.47	0.99350	2.37	1353.01	0.99590	2.13	1359.72	0.99280	2.44
Barra5	G.HERNA4	1.01759	1345.32	1322.06	1.00050	1.68	1344.65	0.99350	2.37	1354.12	0.99590	2.13	1350.86	0.99280	2.44
	G.HERNA5	1.01759	1354.15	1330.74	1.00050	1.68	1353.47	0.99350	2.37	1353.01	0.99590	2.13	1359.72	0.99280	2.44
	G.HERNA6	1.01759	1354.15	1330.74	1.00050	1.68	1353.47	0.99350	2.37	1353.01	0.99590	2.13	1359.72	0.99280	2.44
	G.HERNA6	1.01759	1354.15	1330.74	1.00050	1.68	1353.47	0.99350	2.37	1353.01	0.99590	2.13	1359.72	0.99280	2.44

SELG8	Barra14	SEPOG5
SELG9	Barra15	BOLIVAR
SELG10		
SELG11		
SEPLG4		
EPW-SELE		

#. Barra	Unidad	PC=0,6					PC=0,7					PC=0,8					PC=0,9				
		FNH Real	CVG (\$/KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental					
Barra6	EQL3-U3	1.00502	1753.04	1744.28	1.00350	0.15	1746.93	1.00360	0.14	1746.75	1.00360	0.14	1746.75	1.00360	0.14	1746.75					
	EQL3-U4	1.00502	1764.64	1755.83	1.00350	0.15	1758.49	1.00360	0.14	1758.31	1.00360	0.14	1758.31	1.00360	0.14	1758.31					
Barra7	EQL2-U1	1.01456	1776.41	1750.92	1.00040	0.140	1775.70	1.00220	0.122	1772.51	1.00470	0.097	1768.10	1.00410	0.103	1769.16					
	EQL2-U2	1.01456	1788.35	1762.69	1.00040	0.140	1787.63	1.00220	0.122	1784.42	1.00470	0.097	1779.98	1.00410	0.103	1781.05					
Barra8	LULUN-11	1.01760	1818.06	1786.62	1.00050	0.168	1817.15	0.99350	0.237	1829.95	0.99590	0.213	1825.54	0.99280	0.244	1831.24					
	LULUN-12	1.01760	1813.54	1782.17	1.00050	0.168	1812.63	0.99350	0.237	1825.41	0.99590	0.213	1821.01	0.99280	0.244	1826.69					
Barra9	LULUN-13	1.01760	1806.82	1775.57	1.00050	0.168	1805.92	0.99350	0.237	1818.64	0.99590	0.213	1814.26	0.99280	0.244	1819.92					
	TP.ROSA3	1.01760	2142.8	2105.74	1.00050	0.168	2141.73	0.99350	0.237	2156.82	0.99590	0.213	2151.62	0.99280	0.244	2158.34					
Barra10	TP.ROSA2	1.01760	2188.77	2150.91	1.00050	0.168	2187.68	0.99350	0.237	2203.09	0.99590	0.213	2197.78	0.99280	0.244	2204.64					
	TP.ROSA1	1.01760	2163.13	2125.72	1.00050	0.168	2162.05	0.99350	0.237	2177.28	0.99590	0.213	2172.04	0.99280	0.244	2178.82					
Barra11	ORO-CAG3	1.03464	1980.56	1914.25	1.05610	0.207	1875.35	1.05680	0.214	1874.11	1.05740	0.220	1873.05	1.01530	0.187	1950.71					
	ORO-CAG4	1.03464	1958.24	1892.68	1.05610	0.207	1854.22	1.05680	0.214	1852.99	1.05740	0.220	1851.94	1.01530	0.187	1928.73					
Barra12	ORO-MAU4	1.03464	1980.1	1913.81	1.05610	0.207	1874.92	1.05680	0.214	1873.68	1.05740	0.220	1872.61	1.01530	0.187	1950.26					
	ORO-MAU5	1.03464	2001.91	1934.89	1.05610	0.207	1895.57	1.05680	0.214	1894.31	1.05740	0.220	1893.24	1.01530	0.187	1971.74					
Barra13	VGQL2-U3	1.01465	1604.21	1581.05	1.00770	0.068	1591.95	1.00550	0.090	1595.44	1.01020	0.044	1588.01	0.99390	0.205	1614.06					
	VGQL2-U4	1.01465	1624.35	1600.90	1.00770	0.068	1611.94	1.00550	0.090	1615.46	1.01020	0.044	1607.95	0.99390	0.205	1634.32					
Barra14	VGQL1-U1	1.01465	1557.51	1535.02	1.00770	0.068	1545.61	1.00550	0.090	1548.99	1.01020	0.044	1541.78	0.99390	0.205	1567.07					
	VGQL1-U2	1.01465	1582.14	1559.30	1.00770	0.068	1570.05	1.00550	0.090	1573.49	1.01020	0.044	1566.17	0.99390	0.205	1591.85					
Barra15	LOJ-CA1	1.01290	8693.98	8583.26	1.02710	0.140	8464.59	1.01280	0.001	8584.10	1.03220	0.191	8422.77	1.01730	0.043	8546.13					
	LOJ-CA2	1.01290	2112.47	2085.57	1.02710	0.140	2056.73	1.01280	0.001	2085.77	1.03220	0.191	2046.57	1.01730	0.043	2076.55					
Barra16	LOJ-CA4	1.01290	2457.38	2426.08	1.02710	0.140	2392.54	1.01280	0.001	2426.32	1.03220	0.191	2380.72	1.01730	0.043	2415.59					
	LOJ-CA5	1.01290	2447.2	2416.03	1.02710	0.140	2382.63	1.01280	0.001	2416.27	1.03220	0.191	2370.86	1.01730	0.043	2405.58					
Barra17	LOJ-CA6	1.01290	1963.8	1938.79	1.02710	0.140	1911.99	1.01280	0.001	1938.98	1.03220	0.191	1902.54	1.01730	0.043	1930.40					
	LOJ-CA7	1.01290	2007.93	1982.36	1.02710	0.140	1954.95	1.01280	0.001	1982.55	1.03220	0.191	1945.29	1.01730	0.043	1973.78					
Barra18	LOJ-CA8	1.01290	2022.07	1996.32	1.02710	0.140	1988.72	1.01280	0.001	1996.51	1.03220	0.191	1958.99	1.01730	0.043	1987.68					
	LOJ-CA9	1.01290	2029.68	2003.83	1.02710	0.140	1976.13	1.01280	0.001	2004.03	1.03220	0.191	1966.36	1.01730	0.043	1995.16					
Barra19	LOJ-CA10	1.01290	2045.3	2019.25	1.02710	0.140	1991.33	1.01280	0.001	2019.45	1.03220	0.191	1981.50	1.01730	0.043	2010.52					
	EMELNOR	1.05672	1903.64	1801.46	1.01080	0.435	1883.30	1.01010	0.441	1884.61	1.00660	0.474	1891.16	1.00390	0.500	1896.24					
Barra20	SELG1	1.04845	1787.34	1704.75	1.04710	0.13	1706.94	1.04800	0.004	1705.48	1.04950	0.101	1703.04	1.04170	0.064	1715.79					
	SELG12	1.04845	8623.48	8224.98	1.04710	0.13	8235.58	1.04800	0.004	8228.51	1.04950	0.101	8216.75	1.04170	0.064	8278.28					
Barra21	SELG8	1.04845	2058.97	1963.82	1.04710	0.13	1966.35	1.04800	0.004	1964.67	1.04950	0.101	1961.86	1.04170	0.064	1976.55					
	SELG9	1.04845	1842.41	1757.27	1.04710	0.13	1759.54	1.04800	0.004	1758.02	1.04950	0.101	1755.51	1.04170	0.064	1768.66					
Barra22	SELG10	1.04845	1792.7	1709.86	1.04710	0.13	1712.06	1.04800	0.004	1710.59	1.04950	0.101	1708.15	1.04170	0.064	1720.94					
	SELG11	1.04845	1746.26	1665.56	1.04710	0.13	1667.71	1.04800	0.004	1666.28	1.04950	0.101	1663.90	1.04170	0.064	1676.36					
Barra23	SEPLG4	1.04845	2062.52	1967.21	1.04710	0.13	1969.75	1.04800	0.004	1968.05	1.04950	0.101	1965.24	1.04170	0.064	1979.96					
	EPW-SELE	1.04845	2559.67	2441.38	1.04710	0.13	2444.53	1.04800	0.004	2442.43	1.04950	0.101	2438.94	1.04170	0.064	2457.20					
Barra24	SEFOG5	1.01634	1827.11	1797.74	1.01330	0.30	1803.13	1.01620	0.001	1797.98	1.01160	0.47	1806.16	1.02460	0.81	1783.24					
Barra25	BOLIVAR	0.98847	1984.92	2008.07	0.99250	0.41	1999.92	0.98540	0.31	2014.33	0.98790	0.06	2009.23	0.98490	0.36	2015.35					

Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPAG,
para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	PC=0,6				PC=0,7				PC=0,8				PC=0,9			
				Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra16	RIOBAMBA	0.97625	2126.48	2178.21	0.98600	1.00	2156.67	0.97940	0.32	7861.72	0.98210	0.60	2165.24	0.97890	0.27	2172.32	0.97890	0.27	2172.32
Barra17	MAN-M1	1.12464	8610.16	7655.93	1.09430	2.70	7868.19	1.09520	2.62	7861.72	1.09590	2.56	7856.70	1.09020	3.06	7897.78	1.09020	3.06	7897.78
	MAN-M2	1.12464	8610.16	7655.93	1.09430	2.70	7868.19	1.09520	2.62	7861.72	1.09590	2.56	7856.70	1.09020	3.06	7897.78	1.09020	3.06	7897.78
	MAN-M3	1.12464	2556.01	2272.74	1.09430	2.70	2335.75	1.09520	2.62	2333.83	1.09590	2.56	2332.34	1.09020	3.06	2344.53	1.09020	3.06	2344.53
	MAN-M4	1.12464	8610.16	7655.93	1.09430	2.70	7868.19	1.09520	2.62	7861.72	1.09590	2.56	7856.70	1.09020	3.06	7897.78	1.09020	3.06	7897.78
	MAN-M7	1.12464	1966.7	1748.74	1.09430	2.70	1797.22	1.09520	2.62	1795.75	1.09590	2.56	1794.60	1.09020	3.06	1803.98	1.09020	3.06	1803.98
	MAN-M8	1.12464	1989.31	1768.84	1.09430	2.70	1817.88	1.09520	2.62	1816.39	1.09590	2.56	1815.23	1.09020	3.06	1824.72	1.09020	3.06	1824.72
	MAN-M9	1.12464	8610.15	7655.92	1.09430	2.70	7868.18	1.09520	2.62	7861.71	1.09590	2.56	7856.69	1.09020	3.06	7897.77	1.09020	3.06	7897.77
	MAN-M10	1.12464	1949.15	1733.13	1.09430	2.70	1781.18	1.09520	2.62	1779.72	1.09590	2.56	1778.58	1.09020	3.06	1787.88	1.09020	3.06	1787.88
	MAN-M11	1.12464	1797.35	1598.16	1.09430	2.70	1642.47	1.09520	2.62	1641.12	1.09590	2.56	1640.07	1.09020	3.06	1648.64	1.09020	3.06	1648.64
	MAN-M12	1.12464	1669.9	1484.83	1.09430	2.70	1526.00	1.09520	2.62	1524.74	1.09590	2.56	1523.77	1.09020	3.06	1531.74	1.09020	3.06	1531.74
	MAN-M13	1.12464	1949.15	1733.13	1.09430	2.70	1781.18	1.09520	2.62	1779.72	1.09590	2.56	1778.58	1.09020	3.06	1787.88	1.09020	3.06	1787.88
	MAN-M14	1.12464	1949.15	1733.13	1.09430	2.70	1781.18	1.09520	2.62	1779.72	1.09590	2.56	1778.58	1.09020	3.06	1787.88	1.09020	3.06	1787.88
Barra18	MAN-M15	1.12464	1983.97	1764.09	1.09430	2.70	1813.00	1.09520	2.62	1811.51	1.09590	2.56	1810.36	1.09020	3.06	1819.82	1.09020	3.06	1819.82
	MAN-M16	1.12464	1984.23	1764.32	1.09430	2.70	1813.24	1.09520	2.62	1811.75	1.09590	2.56	1810.59	1.09020	3.06	1820.06	1.09020	3.06	1820.06
	MAN-M18	1.12464	1979.69	1760.29	1.09430	2.70	1809.09	1.09520	2.62	1807.61	1.09590	2.56	1806.45	1.09020	3.06	1815.90	1.09020	3.06	1815.90
	MAN-M22	1.12464	2345.52	2308.38	1.00040	1.54	2344.58	1.00160	1.43	2341.77	1.00240	1.35	2339.90	1.00190	1.40	2341.07	1.00190	1.40	2341.07
Barra19	S-DGOG9	1.01609	8555.41	8419.93	1.00040	1.54	8551.99	1.00160	1.43	8541.74	1.00240	1.35	8534.93	1.00190	1.40	8539.19	1.00190	1.40	8539.19
	S-DGOU2	1.01609	2189.52	2154.85	1.00040	1.54	2188.64	1.00160	1.43	2186.02	1.00240	1.35	2184.28	1.00190	1.40	2185.37	1.00190	1.40	2185.37
	EPW-SD1	1.01609	2189.52	2154.85	1.00040	1.54	2188.64	1.00160	1.43	2186.02	1.00240	1.35	2184.28	1.00190	1.40	2185.37	1.00190	1.40	2185.37
	EPW-SD2	1.01609	2189.52	2154.85	1.00040	1.54	2188.64	1.00160	1.43	2186.02	1.00240	1.35	2184.28	1.00190	1.40	2185.37	1.00190	1.40	2185.37
Barra20	AMB-LL1	0.98220	1761.78	1793.71	0.98400	0.18	1790.43	0.97730	0.50	1802.70	0.97990	0.23	1797.92	0.97670	0.56	1803.81	0.97670	0.56	1803.81
	AMB-LL2	0.98220	1775.54	1807.72	0.98400	0.18	1804.41	0.97730	0.50	1816.78	0.97990	0.23	1811.96	0.97670	0.56	1817.90	0.97670	0.56	1817.90
	AMB-BAT3	0.98220	1928.28	1963.23	0.98400	0.18	1959.63	0.97730	0.50	1973.07	0.97990	0.23	1967.83	0.97670	0.56	1974.28	0.97670	0.56	1974.28
	MILA-G3	0.98030	8630.4	8803.84	0.99720	1.72	8654.63	0.99710	1.71	8655.50	0.99790	1.80	8648.56	0.99730	1.73	8653.77	0.99730	1.73	8653.77
Barra21	MILA-G4	0.98030	1843.56	1880.61	0.99720	1.72	1848.74	0.99710	1.71	1848.92	0.99790	1.80	1847.44	0.99730	1.73	1848.55	0.99730	1.73	1848.55
	MILA-G5	0.98030	1750.84	1786.02	0.99720	1.72	1755.76	0.99710	1.71	1755.93	0.99790	1.80	1754.52	0.99730	1.73	1755.58	0.99730	1.73	1755.58
	MILA-G6	0.98030	1828.26	1865.00	0.99720	1.72	1833.39	0.99710	1.71	1833.58	0.99790	1.80	1832.11	0.99730	1.73	1833.21	0.99730	1.73	1833.21
	MILA-G7	0.98030	1872.01	1909.63	0.99720	1.72	1877.27	0.99710	1.71	1877.45	0.99790	1.80	1875.95	0.99730	1.73	1877.08	0.99730	1.73	1877.08
Barra22	MILA-G8	0.98030	8630.37	8803.80	0.99720	1.72	8654.60	0.99710	1.71	8655.47	0.99790	1.80	8648.53	0.99730	1.73	8653.74	0.99730	1.73	8653.74
	E-TRINIT	1.00017	958.98	958.82	1.00140	0.12	957.64	0.99600	0.42	962.83	0.99790	0.23	961.00	0.99560	0.46	963.22	0.99560	0.46	963.22
	ECORP	1.00017	8799.03	8797.53	1.00140	0.12	8786.73	0.99600	0.42	8834.37	0.99790	0.23	8817.55	0.99560	0.46	8837.92	0.99560	0.46	8837.92
	EQT-U1	1.00017	8980	8978.47	1.00140	0.12	8967.45	0.99600	0.42	9016.06	0.99790	0.23	8998.90	0.99560	0.46	9019.69	0.99560	0.46	9019.69
Barra23	EMELRIO1	1.02347	1677.16	1638.70	1.01900	0.44	1645.89	1.01900	0.44	1645.89	1.01900	0.44	1645.89	1.01900	0.44	1645.89	1.01900	0.44	1645.89
	EMELRIO2	1.02347	1666.82	1628.60	1.01900	0.44	1635.74	1.01900	0.44	1635.74	1.01900	0.44	1635.74	1.01900	0.44	1635.74	1.01900	0.44	1635.74
	EMELRIO3	1.02347	1701.27	1662.26	1.01900	0.44	1669.55	1.01900	0.44	1669.55	1.01900	0.44	1669.55	1.01900	0.44	1669.55	1.01900	0.44	1669.55
	EMELRIO4	1.02347	1706.79	1667.65	1.01900	0.44	1674.97	1.01900	0.44	1674.97	1.01900	0.44	1674.97	1.01900	0.44	1674.97	1.01900	0.44	1674.97

Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPA, para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

Fecha: 1 de enero del 2001

Hora: 00:00-01:00

Número de Generaciones: 50

Tamaño de la población: 30

Longitud del cromosoma: 30

Probabilidad de cruce: 0.7

Valor Normalizado: 0.3

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Pm=0,020			Pm=0,033			Pm=0,040			Pm=0,050		
				Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)
Barra 1	T-ESMER	0.97558	958.93	982.93	1.02850	5.42	932.36	1.01590	4.13	943.92	1.00030	2.53	958.64	1.00040	2.54
	EMLESU1	0.97558	1830.49	1876.31	1.02850	5.42	1779.77	1.01590	4.13	1801.84	1.00030	2.53	1829.94	1.00040	2.54
	EMLESU2	0.97558	1830.49	1876.31	1.02850	5.42	1779.77	1.01590	4.13	1801.84	1.00030	2.53	1829.94	1.00040	2.54
Barra2	E.GZ.TV3	1.01483	1110.16	1093.94	1.01640	0.15	1092.25	1.01370	0.11	1095.16	1.00700	0.77	1102.44	1.00650	0.82
	E.GZ.TV2	1.01483	1141.93	1125.24	1.01640	0.15	1123.50	1.01370	0.11	1126.50	1.00700	0.77	1133.99	1.00650	0.82
	E.VASANT	1.01483	1201.77	1184.21	1.01640	0.15	1182.38	1.01370	0.11	1185.53	1.00700	0.77	1193.42	1.00650	0.82
	ELEC-AT1	1.01483	1718.66	1693.54	1.01640	0.15	1690.93	1.01370	0.11	1695.43	1.00700	0.77	1706.71	1.00650	0.82
	ELEC-AT2	1.01483	2002.83	1973.56	1.01640	0.15	1970.51	1.01370	0.11	1975.76	1.00700	0.77	1988.91	1.00650	0.82
	E.GZ.TG4	1.01483	2489.19	2452.81	1.01640	0.15	2449.03	1.01370	0.11	2455.55	1.00700	0.77	2471.89	1.00650	0.82
	E.GASAN5	1.01483	2504.59	2468.09	1.01640	0.15	2464.28	1.01370	0.11	2470.84	1.00700	0.77	2487.28	1.00650	0.82
	E.GASAN6	1.01483	2512.09	2475.38	1.01640	0.15	2471.56	1.01370	0.11	2478.14	1.00700	0.77	2494.63	1.00650	0.82
	E.GASAN1	1.01483	2438.94	2403.30	1.01640	0.15	2399.59	1.01370	0.11	2405.98	1.00700	0.77	2421.99	1.00650	0.82
	E.GASAN2	1.01483	2452.26	2416.42	1.01640	0.15	2412.69	1.01370	0.11	2419.12	1.00700	0.77	2435.21	1.00650	0.82
	E.GASAN3	1.01483	2731.97	2692.05	1.01640	0.15	2687.89	1.01370	0.11	2695.05	1.00700	0.77	2712.98	1.00650	0.82
	EAUSDES1	0.97647	1114.98	1141.85	1.01360	3.80	1100.02	1.01050	3.49	1103.39	1.00100	2.51	1113.87	1.00030	2.44
Barra3	EAUSDES2	0.97647	1127.89	1155.07	1.01360	3.80	1112.76	1.01050	3.49	1116.17	1.00100	2.51	1126.76	1.00030	2.44
	EAUSDES3	0.97647	1128.41	1155.60	1.01360	3.80	1113.27	1.01050	3.49	1116.68	1.00100	2.51	1127.28	1.00030	2.44
	EAUSDES4	0.97647	1087.94	1114.16	1.01360	3.80	1073.34	1.01050	3.49	1076.64	1.00100	2.51	1086.85	1.00030	2.44
	EAUSMON1	0.97647	1900.24	1946.03	1.01360	3.80	1874.74	1.01050	3.49	1880.49	1.00100	2.51	1898.34	1.00030	2.44
	EAUSMON2	0.97647	2000.63	2048.84	1.01360	3.80	1973.79	1.01050	3.49	1979.84	1.00100	2.51	1998.63	1.00030	2.44
	EAUSMON3	0.97647	1957.1	2004.26	1.01360	3.80	1930.84	1.01050	3.49	1936.76	1.00100	2.51	1955.14	1.00030	2.44
	EAUSMON4	0.97647	2450.54	2509.59	1.01360	3.80	2417.66	1.01050	3.49	2425.08	1.00100	2.51	2448.09	1.00030	2.44
	EAUSMON5	0.97647	2461.62	2520.94	1.01360	3.80	2428.59	1.01050	3.49	2436.04	1.00100	2.51	2459.16	1.00030	2.44
	EAUSMON6	0.97647	2449.81	2508.84	1.01360	3.80	2416.94	1.01050	3.49	2424.35	1.00100	2.51	2447.36	1.00030	2.44
	TPGUANG1	1.03180	1303.2	1263.04	1.00750	2.36	1293.50	1.00500	2.60	1296.72	1.00040	3.04	1302.68	1.00040	3.04
	TPGUANG2	1.03180	1293.18	1253.32	1.00750	2.36	1283.55	1.00500	2.60	1286.75	1.00040	3.04	1292.66	1.00040	3.04
	TPGUANG3	1.03180	1321.01	1280.30	1.00750	2.36	1311.18	1.00500	2.60	1314.44	1.00040	3.04	1320.48	1.00040	3.04
Barra4	TPGUANG4	1.03180	1303.76	1263.58	1.00750	2.36	1294.05	1.00500	2.60	1297.27	1.00040	3.04	1303.24	1.00040	3.04
	TPGUANG5	1.03180	1292.6	1252.76	1.00750	2.36	1282.98	1.00500	2.60	1286.17	1.00040	3.04	1292.08	1.00040	3.04
	TPGUANG6	1.03180	1291.91	1252.09	1.00750	2.36	1282.29	1.00500	2.60	1285.48	1.00040	3.04	1291.39	1.00040	3.04
	G.HERNA1	1.01759	1353.51	1330.11	1.00800	0.94	1342.77	1.00580	1.16	1345.70	1.00000	1.73	1353.51	0.99960	1.77
	G.HERNA2	1.01759	1348.45	1325.14	1.00800	0.94	1337.75	1.00580	1.16	1340.67	1.00000	1.73	1348.45	0.99960	1.77
	G.HERNA3	1.01759	1354.15	1330.74	1.00800	0.94	1343.40	1.00580	1.16	1346.34	1.00000	1.73	1354.15	0.99960	1.77
Barra5	G.HERNA4	1.01759	1345.32	1322.06	1.00800	0.94	1334.64	1.00580	1.16	1337.56	1.00000	1.73	1345.32	0.99960	1.77
	G.HERNA5	1.01759	1354.15	1330.74	1.00800	0.94	1343.40	1.00580	1.16	1346.34	1.00000	1.73	1354.15	0.99960	1.77
	G.HERNA6	1.01759	1354.15	1330.74	1.00800	0.94	1343.40	1.00580	1.16	1346.34	1.00000	1.73	1354.15	0.99960	1.77

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (\$/KWH)	Pm=0,020				Pm=0,033				Pm=0,040				Pm=0,050			
				Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	ER (%)	FNH Calculado	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	ER (%)	FNH Calculado	Costo Incremental	ER (%)	Costo Incremental	
Barra6	EQ3-U3	1.00502	1753.04	1744.28	1.00360	0.14	1746.75	1.00350	0.15	1746.93	1.00360	0.14	1746.75	1.00360	0.14	1746.75	1746.75		
	EQ3-U4	1.00502	1764.64	1755.83	1.00360	0.14	1758.31	1.00360	0.15	1758.49	1.00360	0.14	1758.31	1.00360	0.14	1758.31	1758.31		
Barra7	EQ2-U1	1.01456	1776.41	1750.92	1.01450	0.01	1751.02	1.00220	1.22	1772.51	1.00220	1.42	1776.05	0.99940	1.49	1777.48	1777.48		
	EQ2-U2	1.01456	1788.35	1762.69	1.01450	0.01	1762.79	1.00220	1.22	1778.42	1.00020	1.42	1787.99	0.99960	1.49	1789.42	1789.42		
Barra8	LULUN-11	1.01760	1818.06	1786.62	1.00800	0.94	1803.63	1.00580	1.16	1807.58	1.00000	1.73	1818.06	0.99960	1.77	1818.79	1818.79		
	LULUN-12	1.01760	1813.54	1782.17	1.00800	0.94	1799.15	1.00580	1.16	1803.08	1.00000	1.73	1813.54	0.99960	1.77	1814.27	1814.27		
Barra9	LULUN-13	1.01760	1806.82	1775.57	1.00800	0.94	1792.48	1.00580	1.16	1796.40	1.00000	1.73	1806.82	0.99960	1.77	1807.54	1807.54		
	TP.ROSA3	1.01760	2142.8	2105.74	1.00800	0.94	2125.79	1.00580	1.16	2130.44	1.00000	1.73	2142.80	0.99960	1.77	2143.66	2143.66		
Barra10	TP.ROSA2	1.01760	2188.77	2150.91	1.00800	0.94	2171.40	1.00580	1.16	2176.15	1.00000	1.73	2188.77	0.99960	1.77	2189.65	2189.65		
	TP.ROSA1	1.01760	2163.13	2125.72	1.00800	0.94	2145.96	1.00580	1.16	2150.66	1.00000	1.73	2163.13	0.99960	1.77	2164.00	2164.00		
Barra11	ORO-CAG3	1.03464	1980.56	1914.25	1.05890	2.34	1870.39	1.05830	2.29	1871.45	1.05360	2.05	1875.89	1.05360	2.03	1876.24	1876.24		
	ORO-CAG4	1.03464	1958.24	1892.68	1.05890	2.34	1849.32	1.05830	2.29	1850.36	1.05580	2.05	1854.75	1.05560	2.03	1855.10	1855.10		
Barra12	ORO-MAU4	1.03464	1980.1	1913.81	1.05890	2.34	1869.96	1.05830	2.29	1871.02	1.05580	2.05	1875.45	1.05560	2.03	1875.81	1875.81		
	ORO-MAU5	1.03464	2001.91	1934.89	1.05890	2.34	1890.56	1.05830	2.29	1891.63	1.05580	2.05	1896.11	1.05560	2.03	1896.47	1896.47		
Barra13	VGQL2-U3	1.01465	1604.21	1581.05	1.01530	0.06	1580.04	1.01230	0.23	1584.72	1.00380	1.07	1598.14	1.00310	1.14	1599.25	1599.25		
	VGQL2-U4	1.01465	1624.35	1600.90	1.01530	0.06	1599.87	1.01230	0.23	1604.61	1.00380	1.07	1618.20	1.00310	1.14	1619.33	1619.33		
Barra14	VGQL1-U1	1.01465	1557.51	1535.02	1.01530	0.06	1534.04	1.01230	0.23	1538.59	1.00380	1.07	1551.61	1.00310	1.14	1552.70	1552.70		
	VGQL1-U2	1.01465	1582.14	1559.30	1.01530	0.06	1558.30	1.01230	0.23	1562.92	1.00380	1.07	1576.15	1.00310	1.14	1577.25	1577.25		
Barra15	LOJ-CA1	1.01290	8693.98	8583.26	1.03620	2.30	8390.25	1.03310	1.99	8415.43	1.02390	1.09	8491.04	1.02320	1.02	8496.85	8496.85		
	LOJ-CA2	1.01290	2112.47	2085.57	1.03620	2.30	2038.67	1.03310	1.99	2044.79	1.02390	1.09	2063.16	1.02320	1.02	2064.57	2064.57		
Barra16	LOJ-CA4	1.01290	2457.38	2426.08	1.03620	2.30	2371.53	1.03310	1.99	2378.65	1.02390	1.09	2400.02	1.02320	1.02	2401.66	2401.66		
	LOJ-CA5	1.01290	2447.2	2416.03	1.03620	2.30	2361.71	1.03310	1.99	2368.79	1.02390	1.09	2390.08	1.02320	1.02	2391.71	2391.71		
Barra17	LOJ-CA6	1.01290	1963.8	1938.79	1.03620	2.30	1895.19	1.03310	1.99	1900.88	1.02390	1.09	1917.96	1.02320	1.02	1919.27	1919.27		
	LOJ-CA7	1.01290	2007.93	1982.36	1.03620	2.30	1937.78	1.03310	1.99	1943.60	1.02390	1.09	1961.06	1.02320	1.02	1962.40	1962.40		
Barra18	LOJ-CA8	1.01290	2022.07	1996.32	1.03620	2.30	1951.43	1.03310	1.99	1957.28	1.02390	1.09	1974.87	1.02320	1.02	1976.22	1976.22		
	LOJ-CA9	1.01290	2029.68	2003.83	1.03620	2.30	1958.77	1.03310	1.99	1964.65	1.02390	1.09	1982.30	1.02320	1.02	1983.66	1983.66		
Barra19	LOJ-CA10	1.01290	2045.3	2019.25	1.03620	2.30	1973.85	1.03310	1.99	1979.77	1.02390	1.09	1997.56	1.02320	1.02	1998.92	1998.92		
	EMELNOR	1.05672	1903.64	1801.46	1.01710	3.75	1871.84	1.01590	3.86	1873.85	1.01000	4.42	1884.79	1.01000	4.42	1884.79	1884.79		
Barra20	SELG1	1.04845	1787.34	1704.75	1.05200	0.34	1698.99	1.05110	0.25	1700.45	1.04680	0.16	1707.43	1.04640	0.20	1708.08	1708.08		
	SELG12	1.04845	8623.48	8224.98	1.05200	0.34	8197.22	1.05110	0.25	8204.24	1.04680	0.16	8237.94	1.04640	0.20	8241.09	8241.09		
Barra21	SELG8	1.04845	2058.97	1963.82	1.05200	0.34	1957.20	1.05110	0.25	1958.87	1.04680	0.16	1966.92	1.04640	0.20	1967.67	1967.67		
	SELG9	1.04845	1842.41	1757.27	1.05200	0.34	1751.34	1.05110	0.25	1752.84	1.04680	0.16	1760.04	1.04640	0.20	1760.71	1760.71		
Barra22	SELG10	1.04845	1792.7	1709.86	1.05200	0.34	1704.09	1.05110	0.25	1705.55	1.04680	0.16	1712.55	1.04640	0.20	1713.21	1713.21		
	SELG11	1.04845	1746.26	1665.56	1.05200	0.34	1659.94	1.05110	0.25	1661.36	1.04680	0.16	1668.19	1.04640	0.20	1668.83	1668.83		
Barra23	SEPLG4	1.04845	2062.52	1967.21	1.05200	0.34	1960.57	1.05110	0.25	1962.25	1.04680	0.16	1970.31	1.04640	0.20	1971.06	1971.06		
	EPW-SELE	1.04845	2559.67	2441.38	1.05200	0.34	2433.15	1.05110	0.25	2435.23	1.04680	0.16	2445.42	1.04640	0.20	2446.17	2446.17		
Barra24	SEPOG5	1.01634	1827.11	1797.74	1.02920	1.27	1775.27	1.02530	0.88	1782.02	1.01370	0.26	1802.42	1.01370	0.26	1802.42	1802.42		
	BOLIVAR	0.98847	1984.92	2008.07	0.99990	1.16	1985.12	0.99780	0.94	1989.30	0.99200	0.36	2000.93	0.99160	0.32	2001.73	2001.73		

Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPAQ,
para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S/KWH)	Pm=0.020			Pm=0.033			Pm=0.040			Pm=0.050		
				Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)
Barra16	RIOBAMBA	0.97625	2126.48	2178.21	0.99460	1.88	2138.03	0.99220	1.63	2143.20	0.98630	1.03	2156.02	0.98580	0.98
Barra17	MAN-M1	1.12464	8610.16	7655.93	1.09770	2.40	7843.82	1.09700	2.46	7848.82	1.09390	2.73	7871.07	1.09370	2.75
	MAN-M2	1.12464	8610.16	7655.93	1.09770	2.40	7843.82	1.09700	2.46	7848.82	1.09390	2.73	7871.07	1.09370	2.75
	MAN-M3	1.12464	2556.01	2272.74	1.09770	2.40	2328.51	1.09700	2.46	2330.00	1.09390	2.73	2336.60	1.09370	2.75
	MAN-M4	1.12464	8610.16	7655.93	1.09770	2.40	7843.82	1.09700	2.46	7848.82	1.09390	2.73	7871.07	1.09370	2.75
	MAN-M7	1.12464	1966.7	1748.74	1.09770	2.40	1791.66	1.09700	2.46	1792.80	1.09390	2.73	1797.88	1.09370	2.75
	MAN-M8	1.12464	1989.31	1768.84	1.09770	2.40	1812.25	1.09700	2.46	1813.41	1.09390	2.73	1818.55	1.09370	2.75
	MAN-M9	1.12464	8610.16	7655.92	1.09770	2.40	7843.81	1.09700	2.46	7848.81	1.09390	2.73	7871.06	1.09370	2.75
	MAN-M10	1.12464	1949.15	1733.13	1.09770	2.40	1775.67	1.09700	2.46	1776.80	1.09390	2.73	1781.84	1.09370	2.75
	MAN-M11	1.12464	1797.35	1598.16	1.09770	2.40	1637.38	1.09700	2.46	1638.42	1.09390	2.73	1643.07	1.09370	2.75
	MAN-M12	1.12464	1669.9	1484.83	1.09770	2.40	1521.27	1.09700	2.46	1522.24	1.09390	2.73	1526.56	1.09370	2.75
	MAN-M13	1.12464	1949.15	1733.13	1.09770	2.40	1775.67	1.09700	2.46	1776.80	1.09390	2.73	1781.84	1.09370	2.75
	MAN-M14	1.12464	1949.15	1733.13	1.09770	2.40	1775.67	1.09700	2.46	1776.80	1.09390	2.73	1781.84	1.09370	2.75
Barra18	S-DGOG9	1.01609	2345.52	2308.38	1.00450	1.14	2335.01	1.00380	1.21	2336.64	1.00001	1.58	2345.50	0.99980	1.60
	S-DGOU2	1.01609	8555.41	8419.93	1.00450	1.14	8517.08	1.00380	1.21	8523.02	1.00001	1.58	8555.32	0.99980	1.60
	EPW-SD1	1.01609	2189.52	2154.85	1.00450	1.14	2179.71	1.00380	1.21	2181.23	1.00001	1.58	2189.50	0.99980	1.60
	EPW-SD2	1.01609	2189.52	2154.85	1.00450	1.14	2179.71	1.00380	1.21	2181.23	1.00001	1.58	2189.50	0.99980	1.60
Barra19	AMB-LLI1	0.98220	1761.78	1793.71	0.99270	1.07	1774.74	0.99030	0.82	1779.04	0.98420	0.20	1790.06	0.98380	0.16
	AMB-LLI2	0.98220	1775.54	1807.72	0.99270	1.07	1788.60	0.99030	0.82	1792.93	0.98420	0.20	1804.04	0.98380	0.16
	AMB-BAT3	0.98220	1928.28	1963.23	0.99270	1.07	1942.46	0.99030	0.82	1947.17	0.98420	0.20	1959.24	0.98380	0.16
Barra20	MILA-G3	0.98030	8630.4	8803.84	1.00001	2.01	8630.31	0.99930	1.94	8636.45	0.99630	1.63	8662.45	0.99630	1.63
	MILA-G4	0.98030	1843.56	1880.61	1.00001	2.01	1843.54	0.99930	1.94	1844.85	0.99630	1.63	1850.41	0.99630	1.63
	MILA-G5	0.98030	1750.84	1786.02	1.00001	2.01	1750.82	0.99930	1.94	1752.07	0.99630	1.63	1757.34	0.99630	1.63
	MILA-G6	0.98030	1828.26	1865.00	1.00001	2.01	1828.24	0.99930	1.94	1829.54	0.99630	1.63	1835.05	0.99630	1.63
	MILA-G7	0.98030	1872.01	1909.63	1.00001	2.01	1871.99	0.99930	1.94	1873.32	0.99630	1.63	1878.96	0.99630	1.63
	MILA-G8	0.98030	8630.37	8803.80	1.00001	2.01	8630.28	0.99930	1.94	8636.42	0.99630	1.63	8662.42	0.99630	1.63
	E-TRINIT	1.00017	958.98	958.82	1.00670	0.65	952.60	1.00570	0.55	953.54	1.00070	0.05	958.31	1.00070	0.05
	ECORP	1.00017	8799.03	8797.53	1.00670	0.65	8740.47	1.00570	0.55	8749.16	1.00070	0.05	8792.87	1.00070	0.05
Barra22	EQT-U1	1.00017	8980	8978.47	1.00670	0.65	8920.23	1.00570	0.55	8929.10	1.00070	0.05	8973.72	1.00070	0.05
	EMELRIO1	1.02347	1677.16	1638.70	1.01900	0.44	1645.89	1.01890	0.44	1646.05	1.01900	0.44	1646.05	1.01900	0.44
	EMELRIO2	1.02347	1666.82	1628.60	1.01900	0.44	1635.74	1.01890	0.44	1635.90	1.01900	0.44	1635.90	1.01900	0.44
	EMELRIO3	1.02347	1701.27	1662.26	1.01900	0.44	1669.55	1.01890	0.44	1669.71	1.01900	0.44	1669.71	1.01900	0.44
	EMELRIO4	1.02347	1706.79	1667.65	1.01900	0.44	1674.97	1.01890	0.44	1674.97	1.01900	0.44	1674.97	1.01900	0.44

Fecha: 1 de enero del 2001

Hora: 00:00-01:00

150

Número de Generaciones:

30

Tamaño de la población:

30

Longitud del cromosoma:

0.7

Probabilidad de cruce:

0.3

Valor Normalizado:

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S/KWH)	Pm=0,020			Pm=0,033			Pm=0,040			Pm=0,050		
				Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)
Barra 1	T-ESMER	0.97558	958.93	982.93	1.01860	4.41	941.42	0.99860	2.36	960.27	1.00030	2.53	958.64	1.00040	2.54
	EMLESU1	0.97558	1830.49	1876.31	1.01860	4.41	1797.06	0.99860	2.36	1833.06	1.00030	2.53	1829.94	1.00040	2.54
	EMLESU2	0.97558	1830.49	1876.31	1.01860	4.41	1797.06	0.99860	2.36	1833.06	1.00030	2.53	1829.94	1.00040	2.54
Barra2	E.GZ.TV3	1.01483	1110.16	1093.94	1.00830	0.64	1101.02	0.99930	1.53	1110.94	1.00700	0.77	1102.44	1.00260	1.21
	E.GZ.TV2	1.01483	1141.93	1125.24	1.00830	0.64	1132.53	0.99930	1.53	1142.73	1.00700	0.77	1133.99	1.00260	1.21
	E.VASANT	1.01483	1201.77	1184.21	1.00830	0.64	1191.88	0.99930	1.53	1202.61	1.00700	0.77	1193.42	1.00260	1.21
	ELEC-AT1	1.01483	1718.66	1693.54	1.00830	0.64	1704.51	0.99930	1.53	1719.86	1.00700	0.77	1706.71	1.00260	1.21
	ELEC-AT2	1.01483	2002.83	1973.56	1.00830	0.64	1986.34	0.99930	1.53	2004.23	1.00700	0.77	1988.91	1.00260	1.21
	E.GZ.TG4	1.01483	2489.19	2452.81	1.00830	0.64	2468.07	0.99930	1.53	2490.93	1.00700	0.77	2471.89	1.00260	1.21
Barra3	E.GASAN5	1.01483	2504.69	2468.09	1.00830	0.64	2484.07	0.99930	1.53	2506.44	1.00700	0.77	2487.28	1.00260	1.21
	E.GASAN6	1.01483	2512.09	2475.38	1.00830	0.64	2491.41	0.99930	1.53	2513.85	1.00700	0.77	2494.63	1.00260	1.21
	E.GASAN1	1.01483	2438.94	2403.30	1.00830	0.64	2418.86	0.99930	1.53	2440.55	1.00700	0.77	2421.99	1.00260	1.21
	E.GASAN2	1.01483	2452.26	2416.42	1.00830	0.64	2432.07	0.99930	1.53	2453.98	1.00700	0.77	2435.21	1.00260	1.21
	E.GASAN3	1.01483	2731.97	2692.05	1.00830	0.64	2709.48	0.99930	1.53	2733.88	1.00700	0.77	2712.98	1.00260	1.21
	EAUSDES1	0.97647	1114.98	1141.85	0.98960	1.34	1126.70	0.98960	1.34	1126.70	1.00090	2.50	1113.98	1.00030	2.44
Barra4	EAUSDES2	0.97647	1127.89	1155.07	0.98960	1.34	1139.74	0.98960	1.34	1139.74	1.00090	2.50	1126.88	1.00030	2.44
	EAUSDES3	0.97647	1128.41	1155.60	0.98960	1.34	1140.27	0.98960	1.34	1140.27	1.00090	2.50	1127.40	1.00030	2.44
	EAUSDES4	0.97647	1087.94	1114.16	0.98960	1.34	1099.37	0.98960	1.34	1099.37	1.00090	2.50	1086.96	1.00030	2.44
	EAUSMON1	0.97647	1900.24	1945.03	0.98960	1.34	1920.21	0.98960	1.34	1920.21	1.00090	2.50	1898.53	1.00030	2.44
	EAUSMON2	0.97647	2000.63	2048.84	0.98960	1.34	2021.66	0.98960	1.34	2021.66	1.00090	2.50	1998.83	1.00030	2.44
	EAUSMON3	0.97647	1957.1	2004.26	0.98960	1.34	1977.67	0.98960	1.34	1977.67	1.00090	2.50	1955.34	1.00030	2.44
Barra5	EAUSMON4	0.97647	2450.54	2509.59	0.98960	1.34	2476.29	0.98960	1.34	2476.29	1.00090	2.50	2448.34	1.00030	2.44
	EAUSMON5	0.97647	2461.62	2520.94	0.98960	1.34	2487.49	0.98960	1.34	2487.49	1.00090	2.50	2459.41	1.00030	2.44
	EAUSMON6	0.97647	2449.81	2508.84	0.98960	1.34	2475.56	0.98960	1.34	2475.56	1.00090	2.50	2447.61	1.00030	2.44
	TPGUANG1	1.03180	1303.2	1263.04	1.00000	3.08	1303.20	1.00000	3.08	1303.20	1.00020	3.06	1302.94	1.00040	3.04
	TPGUANG2	1.03180	1293.18	1253.32	1.00000	3.08	1293.18	1.00000	3.08	1293.18	1.00020	3.06	1292.92	1.00040	3.04
	TPGUANG3	1.03180	1321.01	1280.30	1.00000	3.08	1321.01	1.00000	3.08	1321.01	1.00020	3.06	1320.75	1.00040	3.04
Barra5	TPGUANG4	1.03180	1303.76	1263.58	1.00000	3.08	1303.76	1.00000	3.08	1303.76	1.00020	3.06	1303.50	1.00040	3.04
	TPGUANG5	1.03180	1292.6	1252.76	1.00000	3.08	1292.60	1.00000	3.08	1292.60	1.00020	3.06	1292.34	1.00040	3.04
	TPGUANG6	1.03180	1291.91	1252.09	1.00000	3.08	1291.91	1.00000	3.08	1291.91	1.00020	3.06	1291.65	1.00040	3.04
	G.HERNA1	1.01759	1353.51	1330.11	1.00110	1.62	1352.02	0.99350	2.37	1362.37	1.00000	1.73	1353.51	0.99920	1.81
	G.HERNA2	1.01759	1348.45	1325.14	1.00110	1.62	1346.97	0.99350	2.37	1357.27	1.00000	1.73	1348.45	0.99920	1.81
	G.HERNA3	1.01759	1354.15	1330.74	1.00110	1.62	1352.66	0.99350	2.37	1363.01	1.00000	1.73	1354.15	0.99920	1.81
Barra5	G.HERNA4	1.01759	1345.32	1322.06	1.00110	1.62	1343.84	0.99350	2.37	1354.12	1.00000	1.73	1345.32	0.99920	1.81
	G.HERNA5	1.01759	1354.15	1330.74	1.00110	1.62	1352.66	0.99350	2.37	1363.01	1.00000	1.73	1354.15	0.99920	1.81
	G.HERNA6	1.01759	1354.15	1330.74	1.00110	1.62	1352.66	0.99350	2.37	1363.01	1.00000	1.73	1354.15	0.99920	1.81

Cuadro 4 - D

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (\$/KWH)	Pm=0,020				Pm=0,033				Pm=0,040				Pm=0,050			
				Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra6	EQ.L3-U3	1.00502	1753.04	1744.28	1.00360	0.14	1746.75	1.00360	0.14	1746.75	1.00360	0.14	1746.75	1.00360	0.14	1746.75	1.00360	0.14	
	EQ.L3-U4	1.00502	1764.64	1755.83	1.00360	0.14	1758.31	1.00360	0.14	1758.31	1.00360	0.14	1758.31	1.00360	0.14	1758.31	1.00360	0.14	
Barra7	EQ.L2-U1	1.01456	1776.41	1750.92	1.00070	1.37	1775.17	1.00220	1.22	1772.51	1.00020	1.42	1776.05	0.99940	1.49	1777.48	0.99940	1.49	
	EQ.L2-U2	1.01456	1788.35	1762.69	1.00070	1.37	1787.10	1.00220	1.22	1784.42	1.00020	1.42	1787.99	0.99940	1.49	1789.42	0.99940	1.49	
Barra8	LULUN-11	1.01760	1818.06	1786.62	1.00110	1.62	1816.06	0.99350	2.37	1829.95	1.00000	1.73	1818.06	0.99920	1.81	1819.52	0.99920	1.81	
	LULUN-12	1.01760	1813.54	1782.17	1.00110	1.62	1811.55	0.99350	2.37	1825.41	1.00000	1.73	1813.54	0.99920	1.81	1814.99	0.99920	1.81	
	LULUN-13	1.01760	1806.82	1775.57	1.00110	1.62	1804.83	0.99350	2.37	1818.64	1.00000	1.73	1806.82	0.99920	1.81	1808.27	0.99920	1.81	
	TP.ROSA3	1.01760	2142.8	2105.74	1.00110	1.62	2140.45	0.99350	2.37	2156.82	1.00000	1.73	2142.80	0.99920	1.81	2144.52	0.99920	1.81	
Barra9	TP.ROSA2	1.01760	2188.77	2150.91	1.00110	1.62	2186.36	0.99350	2.37	2203.09	1.00000	1.73	2188.77	0.99920	1.81	2190.52	0.99920	1.81	
	TP.ROSA1	1.01760	2163.13	2125.72	1.00110	1.62	2160.75	0.99350	2.37	2177.28	1.00000	1.73	2163.13	0.99920	1.81	2164.86	0.99920	1.81	
	ORO-CAG3	1.03464	1980.56	1914.25	1.05630	2.09	1875.00	1.05680	2.14	1874.11	1.05530	2.00	1876.77	1.05560	2.03	1876.24	1.05560	2.03	
	ORO-CAG4	1.03464	1958.24	1892.68	1.05630	2.09	1853.87	1.05680	2.14	1852.99	1.05530	2.00	1855.62	1.05560	2.03	1855.10	1.05560	2.03	
Barra10	ORO-MAU4	1.03464	1980.1	1913.81	1.05630	2.09	1874.56	1.05680	2.14	1873.68	1.05530	2.00	1876.34	1.05560	2.03	1875.81	1.05560	2.03	
	ORO-MAU5	1.03464	2001.91	1934.89	1.05630	2.09	1895.21	1.05680	2.14	1894.31	1.05530	2.00	1897.01	1.05560	2.03	1896.47	1.05560	2.03	
	VGQL2-U3	1.01465	1604.21	1581.05	1.00540	0.91	1595.59	1.00550	0.90	1595.44	1.00350	1.10	1598.61	1.00310	1.14	1599.25	1.00310	1.14	
	VGQL2-U4	1.01465	1624.35	1600.90	1.00540	0.91	1615.63	1.00550	0.90	1615.46	1.00350	1.10	1618.68	1.00310	1.14	1619.33	1.00310	1.14	
Barra11	VGQL1-U1	1.01465	1557.51	1535.02	1.00540	0.91	1549.14	1.00550	0.90	1548.99	1.00350	1.10	1552.08	1.00310	1.14	1552.70	1.00310	1.14	
	VGQL1-U2	1.01465	1582.14	1559.30	1.00540	0.91	1573.64	1.00550	0.90	1573.49	1.00350	1.10	1576.62	1.00310	1.14	1577.25	1.00310	1.14	
	LOJ-CA1	1.01290	8693.98	8583.26	1.01270	0.02	8584.95	1.01280	0.01	8584.10	1.02360	1.06	8493.53	1.02250	0.95	8502.67	1.02250	0.95	
	LOJ-CA2	1.01290	2112.47	2085.57	1.01270	0.02	2085.98	1.01280	0.01	2085.77	1.02360	1.06	2063.77	1.02250	0.95	2085.99	1.02250	0.95	
Barra12	LOJ-CA4	1.01290	2457.38	2426.08	1.01270	0.02	2426.56	1.01280	0.01	2426.32	1.02360	1.06	2400.72	1.02250	0.95	2403.31	1.02250	0.95	
	LOJ-CA5	1.01290	2447.2	2416.03	1.01270	0.02	2416.51	1.01280	0.01	2416.27	1.02360	1.06	2390.78	1.02250	0.95	2393.35	1.02250	0.95	
	LOJ-CA6	1.01290	1963.8	1938.79	1.01270	0.02	1939.17	1.01280	0.01	1938.98	1.02360	1.06	1918.52	1.02250	0.95	1920.59	1.02250	0.95	
	LOJ-CA7	1.01290	2007.93	1982.36	1.01270	0.02	1982.75	1.01280	0.01	1982.55	1.02360	1.06	1961.84	1.02250	0.95	1963.75	1.02250	0.95	
	LOJ-CA8	1.01290	2022.07	1996.32	1.01270	0.02	1996.71	1.01280	0.01	1996.51	1.02360	1.06	1975.45	1.02250	0.95	1977.57	1.02250	0.95	
	LOJ-CA9	1.01290	2029.68	2003.83	1.01270	0.02	2004.23	1.01280	0.01	2004.03	1.02360	1.06	1982.88	1.02250	0.95	1985.02	1.02250	0.95	
	LOJ-CA10	1.01290	2045.3	2019.25	1.01270	0.02	2019.65	1.01280	0.01	2019.45	1.02360	1.06	1998.14	1.02250	0.95	2000.29	1.02250	0.95	
	EMELNOR	1.05672	1903.64	1801.46	1.01150	4.28	1882.00	1.01010	4.41	1884.61	1.01000	4.42	1884.79	1.01000	4.42	1884.79	1.01000	4.42	
	SELG1	1.04845	1787.34	1704.75	1.04760	0.08	1706.13	1.04800	0.04	1705.48	1.04580	0.25	1709.06	1.04640	0.20	1708.08	1.04640	0.20	
	SELG12	1.04845	8623.48	8224.98	1.04760	0.08	8231.65	1.04800	0.04	8228.51	1.04580	0.25	8245.82	1.04640	0.20	8241.09	1.04640	0.20	
Barra13	SELG8	1.04845	2058.97	1963.82	1.04760	0.08	1965.42	1.04800	0.04	1964.67	1.04580	0.25	1968.80	1.04640	0.20	1967.67	1.04640	0.20	
	SELG9	1.04845	1842.41	1757.27	1.04760	0.08	1758.70	1.04800	0.04	1758.02	1.04580	0.25	1761.72	1.04640	0.20	1760.71	1.04640	0.20	
	SELG10	1.04845	1792.7	1709.86	1.04760	0.08	1711.24	1.04800	0.04	1710.59	1.04580	0.25	1714.19	1.04640	0.20	1713.21	1.04640	0.20	
	SELG11	1.04845	1746.26	1665.56	1.04760	0.08	1666.91	1.04800	0.04	1666.28	1.04580	0.25	1669.78	1.04640	0.20	1668.83	1.04640	0.20	
	SEPLG4	1.04845	2062.52	1967.21	1.04760	0.08	1968.80	1.04800	0.04	1968.05	1.04580	0.25	1972.19	1.04640	0.20	1971.06	1.04640	0.20	
	EPW-SELE	1.04845	2559.67	2441.38	1.04760	0.08	2443.37	1.04800	0.04	2442.43	1.04580	0.25	2447.57	1.04640	0.20	2446.17	1.04640	0.20	
	SEPOG5	1.01634	1827.11	1797.74	1.01090	0.54	1807.41	1.01620	0.01	1797.98	1.01370	0.26	1802.42	1.01370	0.26	1802.42	1.01370	0.26	
	BOLIVAR	0.96847	1984.92	2008.07	0.99310	0.47	1998.71	0.98540	0.31	2014.33	0.99200	0.36	2000.93	0.99120	0.28	2002.54	0.99120	0.28	
	Barra14																		
	Barra15																		

Cuadro 4 - D.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPAG,
para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Pm=0,020			Pm=0,033			Pm=0,040			Pm=0,050		
				Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)
Barra16	RIOBAMBA	0.97625	2126.48	2178.21	0.98740	1.14	2153.62	0.97940	0.32	2171.21	0.98630	1.03	2156.02	0.98540	0.94
Barra17	MAN-M1	1.12464	8610.16	7655.93	1.09450	2.68	7866.75	1.09320	2.62	7861.72	1.09320	2.80	7876.11	1.09370	2.75
	MAN-M2	1.12464	8610.16	7655.93	1.09450	2.68	7866.75	1.09320	2.62	7861.72	1.09320	2.80	7876.11	1.09370	2.75
	MAN-M3	1.12464	2556.01	2272.74	1.09450	2.68	2335.32	1.09320	2.62	2333.83	1.09320	2.80	2338.10	1.09370	2.75
	MAN-M4	1.12464	8610.16	7655.93	1.09450	2.68	7866.75	1.09320	2.62	7861.72	1.09320	2.80	7876.11	1.09370	2.75
	MAN-M7	1.12464	1966.7	1748.74	1.09450	2.68	1796.89	1.09320	2.62	1795.75	1.09320	2.80	1799.03	1.09370	2.75
	MAN-M8	1.12464	1989.31	1768.84	1.09450	2.68	1817.55	1.09320	2.62	1816.39	1.09320	2.80	1819.71	1.09370	2.75
	MAN-M9	1.12464	8610.15	7655.92	1.09450	2.68	7866.74	1.09320	2.62	7861.71	1.09320	2.80	7876.10	1.09370	2.75
	MAN-M10	1.12464	1949.15	1733.13	1.09450	2.68	1780.86	1.09320	2.62	1779.72	1.09320	2.80	1782.98	1.09370	2.75
	MAN-M11	1.12464	1797.35	1598.16	1.09450	2.68	1642.17	1.09320	2.62	1641.12	1.09320	2.80	1644.12	1.09370	2.75
	MAN-M12	1.12464	1669.9	1484.83	1.09450	2.68	1525.72	1.09320	2.62	1524.74	1.09320	2.80	1527.53	1.09370	2.75
	MAN-M13	1.12464	1949.15	1733.13	1.09450	2.68	1780.86	1.09320	2.62	1779.72	1.09320	2.80	1782.98	1.09370	2.75
	MAN-M14	1.12464	1949.15	1733.13	1.09450	2.68	1780.86	1.09320	2.62	1779.72	1.09320	2.80	1782.98	1.09370	2.75
Barra18	S-DGOG9	1.01609	2345.52	2308.38	1.00080	1.50	2343.65	1.00160	1.43	2341.77	0.99990	1.59	2345.75	0.99990	1.59
	S-DGOU2	1.01609	8555.41	8419.93	1.00080	1.50	8548.57	1.00160	1.43	8541.74	0.99990	1.59	8556.27	0.99990	1.59
	EPW-SD1	1.01609	2189.52	2154.85	1.00080	1.50	2187.77	1.00160	1.43	2186.02	0.99990	1.59	2189.74	0.99990	1.59
	EPW-SD2	1.01609	2189.52	2154.85	1.00080	1.50	2187.77	1.00160	1.43	2186.02	0.99990	1.59	2189.74	0.99990	1.59
Barra19	AMB-LLI1	0.98220	1761.78	1793.71	0.98540	0.33	1787.88	0.97730	0.50	1802.70	0.98420	0.20	1790.06	0.98380	0.16
	AMB-LLI2	0.98220	1775.54	1807.72	0.98540	0.33	1801.85	0.97730	0.50	1816.78	0.98420	0.20	1804.04	0.98380	0.16
	AMB-BAT3	0.98220	1928.28	1963.23	0.98540	0.33	1956.85	0.97730	0.50	1973.07	0.98420	0.20	1959.24	0.98380	0.16
Barra20	MILA-G3	0.98030	8630.4	8803.84	0.99670	1.67	8658.97	0.99710	1.71	8655.50	0.99760	1.76	8651.16	0.99700	1.70
	MILA-G4	0.98030	1843.56	1880.61	0.99670	1.67	1849.66	0.99710	1.71	1848.92	0.99760	1.76	1848.00	0.99700	1.70
	MILA-G5	0.98030	1750.84	1786.02	0.99670	1.67	1756.64	0.99710	1.71	1755.93	0.99760	1.76	1755.05	0.99700	1.70
	MILA-G6	0.98030	1828.26	1865.00	0.99670	1.67	1834.31	0.99710	1.71	1833.58	0.99760	1.76	1832.66	0.99700	1.70
	MILA-G7	0.98030	1872.01	1909.63	0.99670	1.67	1878.21	0.99710	1.71	1877.45	0.99760	1.76	1876.51	0.99700	1.70
	MILA-G8	0.98030	8630.37	8803.80	0.99670	1.67	8658.94	0.99710	1.71	8655.47	0.99760	1.76	8651.13	0.99700	1.70
	E-TRINIT	1.00017	958.98	958.82	1.00200	0.18	957.07	0.99600	0.42	962.83	1.00070	0.05	958.31	1.00070	0.05
	ECORP	1.00017	8799.03	8797.53	1.00200	0.18	8781.47	0.99600	0.42	8834.37	1.00070	0.05	8792.87	1.00070	0.05
Barra22	EQT-U1	1.00017	8980	8978.47	1.00200	0.18	8962.08	0.99600	0.42	9016.06	1.00070	0.05	8973.72	1.00070	0.05
	EMELRIO1	1.02347	1677.16	1638.70	1.01900	0.44	1645.89	1.01900	0.44	1645.89	1.01900	0.44	1645.89	1.01900	0.44
	EMELRIO2	1.02347	1666.82	1628.60	1.01900	0.44	1635.74	1.01900	0.44	1635.74	1.01900	0.44	1635.74	1.01900	0.44
	EMELRIO3	1.02347	1701.27	1662.26	1.01900	0.44	1669.55	1.01900	0.44	1669.55	1.01900	0.44	1669.55	1.01900	0.44
	EMELRIO4	1.02347	1706.79	1667.65	1.01900	0.44	1674.97	1.01900	0.44	1674.97	1.01900	0.44	1674.97	1.01900	0.44

Fecha: 1 de enero del 2001

Hora: 6:00-7:00

Número de Generaciones: 150

Tamaño de la población: 30

Longitud del cromosoma: 30

Probabilidad de mutación: 0.033

Valor Normalizado: 0.3

Cuadro 4 - E.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPA, para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (SJKWH)	PC=0.6				PC=0.7				PC=0.8				PC=0.9			
				Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra 1	T-ESMER	0.94965	958.93	1009.77	0.97800	2.99	980.50	1.01590	6.98	943.92	0.98720	3.95	971.36	1.01260	6.63	947.00	1.01260	6.63	947.00
	EMLESU1	0.94965	1830.49	1927.54	0.97800	2.99	1871.67	1.01590	6.98	1801.84	0.98720	3.95	1854.22	1.01260	6.63	1807.71	1.01260	6.63	1807.71
	EMLESU2	0.94965	1830.49	1927.54	0.97800	2.99	1871.67	1.01590	6.98	1801.84	0.98720	3.95	1854.22	1.01260	6.63	1807.71	1.01260	6.63	1807.71
Barra 2	E.GZ.TV3	1.00602	1110.16	1103.52	1.00660	0.06	1102.88	1.01370	0.76	1095.16	1.01160	0.55	1097.43	1.00970	0.37	1099.49	1.00970	0.37	1099.49
	E.GZ.TV2	1.00602	1141.93	1135.10	1.00660	0.06	1134.44	1.01370	0.76	1126.50	1.01160	0.55	1128.84	1.00970	0.37	1130.96	1.00970	0.37	1130.96
	E.VASANT	1.00602	1201.77	1194.58	1.00660	0.06	1193.89	1.01370	0.76	1185.53	1.01160	0.55	1187.99	1.00970	0.37	1190.22	1.00970	0.37	1190.22
	ELEC-AT1	1.00602	1718.66	1708.38	1.00660	0.06	1707.39	1.01370	0.76	1695.43	1.01160	0.55	1698.95	1.00970	0.37	1702.15	1.00970	0.37	1702.15
	ELEC-AT2	1.00602	2002.83	1990.85	1.00660	0.06	1989.70	1.01370	0.76	1975.76	1.01160	0.55	1979.86	1.00970	0.37	1983.59	1.00970	0.37	1983.59
	E.GZ.TG4	1.00602	2489.19	2474.29	1.00660	0.06	2472.87	1.01370	0.76	2455.55	1.01160	0.55	2460.65	1.00970	0.37	2465.28	1.00970	0.37	2465.28
	E.GASAN5	1.00602	2504.69	2489.70	1.00660	0.06	2488.27	1.01370	0.76	2470.84	1.01160	0.55	2475.97	1.00970	0.37	2480.63	1.00970	0.37	2480.63
	E.GASAN6	1.00602	2512.09	2497.06	1.00660	0.06	2495.62	1.01370	0.76	2478.14	1.01160	0.55	2483.28	1.00970	0.37	2487.96	1.00970	0.37	2487.96
	E.GASAN1	1.00602	2438.94	2424.35	1.00660	0.06	2422.95	1.01370	0.76	2405.98	1.01160	0.55	2410.97	1.00970	0.37	2415.51	1.00970	0.37	2415.51
	E.GASAN2	1.00602	2452.26	2437.59	1.00660	0.06	2436.18	1.01370	0.76	2419.12	1.01160	0.55	2424.14	1.00970	0.37	2428.70	1.00970	0.37	2428.70
	E.GASAN3	1.00602	2731.97	2715.62	1.00660	0.06	2714.06	1.01370	0.76	2695.05	1.01160	0.55	2700.64	1.00970	0.37	2705.72	1.00970	0.37	2705.72
	EAUSDES1	0.99610	1114.98	1119.35	1.01010	1.41	1103.39	1.01050	1.45	1103.39	1.01030	1.43	1103.61	1.00640	1.03	1107.89	1.00640	1.03	1107.89
Barra 3	EAUSDES2	0.99610	1127.89	1132.31	1.01010	1.41	1116.61	1.01050	1.45	1116.17	1.01030	1.43	1116.39	1.00640	1.03	1120.72	1.00640	1.03	1120.72
	EAUSDES3	0.99610	1128.41	1132.83	1.01010	1.41	1117.13	1.01050	1.45	1116.88	1.01030	1.43	1116.91	1.00640	1.03	1121.23	1.00640	1.03	1121.23
	EAUSDES4	0.99610	1087.94	1092.20	1.01010	1.41	1077.06	1.01050	1.45	1076.84	1.01030	1.43	1076.85	1.00640	1.03	1081.02	1.00640	1.03	1081.02
	EAUSMON1	0.99610	1900.24	1907.68	1.01010	1.41	1881.24	1.01050	1.45	1880.49	1.01030	1.43	1880.87	1.00640	1.03	1888.16	1.00640	1.03	1888.16
	EAUSMON2	0.99610	2000.63	2008.46	1.01010	1.41	1980.63	1.01050	1.45	1979.84	1.01030	1.43	1980.23	1.00640	1.03	1987.91	1.00640	1.03	1987.91
	EAUSMON3	0.99610	1957.1	1964.76	1.01010	1.41	1937.53	1.01050	1.45	1936.76	1.01030	1.43	1937.15	1.00640	1.03	1944.65	1.00640	1.03	1944.65
	EAUSMON4	0.99610	2450.54	2460.13	1.01010	1.41	2426.04	1.01050	1.45	2425.08	1.01030	1.43	2425.56	1.00640	1.03	2434.96	1.00640	1.03	2434.96
	EAUSMON5	0.99610	2461.62	2471.26	1.01010	1.41	2437.01	1.01050	1.45	2436.04	1.01030	1.43	2436.52	1.00640	1.03	2445.97	1.00640	1.03	2445.97
	EAUSMON6	0.99610	2449.81	2459.40	1.01010	1.41	2425.31	1.01050	1.45	2424.35	1.01030	1.43	2424.83	1.00640	1.03	2434.23	1.00640	1.03	2434.23
	TPGUANG1	1.02359	1303.2	1273.17	1.02840	0.47	1267.21	1.00500	1.82	1296.72	1.00310	2.00	1299.17	1.00130	2.18	1301.51	1.00130	2.18	1301.51
	TPGUANG2	1.02359	1293.18	1263.38	1.02840	0.47	1257.47	1.00500	1.82	1286.75	1.00310	2.00	1289.18	1.00130	2.18	1291.50	1.00130	2.18	1291.50
	TPGUANG3	1.02359	1321.01	1290.57	1.02840	0.47	1284.53	1.00500	1.82	1314.44	1.00310	2.00	1316.93	1.00130	2.18	1319.29	1.00130	2.18	1319.29
	TPGUANG4	1.02359	1303.76	1273.71	1.02840	0.47	1267.76	1.00500	1.82	1297.27	1.00310	2.00	1299.73	1.00130	2.18	1302.07	1.00130	2.18	1302.07
Barra 4	TPGUANG5	1.02359	1292.6	1262.81	1.02840	0.47	1256.90	1.00500	1.82	1286.17	1.00310	2.00	1288.61	1.00130	2.18	1290.92	1.00130	2.18	1290.92
	TPGUANG6	1.02359	1291.91	1262.14	1.02840	0.47	1256.23	1.00500	1.82	1285.48	1.00310	2.00	1287.92	1.00130	2.18	1290.23	1.00130	2.18	1290.23
	G.HERNA1	1.01492	1353.51	1333.61	1.02120	0.62	1325.41	1.00580	0.90	1345.70	1.00400	1.08	1348.12	1.00330	1.14	1349.06	1.00330	1.14	1349.06
Barra 5	G.HERNA2	1.01492	1348.45	1328.63	1.02120	0.62	1320.46	1.00580	0.90	1340.67	1.00400	1.08	1343.08	1.00330	1.14	1344.01	1.00330	1.14	1344.01
	G.HERNA3	1.01492	1354.15	1334.24	1.02120	0.62	1326.04	1.00580	0.90	1346.34	1.00400	1.08	1348.75	1.00330	1.14	1349.70	1.00330	1.14	1349.70
	G.HERNA4	1.01492	1345.32	1325.54	1.02120	0.62	1317.39	1.00580	0.90	1337.56	1.00400	1.08	1339.96	1.00330	1.14	1340.90	1.00330	1.14	1340.90
	G.HERNA5	1.01492	1354.15	1334.24	1.02120	0.62	1326.04	1.00580	0.90	1346.34	1.00400	1.08	1348.75	1.00330	1.14	1349.70	1.00330	1.14	1349.70
	G.HERNA6	1.01492	1354.15	1334.24	1.02120	0.62	1326.04	1.00580	0.90	1346.34	1.00400	1.08	1348.75	1.00330	1.14	1349.70	1.00330	1.14	1349.70
	G.HERNA6	1.01492	1354.15	1334.24	1.02120	0.62	1326.04	1.00580	0.90	1346.34	1.00400	1.08	1348.75	1.00330	1.14	1349.70	1.00330	1.14	1349.70

Cuadro 4 - E.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPA, para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (\$/KWH)	PC=0,6				PC=0,7				PC=0,8				PC=0,9			
				Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra6	EQJ3-U3	1.00228	1753.04	1749.05	1.00260	0.03	1748.49	1.00350	0.12	1746.93	1.00360	0.13	1746.75	1.00350	0.12	1746.93	1.00350	0.12	1746.93
	EQJ3-U4	1.00228	1764.64	1760.63	1.00260	0.03	1760.06	1.00350	0.12	1758.49	1.00360	0.13	1758.31	1.00350	0.12	1758.49	1.00350	0.12	1758.49
Barra7	EQJ2-U1	1.00576	1776.41	1766.24	1.00040	0.53	1775.70	1.00220	0.35	1772.51	1.00470	0.11	1768.10	1.00410	0.17	1769.16	1.00410	0.17	1769.16
	EQJ2-U2	1.00576	1788.35	1778.11	1.00040	0.53	1777.63	1.00220	0.35	1784.42	1.00470	0.11	1779.98	1.00410	0.17	1781.05	1.00410	0.17	1781.05
Barra8	LULUN-11	1.01492	1818.06	1791.33	1.02380	0.87	1775.80	1.00580	0.90	1807.58	1.00400	1.08	1810.82	1.00330	1.14	1812.08	1.00330	1.14	1812.08
	LULUN-12	1.01492	1813.54	1786.88	1.02380	0.87	1771.38	1.00580	0.90	1803.08	1.00400	1.08	1806.31	1.00330	1.14	1807.58	1.00330	1.14	1807.58
	LULUN-13	1.01492	1806.82	1780.26	1.02380	0.87	1764.82	1.00580	0.90	1796.40	1.00400	1.08	1799.62	1.00330	1.14	1800.88	1.00330	1.14	1800.88
	TP.ROSA3	1.01492	2142.8	2111.30	1.02380	0.87	2092.99	1.00580	0.90	2130.44	1.00400	1.08	2134.26	1.00330	1.14	2135.75	1.00330	1.14	2135.75
	TP.ROSA2	1.01492	2188.77	2156.59	1.02380	0.87	2137.89	1.00580	0.90	2176.15	1.00400	1.08	2180.05	1.00330	1.14	2181.57	1.00330	1.14	2181.57
Barra9	TP.ROSA1	1.01492	2163.13	2131.33	1.02380	0.87	2112.84	1.00580	0.90	2150.66	1.00400	1.08	2154.51	1.00330	1.14	2156.02	1.00330	1.14	2156.02
	ORO-CAG3	1.02007	1980.56	1941.59	1.05050	2.98	1885.35	1.05830	3.75	1871.45	1.05740	3.66	1873.05	1.05710	3.63	1873.58	1.05710	3.63	1873.58
	ORO-CAG4	1.02007	1958.24	1919.71	1.05050	2.98	1864.10	1.05830	3.75	1850.36	1.05740	3.66	1851.94	1.05710	3.63	1852.46	1.05710	3.63	1852.46
	ORO-MAU4	1.02007	1980.1	1941.14	1.05050	2.98	1884.91	1.05830	3.75	1871.02	1.05740	3.66	1872.61	1.05710	3.63	1873.14	1.05710	3.63	1873.14
	ORO-MAU5	1.02007	2001.91	1962.52	1.05050	2.98	1905.67	1.05830	3.75	1891.63	1.05740	3.66	1893.24	1.05710	3.63	1893.78	1.05710	3.63	1893.78
Barra10	VGQL2-U3	1.00584	1604.21	1594.90	1.00760	0.17	1592.11	1.01230	0.64	1584.72	1.01210	0.62	1585.03	1.00730	0.15	1592.58	1.00730	0.15	1592.58
	VGQL2-U4	1.00584	1624.35	1614.92	1.00760	0.17	1612.10	1.01230	0.64	1604.61	1.01210	0.62	1604.93	1.00730	0.15	1612.58	1.00730	0.15	1612.58
	VGQL1-U1	1.00584	1557.51	1548.47	1.00760	0.17	1545.76	1.01230	0.64	1538.59	1.01210	0.62	1538.89	1.00730	0.15	1546.22	1.00730	0.15	1546.22
	VGQL1-U2	1.00584	1582.14	1572.95	1.00760	0.17	1570.21	1.01230	0.64	1562.92	1.01210	0.62	1563.22	1.00730	0.15	1570.67	1.00730	0.15	1570.67
	LOJ-CA1	1.01634	8693.98	8554.20	1.03880	2.21	8369.25	1.03310	1.65	8415.43	1.03360	1.70	8411.36	1.02910	1.26	8448.14	1.02910	1.26	8448.14
Barra11	LOJ-CA2	1.01634	2112.47	2078.51	1.03880	2.21	2033.57	1.03310	1.65	2044.79	1.03360	1.70	2043.80	1.02910	1.26	2052.74	1.02910	1.26	2052.74
	LOJ-CA4	1.01634	2457.38	2417.87	1.03880	2.21	2365.59	1.03310	1.65	2378.65	1.03360	1.70	2377.50	1.02910	1.26	2387.89	1.02910	1.26	2387.89
	LOJ-CA5	1.01634	2447.2	2407.86	1.03880	2.21	2355.80	1.03310	1.65	2368.79	1.03360	1.70	2367.65	1.02910	1.26	2378.00	1.02910	1.26	2378.00
	LOJ-CA6	1.01634	1963.8	1932.23	1.03880	2.21	1890.45	1.03310	1.65	1900.88	1.03360	1.70	1899.96	1.02910	1.26	1908.27	1.02910	1.26	1908.27
	LOJ-CA7	1.01634	2007.93	1975.65	1.03880	2.21	1932.93	1.03310	1.65	1943.60	1.03360	1.70	1942.66	1.02910	1.26	1951.15	1.02910	1.26	1951.15
	LOJ-CA8	1.01634	2022.07	1989.56	1.03880	2.21	1946.54	1.03310	1.65	1957.28	1.03360	1.70	1956.34	1.02910	1.26	1964.89	1.02910	1.26	1964.89
	LOJ-CA9	1.01634	2029.68	1997.05	1.03880	2.21	1953.87	1.03310	1.65	1964.65	1.03360	1.70	1963.70	1.02910	1.26	1972.29	1.02910	1.26	1972.29
	LOJ-CA10	1.01634	2045.3	2012.42	1.03880	2.21	1968.91	1.03310	1.65	1979.77	1.03360	1.70	1978.81	1.02910	1.26	1987.46	1.02910	1.26	1987.46
	EMELNOR	1.03844	1903.64	1833.17	1.04450	0.57	1822.54	1.01590	2.17	1873.85	1.01400	2.35	1877.36	1.01330	2.42	1878.65	1.01330	2.42	1878.65
	SELG1	1.02236	1787.34	1748.25	1.02920	0.68	1736.63	1.05110	2.81	1700.45	1.04930	2.64	1703.36	1.04900	2.61	1703.85	1.04900	2.61	1703.85
	SELG12	1.02236	8623.48	8434.88	1.02920	0.67	8378.82	1.05110	2.81	8204.24	1.04930	2.64	8218.32	1.04900	2.61	8220.67	1.04900	2.61	8220.67
Barra13	SELG8	1.02236	2058.97	2013.94	1.02920	0.67	2000.55	1.05110	2.81	1958.87	1.04930	2.64	1962.23	1.04900	2.61	1962.79	1.04900	2.61	1962.79
	SELG9	1.02236	1842.41	1802.11	1.02920	0.67	1790.14	1.05110	2.81	1752.84	1.04930	2.64	1755.85	1.04900	2.61	1756.35	1.04900	2.61	1756.35
	SELG10	1.02236	1792.7	1753.49	1.02920	0.67	1741.84	1.05110	2.81	1705.55	1.04930	2.64	1708.47	1.04900	2.61	1708.96	1.04900	2.61	1708.96
	SELG11	1.02236	1746.26	1708.07	1.02920	0.67	1696.72	1.05110	2.81	1661.36	1.04930	2.64	1664.21	1.04900	2.61	1664.69	1.04900	2.61	1664.69
	SEPLG4	1.02236	2062.52	2017.41	1.02920	0.67	2004.00	1.05110	2.81	1962.25	1.04930	2.64	1965.62	1.04900	2.61	1966.18	1.04900	2.61	1966.18
	EPW-SELE	1.02236	2559.67	2503.69	1.02920	0.67	2487.05	1.05110	2.81	2435.23	1.04930	2.64	2439.41	1.04900	2.61	2440.10	1.04900	2.61	2440.10
	SEPOG5	1.00742	1827.11	1813.65	1.00880	0.14	1811.17	1.02530	1.77	1782.02	1.01160	0.41	1806.16	1.02460	1.71	1783.24	1.02460	1.71	1783.24
	BOLIVAR	0.99660	1984.92	1991.69	1.01100	1.44	1963.32	0.99780	0.12	1989.30	0.99600	0.06	1992.89	0.99530	0.13	1994.29	0.99530	0.13	1994.29

Cuadro 4 - E.

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	PC=0,6				PC=0,7				PC=0,8				PC=0,9			
				Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra16	RIOBAMBA	0.98926	2126.48	2149.57	1.00070	1.16	2124.99	0.99220	0.30	2143.20	0.99040	0.12	2147.09	0.98970	0.04	2148.61			
Barra17	MAN-MI1	1.06720	8610.16	8067.99	1.08840	1.99	7910.84	1.09700	2.79	7848.82	1.09590	2.69	7856.70	1.09560	2.66	7858.85			
	MAN-MI2	1.06720	8610.16	8067.99	1.08840	1.99	7910.84	1.09700	2.79	7848.82	1.09590	2.69	7856.70	1.09560	2.66	7858.85			
	MAN-MI3	1.06720	2556.01	2395.06	1.08840	1.99	2348.41	1.09700	2.79	2330.00	1.09560	2.69	2332.34	1.09560	2.66	2332.98			
	MAN-MI4	1.06720	8610.16	8067.99	1.08840	1.99	7910.84	1.09700	2.79	7848.82	1.09590	2.69	7856.70	1.09560	2.66	7858.85			
	MAN-MI7	1.06720	1966.7	1842.86	1.08840	1.99	1806.96	1.09700	2.79	1792.80	1.09590	2.69	1794.60	1.09560	2.66	1795.09			
	MAN-MI8	1.06720	1989.31	1864.05	1.08840	1.99	1827.74	1.09700	2.79	1813.41	1.09590	2.69	1815.23	1.09560	2.66	1815.73			
	MAN-MI9	1.06720	8610.15	8067.98	1.08840	1.99	7910.83	1.09700	2.79	7848.81	1.09590	2.69	7856.69	1.09560	2.66	7858.84			
	MAN-MI0	1.06720	1949.15	1826.41	1.08840	1.99	1790.84	1.09700	2.79	1776.80	1.09590	2.69	1778.58	1.09560	2.66	1779.07			
	MAN-MI1	1.06720	1797.35	1684.17	1.08840	1.99	1651.37	1.09700	2.79	1638.42	1.09590	2.69	1640.07	1.09560	2.66	1640.52			
	MAN-MI2	1.06720	1669.9	1564.75	1.08840	1.99	1534.27	1.09700	2.79	1522.24	1.09590	2.69	1523.77	1.09560	2.66	1524.19			
Barra18	MAN-MI3	1.06720	1949.15	1826.41	1.08840	1.99	1790.84	1.09700	2.79	1776.80	1.09590	2.69	1778.58	1.09560	2.66	1779.07			
	MAN-MI4	1.06720	1949.15	1826.41	1.08840	1.99	1790.84	1.09700	2.79	1776.80	1.09590	2.69	1778.58	1.09560	2.66	1779.07			
	MAN-MI5	1.06720	1949.15	1826.41	1.08840	1.99	1790.84	1.09700	2.79	1776.80	1.09590	2.69	1778.58	1.09560	2.66	1779.07			
	MAN-MI6	1.06720	1983.97	1859.04	1.08840	1.99	1822.83	1.09700	2.79	1808.54	1.09590	2.69	1810.36	1.09560	2.66	1810.85			
	MAN-MI8	1.06720	1984.23	1859.29	1.08840	1.99	1823.07	1.09700	2.79	1808.78	1.09590	2.69	1810.59	1.09560	2.66	1811.09			
	MAN-MI22	1.0672	1979.69	1855.03	1.08840	1.99	1818.90	1.09700	2.79	1804.64	1.09590	2.69	1806.45	1.09560	2.66	1806.95			
	S-DGOG9	1.01062	2345.52	2320.87	1.01320	0.26	2314.96	1.00380	0.67	2336.64	1.00240	0.81	2339.90	1.00200	0.85	2340.84			
	S-DGOU2	1.01062	8555.41	8465.51	1.01320	0.26	8443.95	1.00380	0.67	8523.02	1.00240	0.81	8534.93	1.00200	0.85	8538.33			
	EPW-SD1	1.01062	2189.52	2166.51	1.01320	0.26	2160.99	1.00380	0.67	2181.23	1.00240	0.81	2184.28	1.00200	0.85	2185.15			
	EPW-SD2	1.01062	2189.52	2166.51	1.01320	0.26	2160.99	1.00380	0.67	2181.23	1.00240	0.81	2184.28	1.00200	0.85	2185.15			
Barra19	AMB-LLI1	0.99039	1761.78	1778.87	1.00560	1.54	1751.97	0.99030	0.01	1779.04	0.98840	0.20	1782.46	0.98670	0.37	1785.53			
	AMB-LLI2	0.99039	1775.54	1792.77	1.00560	1.54	1765.65	0.99030	0.01	1792.93	0.98840	0.20	1796.38	0.98670	0.37	1799.47			
	AMB-BAT3	0.99039	1928.28	1946.99	1.00560	1.54	1917.54	0.99030	0.01	1947.17	0.98840	0.20	1950.91	0.98670	0.37	1954.27			
	MILA-G3	0.99114	8630.4	8707.55	0.99920	0.81	8637.31	0.99930	0.82	8636.45	0.99790	0.68	8648.56	0.99750	0.64	8652.03			
	MILA-G4	0.99114	1843.56	1860.04	0.99920	0.81	1845.04	0.99930	0.82	1844.85	0.99790	0.68	1847.44	0.99750	0.64	1848.18			
	MILA-G5	0.99114	1750.84	1766.49	0.99920	0.81	1752.24	0.99930	0.82	1752.07	0.99790	0.68	1754.52	0.99750	0.64	1755.23			
	MILA-G6	0.99114	1828.26	1844.60	0.99920	0.81	1829.72	0.99930	0.82	1829.54	0.99790	0.68	1832.11	0.99750	0.64	1832.84			
	MILA-G7	0.99114	1872.01	1888.74	0.99920	0.81	1873.51	0.99930	0.82	1873.32	0.99790	0.68	1875.95	0.99750	0.64	1876.70			
Barra20	MILA-G8	0.99114	8630.37	8707.52	0.99920	0.81	8637.28	0.99930	0.82	8636.42	0.99790	0.68	8648.53	0.99750	0.64	8652.00			
	E-TRINIT	0.99950	958.98	959.46	1.00130	0.18	957.73	1.00570	0.62	953.54	1.00410	0.46	955.06	1.00350	0.40	955.64			
	ECORP	0.99950	8799.03	8803.43	1.00130	0.18	8787.61	1.00570	0.62	8749.16	1.00410	0.46	8763.10	1.00350	0.40	8768.34			
	EQT-U1	0.99950	8980	8984.49	1.00130	0.18	8968.24	1.00570	0.62	8929.10	1.00410	0.46	8943.33	1.00350	0.40	8948.68			
Barra22	EMELRIO1	1.01403	1677.16	1653.96	1.01970	0.56	1644.76	1.01900	0.49	1645.89	1.01890	0.48	1646.05	1.01900	0.49	1645.89			
	EMELRIO2	1.01403	1666.82	1643.76	1.01970	0.56	1634.62	1.01900	0.49	1635.74	1.01890	0.48	1635.90	1.01900	0.49	1635.74			
	EMELRIO3	1.01403	1701.27	1677.73	1.01970	0.56	1668.40	1.01900	0.49	1669.55	1.01890	0.48	1669.71	1.01900	0.49	1669.55			
	EMELRIO4	1.01403	1706.79	1683.18	1.01970	0.56	1673.82	1.01900	0.49	1674.97	1.01890	0.48	1675.13	1.01900	0.49	1674.97			

Fecha: 1 de enero del 2001

Hora: 06:00-07:00

Número de Generaciones: 150

Tamaño de la población: 30

Longitud del cromosoma: 30

Probabilidad de cruzamiento: 0.6

Probabilidad de mutación: 0.033

Valor Normalizado: 0.3

Cuadro 4 - F.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPA, para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra 1	T-ESMER	0.94965	958.93	1009.77	0.97800	2.99	980.50
	EMLESU1	0.94965	1830.49	1927.54	0.97800	2.99	1871.57
	EMLESU2	0.94965	1830.49	1927.54	0.97800	2.99	1871.57
Barra 2	E.GZ.TV3	1.00602	1110.16	1103.52	1.00660	0.06	1102.88
	E.GZ.TV2	1.00602	1141.93	1135.10	1.00660	0.06	1134.44
	E.VASANT	1.00602	1201.77	1194.58	1.00660	0.06	1193.89
	ELEC-AT1	1.00602	1718.66	1708.38	1.00660	0.06	1707.39
	ELEC-AT2	1.00602	2002.83	1990.85	1.00660	0.06	1989.70
	E.GZ.TG4	1.00602	2489.19	2474.29	1.00660	0.06	2472.87
	E.GASAN5	1.00602	2504.69	2489.70	1.00660	0.06	2488.27
	E.GASAN6	1.00602	2512.09	2497.06	1.00660	0.06	2495.62
	E.GASAN1	1.00602	2438.94	2424.35	1.00660	0.06	2422.95
	E.GASAN2	1.00602	2452.26	2437.59	1.00660	0.06	2436.18
Barra 3	E.GASAN3	1.00602	2731.97	2715.62	1.00660	0.06	2714.06
	EAUSDES1	0.99610	1114.98	1119.35	1.01010	1.41	1103.83
	EAUSDES2	0.99610	1127.89	1132.31	1.01010	1.41	1116.61
	EAUSDES3	0.99610	1128.41	1132.83	1.01010	1.41	1117.13
	EAUSDES4	0.99610	1087.94	1092.20	1.01010	1.41	1077.06
	EAUSMON1	0.99610	1900.24	1907.68	1.01010	1.41	1881.24
	EAUSMON2	0.99610	2000.63	2008.46	1.01010	1.41	1980.63
	EAUSMON3	0.99610	1957.1	1964.76	1.01010	1.41	1937.53
	EAUSMON4	0.99610	2450.54	2460.13	1.01010	1.41	2426.04
	EAUSMON5	0.99610	2461.62	2471.26	1.01010	1.41	2437.01
Barra 4	EAUSMON6	0.99610	2449.81	2459.40	1.01010	1.41	2425.31
	TPGUANG1	1.02359	1303.2	1273.17	1.02840	0.47	1267.21
	TPGUANG2	1.02359	1293.18	1263.38	1.02840	0.47	1257.47
	TPGUANG3	1.02359	1321.01	1290.57	1.02840	0.47	1284.53
	TPGUANG4	1.02359	1303.76	1273.71	1.02840	0.47	1267.76
	TPGUANG5	1.02359	1292.6	1262.81	1.02840	0.47	1256.90
Barra 5	TPGUANG6	1.02359	1291.91	1262.14	1.02940	0.47	1256.23
	G.HERNA1	1.01492	1353.51	1333.61	1.02120	0.62	1325.41
	G.HERNA2	1.01492	1348.45	1328.63	1.02120	0.62	1320.46
	G.HERNA3	1.01492	1354.15	1334.24	1.02120	0.62	1326.04
	G.HERNA4	1.01492	1345.32	1325.54	1.02120	0.62	1317.39
	G.HERNA5	1.01492	1354.15	1334.24	1.02120	0.62	1326.04
Barra 6	G.HERNA6	1.01492	1354.15	1334.24	1.02120	0.62	1326.04

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra 6	EQL3-U3	1.00228	1753.04	1749.05	1.00260	0.03	1748.49
	EQL3-U4	1.00228	1764.64	1760.63	1.00260	0.03	1760.06
Barra 7	EQL2-U1	1.00576	1776.41	1766.24	1.00040	0.53	1775.70
	EQL2-U2	1.00576	1788.35	1778.11	1.00040	0.53	1787.63
Barra 8	LULUN-11	1.01492	1818.06	1791.33	1.02380	0.87	1775.80
	LULUN-12	1.01492	1813.54	1786.88	1.02380	0.87	1771.38
	LULUN-13	1.01492	1806.82	1780.26	1.02380	0.87	1764.82
	TP.ROSA3	1.01492	2142.8	2111.30	1.02380	0.87	2092.99
	TP.ROSA2	1.01492	2188.77	2156.59	1.02380	0.87	2137.89
Barra 9	TP.ROSA1	1.01492	2163.13	2131.33	1.02380	0.87	2112.84
	ORO-CAG3	1.02007	1980.56	1941.59	1.05050	2.98	1885.35
	ORO-CAG4	1.02007	1958.24	1919.71	1.05050	2.98	1864.10
	ORO-MAU4	1.02007	1980.1	1941.14	1.05050	2.98	1884.91
	ORO-MAU5	1.02007	2001.91	1962.52	1.05050	2.98	1905.67
Barra 10	VGQL2-U3	1.00584	1604.21	1594.90	1.00760	0.17	1592.11
	VGQL2-U4	1.00584	1624.35	1614.92	1.00760	0.17	1612.10
	VGQL1-U1	1.00584	1557.51	1548.47	1.00760	0.17	1545.76
	VGQL1-U2	1.00584	1582.14	1572.95	1.00760	0.17	1570.21
Barra 11	LOJ-CA1	1.01634	8693.98	8554.20	1.03880	2.21	8369.25
	LOJ-CA2	1.01634	2112.47	2078.51	1.03880	2.21	2033.57
	LOJ-CA4	1.01634	2457.38	2417.87	1.03880	2.21	2365.59
	LOJ-CA5	1.01634	2447.2	2407.86	1.03880	2.21	2355.80
	LOJ-CA6	1.01634	1963.8	1932.23	1.03880	2.21	1890.45
	LOJ-CA7	1.01634	2007.93	1975.65	1.03880	2.21	1932.93
	LOJ-CA8	1.01634	2022.07	1989.56	1.03880	2.21	1946.54
	LOJ-CA9	1.01634	2029.68	1997.05	1.03880	2.21	1953.87
	LOJ-CA10	1.01634	2045.3	2012.42	1.03880	2.21	1968.91
	EMELNOR	1.03844	1903.64	1833.17	1.04450	0.58	1822.54
Barra 13	SELG1	1.02236	1787.34	1748.25	1.02920	0.67	1736.63
	SELG12	1.02236	8623.48	8434.88	1.02920	0.67	8378.82
	SELG8	1.02236	2058.97	2013.94	1.02920	0.67	2000.55
	SELG9	1.02236	1842.41	1802.11	1.02920	0.67	1790.14
Barra 12	SELG10	1.02236	1792.7	1753.49	1.02920	0.67	1741.84

Cuadro 4 - F.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPAG,
para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S/KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra13	SELG11	1.02236	1746.26	1708.07	1.02920	0.67	1696.72
	SEPLG4	1.02236	2062.52	2017.41	1.02920	0.67	2004.00
	EPW-SELE	1.02236	2559.67	2503.69	1.02920	0.67	2487.05
Barra14	SEPOG5	1.00742	1827.11	1813.65	1.00880	0.14	1811.17
Barra15	BOLIVAR	0.99660	1984.92	1991.69	1.01100	1.44	1963.32
Barra16	RIOBAMBA	0.98926	2126.48	2149.57	1.00070	1.16	2124.99
Barra17	MAN-MI1	1.06720	8610.16	8067.99	1.08840	1.99	7910.84
	MAN-MI2	1.06720	8610.16	8067.99	1.08840	1.99	7910.84
	MAN-MI3	1.06720	2556.01	2395.06	1.08840	1.99	2348.41
	MAN-MI4	1.06720	8610.16	8067.99	1.08840	1.99	7910.84
	MAN-MI7	1.06720	1966.7	1842.86	1.08840	1.99	1806.96
	MAN-MI8	1.06720	1989.31	1864.05	1.08840	1.99	1827.74
	MAN-MI9	1.06720	8610.15	8067.98	1.08840	1.99	7910.83
	MAN-MI0	1.06720	1949.15	1826.41	1.08840	1.99	1790.84
	MAN-MI1	1.06720	1797.35	1684.17	1.08840	1.99	1651.37
	MAN-MI2	1.06720	1669.9	1564.75	1.08840	1.99	1534.27
	MAN-MI3	1.06720	1949.15	1826.41	1.08840	1.99	1790.84
	MAN-MI4	1.06720	1949.15	1826.41	1.08840	1.99	1790.84
	MAN-MI5	1.06720	1949.15	1826.41	1.08840	1.99	1790.84
	MAN-MI6	1.06720	1983.97	1859.04	1.08840	1.99	1822.83
	MAN-MI8	1.06720	1984.23	1859.29	1.08840	1.99	1823.07
	MAN-M22	1.0672	1979.69	1855.03	1.08840	1.99	1818.90

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S/KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra18	S-DGOG9	1.01062	2345.52	2320.87	1.01320	0.26	2314.96
	S-DGOU2	1.01062	8555.41	8465.51	1.01320	0.26	8443.95
	EPW-SD1	1.01062	2189.52	2166.51	1.01320	0.26	2160.99
	EPW-SD2	1.01062	2189.52	2166.51	1.01320	0.26	2160.99
Barra19	AMB-LLI1	0.99039	1761.78	1778.87	1.00560	1.54	1751.97
	AMB-LLI2	0.99039	1775.54	1792.77	1.00560	1.54	1765.65
	AMB-BAT3	0.99039	1928.28	1946.99	1.00560	1.54	1917.54
Barra20	MILA-G3	0.99114	8630.4	8707.55	0.99920	0.81	8637.31
	MILA-G4	0.99114	1843.56	1860.04	0.99920	0.81	1845.04
	MILA-G5	0.99114	1750.84	1766.49	0.99920	0.81	1752.24
	MILA-G6	0.99114	1828.26	1844.60	0.99920	0.81	1829.72
	MILA-G7	0.99114	1872.01	1888.74	0.99920	0.81	1873.51
	MILA-G8	0.99114	8630.37	8707.52	0.99920	0.81	8637.28
Barra21	E-TRINIT	0.99950	958.98	959.46	1.00130	0.18	957.73
	ECORP	0.99950	8799.03	8803.43	1.00130	0.18	8787.51
	EQT-U1	0.99950	8980	8984.49	1.00130	0.18	8968.34
Barra22	EMELRIO1	1.01403	1677.16	1653.96	1.01970	0.56	1644.76
	EMELRIO2	1.01403	1666.82	1643.76	1.01970	0.56	1634.62
	EMELRIO3	1.01403	1701.27	1677.73	1.01970	0.56	1668.40
	EMELRIO4	1.01403	1706.79	1683.18	1.01970	0.56	1673.82

Fecha: 1 de enero del 2001

Hora: 19:00-20:00

Número de Generaciones: 200

Tamaño de la población: 30

Longitud del cromosoma: 30

Probabilidad de cruzamiento: 0.6

Probabilidad de mutación: 0.033

Valor Normalizado: 0.3

Cuadro 4 - G.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPAAG,
para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra 1	T-ESMER	0.98136	958.93	977.14	0.98870	0.75	969.89
	EMLESU1	0.98136	1830.49	1865.26	0.98870	0.75	1851.41
	EMLESU2	0.98136	1830.49	1865.26	0.98870	0.75	1851.41
Barra 2	E.GZ.TV3	1.02106	1110.16	1087.26	1.02100	0.01	1087.33
	E.GZ.TV2	1.02106	1141.93	1118.38	1.02100	0.01	1118.44
	E.VASANT	1.02106	1201.77	1176.98	1.02100	0.01	1177.05
	ELEC-AT1	1.02106	1718.66	1683.21	1.02100	0.01	1683.31
	ELEC-AT2	1.02106	2002.83	1961.52	1.02100	0.01	1961.64
	E.GZ.TG4	1.02106	2489.19	2437.85	1.02100	0.01	2437.99
Barra 3	E.GASAN5	1.02106	2504.69	2453.03	1.02100	0.01	2453.17
	E.GASAN6	1.02106	2512.09	2460.28	1.02100	0.01	2460.42
	E.GASAN1	1.02106	2438.94	2388.64	1.02100	0.01	2388.78
	E.GASAN2	1.02106	2452.26	2401.68	1.02100	0.01	2401.82
	E.GASAN3	1.02106	2731.97	2675.62	1.02100	0.01	2675.78
	EAUSDES1	0.98157	1114.98	1135.91	0.99700	1.57	1118.34
Barra 4	EAUSDES2	0.98157	1127.89	1149.07	0.99700	1.57	1131.28
	EAUSDES3	0.98157	1128.41	1149.60	0.99700	1.57	1131.81
	EAUSDES4	0.98157	1087.94	1108.37	0.99700	1.57	1091.21
	EAUSMON1	0.98157	1900.24	1935.92	0.99700	1.57	1905.96
	EAUSMON2	0.98157	2000.63	2038.19	0.99700	1.57	2006.65
	EAUSMON3	0.98157	1957.1	1993.85	0.99700	1.57	1962.99
Barra 5	EAUSMON4	0.98157	2450.54	2496.55	0.99700	1.57	2457.91
	EAUSMON5	0.98157	2461.62	2507.84	0.99700	1.57	2469.03
	EAUSMON6	0.98157	2449.81	2495.81	0.99700	1.57	2457.18
	TPGUANG1	1.04289	1303.2	1249.60	1.04790	0.48	1243.63
	TPGUANG2	1.04289	1293.18	1240.00	1.04790	0.48	1234.07
	TPGUANG3	1.04289	1321.01	1266.68	1.04790	0.48	1260.63
Barra 6	TPGUANG4	1.04289	1303.76	1250.14	1.04790	0.48	1244.16
	TPGUANG5	1.04289	1292.6	1239.44	1.04790	0.48	1233.51
	TPGUANG6	1.04289	1291.91	1238.78	1.04790	0.48	1232.86
	G.HERNA1	1.02570	1353.51	1319.60	1.03570	0.97	1306.86
	G.HERNA2	1.02570	1348.45	1314.66	1.03570	0.97	1301.97
	G.HERNA3	1.02570	1354.15	1320.22	1.03570	0.97	1307.47
Barra 7	G.HERNA4	1.02570	1345.32	1311.61	1.03570	0.97	1298.95
	G.HERNA5	1.02570	1354.15	1320.22	1.03570	0.97	1307.47
	G.HERNA6	1.02570	1354.15	1320.22	1.03570	0.97	1307.47

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra 6	EQL3-U3	1.00667	1753.04	1741.42	1.00660	0.01	1741.55
	EQL3-U4	1.00667	1764.64	1752.95	1.00660	0.01	1753.07
	EQL2-U1	1.02080	1776.41	1740.21	1.02070	0.01	1740.38
Barra 7	EQL2-U2	1.02080	1788.35	1751.91	1.02070	0.01	1752.08
	LULUN-11	1.02570	1818.06	1772.51	1.03570	0.97	1755.39
	LULUN-12	1.02570	1813.54	1768.10	1.03570	0.97	1751.03
Barra 8	LULUN-13	1.02570	1806.82	1761.55	1.03570	0.97	1744.54
	TP.ROSA3	1.02570	2142.8	2089.11	1.03570	0.97	2068.94
	TP.ROSA2	1.02570	2188.77	2133.93	1.03570	0.97	2113.32
Barra 9	TP.ROSA1	1.02570	2163.13	2108.93	1.03570	0.97	2088.57
	ORO-CAG3	1.04561	1980.56	1394.17	1.04270	0.28	1899.45
	ORO-CAG4	1.04561	1988.24	1872.82	1.04270	0.28	1878.05
Barra 10	ORO-MAU4	1.04561	1980.1	1893.73	1.04270	0.28	1899.01
	ORO-MAU5	1.04561	2001.91	1914.59	1.04270	0.28	1919.93
	VGQL2-U3	1.02089	1604.21	1571.38	1.00970	1.10	1588.80
Barra 11	VGQL2-U4	1.02089	1624.35	1591.11	1.00970	1.10	1608.75
	VGQL1-U1	1.02089	1557.51	1525.64	1.00970	1.10	1542.55
	VGQL1-U2	1.02089	1582.14	1549.77	1.00970	1.10	1566.94
Barra 12	LOJ-CA1	1.04205	8693.98	8343.15	1.06400	2.11	8171.03
	LOJ-CA2	1.04205	2112.47	2027.23	1.06400	2.11	1985.40
	LOJ-CA4	1.04205	2457.38	2358.22	1.06400	2.11	2309.57
Barra 13	LOJ-CA5	1.04205	2447.2	2348.45	1.06400	2.11	2300.00
	LOJ-CA6	1.04205	1963.8	1884.55	1.06400	2.11	1845.68
	LOJ-CA7	1.04205	2007.93	1926.90	1.06400	2.11	1897.15
Barra 14	LOJ-CA8	1.04205	2022.07	1940.47	1.06400	2.11	1900.44
	LOJ-CA9	1.04205	2029.68	1947.78	1.06400	2.11	1907.59
	LOJ-CA10	1.04205	2045.3	1962.77	1.06400	2.11	1922.27
Barra 15	EMELNOR	1.07705	1903.64	1767.46	1.08460	0.70	1755.15
	SELG1	1.04951	1787.34	1703.02	1.05740	0.75	1690.32
	SELG12	1.04951	8623.48	8216.67	1.05740	0.75	8155.36
Barra 16	SELG8	1.04951	2058.97	1961.84	1.05740	0.75	1947.20
	SELG9	1.04951	1842.41	1755.50	1.05740	0.75	1742.40
	SELG10	1.04951	1792.7	1708.13	1.05740	0.75	1695.38

Cuadro 4 - G .
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPAQ,
para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (\$/KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra13	SELG11	1.04951	1746.26	1663.88	1.05740	0.75	1651.47
	SEPLG4	1.04951	2062.52	1965.22	1.05740	0.75	1950.56
	EPW-SELE	1.04951	2559.67	2438.92	1.05740	0.75	2420.72
Barra14	SEPOG5	1.02169	1827.11	1788.32	1.02170	0.00	1788.30
Barra15	BOLIVAR	0.99987	1984.92	1985.18	1.00890	0.89	1967.51
Barra16	RIOBAMBA	0.97880	2125.48	2172.54	0.98530	0.66	2158.21
Barra17	MAN-M11	1.06079	8610.16	8116.74	1.08370	2.16	7945.15
	MAN-M12	1.06079	8610.16	8116.74	1.08370	2.16	7945.15
	MAN-M13	1.06079	2556.01	2409.53	1.08370	2.16	2356.60
	MAN-M14	1.06079	8610.16	8116.74	1.08370	2.16	7945.15
	MAN-M17	1.06079	1966.7	1854.00	1.08370	2.16	1814.80
	MAN-M18	1.06079	1989.31	1875.31	1.08370	2.16	1835.66
	MAN-M19	1.06079	8610.15	8116.73	1.08370	2.16	7945.14
	MAN-M10	1.06079	1949.15	1837.45	1.08370	2.16	1798.61
	MAN-M11	1.06079	1797.35	1694.35	1.08370	2.16	1658.53
Barra18	MAN-M12	1.06079	1669.9	1574.20	1.08370	2.16	1540.92
	MAN-M13	1.06079	1949.15	1837.45	1.08370	2.16	1798.61
	MAN-M14	1.06079	1949.15	1837.45	1.08370	2.16	1798.61
	MAN-M15	1.06079	1949.15	1837.45	1.08370	2.16	1798.61
	MAN-M16	1.06079	1983.97	1870.28	1.08370	2.16	1830.74
	MAN-M18	1.06079	1984.23	1870.52	1.08370	2.16	1830.98
	MAN-M22	1.06079	1979.69	1866.24	1.08370	2.16	1826.79

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (\$/KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra18	S-DGOG9	1.01803	2345.52	2303.98	1.02330	0.52	2292.11
	S-DGOU2	1.01803	8555.41	8403.89	1.02330	0.52	8360.61
	EPW-SD1	1.01803	2189.52	2150.74	1.02330	0.52	2139.67
	EPW-SD2	1.01803	2189.52	2150.74	1.02330	0.52	2139.67
Barra19	AMB-LLI1	0.98272	1761.78	1792.76	0.98340	0.07	1791.52
	AMB-LLI2	0.98272	1775.54	1806.76	0.98340	0.07	1805.51
Barra20	AMB-BAT3	0.98272	1928.28	1962.19	0.98340	0.07	1960.83
	MILA-G3	0.98129	8630.4	8794.95	0.98690	0.57	8744.96
	MILA-G4	0.98129	1843.56	1878.71	0.98690	0.57	1888.03
	MILA-G5	0.98129	1750.84	1784.22	0.98690	0.57	1774.08
	MILA-G6	0.98129	1828.26	1863.12	0.98690	0.57	1852.53
	MILA-G7	0.98129	1872.01	1907.70	0.98690	0.57	1896.86
Barra21	MILA-G8	0.98129	8630.37	8794.92	0.98690	0.57	8744.93
	E-TRINIT	1.00044	958.98	958.56	0.99970	0.07	959.27
	ECORP	1.00044	8799.03	8795.16	0.99970	0.07	8801.67
Barra22	EQT-U1	1.00044	8980	8976.05	0.99970	0.07	8982.69
	EMELRIO1	1.02696	1677.16	1633.13	1.03080	0.37	1627.05
	EMELRIO2	1.02696	1666.82	1623.06	1.03080	0.37	1617.02
	EMELRIO3	1.02696	1701.27	1656.61	1.03080	0.37	1650.44
	EMELRIO4	1.02696	1706.79	1661.98	1.03080	0.37	1655.79

Fecha: 23 de enero del 2001

Hora: 00:00-01:00

Número de Generaciones: 500

Tamaño de la población: 30

Longitud del cromosoma: 30

Probabilidad de cruzamiento: 0.6

Probabilidad de mutación: 0.033

Valor Normalizado: 0.1

Cuadro 4 - H.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPAQ.
para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra 1	T-ESMER	0.88143	958.93	1087.93	0.98630	11.90	972.25
	EMLESU1	0.88143	1830.49	2076.73	0.98630	11.90	1855.92
	EMLESU2	0.88143	1830.49	2076.73	0.98630	11.90	1855.92
Barra 2	E.GZ.TV3	0.99786	1110.16	1112.54	1.00040	0.25	1109.72
	E.GZ.TV2	0.99786	1141.93	1144.38	1.00040	0.25	1141.47
	E.VASANT	0.99786	1201.77	1204.35	1.00040	0.25	1201.29
	ELEC-AT1	0.99786	1718.66	1722.35	1.00040	0.25	1717.97
	ELEC-AT2	0.99786	2002.83	2007.13	1.00040	0.25	2002.03
	E.GZ.TG4	0.99786	2489.19	2494.53	1.00040	0.25	2488.19
	E.GASAN5	0.99786	2504.69	2510.06	1.00040	0.25	2503.69
	E.GASAN6	0.99786	2512.09	2517.48	1.00040	0.25	2511.09
	E.GASAN1	0.99786	2438.94	2444.17	1.00040	0.25	2437.96
	E.GASAN2	0.99786	2452.26	2457.52	1.00040	0.25	2451.28
Barra 3	E.GASAN3	0.99786	2731.97	2737.83	1.00040	0.25	2730.88
	EAUSDES1	0.99789	1114.98	1117.34	0.99980	0.19	1115.20
	EAUSDES2	0.99789	1127.89	1130.27	0.99980	0.19	1128.12
	EAUSDES3	0.99789	1128.41	1130.80	0.99980	0.19	1128.64
	EAUSDES4	0.99789	1087.94	1090.24	0.99980	0.19	1088.16
	EAUSMON1	0.99789	1900.24	1904.26	0.99980	0.19	1900.62
	EAUSMON2	0.99789	2000.53	2004.86	0.99980	0.19	2001.03
	EAUSMON3	0.99789	1957.1	1961.24	0.99980	0.19	1957.49
	EAUSMON4	0.99789	2450.54	2455.72	0.99980	0.19	2451.03
	EAUSMON5	0.99789	2461.82	2466.83	0.99980	0.19	2462.11
Barra 4	EAUSMON6	0.99789	2449.81	2454.99	0.99980	0.19	2450.30
	TPGUANG1	1.01093	1303.2	1289.11	1.01290	0.19	1286.60
	TPGUANG2	1.01093	1293.18	1279.20	1.01290	0.19	1276.71
	TPGUANG3	1.01093	1321.01	1306.73	1.01290	0.19	1304.19
	TPGUANG4	1.01093	1303.76	1289.66	1.01290	0.19	1287.16
	TPGUANG5	1.01093	1292.6	1278.62	1.01290	0.19	1276.14
Barra 5	TPGUANG6	1.01093	1291.91	1277.94	1.01290	0.19	1275.46
	G.HERNA1	1.00969	1353.51	1340.52	1.00700	0.27	1344.10
	G.HERNA2	1.00969	1348.45	1335.51	1.00700	0.27	1339.08
	G.HERNA3	1.00969	1354.15	1341.15	1.00700	0.27	1344.74
	G.HERNA4	1.00969	1345.32	1332.41	1.00700	0.27	1335.97
	G.HERNA5	1.00969	1354.15	1341.15	1.00700	0.27	1344.74
G.HERNA6		1.00969	1354.15	1341.15	1.00700	0.27	1344.74

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra 6	EQL3-U3	1.00440	1753.04	1745.36	1.00400	0.04	1746.06
	EQL3-U4	1.00440	1764.64	1756.91	1.00400	0.04	1757.61
Barra 7	EQL2-U1	0.99760	1776.41	1780.68	0.99410	0.35	1786.95
	EQL2-U2	0.99760	1788.35	1792.65	0.99410	0.35	1788.96
Barra 8	LULUN-11	1.00969	1818.06	1800.61	1.00700	0.27	1805.42
	LULUN-12	1.00969	1813.54	1796.14	1.00700	0.27	1800.93
	LULUN-13	1.00969	1806.82	1789.48	1.00700	0.27	1794.26
	TP.ROSA3	1.00969	2142.8	2122.24	1.00700	0.27	2127.90
	TP.ROSA2	1.00969	2188.77	2167.76	1.00700	0.27	2173.56
	TP.ROSA1	1.00969	2163.13	2142.37	1.00700	0.27	2148.09
Barra 9	ORO-CAG3	1.04036	1980.56	1903.73	1.04910	0.84	1887.87
	ORO-CAG4	1.04036	1958.24	1882.27	1.04910	0.84	1866.59
	ORO-MAU4	1.04036	1980.1	1903.28	1.04910	0.84	1887.43
	ORO-MAU5	1.04036	2001.91	1924.25	1.04910	0.84	1908.22
	VGQL2-U3	0.99045	1604.21	1619.68	0.99610	0.57	1610.49
Barra 10	VGQL2-U4	0.99045	1624.35	1640.01	0.99610	0.57	1630.71
	VGQL1-U1	0.99045	1557.51	1572.53	0.99610	0.57	1563.61
	VGQL1-U2	0.99045	1582.14	1597.40	0.99610	0.57	1588.33
	LOJ-CA1	1.02628	8693.98	8471.35	1.02680	0.05	8467.06
Barra 11	LOJ-CA2	1.02628	2112.47	2058.38	1.02680	0.05	2057.33
	LOJ-CA4	1.02628	2457.38	2394.45	1.02680	0.05	2393.24
	LOJ-CA5	1.02628	2447.2	2384.53	1.02680	0.05	2383.33
	LOJ-CA6	1.02628	1963.8	1913.51	1.02680	0.05	1912.54
	LOJ-CA7	1.02628	2007.93	1956.51	1.02680	0.05	1955.52
	LOJ-CA8	1.02628	2022.07	1970.29	1.02680	0.05	1969.29
	LOJ-CA9	1.02628	2029.68	1977.71	1.02680	0.05	1976.70
Barra 12	LOJ-CA10	1.02628	2045.3	1992.93	1.02680	0.05	1991.92
	EMELNOR	1.02896	1903.64	1850.06	1.02360	0.52	1859.75
Barra 13	SELG1	1.04126	1787.34	1716.52	1.03680	0.43	1723.90
	SELG12	1.04126	8623.48	8281.77	1.03680	0.43	8317.40
	SELG8	1.04126	2058.97	1977.38	1.03680	0.43	1985.89
	SELG9	1.04126	1842.41	1769.40	1.03680	0.43	1777.02
SELG10		1.04126	1792.7	1721.66	1.03680	0.43	1729.07

Cuadro 4 - H.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPAE,
para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (\$/KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra13	SELG11	1.04126	1746.26	1677.06	1.03680	0.43	1684.28
	SEPLG4	1.04126	2062.52	1980.79	1.03680	0.43	1989.31
	EPW-SELE	1.04126	2559.67	2458.24	1.03680	0.43	2468.82
Barra14	SEPOG5	1.01433	1827.11	1801.30	1.01310	0.12	1803.48
Barra15	BOLIVAR	0.99989	1984.92	1985.14	0.99780	0.21	1989.30
Barra16	RIOBAMBA	0.99053	2126.48	2146.81	0.99060	0.01	2146.66
Barra17	MAN-MI1	1.10199	8610.16	7813.28	1.09230	0.88	7882.60
	MAN-MI2	1.10199	8610.16	7813.28	1.09230	0.88	7882.60
	MAN-MI3	1.10199	2556.01	2319.45	1.09230	0.88	2340.03
	MAN-MI4	1.10199	8610.16	7813.28	1.09230	0.88	7882.60
	MAN-MI7	1.10199	1966.7	1784.68	1.09230	0.88	1800.51
	MAN-MI8	1.10199	1989.31	1805.20	1.09230	0.88	1821.21
	MAN-MI9	1.10199	8610.15	7813.27	1.09230	0.88	7882.59
	MAN-MI10	1.10199	1949.15	1768.75	1.09230	0.88	1784.45
	MAN-MI11	1.10199	1797.35	1631.00	1.09230	0.88	1645.47
	MAN-MI12	1.10199	1669.9	1515.35	1.09230	0.88	1528.79
	MAN-MI13	1.10199	1949.15	1768.75	1.09230	0.88	1784.45
	MAN-MI14	1.10199	1949.15	1768.75	1.09230	0.88	1784.45
	MAN-MI15	1.10199	1949.15	1768.75	1.09230	0.88	1784.45
	MAN-MI16	1.10199	1983.97	1800.35	1.09230	0.88	1816.32
	MAN-MI18	1.10199	1984.23	1800.59	1.09230	0.88	1816.56
	MAN-M22	1.10199	1979.69	1796.47	1.09230	0.88	1812.41

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (\$/KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra18	S-DGOG9	1.00478	2345.52	2334.36	1.00750	0.27	2328.06
	S-DGOU2	1.00478	8555.41	8514.71	1.00750	0.27	8491.72
	EPW-SD1	1.00478	2189.52	2179.10	1.00750	0.27	2173.22
	EPW-SD2	1.00478	2189.52	2179.10	1.00750	0.27	2173.22
Barra19	AMB-LLI1	0.99152	1761.78	1776.85	0.98480	0.68	1788.97
	AMB-LLI2	0.99152	1775.54	1790.73	0.98480	0.68	1802.94
	AMB-BAT3	0.99152	1928.28	1944.77	0.98480	0.68	1958.04
Barra20	MILA-G3	0.99518	8630.4	8672.20	0.99860	0.34	8642.50
	MILA-G4	0.99518	1843.56	1852.49	0.99860	0.34	1846.14
	MILA-G5	0.99518	1750.84	1759.32	0.99860	0.34	1753.29
	MILA-G6	0.99518	1828.26	1837.11	0.99860	0.34	1830.82
	MILA-G7	0.99518	1872.01	1881.08	0.99860	0.34	1874.53
	MILA-G8	0.99518	8630.37	8672.17	0.99860	0.34	8642.47
Barra21	E-TRINIT	0.99722	968.98	961.55	0.99040	0.68	968.28
	ECORP	0.99722	8799.03	8823.56	0.99040	0.68	8884.32
	EQT-U1	0.99722	8980	9005.03	0.99040	0.68	9067.04
Barra22	EMELRIO1	1.01930	1677.16	1645.40	1.01790	0.14	1647.57
	EMELRIO2	1.01930	1666.82	1635.26	1.01790	0.14	1637.51
	EMELRIO3	1.01930	1701.27	1669.06	1.01790	0.14	1671.35
	EMELRIO4	1.01930	1706.79	1674.47	1.01790	0.14	1676.78

Fecha: 23 de enero del 2001

Hora: 19:00-20:00

Número de Generaciones: 200

Tamaño de la población: 30

Longitud del cromosoma: 30

Probabilidad de cruzamiento: 0.6

Probabilidad de mutación: 0.033

Valor Normalizado: 0.3

Cuadro 4 - I.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEAPAG,
para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra 1	T-ESMER	0.91405	958.93	1049.10	0.91390	0.02	1049.27
	EMLESU1	0.91405	1830.49	2002.61	0.91390	0.02	2002.94
	EMLESU2	0.91405	1830.49	2002.61	0.91390	0.02	2002.94
Barra 2	E.GZ.TV3	1.00782	1110.16	1101.55	1.01290	0.50	1096.02
	E.GZ.TV2	1.00782	1141.93	1133.07	1.01290	0.50	1127.39
	E.VASANT	1.00782	1201.77	1192.45	1.01290	0.50	1186.46
	ELEC-AT1	1.00782	1718.66	1705.32	1.01290	0.50	1696.77
	ELEC-AT2	1.00782	2002.83	1987.29	1.01290	0.50	1977.32
	E.GZ.TG4	1.00782	2489.19	2469.88	1.01290	0.50	2457.49
	E.GASAN5	1.00782	2504.89	2485.26	1.01290	0.50	2472.79
	E.GASAN6	1.00782	2512.09	2492.60	1.01290	0.50	2480.10
	E.GASAN1	1.00782	2438.94	2420.02	1.01290	0.50	2407.88
	E.GASAN2	1.00782	2452.26	2433.23	1.01290	0.50	2421.03
	E.GASAN3	1.00782	2731.97	2710.77	1.01290	0.50	2697.18
	EAUSDES1	1.00589	1114.98	1108.45	1.00840	0.25	1105.69
Barra 3	EAUSDES2	1.00589	1127.89	1121.29	1.00840	0.25	1118.49
	EAUSDES3	1.00589	1128.41	1121.80	1.00840	0.25	1119.01
	EAUSDES4	1.00589	1087.94	1081.57	1.00840	0.25	1078.88
	EAUSMON1	1.00589	1900.24	1899.11	1.00840	0.25	1884.41
	EAUSMON2	1.00589	2000.63	1988.92	1.00840	0.25	1983.96
	EAUSMON3	1.00589	1957.1	1945.64	1.00840	0.25	1940.80
	EAUSMON4	1.00589	2450.54	2436.19	1.00840	0.25	2430.13
	EAUSMON5	1.00589	2461.62	2447.21	1.00840	0.25	2441.11
Barra 4	EAUSMON6	1.00589	2449.81	2435.47	1.00840	0.25	2429.40
	TPGUANG1	1.04247	1303.2	1250.11	1.03760	0.47	1255.98
	TPGUANG2	1.04247	1293.18	1240.50	1.03760	0.47	1246.32
	TPGUANG3	1.04247	1321.01	1267.19	1.03760	0.47	1273.14
	TPGUANG4	1.04247	1303.76	1250.65	1.03760	0.47	1256.52
	TPGUANG5	1.04247	1292.6	1239.94	1.03760	0.47	1245.76
Barra 5	TPGUANG6	1.04247	1291.91	1239.28	1.03760	0.47	1245.09
	G.HERNA1	1.03027	1353.51	1313.74	1.03860	0.81	1303.21
	G.HERNA2	1.03027	1348.45	1308.83	1.03860	0.81	1298.33
	G.HERNA3	1.03027	1354.15	1314.36	1.03860	0.81	1303.82
	G.HERNA4	1.03027	1346.32	1305.79	1.03860	0.81	1295.32
	G.HERNA5	1.03027	1354.15	1314.36	1.03860	0.81	1303.82
	G.HERNA6	1.03027	1354.15	1314.36	1.03860	0.81	1303.82

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra 6	EQL3-U3	1.00559	1753.04	1743.29	1.00560	0.00	1743.28
	EQL3-U4	1.00559	1764.94	1754.83	1.00560	0.00	1754.81
	EQL2-U1	1.00757	1776.41	1763.06	0.98850	1.89	1797.08
Barra 7	EQL2-U2	1.00757	1788.35	1774.91	0.98850	1.89	1809.16
	LULUN-11	1.03027	1818.08	1764.64	1.04530	1.46	1739.27
	LULUN-12	1.03027	1813.54	1760.26	1.04530	1.46	1734.95
Barra 8	LULUN-13	1.03027	1806.82	1753.73	1.04530	1.46	1728.52
	TP.ROSA3	1.03027	2142.8	2079.84	1.04530	1.46	2049.94
	TP.ROSA2	1.03027	2188.77	2124.46	1.04530	1.46	2093.92
Barra 9	TP.ROSA1	1.03027	2163.13	2099.58	1.04530	1.46	2069.39
	ORO-CAG3	1.06592	1980.56	1858.08	1.08170	1.48	1830.97
	ORO-CAG4	1.06592	1958.24	1837.14	1.08170	1.48	1810.34
Barra 10	ORO-MAU4	1.06592	1980.1	1857.64	1.08170	1.48	1830.54
	ORO-MAU5	1.06592	2001.91	1878.11	1.08170	1.48	1850.71
	VGQL2-U3	1.00042	1604.21	1603.54	1.00850	0.81	1590.69
Barra 11	VGQL2-U4	1.00042	1624.35	1623.67	1.00850	0.81	1610.66
	VGQL1-U1	1.00042	1557.51	1556.86	1.00850	0.81	1544.38
	VGQL1-U2	1.00042	1582.14	1581.48	1.00850	0.81	1568.81
Barra 12	LOJ-CA1	1.07936	8693.98	8054.75	1.07030	0.84	8122.94
	LOJ-CA2	1.07936	2112.47	1957.15	1.07030	0.84	1973.72
	LOJ-CA4	1.07936	2457.38	2276.70	1.07030	0.84	2295.97
	LOJ-CA5	1.07936	2447.2	2287.27	1.07030	0.84	2286.46
	LOJ-CA6	1.07936	1963.8	1819.41	1.07030	0.84	1834.81
	LOJ-CA7	1.07936	2007.93	1860.30	1.07030	0.84	1876.04
	LOJ-CA8	1.07936	2022.07	1873.40	1.07030	0.84	1889.26
	LOJ-CA9	1.07936	2029.88	1880.45	1.07030	0.84	1896.37
	LOJ-CA10	1.07936	2045.3	1894.92	1.07030	0.84	1910.96
	EMELNOR	1.08624	1903.64	1752.50	1.07010	1.49	1778.94
Barra 13	SELG1	1.06679	1873.44	1675.44	1.04500	2.04	1710.37
	SELG2	1.06679	8623.38	8083.58	1.04500	2.04	8252.13
	SELG8	1.06679	2058.97	1930.06	1.04500	2.04	1970.31
	SELG9	1.06679	1842.41	1727.06	1.04500	2.04	1763.07
	SELG10	1.06679	1792.7	1680.46	1.04500	2.04	1715.50

Cuadro 4 - I.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPAG,
para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (\$/KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra13	SELG11	1.06679	1746.26	1636.93	1.04500	2.04	1671.06
	SEPLG4	1.06679	2062.52	1933.39	1.04500	2.04	1973.70
	EPW-SELE	1.06679	2559.67	2399.41	1.04500	2.04	2449.44
Barra14	SEPOG5	1.01820	1827.11	1794.45	1.02100	0.27	1789.53
Barra15	BOLIVAR	1.01672	1984.92	1952.28	1.01700	0.03	1951.74
Barra16	RIOBAMBA	0.98884	2126.48	2150.48	1.00090	1.22	2124.57
Barra17	MAN-M11	1.08962	8610.16	7901.98	1.08200	0.70	7957.63
	MAN-M12	1.08962	8610.16	7901.98	1.08200	0.70	7957.63
	MAN-M13	1.08962	2556.01	2345.78	1.08200	0.70	2362.30
	MAN-M14	1.08962	8610.16	7901.98	1.08200	0.70	7957.63
	MAN-M17	1.08962	1966.7	1804.94	1.08200	0.70	1817.65
	MAN-M18	1.08962	1989.31	1825.69	1.08200	0.70	1838.55
	MAN-M19	1.08962	8610.15	7901.98	1.08200	0.70	7957.62
	MAN-M10	1.08962	1949.15	1788.83	1.08200	0.70	1801.43
	MAN-M11	1.08962	1797.35	1649.52	1.08200	0.70	1661.14
	MAN-M12	1.08962	1669.9	1532.55	1.08200	0.70	1543.35
	MAN-M13	1.08962	1949.15	1788.83	1.08200	0.70	1801.43
	MAN-M14	1.08962	1949.15	1788.83	1.08200	0.70	1801.43
	MAN-M15	1.08962	1949.15	1788.83	1.08200	0.70	1801.43
	MAN-M16	1.08962	1983.97	1820.79	1.08200	0.70	1833.61
	MAN-M18	1.08962	1984.23	1821.03	1.08200	0.70	1833.85
	MAN-M22	1.08962	1979.69	1816.86	1.08200	0.70	1829.66

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (\$/KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra18	S-DGOG9	1.01935	2345.52	2301.00	1.02320	0.38	2292.34
	S-DGOU2	1.01935	8555.41	8393.01	1.02320	0.38	8361.42
	EPW-SD1	1.01935	2189.52	2147.96	1.02320	0.38	2139.87
	EPW-SD2	1.01935	2189.52	2147.96	1.02320	0.38	2139.87
Barra19	AMB-LLI1	0.98678	1761.78	1785.38	1.00070	1.41	1760.55
	AMB-LLI2	0.98678	1775.54	1799.33	1.00070	1.41	1774.30
	AMB-BAT3	0.98678	1928.28	1954.11	1.00070	1.41	1926.93
Barra20	MILA-G3	0.98961	8630.4	8721.01	0.99450	0.49	8678.13
	MILA-G4	0.98961	1843.56	1862.92	0.99450	0.49	1853.76
	MILA-G5	0.98961	1750.84	1769.22	0.99450	0.49	1760.52
	MILA-G6	0.98961	1828.26	1847.46	0.99450	0.49	1838.37
	MILA-G7	0.98961	1872.01	1891.66	0.99450	0.49	1882.36
	MILA-G8	0.98961	8630.37	8720.98	0.99450	0.49	8678.10
Barra21	E-TRINIT	0.98801	958.98	960.39	0.99150	0.65	967.20
	ECORP	0.98801	8799.03	8816.57	0.99150	0.65	8874.46
	EQT-J1	0.98801	8980	8997.91	0.99150	0.65	9056.98
Barra22	EMELRIO1	1.02386	1677.16	1638.08	1.03320	0.91	1623.27
	EMELRIO2	1.02386	1666.82	1627.98	1.03320	0.91	1613.26
	EMELRIO3	1.02386	1701.27	1661.62	1.03320	0.91	1646.60
	EMELRIO4	1.02386	1706.79	1667.02	1.03320	0.91	1651.95

Fecha: 7 de febrero del 2001

Hora: 08:00-09:00

Número de Generaciones: 500

Tamaño de la población: 30

Longitud del cromosoma: 30

Probabilidad de cruzamiento: 0.6

Probabilidad de mutación: 0.033

Valor Normalizado: 0.1

Cuadro 4 - J.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPAAG.
para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra 1	T-FSMER	0.8872	1035.96	1167.67	1.05280	18.67	984.00
	EMLESU1	0.8872	1035.96	1167.67	0.98630	11.17	1050.35
	EMLESU2	0.8872	1035.96	1167.67	0.98630	11.17	1050.35
Barra 2	E.G.Z.TV3	0.99964	1200.79	1201.22	1.02990	3.03	1165.93
	E.G.Z.TV2	0.99964	1235.26	1235.70	1.00040	0.08	1294.77
	E.VASANT	0.99964	1285.48	1285.94	1.00040	0.08	1294.97
	ELEC-AT1	0.99964	1861.44	1862.11	1.00040	0.08	1860.70
	ELEC-AT2	0.99964	2286.89	2287.71	1.00040	0.08	2285.98
	E.G.Z.TG4	0.99964	2852.59	2853.62	1.00040	0.08	2851.45
	E.GASAN5	0.99964	2869.98	2871.01	1.00040	0.08	2868.83
	E.GASAN6	0.99964	2878.05	2879.09	1.00040	0.08	2876.90
	E.GASAN1	0.99964	2772.21	2773.21	1.00040	0.08	2771.10
	E.GASAN2	0.99964	2785.74	2786.74	1.00040	0.08	2784.63
Barra 3	E.GASAN3	0.99964	3091.53	3092.64	1.00040	0.08	3090.29
	EAUSDES1	1.00762	1184.24	1175.28	0.98390	2.35	1203.62
	EAUSDES2	1.00762	1182.91	1173.96	0.99980	0.78	1183.15
	EAUSDES3	1.00762	1184.04	1175.09	0.99980	0.78	1184.28
	EAUSDES4	1.00762	1156.35	1147.61	0.99980	0.78	1156.58
	EAUSMON1	1.00762	2160.98	2144.64	0.99980	0.78	2161.41
	EAUSMON2	1.00762	2273.63	2256.44	0.99980	0.78	2274.08
	EAUSMON3	1.00762	2217.53	2200.76	0.99980	0.78	2217.97
	EAUSMON4	1.00762	2769.21	2748.26	0.99980	0.78	2769.75
	EAUSMON5	1.00762	2780.05	2759.03	0.99980	0.78	2780.61
Barra 4	EAUSMON6	1.00762	2768.48	2747.54	0.99980	0.78	2769.03
	TPGUANG1	1.03780	1261.2	1215.26	1.04220	0.42	1210.13
	TPGUANG2	1.03780	1264.32	1218.27	1.01290	2.40	1248.22
	TPGUANG3	1.03780	1268.72	1222.51	1.01290	2.40	1252.56
	TPGUANG4	1.03780	1266.2	1220.08	1.01290	2.40	1250.07
	TPGUANG5	1.03780	1262.44	1216.46	1.01290	2.40	1246.36
Barra 5	TPGUANG6	1.03780	1259.74	1213.86	1.01290	2.40	1243.70
	G.HERNA1	1.02242	1437.21	1405.69	1.03860	1.58	1383.80
	G.HERNA2	1.02242	1431.74	1400.34	1.00700	1.51	1421.79
	G.HERNA3	1.02242	1437.89	1406.36	1.00700	1.51	1427.89
	G.HERNA4	1.02242	1428.34	1397.02	1.00700	1.51	1418.41
	G.HERNA5	1.02242	1437.89	1406.36	1.00700	1.51	1427.89
Barra 6	G.HERNA6	1.02242	1437.89	1406.36	1.00700	1.51	1427.89
	EQ3-U3	0.97485	1988.65	2039.95	1.00400	2.99	1980.73
	EQ3-U4	0.97485	1988.65	2039.95	1.00400	2.99	1980.73
	EQ2-U1	0.99938	2029.12	2030.38	1.02970	3.03	1970.59
	EQ2-U2	0.99938	2015.43	2016.68	0.99410	0.53	2027.39
	LULUN-11	1.02242	2056.28	2011.19	1.03860	1.58	1979.86
Barra 7	LULUN-12	1.02242	2051.1	2006.12	1.00700	1.51	2036.84
	LULUN-13	1.02242	2043.4	1998.59	1.00700	1.51	2029.20
	TP.ROSA3	1.02242	2452.56	2398.78	1.00700	1.51	2435.51
	TP.ROSA2	1.02242	2505.28	2450.34	1.00700	1.51	2487.86
	TP.ROSA1	1.02242	2475.88	2421.59	1.00700	1.51	2458.67
	ORO-CAG3	1.04834	1980.56	2250.99	1.05710	0.84	1873.58
Barra 8	ORO-CAG4	1.04834	1958.24	2161.31	1.04910	0.07	1866.59
	ORO-MAU4	1.04834	1980.1	2197.91	1.04910	0.07	1897.43
	ORO-MAU5	1.04834	2001.91	1996.34	1.04910	0.07	1908.22
	VGQL2-U3	0.99038	1715.88	1732.55	1.02980	3.98	1666.23
	VGQL2-U4	0.99038	1737.37	1754.25	0.99610	0.58	1744.17
	VGQL1-U1	0.99038	1687.44	1683.64	0.99610	0.58	1673.97
Barra 9	VGQL1-U2	0.99038	1693.86	1710.31	0.99610	0.58	1700.49
	LOJ-CA1	1.03873	8693.98	8369.82	1.00770	2.99	8627.55
	LOJ-CA2	1.03873	2351.38	2263.71	1.02680	1.15	2290.01
	LOJ-CA4	1.03873	2733.63	2631.70	1.02680	1.15	2662.28
	LOJ-CA5	1.03873	2725.59	2623.96	1.02680	1.15	2654.45
	LOJ-CA6	1.03873	2184.77	2103.31	1.02680	1.15	2127.75
Barra 10	LOJ-CA7	1.03873	2239.99	2156.47	1.02680	1.15	2181.53
	LOJ-CA8	1.03873	2281.49	2196.42	1.02680	1.15	2221.94
	LOJ-CA9	1.03873	2287.44	2202.15	1.02680	1.15	2227.74
	LOJ-CA10	1.03873	2306.61	2220.61	1.02680	1.15	2246.41
	EMELNOR	1.06416	2172.54	2041.55	1.05870	0.51	2052.08
	SELG1	1.03564	2129.34	2056.06	1.02920	0.62	2068.93
Barra 11	SELG2	1.03564	8623.48	8326.72	1.03680	0.11	8317.40
	SELG3	1.03564	2319.13	2239.32	1.03680	0.11	2236.82
	SELG4	1.03564	2129.85	2056.55	1.03680	0.11	2054.25
	SELG5	1.03564	2151.52	2077.48	1.03680	0.11	2075.15

Cuadro 4 - J.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPA, para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra13	SELG11	1.03564	1986.63	1918.26	1.03680	0.11	1916.12
	SEPLG4	1.03564	2314.5	2234.85	1.03680	0.11	2232.35
	EPW-SELE	1.03564	8926.95	8619.74	1.03680	0.11	8610.10
Barra14	SEPOG5	0.98381	2061.67	2095.60	1.00650	2.31	2048.36
Barra15	BOLIVAR	1.01090	2244.93	2220.72	0.99740	1.34	2250.78
Barra16	RIOBAMBA	1.00148	2388.57	2385.04	0.98760	1.39	2418.56
Barra17	MAN-M11	1.02149	8610.16	8429.02	1.09910	7.60	7833.83
	MAN-M12	1.02149	8610.16	8429.02	1.09230	6.93	7882.60
	MAN-M13	1.02149	2870.95	2810.55	1.09230	6.93	2528.35
	MAN-M14	1.02149	8610.16	8429.02	1.09230	6.93	7882.60
	MAN-M17	1.02149	2236.45	2189.40	1.09230	6.93	2047.47
	MAN-M18	1.02149	2262.16	2214.57	1.09230	6.93	2071.01
	MAN-M19	1.02149	8610.15	8429.01	1.09230	6.93	7882.59
	MAN-M10	1.02149	2216.49	2169.86	1.09230	6.93	2029.20
	MAN-M11	1.02149	2034.48	1991.68	1.09230	6.93	1862.57
	MAN-M12	1.02149	1893.79	1853.95	1.09230	6.93	1733.76
	MAN-M13	1.02149	2216.49	2169.86	1.09230	6.93	2029.20
	MAN-M14	1.02149	2216.49	2169.86	1.09230	6.93	2029.20
	MAN-M15	1.02149	2216.49	2169.86	1.09230	6.93	2029.20
	MAN-M16	1.02149	2256.09	2208.63	1.09230	6.93	2065.45
	MAN-M18	1.02149	2256.39	2208.92	1.09230	6.93	2065.72
	MAN-M22	1.02149	2251.23	2203.87	1.09230	6.93	2061.00

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra18	S-DGOG9	1.00803	8345.52	8275.04	1.02340	1.52	8154.70
	S-DGOU2	1.00803	8555.41	8487.26	1.00750	0.05	8491.72
	EPW-SD1	1.00803	8503.69	8435.95	1.00750	0.05	8440.39
	EPW-SD2	1.00803	8503.69	8435.95	1.00750	0.05	8440.39
Barra19	AMB-LLJ1	1.00210	2015.23	2011.01	0.98260	1.95	2050.92
	AMB-LLJ2	1.00210	2029.78	2025.53	0.98480	1.73	2061.11
	AMB-BAT3	1.00210	2206.16	2201.54	0.98480	1.73	2240.21
Barra20	MILA-G3	0.99992	8630.4	8631.09	0.99050	0.94	8713.18
	MILA-G4	0.99992	2108.13	2108.30	0.99860	0.13	2111.09
	MILA-G5	0.99992	2003.36	2003.52	0.99860	0.13	2006.17
	MILA-G6	0.99992	2090.67	2090.84	0.99860	0.13	2093.60
	MILA-G7	0.99992	2142.5	2142.67	0.99860	0.13	2145.50
	MILA-G8	0.99992	8630.37	8631.06	0.99860	0.13	8642.47
Barra21	E-TRINIT	0.99744	1038.03	1040.69	0.99850	0.11	1039.59
	ECORP	0.99744	8799.03	8821.51	0.99040	0.71	8884.32
	EQT-U1	0.99744	8980	9003.05	0.99040	0.71	9067.04
	EMELRIO1	1.01130	1902.27	1887.01	1.02120	0.98	1862.78
	EMELRIO2	1.01130	1890.46	1869.34	1.01790	0.65	1857.22
	EMELRIO3	1.01130	1929.86	1908.30	1.01790	0.65	1895.92
Barra22	EMELRIO4	1.01130	1936.17	1914.54	1.01790	0.65	1902.12

Fecha: 7 de febrero del 2001

Hora: 21:00-22:00

Número de Generaciones: 500

Tamaño de la población: 30

Longitud del cromosoma: 30

Probabilidad de cruzamiento: 0.6

Probabilidad de mutación: 0.033

Valor Normalizado: 0.1

Cuadro 4 - K.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPA,
para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra 1	T-ESMER	0.90064	1035.96	1150.25	1.06120	17.83	976.22
	EMLESU1	0.90064	1035.96	1150.25	1.06120	17.83	976.22
	EMLESU2	0.90064	1035.96	1150.25	1.06120	17.83	976.22
Barra 2	E.GZ-TV3	1.00134	1200.79	1199.18	1.01760	1.62	1180.02
	E.GZ-TV2	1.00134	1235.26	1233.61	1.01760	1.62	1213.90
	E.VASANT	1.00134	1285.48	1283.76	1.01760	1.62	1263.25
	ELEC-AT1	1.00134	1861.44	1858.95	1.01760	1.62	1829.25
	ELEC-AT2	1.00134	2286.59	2283.83	1.01760	1.62	2247.34
	E.GZ-TG4	1.00134	2852.89	2848.77	1.01760	1.62	2803.25
Barra 3	E.GASAN5	1.00134	2869.98	2866.14	1.01760	1.62	2820.34
	E.GASAN6	1.00134	2878.05	2874.20	1.01760	1.62	2828.27
	E.GASAN1	1.00134	2772.21	2768.50	1.01760	1.62	2724.26
	E.GASAN2	1.00134	2785.74	2782.01	1.01760	1.62	2737.56
	E.GASAN3	1.00134	3091.53	3087.39	1.01760	1.62	3038.06
	EAUSDES1	1.01081	1184.24	1171.58	0.99540	1.52	1189.71
Barra 4	EAUSDES2	1.01081	1182.91	1170.26	0.99540	1.52	1188.38
	EAUSDES3	1.01081	1184.04	1171.38	0.99540	1.52	1189.51
	EAUSDES4	1.01081	1156.35	1143.98	0.99540	1.52	1161.69
	EAUSMON1	1.01081	2160.98	2137.87	0.99540	1.52	2170.97
	EAUSMON2	1.01081	2273.63	2249.31	0.99540	1.52	2284.14
	EAUSMON3	1.01081	2217.53	2193.81	0.99540	1.52	2227.78
Barra 5	EAUSMON4	1.01081	2769.2	2739.59	0.99540	1.52	2782.00
	EAUSMON5	1.01081	2780.05	2750.32	0.99540	1.52	2792.90
	EAUSMON6	1.01081	2768.48	2738.87	0.99540	1.52	2781.27
	TPGUANG1	1.01857	1261.2	1238.21	1.03790	1.90	1215.15
	TPGUANG2	1.01857	1264.32	1241.27	1.03790	1.90	1218.15
	TPGUANG3	1.01857	1268.72	1245.59	1.03790	1.90	1222.39
Barra 6	TPGUANG4	1.01857	1266.2	1243.12	1.03790	1.90	1219.96
	TPGUANG5	1.01857	1262.44	1239.42	1.03790	1.90	1216.34
	TPGUANG6	1.01857	1259.74	1236.77	1.03790	1.90	1213.74
	G.HERNA1	1.01037	1437.21	1422.46	1.03690	2.63	1386.06
	G.HERNA2	1.01037	1431.74	1417.05	1.03690	2.63	1380.79
	G.HERNA3	1.01037	1437.89	1423.13	1.03690	2.63	1386.72
Barra 7	G.HERNA4	1.01037	1428.34	1413.68	1.03690	2.63	1377.51
	G.HERNA5	1.01037	1437.89	1423.13	1.03690	2.63	1386.72
	G.HERNA6	1.01037	1437.89	1423.13	1.03690	2.63	1386.72

# Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra 6	EQL3-U3	0.97717	1988.65	2035.11	1.00520	2.87	1978.36
	EQL3-U4	0.97717	1988.65	2035.11	1.00520	2.87	1978.36
	EQL2-U1	1.00108	2029.12	2026.93	1.01740	1.63	1994.42
Barra 7	EQL2-U2	1.00108	2015.43	2013.26	1.01740	1.63	1980.96
	LULUN-11	1.01037	2056.28	2035.18	1.03690	2.63	1983.10
	LULUN-12	1.01037	2051.1	2030.05	1.03690	2.63	1978.11
Barra 8	LULUN-13	1.01037	2043.4	2022.43	1.03690	2.63	1970.68
	TP-ROSA3	1.01037	2452.56	2427.39	1.03690	2.63	2365.28
	TP-ROSA2	1.01037	2505.28	2479.57	1.03690	2.63	2416.12
Barra 9	TP-ROSA1	1.01037	2475.88	2450.47	1.03690	2.63	2387.77
	ORO-CAG3	1.06712	1980.56	2250.99	1.07480	0.72	1842.72
	ORO-CAG4	1.06712	1958.24	2161.31	1.07480	0.72	1821.96
Barra 10	ORO-MAU4	1.06712	1980.1	2197.91	1.07480	0.72	1842.30
	ORO-MAU5	1.06712	2001.91	1996.34	1.07480	0.72	1862.59
	VGQL2-U3	0.99207	1715.88	1729.60	1.01690	2.50	1637.36
Barra 11	VGQL2-U4	0.99207	1737.37	1751.26	1.01690	2.50	1708.50
	VGQL1-U1	0.99207	1667.44	1680.77	1.01690	2.50	1639.73
	VGQL1-U2	0.99207	1693.86	1707.40	1.01690	2.50	1665.71
Barra 12	LOJ-CA1	1.06158	8693.98	8189.66	1.03890	2.14	8368.45
	LOJ-CA2	1.06158	2351.38	2214.98	1.03890	2.14	2263.34
	LOJ-CA4	1.06158	2733.63	2575.06	1.03890	2.14	2631.27
Barra 13	LOJ-CA5	1.06158	2725.59	2567.48	1.03890	2.14	2623.53
	LOJ-CA6	1.06158	2184.77	2058.04	1.03890	2.14	2102.96
	LOJ-CA7	1.06158	2239.99	2110.05	1.03890	2.14	2156.12
Barra 14	LOJ-CA8	1.06158	2281.49	2149.15	1.03890	2.14	2196.06
	LOJ-CA9	1.06158	2287.44	2154.75	1.03890	2.14	2201.79
	LOJ-CA10	1.06158	2306.61	2172.81	1.03890	2.14	2220.24
Barra 15	EMELNOR	1.05099	2172.54	2067.33	1.05590	0.48	2057.52
	SELG1	1.05991	2129.34	2008.98	1.04650	1.27	2034.73
	SELG12	1.05991	8623.48	8136.05	1.04650	1.27	8240.31
Barra 16	SELG8	1.05991	2319.13	2188.04	1.04650	1.27	2216.08
	SELG9	1.05991	2129.85	2009.46	1.04650	1.27	2035.21
	SELG10	1.05991	2151.52	2029.91	1.04650	1.27	2055.92

Cuadro 4 - K.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPAQ,
para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra13	SELG11	1.04650	1986.63	1898.36	1.02920	1.65	1930.27
	SEPLG4	1.04650	2314.5	2211.66	1.02920	1.65	2248.83
	EPW-SELE	1.04650	8926.95	8530.29	1.02920	1.55	8673.68
Barra14	SEPOG5	0.99144	2061.67	2079.47	1.01840	2.72	2024.42
Barra15	BOLIVAR	0.99732	2244.93	2250.96	0.99670	0.06	2252.36
Barra16	RICBAMBA	0.98127	2388.57	2434.16	0.98380	0.26	2427.90
Barra17	MAN-M11	1.06322	8610.16	8098.19	1.07240	0.86	8028.87
	MAN-M12	1.06322	8610.16	8098.19	1.07240	0.86	8028.87
	MAN-M13	1.06322	2870.95	2700.24	1.07240	0.86	2677.13
	MAN-M14	1.06322	8610.16	8098.19	1.07240	0.86	8028.87
	MAN-M17	1.06322	2236.45	2103.47	1.07240	0.86	2085.46
	MAN-M18	1.06322	2262.16	2127.65	1.07240	0.86	2109.44
	MAN-M19	1.06322	8610.15	8098.18	1.07240	0.86	8028.86
	MAN-M10	1.06322	2216.49	2084.70	1.07240	0.86	2066.85
	MAN-M11	1.06322	2034.48	1913.51	1.07240	0.86	1897.13
	MAN-M12	1.06322	1893.79	1781.18	1.07240	0.86	1765.94
	MAN-M13	1.06322	2216.49	2084.70	1.07240	0.86	2066.85
	MAN-M14	1.06322	2216.49	2084.70	1.07240	0.86	2066.85
	MAN-M15	1.06322	2216.49	2084.70	1.07240	0.86	2066.85
	MAN-M16	1.06322	2256.09	2121.94	1.07240	0.86	2103.78
	MAN-M18	1.06322	2256.39	2122.22	1.07240	0.86	2104.06
	MAN-M22	1.06322	2251.23	2117.37	1.07140	0.77	2101.20

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra18	S-DGOG9	1.00147	8345.52	8333.27	1.01810	1.66	8197.15
	S-DGOU2	1.00147	8555.41	8542.85	1.01810	1.66	8403.31
	EPW-SD1	1.00147	8503.69	8491.21	1.01810	1.66	8352.51
	EPW-SD2	1.00147	8503.69	8491.21	1.01810	1.66	8352.51
Barra19	AMB-LL11	0.96818	2015.23	2081.46	0.97580	0.79	2065.21
	AMB-LL12	0.96818	2029.78	2096.49	0.97580	0.79	2080.12
	AMB-BAT3	0.96818	2206.16	2278.67	0.97580	0.79	2260.87
Barra20	MILA-G3	0.99641	8630.4	8661.49	0.99210	0.43	8699.12
	MILA-G4	0.99641	2108.13	2115.73	0.99210	0.43	2124.92
	MILA-G5	0.99641	2003.36	2010.58	0.99210	0.43	2019.31
	MILA-G6	0.99641	2090.67	2098.20	0.99210	0.43	2107.32
	MILA-G7	0.99641	2142.5	2150.22	0.99210	0.43	2159.56
	MILA-G8	0.99641	8630.37	8661.46	0.99210	0.43	8699.09
Barra21	E-TRINIT	0.99812	1038.03	1039.99	1.00140	0.33	1036.58
	ECORP	0.99812	8799.03	8815.60	1.00140	0.33	8786.73
	EQT-U1	0.99812	8980	8996.91	1.00140	0.33	8967.45
Barra22	EMELRIO1	1.01985	1902.27	1865.24	1.02580	0.58	1854.43
	EMELRIO2	1.01985	1890.46	1853.66	1.02580	0.58	1842.91
	EMELRIO3	1.01985	1929.86	1892.30	1.02580	0.58	1881.32
	EMELRIO4	1.01985	1936.17	1898.49	1.02580	0.58	1887.47

Fecha: Miércoles 23 de febrero del 2001

Hora: 11:00-12:00

Número de Generaciones: 500

Tamaño de la población: 30

Longitud del cromosoma: 30

Probabilidad de cruzamiento: 0.6

Probabilidad de mutación: 0.033

Valor Normalizado: 0.1

Cuadro 4 - L.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPAQ.
para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra 1	T-ESMER	0.86939	1046.21	1203.38	0.99720	14.70	1049.15
	EMLESU1	0.86939	1794.16	2063.70	0.99720	14.70	1799.20
	EMLESU2	0.86939	1794.16	2063.70	0.99720	14.70	1799.20
Barra2	E.GZ.TV3	1.00041	1211.81	1211.31	1.00670	0.63	1203.74
	E.GZ.TV2	1.00041	1246.61	1246.10	1.00670	0.63	1238.31
	E.VASANT	1.00041	1298.06	1297.53	1.00670	0.63	1289.42
	ELEC-AT1	1.00041	1602.31	1601.65	1.00670	0.63	1591.65
	ELEC-AT2	1.00041	1961.35	1960.55	1.00670	0.63	1948.30
	E.GZ.TG4	1.00041	2436.13	2435.13	1.00670	0.63	2419.92
	E.GASAN5	1.00041	2451.35	2450.35	1.00670	0.63	2435.04
	E.GASAN6	1.00041	2458.65	2457.64	1.00670	0.63	2442.29
	E.GASAN1	1.00041	2390.28	2389.30	1.00670	0.63	2374.37
	E.GASAN2	1.00041	2403.57	2402.58	1.00670	0.63	2387.57
	E.GASAN3	1.00041	2679.47	2678.37	1.00670	0.63	2661.64
Barra3	EAUSDES1	1.00849	1190.59	1180.57	1.01240	0.39	1176.01
	EAUSDES2	1.00849	1189.30	1179.29	1.01240	0.39	1174.73
	EAUSDES3	1.00849	1190.48	1180.46	1.01240	0.39	1175.90
	EAUSDES4	1.00849	1162.63	1152.84	1.01240	0.39	1148.39
	EAUSMON1	1.00849	1861.61	1845.94	1.01240	0.39	1838.81
	EAUSMON2	1.00849	1960.21	1943.71	1.01240	0.39	1936.20
	EAUSMON3	1.00849	1918.52	1902.37	1.01240	0.39	1895.02
	EAUSMON4	1.00849	2403.70	2383.46	1.01240	0.39	2374.26
	EAUSMON5	1.00849	2414.55	2394.22	1.01240	0.39	2384.98
	EAUSMON6	1.00849	2402.98	2382.75	1.01240	0.39	2373.55
Barra4	TPGUANG1	0.98614	1261.43	1279.16	1.03580	5.04	1217.83
	TPGUANG2	0.98614	1264.55	1282.32	1.03580	5.04	1220.84
	TPGUANG3	0.98614	1268.95	1286.78	1.03580	5.04	1225.09
	TPGUANG4	0.98614	1266.43	1284.23	1.03580	5.04	1222.66
	TPGUANG5	0.98614	1262.67	1280.42	1.03580	5.04	1219.03
	TPGUANG6	0.98614	1259.98	1277.69	1.03580	5.04	1216.43
Barra5	G.HERNA1	0.99779	1410.03	1413.15	1.02360	2.59	1377.52
	G.HERNA2	0.99779	1404.69	1407.80	1.02360	2.59	1372.30
	G.HERNA3	0.99779	1410.70	1413.82	1.02360	2.59	1378.18
	G.HERNA4	0.99779	1401.38	1404.48	1.02360	2.59	1369.07
	G.HERNA5	0.99779	1410.70	1413.82	1.02360	2.59	1378.18
	G.HERNA6	0.99779	1410.70	1413.82	1.02360	2.59	1378.18

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra6	EQL3-U3	1.02708	1720.62	1675.25	0.97490	5.08	1764.92
	EQL3-U4	1.02708	1731.97	1686.30	0.97490	5.08	1776.56
Barra7	EQL2-U1	1.01371	1755.18	1731.44	1.00820	0.54	1740.90
	EQL2-U2	1.01371	1743.49	1719.91	1.00820	0.54	1729.31
Barra8	LULUN-11	0.99779	1784.56	1788.61	1.02610	2.84	1739.27
	LULUN-12	0.99779	1780.25	1784.19	1.02610	2.84	1734.97
	LULUN-13	0.99779	1773.67	1777.60	1.02610	2.84	1728.55
	TP.ROSA3	0.99779	2097.57	2102.22	1.02610	2.84	2044.22
	TP.ROSA2	0.99779	2142.56	2147.31	1.02610	2.84	2088.06
	TP.ROSA1	0.99779	2117.47	2122.16	1.02610	2.84	2063.61
Barra9	ORO-CAG3	0.95609	1957.22	2047.11	1.06090	10.96	1844.87
	ORO-CAG4	0.95609	1876.85	1963.05	1.06090	10.96	1769.11
	ORO-MAU4	0.95609	1901.66	1989.00	1.06090	10.96	1792.50
	ORO-MAU5	0.95609	1728.32	1807.91	1.06090	10.96	1629.30
Barra10	VGQL2-U3	1.00912	1732.65	1716.59	0.99760	1.14	1736.82
	VGQL2-U4	1.00912	1754.35	1738.49	0.99760	1.14	1758.57
	VGQL1-U1	1.00912	1683.95	1668.73	0.99760	1.14	1688.00
	VGQL1-U2	1.00912	1710.64	1695.18	0.99760	1.14	1714.76
Barra11	LOJ-CA1	0.98201	8693.98	8853.25	1.01410	3.27	8573.10
	LOJ-CA2	0.98201	2077.58	2115.64	1.01410	3.27	2048.69
	LOJ-CA4	0.98201	2417.04	2461.32	1.01410	3.27	2383.43
	LOJ-CA5	0.98201	2406.55	2450.64	1.01410	3.27	2373.09
	LOJ-CA6	0.98201	1931.54	1966.92	1.01410	3.27	1904.68
	LOJ-CA7	0.98201	1974.05	2010.21	1.01410	3.27	1946.60
	LOJ-CA8	0.98201	1984.19	2020.54	1.01410	3.27	1956.60
	LOJ-CA9	0.98201	1992.04	2028.53	1.01410	3.27	1964.34
	LOJ-CA10	0.98201	2007.15	2043.92	1.01410	3.27	1979.24
Barra12	EMELNOR	0.96849	1864.37	1925.03	1.04720	8.13	1780.34
Barra13	SELG1	0.96761	1838.24	1899.77	1.03410	6.87	1777.62
	SELG12	0.96761	8623.48	8912.14	1.03410	6.87	8339.12
	SELG8	0.96761	2011.52	2078.85	1.03410	6.87	1945.19
	SELG9	0.96761	1829.51	1890.75	1.03410	6.87	1769.18
	SELG10	0.96761	1858.58	1920.79	1.03410	6.87	1797.29

Quadro 4 - L.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPAQ,
para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra13	SELG11	0.96761	1704.27	1761.32	1.03410	6.87	1648.07
	SEPLG4	0.96761	1987.29	2053.81	1.03410	6.87	1921.76
	EPW-SELE	0.96761	8926.95	9225.77	1.03410	6.87	8632.58
Barra14	SEPOG5	1.02060	1768.51	1732.81	0.98660	3.33	1792.53
Barra15	BOLIVAR	1.01592	1946.96	1916.45	1.00980	0.60	1928.06
Barra16	RIOBAMBA	1.022	2088.21	2043.26	1.00290	1.87	2082.17
Barra17	MAN-M11	0.96517	8610.16	8920.87	1.07180	11.05	8033.36
	MAN-M12	0.96517	8610.16	8920.87	1.07180	11.05	8033.36
	MAN-M13	0.96517	2510.02	2600.60	1.07180	11.05	2341.87
	MAN-M14	0.96517	8610.16	8920.87	1.07180	11.05	8033.36
	MAN-M17	0.96517	1927.31	1996.86	1.07180	11.05	1798.20
	MAN-M18	0.96517	1949.47	2019.82	1.07180	11.05	1818.87
	MAN-M19	0.96517	8610.15	8920.86	1.07180	11.05	8033.36
	MAN-M10	0.96517	1910.11	1979.04	1.07180	11.05	1782.15
	MAN-M11	0.96517	1762.73	1826.34	1.07180	11.05	1644.64
	MAN-M12	0.96517	1637.21	1696.29	1.07180	11.05	1527.53
	MAN-M13	0.96517	1910.11	1979.04	1.07180	11.05	1782.15
	MAN-M14	0.96517	1910.11	1979.04	1.07180	11.05	1782.15
	MAN-M15	0.96517	1910.11	1979.04	1.07180	11.05	1782.15
	MAN-M16	0.96517	1944.24	2014.40	1.07180	11.05	1814.00
	MAN-M18	0.96517	1944.49	2014.66	1.07180	11.05	1814.23
	MAN-M22	0.96517	1940.04	2010.05	1.07180	11.05	1810.08

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra18	S-DGOG9	1.00606	8345.52	8295.25	1.01280	0.67	8240.05
	S-DGOU2	1.00606	8555.41	8503.88	1.01280	0.67	8447.28
	EPW-SD1	1.00606	8503.69	8452.47	1.01280	0.67	8396.22
	EPW-SD2	1.00606	8503.69	8452.47	1.01280	0.67	8396.22
Barra19	AMB-LI1	1.03178	1724.77	1671.65	1.00160	2.93	1722.01
	AMB-LI2	1.03178	1738.41	1684.86	1.00160	2.93	1735.63
	AMB-BAT3	1.03178	1887.71	1829.57	1.00160	2.93	1884.69
Barra20	MILA-G3	1.00613	8630.4	8577.82	0.99720	0.89	8654.63
	MILA-G4	1.00613	1804.93	1793.93	0.99720	0.89	1810.00
	MILA-G5	1.00613	1713.97	1703.53	0.99720	0.89	1718.78
	MILA-G6	1.00613	1789.95	1779.04	0.99720	0.89	1794.98
	MILA-G7	1.00613	1832.51	1821.35	0.99720	0.89	1837.66
	MILA-G8	1.00613	8630.37	8577.79	0.99720	0.89	8654.60
Barra21	E-TRINIT	0.99841	1047.77	1049.44	0.99720	0.12	1050.71
	ECORP	0.99841	8799.03	8813.04	0.99720	0.12	8823.74
	EQT-U1	0.99841	8980	8994.30	0.99720	0.12	9005.21
Barra22	EMELRIO1	0.98503	1644.28	1669.27	1.02160	3.71	1609.51
	EMELRIO2	0.98503	1634.17	1659.01	1.02160	3.71	1599.62
	EMELRIO3	0.98503	1667.9	1693.25	1.02160	3.71	1632.64
	EMELRIO4	0.98503	1673.3	1698.73	1.02160	3.71	1637.92



Fecha: Miércoles, 28 de febrero del 2001

Hora: 18-19

Número de Generaciones: 500

Tamaño de la población: 30

Longitud del cromosoma: 30

Probabilidad de cruzamiento: 0.6

Probabilidad de mutación: 0.033

Valor Normalizado: 0.1

Cuadro 4 - M.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEAPAG,
para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra 1	T-ESMER	1.11619	1046.21	937.30	1.02680	8.01	1018.90
	EMLESU1	1.11619	1794.16	1607.40	1.02680	8.01	1747.33
	EMLESU2	1.11619	1794.16	1607.40	1.02680	8.01	1747.33
Barra 2	E.GZ.TV3	1.00376	1211.81	1207.27	1.02060	1.68	1187.35
	E.GZ.TV2	1.00376	1246.61	1241.94	1.02060	1.68	1221.45
	E.VASANT	1.00376	1298.06	1293.20	1.02060	1.68	1271.96
	ELEC-AT1	1.00376	1602.31	1596.31	1.02060	1.68	1569.97
	ELEC-AT2	1.00376	1961.35	1954.00	1.02060	1.68	1921.76
	E.GZ.TG4	1.00376	2436.13	2427.00	1.02060	1.68	2386.96
	E.GASAN5	1.00376	2451.35	2442.17	1.02060	1.68	2401.37
	E.GASAN6	1.00376	2458.65	2449.44	1.02060	1.68	2409.02
	E.GASAN1	1.00376	2390.28	2381.33	1.02060	1.68	2342.03
	E.GASAN2	1.00376	2403.57	2394.57	1.02060	1.68	2355.06
	E.GASAN3	1.00376	2679.47	2669.43	1.02060	1.68	2625.39
Barra 3	EAUSDES1	0.99641	1190.59	1194.88	1.00280	0.64	1187.27
	EAUSDES2	0.99641	1189.3	1193.58	1.00280	0.64	1185.98
	EAUSDES3	0.99641	1190.48	1194.77	1.00280	0.64	1187.16
	EAUSDES4	0.99641	1162.63	1166.82	1.00280	0.64	1159.38
	EAUSMON1	0.99641	1861.61	1868.32	1.00280	0.64	1856.41
	EAUSMON2	0.99641	1960.21	1967.27	1.00280	0.64	1954.74
	EAUSMON3	0.99641	1918.52	1925.43	1.00280	0.64	1913.16
	EAUSMON4	0.99641	2403.7	2412.36	1.00280	0.64	2396.99
	EAUSMON5	0.99641	2414.55	2423.25	1.00280	0.64	2407.81
Barra 4	EAUSMON6	0.99641	2402.98	2411.64	1.00280	0.64	2396.27
	TPGUANG1	0.97110	1261.43	1298.97	1.04320	7.42	1209.19
	TPGUANG2	0.97110	1264.55	1302.18	1.04320	7.42	1212.18
	TPGUANG3	0.97110	1268.95	1306.71	1.04320	7.42	1216.40
	TPGUANG4	0.97110	1266.43	1304.12	1.04320	7.42	1213.99
	TPGUANG5	0.97110	1262.67	1300.25	1.04320	7.42	1210.38
Barra 5	TPGUANG6	0.97110	1259.98	1297.48	1.04320	7.42	1207.90
	G.HERNA1	0.98542	1410.03	1430.89	1.03900	5.44	1357.10
	G.HERNA2	0.98542	1404.69	1425.47	1.03900	5.44	1351.96
	G.HERNA3	0.98542	1410.7	1431.57	1.03900	5.44	1357.75
	G.HERNA4	0.98542	1401.38	1422.11	1.03900	5.44	1348.78
	G.HERNA5	0.98542	1410.7	1431.57	1.03900	5.44	1357.75
	G.HERNA6	0.98542	1410.7	1431.57	1.03900	5.44	1357.75

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra 6	EQL3-U3	1.02396	1720.62	1680.36	0.98710	3.60	1743.11
	EQL3-U4	1.02396	1731.97	1691.44	0.98710	3.60	1754.60
Barra 7	EQL2-U1	1.03220	1755.18	1700.43	1.02040	1.14	1720.09
	EQL2-U2	1.03220	1743.49	1689.10	1.02040	1.14	1708.63
Barra 8	LULUN-11	0.98542	1784.56	1811.07	1.03900	5.44	1717.67
	LULUN-12	0.98542	1780.26	1806.59	1.03900	5.44	1713.43
	LULUN-13	0.98542	1773.67	1799.91	1.03900	5.44	1707.09
	TP.ROSA3	0.98542	2097.57	2128.61	1.03900	5.44	2018.84
	TP.ROSA2	0.98542	2142.56	2174.26	1.03900	5.44	2062.14
	TP.ROSA1	0.98542	2117.47	2148.80	1.03900	5.44	2037.99
Barra 9	ORO-CAG3	0.93833	1957.22	2085.85	1.07580	14.65	1819.32
	ORO-CAG4	0.93833	1876.85	2000.20	1.07580	14.65	1744.61
	ORO-MAU4	0.93833	1901.56	2026.64	1.07580	14.65	1767.67
	ORO-MAU5	0.93833	1728.52	1842.12	1.07580	14.65	1606.73
Barra 10	VGQL2-U3	1.01337	1732.55	1709.79	1.01020	0.31	1715.16
	VGQL2-U4	1.01337	1754.35	1731.20	1.01020	0.31	1736.64
	VGQL1-U1	1.01337	1683.95	1661.73	1.01020	0.31	1666.95
	VGQL1-U2	1.01337	1710.54	1688.07	1.01020	0.31	1693.37
	LOJ-CA1	0.93973	8693.98	9251.57	1.04970	11.70	8282.35
	LOJ-CA2	0.93973	2077.58	2210.83	1.04970	11.70	1979.21
	LOJ-CA4	0.93973	2417.04	2572.06	1.04970	11.70	2302.60
	LOJ-CA5	0.93973	2406.55	2560.90	1.04970	11.70	2292.61
	LOJ-CA6	0.93973	1931.54	2055.42	1.04970	11.70	1840.09
	LOJ-CA7	0.93973	1974.05	2100.66	1.04970	11.70	1880.58
	LOJ-CA8	0.93973	1984.19	2111.45	1.04970	11.70	1890.24
	LOJ-CA9	0.93973	1992.04	2119.80	1.04970	11.70	1897.72
	LOJ-CA10	0.93973	2007.15	2135.88	1.04970	11.70	1912.12
	EMELNOR	0.99783	1864.37	1868.42	1.07850	8.08	1728.67
Barra 12	SELG1	0.95021	1838.24	1934.56	1.04350	9.82	1761.61
	SELG12	0.95021	8623.48	9075.34	1.04350	9.82	8264.00
	SELG8	0.95021	2011.52	2116.92	1.04350	9.82	1927.67
	SELG9	0.95021	1829.51	1925.37	1.04350	9.82	1753.24
	SELG10	0.95021	1858.58	1955.97	1.04350	9.82	1781.10

Cuadro 4 - M.
Comparación valores reales de FNH y calculados por DEPA, para distintos valores en los parámetros del Algoritmo Genético.

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra13	SELG11	0.95021	1704.27	1793.57	1.04350	9.82	1633.22
	SEPLG4	0.95021	1987.29	2091.42	1.04350	9.82	1904.45
	EPW-SELE	0.95021	8926.95	9394.71	1.04350	9.82	8554.82
Barra14	SEPOG5	1.01054	1768.51	1750.06	1.00240	0.81	1764.28
Barra15	BOLIVAR	0.99343	1946.96	1959.84	1.01170	1.84	1924.44
Barra16	RIOBAMBA	1.01825	2088.21	2050.78	0.98720	3.05	2115.29
Barra17	MAN-M11	0.94739	8610.16	9088.30	1.09150	15.21	7888.37
	MAN-M12	0.94739	8610.16	9088.30	1.09150	15.21	7888.37
	MAN-M13	0.94739	2510.02	2649.41	1.09150	15.21	2299.61
	MAN-M14	0.94739	8610.16	9088.30	1.09150	15.21	7888.37
	MAN-M17	0.94739	1927.31	2034.34	1.09150	15.21	1765.74
	MAN-M18	0.94739	1949.47	2057.73	1.09150	15.21	1786.05
	MAN-M19	0.94739	8610.15	9088.28	1.09150	15.21	7888.36
	MAN-M10	0.94739	1910.11	2016.18	1.09150	15.21	1749.99
	MAN-M11	0.94739	1762.73	1860.62	1.09150	15.21	1614.96
	MAN-M12	0.94739	1637.21	1728.13	1.09150	15.21	1499.96
	MAN-M13	0.94739	1910.11	2016.18	1.09150	15.21	1749.99
	MAN-M14	0.94739	1910.11	2016.18	1.09150	15.21	1749.99
	MAN-M15	0.94739	1910.11	2016.18	1.09150	15.21	1749.99
	MAN-M16	0.94739	1944.24	2052.21	1.09150	15.21	1781.26
	MAN-M18	0.94739	1944.49	2052.47	1.09150	15.21	1781.48
	MAN-M22	0.94739	1940.04	2047.77	1.09150	15.21	1777.41

#. Barra	Unidad	FNH Real	CVG (S./KWH)	Costo Incremental	FNH Calculado	ER (%)	Costo Incremental
Barra18	S-DGOG9	0.99541	8345.52	8384.00	1.02350	2.82	8153.90
	S-DGOU2	0.99541	8555.41	8594.86	1.02350	2.82	8358.97
	EPW-SD1	0.99541	8503.69	8542.90	1.02350	2.82	8308.44
	EPW-SD2	0.99541	8503.69	8542.90	1.02350	2.82	8308.44
Barra19	AMB-LLI1	1.02660	1724.77	1680.08	0.98250	4.30	1755.49
	AMB-LLI2	1.02660	1738.41	1693.37	0.98250	4.30	1759.37
	AMB-BAT3	1.02660	1887.71	1838.80	0.98250	4.30	1921.33
Barra20	MILA-G3	1.00757	8630.4	8565.56	0.99000	1.74	8717.58
	MILA-G4	1.00757	1804.93	1791.37	0.99000	1.74	1823.16
	MILA-G5	1.00757	1713.97	1701.09	0.99000	1.74	1731.28
	MILA-G6	1.00757	1789.95	1776.50	0.99000	1.74	1808.03
	MILA-G7	1.00757	1832.51	1818.74	0.99000	1.74	1851.02
	MILA-G8	1.00757	8630.37	8565.53	0.99000	1.74	8717.55
Barra21	E-TRINIT	0.99782	1047.77	1050.06	0.99330	0.45	1054.84
	ECORP	0.99782	8799.03	8818.25	0.99330	0.45	8858.38
	EQT-U1	0.99782	8980	8999.62	0.99330	0.45	9040.57
Barra22	EMELRIO1	0.98112	1644.28	1675.92	1.02800	4.78	1599.49
	EMELRIO2	0.98112	1634.17	1665.62	1.02800	4.78	1589.66
	EMELRIO3	0.98112	1667.9	1700.00	1.02800	4.78	1622.47
	EMELRIO4	0.98112	1673.3	1705.50	1.02800	4.78	1627.72

Anexo 1
Cuadros 5.

Datos reales de factores de nodo horarios y costos variables
de generación para todas las unidades del sistema

FACTORES DE NODO REALES*

FECHA: 1 de enero del 2001

HORA: 00:00-01:00

Todas las unidades

UNIDAD	FNH	CVG	UNIDAD	FNH	CVG
T-ESMER	0.975583205	958.93	SEPOG5	1.016337179	1827.11
E-TRINIT	1.000166872	958.98	BOLIVAR	0.988471517	1984.92
E.GZ.TV3	1.014827139	1110.16	RIOBAMB	0.976246660	2126.48
E.GZ.TV2	1.014823373	1141.93	MAN-MI1	1.124639332	8610.16
EAUSDES1	0.976468012	1114.98	MAN-MI2	1.124639332	8610.16
EAUSDES2	0.976468959	1127.89	MAN-MI3	1.124638102	2556.01
EAUSDES3	0.976471097	1128.41	MAN-MI4	1.124639332	8610.16
EAUSDES4	0.976466576	1087.94	MAN-MI7	1.124638311	1966.7
TPGUANG1	1.031804470	1303.20	MAN-MI8	1.124641008	1989.31
TPGUANG2	1.031803530	1293.18	MAN-MI9	1.124639495	8610.15
TPGUANG3	1.031805294	1321.01	MAN-M10	1.124641544	1949.15
TPGUANG4	1.031798541	1303.76	MAN-M11	1.124637083	1797.35
TPGUANG5	1.031801782	1292.60	MAN-M12	1.124640531	1669.9
TPGUANG6	1.031802826	1291.91	MAN-M13	1.124641544	1949.15
E.VASANT	1.014828451	1201.77	MAN-M14	1.124641544	1949.15
G.HERNA1	1.017592530	1353.51	MAN-M15	1.124641544	1949.15
G.HERNA2	1.017598273	1348.45	MAN-M16	1.124642167	1983.97
G.HERNA3	1.017591716	1354.15	MAN-M18	1.124636548	1984.23
G.HERNA4	1.017593755	1345.32	MAN-M22	1.124638554	1979.69
G.HERNA5	1.017591716	1354.15	TP.ROSA3	1.017594681	2142.8
G.HERNA6	1.017591716	1354.15	S-DG0G9	1.016089205	2345.52
EQL3-U3	1.005016368	1753.04	S-DG0U2	1.016086775	8555.41
EQL3-U4	1.005017570	1764.64	EPW-SD1	1.016089287	2189.52
EQL2-U2	1.014563855	1776.41	EPW-SD2	1.016089287	2189.52
EQL2-U1	1.014563052	1788.35	ECORP	1.000167092	8799.03
ELEC-AT1	1.014826843	1718.66	TP.ROSA2	1.017597121	2188.77
LULUN-11	1.017597475	1818.06	ELEC-AT2	1.014825925	2002.83
LULUN-12	1.017596427	1813.54	AMB-LLI1	0.982198906	1761.78
LULUN-13	1.017594251	1806.82	AMB-LLI2	0.982198571	1775.54
ORO-CAG3	1.034640199	1980.56	AMB-BAT3	0.982197705	1928.28
ORO-CAG4	1.034638713	1958.24	TP.ROSA1	1.017593956	2163.13
ORO-MAU4	1.034637712	1980.10	MILA-G3	0.980303960	8630.4
ORO-MAU5	1.034637628	2001.91	MILA-G4	0.980304158	1843.56
E.G.PASC	1.000000000	1946.00	MILA-G5	0.980302572	1750.84
VGQL2-U3	1.014648493	1604.21	MILA-G6	0.980305524	1828.26
VGQL2-U4	1.014648010	1624.35	MILA-G7	0.980304982	1872.01
LOJ-CA1	1.012904248	8693.98	MILA-G8	0.980303893	8630.37
LOJ-CA2	1.012903009	2112.47	E.GZ.TG4	1.014827831	2489.19
LOJ-CA4	1.012905646	2457.38	EPW-SELE	1.048452105	2559.67
LOJ-CA5	1.012905522	2447.2	E.GASAN5	1.014825169	2504.69
LOJ-CA6	1.012905023	1963.8	E.GASAN6	1.014825947	2512.09
LOJ-CA7	1.012903877	2007.93	IN-COLOM	1.056588930	8568.82
LOJ-CA8	1.012903808	2022.07	E.GASAN1	1.014825387	2438.94
LOJ-CA9	1.012905351	2029.68	E.GASAN2	1.014827659	2452.26
LOJ-C10	1.012905846	2045.3	E.GASAN3	1.014825078	2731.97
VGQL1-U1	1.014651275	1557.51	EQT U1	1.000167066	8980
VGQL1-U2	1.014647598	1582.14	EAUSMON1	0.976470044	1900.24
EMLESU1	0.975584928	1830.49	EAUSMON2	0.976469612	2000.63
EMLESU2	0.975584928	1830.49	EAUSMON3	0.976470119	1957.1
EMELNOR	1.056720660	1903.64	EAUSMON4	0.976466369	2450.54
SELG1	1.048453137	1787.34	EAUSMON5	0.976469095	2461.62
SELG12	1.048452515	8623.48	EAUSMON6	0.976467306	2449.81
SELG8	1.048451487	2058.97	EMELRIO1	1.023476069	1677.16
SELG9	1.048450153	1842.41	EMELRIO2	1.023474294	1666.82
SELG10	1.048454543	1792.7	EMELRIO3	1.023474207	1701.27
SELG11	1.048452172	1746.26	EMELRIO4	1.023476290	1706.79
SEPLG4	1.048454656	2062.52			

FACTORES DE NODO REALES*

FECHA: 1 de enero del 2001

HORA: 06:00-07:00

Todas las unidades

UNIDAD	FNH	CVG	UNIDAD	FNH	CVG
T-ESMER	0.949651901	958.93	SEPOG5	1.00742	1827.11
E-TRINIT	0.999499719	958.98	BOLIVAR	0.99660	1984.92
E.GZ.TV3	1.006017109	1110.16	RIOBAMB	0.98926	2126.48
E.GZ.TV2	1.006017091	1141.93	MAN-MI1	1.06720	8610.16
EAUSDES1	0.996095949	1114.98	MAN-MI2	1.06720	8610.16
EAUSDES2	0.996096475	1127.89	MAN-MI3	1.06720	2556.01
EAUSDES3	0.996098267	1128.41	MAN-MI4	1.06720	8610.16
EAUSDES4	0.996099615	1087.94	MAN-MI7	1.06720	1966.7
TPGUANG1	1.023594835	1303.20	MAN-MI8	1.06720	1989.31
TPGUANG2	1.023595621	1293.18	MAN-MI9	1.06720	8610.15
TPGUANG3	1.023594409	1321.01	MAN-M10	1.06720	1949.15
TPGUANG4	1.023592498	1303.76	MAN-M11	1.06720	1797.35
TPGUANG5	1.023590247	1292.60	MAN-M12	1.06720	1669.9
TPGUANG6	1.023595034	1291.91	MAN-M13	1.06720	1949.15
E.VASANT	1.006018852	1201.77	MAN-M14	1.06720	1949.15
G.HERNA1	1.014921904	1353.51	MAN-M15	1.06720	1949.15
G.HERNA2	1.014925261	1348.45	MAN-M16	1.06720	1983.97
G.HERNA3	1.014922353	1354.15	MAN-M18	1.06720	1984.23
G.HERNA4	1.014922220	1345.32	MAN-M22	1.06720	1979.69
G.HERNA5	1.014922353	1354.15	TP.ROSA3	1.01492	2142.8
G.HERNA6	1.014922353	1354.15	S-DG0G9	1.01062	2345.52
EQL3-U3	1.002275508	1753.04	S-DG0U2	1.01062	8555.41
EQL3-U4	1.002271901	1764.64	EPW-SD1	1.01062	2189.52
EQL2-U2	1.005757994	1776.41	EPW-SD2	1.01062	2189.52
EQL2-U1	1.005758924	1788.35	ECORP	0.99950	8799.03
ELEC-AT1	1.006017397	1718.66	TP.ROSA2	1.01492	2188.77
LULUN-11	1.014921874	1818.06	ELEC-AT2	1.00602	2002.83
LULUN-12	1.014925540	1813.54	AMB-LLI1	0.99039	1761.78
LULUN-13	1.014924870	1806.82	AMB-LLI2	0.99039	1775.54
ORO-CAG3	1.020071179	1980.56	AMB-BAT3	0.99039	1928.28
ORO-CAG4	1.020070740	1958.24	TP.ROSA1	1.01493	2163.13
ORO-MAU4	1.020070680	1980.10	MILA-G3	0.99114	8630.4
ORO-MAU5	1.020071133	2001.91	MILA-G4	0.99114	1843.56
E.G.PASC	1.000000000	1946.00	MILA-G5	0.99114	1750.84
VGQL2-U3	1.005843663	1604.21	MILA-G6	0.99114	1828.26
VGQL2-U4	1.005845527	1624.35	MILA-G7	0.99114	1872.01
LOJ-CA1	1.016335759	8693.98	MILA-G8	0.99114	8630.37
LOJ-CA2	1.016338627	2112.47	E.GZ.TG4	1.00602	2489.19
LOJ-CA4	1.016336625	2457.38	EPW-SELE	1.02236	2559.67
LOJ-CA5	1.016338159	2447.2	E.GASAN5	1.00602	2504.69
LOJ-CA6	1.016338635	1963.8	E.GASAN6	1.00602	2512.09
LOJ-CA7	1.016333782	2007.93	IN-COLOM	1.03831	8568.82
LOJ-CA8	1.016335188	2022.07	E.GASAN1	1.00602	2438.94
LOJ-CA9	1.016334011	2029.68	E.GASAN2	1.00602	2452.26
LOJ-C10	1.016338538	2045.3	E.GASAN3	1.00602	2731.97
VGQL1-U1	1.005844516	1557.51	EQT U1	0.99950	8980
VGQL1-U2	1.005842525	1582.14	EAUSMON1	0.99609	1900.24
EMLESU1	0.949650850	1830.49	EAUSMON2	0.99610	2000.63
EMLESU2	0.949650850	1830.49	EAUSMON3	0.99610	1957.1
EMELNOR	1.038441607	1903.64	EAUSMON4	0.99610	2450.54
SELG1	1.022359502	1787.34	EAUSMON5	0.99610	2461.62
SELG12	1.022359536	8623.48	EAUSMON6	0.99610	2449.81
SELG8	1.022359157	2058.97	EMELRIO1	1.01403	1677.16
SELG9	1.022357002	1842.41	EMELRIO2	1.01403	1666.82
SELG10	1.022361120	1792.7	EMELRIO3	1.01402	1701.27
SELG11	1.022358568	1746.26	EMELRIO4	1.01403	1706.79
SEPLG4	1.022360353	2062.52			

FACTORES DE NODO REALES*

FECHA: 1 de enero del 2001

HORA: 19:00-20:00

Todas las unidades

UNIDAD	FNH	CVG	UNIDAD	FNH	CVG
T-ESMER	0.98136398	958.93	SEPOG5	1.02169	1827.11
E-TRINIT	1.00043816	958.98	BOLIVAR	0.99987	1984.92
E.GZ.TV3	1.02106212	1110.16	RIOBAMB	0.97880	2126.48
E.GZ.TV2	1.02106637	1141.93	MAN-MI1	1.06079	8610.16
EAUSDES1	0.98156560	1114.98	MAN-MI2	1.06079	8610.16
EAUSDES2	0.98156770	1127.89	MAN-MI3	1.06078	2556.01
EAUSDES3	0.98156750	1128.41	MAN-MI4	1.06079	8610.16
EAUSDES4	0.98156753	1087.94	MAN-MI7	1.06079	1966.7
TPGUANG1	1.04288538	1303.20	MAN-MI8	1.06078	1989.31
TPGUANG2	1.04288710	1293.18	MAN-MI9	1.06079	8610.15
TPGUANG3	1.04288342	1321.01	MAN-M10	1.06078	1949.15
TPGUANG4	1.04288285	1303.76	MAN-M11	1.06078	1797.35
TPGUANG5	1.04288192	1292.60	MAN-M12	1.06079	1669.9
TPGUANG6	1.04288897	1291.91	MAN-M13	1.06078	1949.15
E.VASANT	1.02106238	1201.77	MAN-M14	1.06078	1949.15
G.HERNA1	1.02570495	1353.51	MAN-M15	1.06078	1949.15
G.HERNA2	1.02570246	1348.45	MAN-M16	1.06078	1983.97
G.HERNA3	1.02570026	1354.15	MAN-M18	1.06078	1984.23
G.HERNA4	1.02570124	1345.32	MAN-M22	1.06078	1979.69
G.HERNA5	1.02570026	1354.15	TP.ROSA3	1.02570	2142.8
G.HERNA6	1.02570026	1354.15	S-DG0G9	1.01803	2345.52
EQL3-U3	1.00666693	1753.04	S-DG0U2	1.01803	8555.41
EQL3-U4	1.00666876	1764.64	EPW-SD1	1.01803	2189.52
EQL2-U2	1.02080209	1776.41	EPW-SD2	1.01803	2189.52
EQL2-U1	1.02080016	1788.35	ECORP	1.00044	8799.03
ELEC-AT1	1.02106702	1718.66	TP.ROSA2	1.02570	2188.77
LULUN-11	1.02570381	1818.06	ELEC-AT2	1.02107	2002.83
LULUN-12	1.02569990	1813.54	AMB-LLI1	0.98272	1761.78
LULUN-13	1.02569896	1806.82	AMB-LLI2	0.98272	1775.54
ORO-CAG3	1.04561389	1980.56	AMB-BAT3	0.98272	1928.28
ORO-CAG4	1.04561036	1958.24	TP.ROSA1	1.02570	2163.13
ORO-MAU4	1.04561392	1980.10	MILA-G3	0.98129	8630.4
ORO-MAU5	1.04561314	2001.91	MILA-G4	0.98130	1843.56
E.G.PASC	1.00000000	1946.00	MILA-G5	0.98129	1750.84
VGQL2-U3	1.02088597	1604.21	MILA-G6	0.98129	1828.26
VGQL2-U4	1.02089108	1624.35	MILA-G7	0.98129	1872.01
LOJ-CA1	1.04204507	8693.98	MILA-G8	0.98129	8630.37
LOJ-CA2	1.04204752	2112.47	E.GZ.TG4	1.02106	2489.19
LOJ-CA4	1.04204425	2457.38	EPW-SELE	1.04951	2559.67
LOJ-CA5	1.04204457	2447.2	E.GASAN5	1.02106	2504.69
LOJ-CA6	1.04204695	1963.8	E.GASAN6	1.02106	2512.09
LOJ-CA7	1.04204659	2007.93	IN-COLOM	1.07692	8568.82
LOJ-CA8	1.04204630	2022.07	E.GASAN1	1.02106	2438.94
LOJ-CA9	1.04204252	2029.68	E.GASAN2	1.02106	2452.26
LOJ-C10	1.04204772	2045.3	E.GASAN3	1.02106	2731.97
VGQL1-U1	1.02088959	1557.51	EQT U1	1.00044	8980
VGQL1-U2	1.02088697	1582.14	EAUSMON1	0.98157	1900.24
EMLESU1	0.98135917	1830.49	EAUSMON2	0.98157	2000.63
EMLESU2	0.98135917	1830.49	EAUSMON3	0.98157	1957.1
EMELNOR	1.07704842	1903.64	EAUSMON4	0.98157	2450.54
SELG1	1.04951204	1787.34	EAUSMON5	0.98157	2461.62
SELG12	1.04951032	8623.48	EAUSMON6	0.98157	2449.81
SELG8	1.04950964	2058.97	EMELRIO1	1.02696	1677.16
SELG9	1.04951324	1842.41	EMELRIO2	1.02696	1666.82
SELG10	1.04951028	1792.7	EMELRIO3	1.02696	1701.27
SELG11	1.04951078	1746.26	EMELRIO4	1.02696	1706.79
SEPLG4	1.04951100	2062.52			

* Fuente: www.cenace.org.ec

FACTORES DE NODO REALES *

FECHA: 23 de enero del 2001

HORA: 00:00-01:00

Todas las unidades

UNIDAD	FNH	CVG	UNIDAD	FNH	CVG
T-ESMER	0.88143	955.95	SEPOG5	1.01433	1966.67
E-TRINIT	0.99722	956.13	BOLIVAR	0.99989	2127.58
E.GZ.TV3	0.99786	1106.97	RIOBAMB	0.99053	2270.28
E.GZ.TV2	0.99786	1138.64	MAN-MI1	1.10199	8610.16
EAUSDES1	0.99789	1113.87	MAN-MI2	1.10199	8610.16
EAUSDES2	0.99789	1126.78	MAN-MI3	1.10199	2728.81
EAUSDES3	0.99789	1127.29	MAN-MI4	1.10199	8610.16
EAUSDES4	0.99789	1086.84	MAN-MI7	1.10199	2114.71
TPGUANG1	1.01093	1305.44	MAN-MI8	1.10199	2139.01
TPGUANG2	1.01093	1295.40	MAN-MI9	1.10199	8610.15
TPGUANG3	1.01093	1323.30	MAN-M10	1.10199	2095.83
TPGUANG4	1.01093	1306.01	MAN-M11	1.10199	1927.46
TPGUANG5	1.01093	1294.82	MAN-M12	1.10199	1792.74
TPGUANG6	1.01093	1294.13	MAN-M13	1.10199	2095.83
E.VASANT	0.99786	1198.04	MAN-M14	1.10199	2095.83
G.HERNA1	1.00969	1367.99	MAN-M15	1.10199	2095.83
G.HERNA2	1.00969	1362.86	MAN-M16	1.10199	2133.28
G.HERNA3	1.00969	1368.64	MAN-M18	1.10199	2133.55
G.HERNA4	1.00969	1359.68	MAN-M22	1.10199	2128.67
G.HERNA5	1.00969	1368.64	TP.ROSA3	1.00969	2312.75
G.HERNA6	1.00969	1368.64	S-DG0G9	1.00478	2345.52
EQL3-U3	1.00440	1881.36	S-DG0U2	1.00478	8555.41
EQL3-U4	1.00440	1893.89	EPW-SD1	1.00478	2361.90
EQL2-U2	0.99760	1906.60	EPW-SD2	1.00478	2361.90
EQL2-U1	0.99760	1919.50	ECORP	0.99722	8799.03
ELEC-AT1	0.99786	1849.20	TP.ROSA2	1.00969	2362.43
LULUN-11	1.00969	1948.09	ELEC-AT2	0.99786	2158.69
LULUN-12	1.00969	1943.22	AMB-LLI1	0.99152	1900.84
LULUN-13	1.00969	1935.96	AMB-LLI2	0.99152	1915.03
ORO-CAG3	1.04036	2120.92	AMB-BAT3	0.99152	2080.75
ORO-CAG4	1.04036	2095.26	TP.ROSA1	1.00969	2334.73
ORO-MAU4	1.04036	2122.09	MILA-G3	0.99518	8630.40
ORO-MAU5	1.04036	2147.12	MILA-G4	0.99518	1988.72
E.G.PASC	1.00000	2102.08	MILA-G5	0.99518	1889.39
VGQL2-U3	0.99045	1599.24	MILA-G6	0.99518	1972.24
VGQL2-U4	0.99045	1619.32	MILA-G7	0.99518	2020.42
LOJ-CA1	1.02628	8693.98	MILA-G8	0.99518	8630.37
LOJ-CA2	1.02628	2243.55	E.GZ.TG4	0.99786	2688.58
LOJ-CA4	1.02628	2608.95	EPW-SELE	1.04126	2761.18
LOJ-CA5	1.02628	2599.95	E.GASAN5	0.99786	2705.12
LOJ-CA6	1.02628	2085.04	E.GASAN6	0.99786	2712.88
LOJ-CA7	1.02628	2135.25	IN-COLOM	1.02883	8568.82
LOJ-CA8	1.02628	2164.40	E.GASAN1	0.99786	2621.79
LOJ-CA9	1.02628	2171.10	E.GASAN2	0.99786	2635.23
LOJ-C10	1.02628	2188.67	E.GASAN3	0.99786	2929.25
VGQL1-U1	0.99045	1552.61	EQT U1	0.99722	8980.00
VGQL1-U2	0.99045	1577.16	EAUSMON1	0.99789	2043.57
EMLESU1	0.88143	1967.02	EAUSMON2	0.99789	2150.68
EMLESU2	0.88143	1967.02	EAUSMON3	0.99789	2100.25
EMELNOR	1.02896	2051.18	EAUSMON4	0.99789	2625.53
SELG1	1.04126	1925.73	EAUSMON5	0.99789	2636.60
SELG12	1.04126	8623.48	EAUSMON6	0.99789	2624.80
SELG8	1.04126	2206.23	EMELRIO1	1.01930	1800.68
SELG9	1.04126	1983.58	EMELRIO2	1.01930	1789.52
SELG10	1.04126	1931.09	EMELRIO3	1.01930	1826.69
SELG11	1.04126	1881.32	EMELRIO4	1.01930	1832.65
SEPLG4	1.04126	2219.18			

FACTORES DE NODO REALES *

FECHA: 23 de enero del 2001

HORA: 19:00-20:00

Todas las unidades

UNIDAD	FNH	CVG	UNIDAD	FNH	CVG
T-ESMER	0.91405	955.95	SEPOG5	1.01820	1966.67
E-TRINIT	0.99801	956.13	BOLIVAR	1.01672	2127.58
E.GZ.TV3	1.00782	1106.97	RIOBAMB	0.98884	2270.28
E.GZ.TV2	1.00782	1138.64	MAN-MI1	1.08962	8610.16
EAUSDES1	1.00589	1113.87	MAN-MI2	1.08962	8610.16
EAUSDES2	1.00589	1126.78	MAN-MI3	1.08962	2728.81
EAUSDES3	1.00589	1127.29	MAN-MI4	1.08962	8610.16
EAUSDES4	1.00589	1086.84	MAN-MI7	1.08962	2114.71
TPGUANG1	1.04247	1305.44	MAN-MI8	1.08962	2139.01
TPGUANG2	1.04247	1295.40	MAN-MI9	1.08962	8610.15
TPGUANG3	1.04247	1323.30	MAN-M10	1.08962	2095.83
TPGUANG4	1.04247	1306.01	MAN-M11	1.08962	1927.46
TPGUANG5	1.04247	1294.82	MAN-M12	1.08962	1792.74
TPGUANG6	1.04247	1294.13	MAN-M13	1.08962	2095.83
E.VASANT	1.00782	1198.04	MAN-M14	1.08962	2095.83
G.HERNA1	1.03027	1367.99	MAN-M15	1.08962	2095.83
G.HERNA2	1.03027	1362.86	MAN-M16	1.08962	2133.28
G.HERNA3	1.03027	1368.64	MAN-M18	1.08962	2133.55
G.HERNA4	1.03027	1359.68	MAN-M22	1.08962	2128.67
G.HERNA5	1.03027	1368.64	TP.ROSA3	1.03027	2312.75
G.HERNA6	1.03027	1368.64	S-DG0G9	1.01935	2345.52
EQL3-U3	1.00559	1881.36	S-DG0U2	1.01935	8555.41
EQL3-U4	1.00559	1893.89	EPW-SD1	1.01935	2361.90
EQL2-U2	1.00757	1906.60	EPW-SD2	1.01935	2361.90
EQL2-U1	1.00757	1919.50	ECORP	0.99801	8799.03
ELEC-AT1	1.00782	1849.20	TP.ROSA2	1.03027	2362.43
LULUN-11	1.03027	1948.09	ELEC-AT2	1.00782	2158.69
LULUN-12	1.03027	1943.22	AMB-LLI1	0.98678	1900.84
LULUN-13	1.03027	1935.96	AMB-LLI2	0.98678	1915.03
ORO-CAG3	1.06592	2120.92	AMB-BAT3	0.98678	2080.75
ORO-CAG4	1.06592	2095.26	TP.ROSA1	1.03027	2334.73
ORO-MAU4	1.06592	2122.09	MILA-G3	0.98961	8630.40
ORO-MAU5	1.06592	2147.12	MILA-G4	0.98961	1988.72
E.G.PASC	1.00000	2102.08	MILA-G5	0.98961	1889.39
VGQL2-U3	1.00042	1599.24	MILA-G6	0.98961	1972.24
VGQL2-U4	1.00042	1619.32	MILA-G7	0.98961	2020.42
LOJ-CA1	1.07936	8693.98	MILA-G8	0.98961	8630.37
LOJ-CA2	1.07936	2243.55	E.GZ.TG4	1.00782	2688.58
LOJ-CA4	1.07936	2608.95	EPW-SELE	1.06679	2761.18
LOJ-CA5	1.07936	2599.95	E.GASAN5	1.00782	2705.12
LOJ-CA6	1.07936	2085.04	E.GASAN6	1.00782	2712.88
LOJ-CA7	1.07936	2135.25	IN-COLOM	1.08611	8568.82
LOJ-CA8	1.07936	2164.40	E.GASAN1	1.00782	2621.79
LOJ-CA9	1.07936	2171.10	E.GASAN2	1.00782	2635.23
LOJ-C10	1.07936	2188.67	E.GASAN3	1.00782	2929.25
VGQL1-U1	1.00042	1552.61	EQT U1	0.99801	8980.00
VGQL1-U2	1.00042	1577.16	EAUSMON1	1.00589	2043.57
EMLESU1	0.91405	1967.02	EAUSMON2	1.00589	2150.68
EMLESU2	0.91405	1967.02	EAUSMON3	1.00589	2100.25
EMELNOR	1.08624	2051.18	EAUSMON4	1.00589	2625.53
SELG1	1.06679	1925.73	EAUSMON5	1.00589	2636.60
SELG12	1.06679	8623.48	EAUSMON6	1.00589	2624.80
SELG8	1.06679	2206.23	EMELRIO1	1.02386	1800.68
SELG9	1.06679	1983.58	EMELRIO2	1.02386	1789.52
SELG10	1.06679	1931.09	EMELRIO3	1.02386	1826.69
SELG11	1.06679	1881.32	EMELRIO4	1.02386	1832.65
SEPLG4	1.06679	2219.18			

FACTORES DE NODO REALES *

FECHA: 7 de febrero del 2001

HORA: 08:00-09:00

Todas las unidades

UNIDAD	FNH	CVG	UNIDAD	FNH	CVG
T-ESMER	0.88720	1035.96	SEPOG5	0.98381	2061.67
E-TRINIT	0.99744	1038.03	BOLIVAR	1.01090	2244.93
E.GZ.TV3	0.99964	1200.79	RIOBAMB	1.00148	2388.57
E.GZ.TV2	0.99964	1235.26	MAN-MI1	1.02149	8610.16
EAUSDES1	1.00762	1184.24	MAN-MI2	1.02149	8610.16
EAUSDES2	1.00762	1182.91	MAN-MI3	1.02149	2870.95
EAUSDES3	1.00763	1184.04	MAN-MI4	1.02149	8610.16
EAUSDES4	1.00762	1156.35	MAN-MI7	1.02149	2236.45
TPGUANG1	1.03780	1261.20	MAN-MI8	1.02149	2262.16
TPGUANG2	1.03781	1264.32	MAN-MI9	1.02149	8610.15
TPGUANG3	1.03781	1268.72	MAN-MI10	1.02149	2216.49
TPGUANG4	1.03781	1266.20	MAN-MI11	1.02149	2034.48
TPGUANG5	1.03781	1262.44	MAN-MI2	1.02149	1893.79
TPGUANG6	1.03781	1259.74	MAN-M13	1.02149	2216.49
E.VASANT	0.99964	1285.48	MAN-M14	1.02149	2216.49
G.HERNA1	1.02242	1437.21	MAN-M15	1.02149	2216.49
G.HERNA2	1.02242	1431.74	MAN-M16	1.02149	2256.09
G.HERNA3	1.02242	1437.89	MAN-M18	1.02149	2256.39
G.HERNA4	1.02242	1428.34	MAN-M22	1.02149	2251.23
G.HERNA5	1.02242	1437.89	TP.ROSA3	1.02242	2452.56
G.HERNA6	1.02242	1437.89	S-DG0G9	1.00803	8345.52
EQL3-U3	0.97485	1988.65	S-DG0U2	1.00803	8555.41
EQL3-U4	0.97484	2001.94	EPW-SD1	1.00803	8503.69
EQL2-U2	0.99939	2015.43	EPW-SD2	1.00803	8503.69
EQL2-U1	0.99938	2029.12	ECORP	0.99744	8799.03
ELEC-AT1	0.99965	1861.44	TP.ROSA2	1.02242	2505.28
LULUN-11	1.02242	2056.28	ELEC-AT2	0.99965	2286.89
LULUN-12	1.02242	2051.10	AMB-LLI1	1.00210	2015.23
LULUN-13	1.02242	2043.40	AMB-LLI2	1.00210	2029.78
ORO-CAG3	1.04834	2250.99	AMB-BAT3	1.00210	2206.16
ORO-CAG4	1.04834	2161.31	TP.ROSA1	1.02242	2475.88
ORO-MAU4	1.04834	2197.91	MILA-G3	0.99992	8630.40
ORO-MAU5	1.04834	1996.34	MILA-G4	0.99991	2108.13
E.G.PASC	1.00000	2289.98	MILA-G5	0.99992	2003.36
VGQL2-U3	0.99038	1715.88	MILA-G6	0.99992	2090.67
VGQL2-U4	0.99038	1737.37	MILA-G7	0.99992	2142.50
LOJ-CA1	1.03873	8693.98	MILA-G8	0.99992	8630.37
LOJ-CA2	1.03873	2351.38	E.GZ.TG4	0.99965	2852.59
LOJ-CA4	1.03873	2733.63	EPW-SELE	1.03564	8926.95
LOJ-CA5	1.03873	2725.59	E.GASAN5	0.99964	2869.98
LOJ-CA6	1.03873	2184.77	E.GASAN6	0.99965	2878.05
LOJ-CA7	1.03873	2239.99	IN-COLOM	1.06403	8568.82
LOJ-CA8	1.03873	2281.49	E.GASAN1	0.99964	2772.21
LOJ-CA9	1.03873	2287.44	E.GASAN2	0.99964	2785.74
LOJ-C10	1.03873	2306.61	E.GASAN3	0.99964	3091.53
VGQL1-U1	0.99038	1667.44	EQT U1	0.99744	8980.00
VGQL1-U2	0.99038	1693.86	EAUSMON1	1.00762	2160.98
EMLESU1	0.88720	2079.33	EAUSMON2	1.00762	2273.63
EMLESU2	0.88720	2079.33	EAUSMON3	1.00762	2217.53
EMELNOR	1.06416	2172.54	EAUSMON4	1.00762	2769.20
SELG1	1.03564	2129.34	EAUSMON5	1.00763	2780.05
SELG12	1.03564	8623.48	EAUSMON6	1.00763	2768.48
SELG8	1.03564	2319.13	EMELRIO1	1.01130	1902.27
SELG9	1.03564	2129.85	EMELRIO2	1.01130	1890.46
SELG10	1.03563	2151.52	EMELRIO3	1.01130	1929.86
SELG11	1.03564	1986.63	EMELRIO4	1.01130	1936.17
SEPLG4	1.03564	2314.50			

FACTORES DE NODO REALES*

FECHA: 7 de febrero del 2001

HORA: 21:00-22:00

Todas las unidades

UNIDAD	FNH	CVG	UNIDAD	FNH	CVG
T-ESMER	0.90064	1035.96	SEPOG5	0.99144	2061.67
E-TRINIT	0.99812	1038.03	BOLIVAR	0.99732	2244.93
E.GZ.TV3	1.00134	1200.79	RIOBAMB	0.98127	2388.57
E.GZ.TV2	1.00134	1235.26	MAN-MI1	1.06322	8610.16
EAUSDES1	1.01081	1184.24	MAN-MI2	1.06322	8610.16
EAUSDES2	1.01080	1182.91	MAN-MI3	1.06322	2870.95
EAUSDES3	1.01080	1184.04	MAN-MI4	1.06322	8610.16
EAUSDES4	1.01080	1156.35	MAN-MI7	1.06321	2236.45
TPGUANG1	1.01857	1261.20	MAN-MI8	1.06321	2262.16
TPGUANG2	1.01857	1264.32	MAN-MI9	1.06322	8610.15
TPGUANG3	1.01857	1268.72	MAN-MI10	1.06321	2216.49
TPGUANG4	1.01857	1266.20	MAN-MI11	1.06321	2034.48
TPGUANG5	1.01856	1262.44	MAN-MI12	1.06322	1893.79
TPGUANG6	1.01856	1259.74	MAN-MI13	1.06321	2216.49
E.VASANT	1.00134	1285.48	MAN-MI14	1.06321	2216.49
G.HERNA1	1.01037	1437.21	MAN-MI15	1.06321	2216.49
G.HERNA2	1.01037	1431.74	MAN-MI16	1.06322	2256.09
G.HERNA3	1.01036	1437.89	MAN-MI18	1.06322	2256.39
G.HERNA4	1.01037	1428.34	MAN-M22	1.06321	2251.23
G.HERNA5	1.01036	1437.89	TP.ROSA3	1.01036	2452.56
G.HERNA6	1.01036	1437.89	S-DG0G9	1.00147	8345.52
EQL3-U3	0.97717	1988.65	S-DG0U2	1.00147	8555.41
EQL3-U4	0.97717	2001.94	EPW-SD1	1.00147	8503.69
EQL2-U2	1.00108	2015.43	EPW-SD2	1.00147	8503.69
EQL2-U1	1.00108	2029.12	ECORP	0.99812	8799.03
ELEC-AT1	1.00134	1861.44	TP.ROSA2	1.01037	2505.28
LULUN-11	1.01037	2056.28	ELEC-AT2	1.00134	2286.89
LULUN-12	1.01037	2051.10	AMB-LLI1	0.96818	2015.23
LULUN-13	1.01037	2043.40	AMB-LLI2	0.96818	2029.78
ORO-CAG3	1.06712	2250.99	AMB-BAT3	0.96818	2206.16
ORO-CAG4	1.06712	2161.31	TP.ROSA1	1.01037	2475.88
ORO-MAU4	1.06712	2197.91	MILA-G3	0.99641	8630.40
ORO-MAU5	1.06712	1996.34	MILA-G4	0.99641	2108.13
E.G.PASC	1.00000	2289.98	MILA-G5	0.99640	2003.36
VGQL2-U3	0.99207	1715.88	MILA-G6	0.99641	2090.67
VGQL2-U4	0.99207	1737.37	MILA-G7	0.99641	2142.50
LOJ-CA1	1.06158	8693.98	MILA-G8	0.99641	8630.37
LOJ-CA2	1.06158	2351.38	E.GZ.TG4	1.00134	2852.59
LOJ-CA4	1.06158	2733.63	EPW-SELE	1.05991	8926.95
LOJ-CA5	1.06158	2725.59	E.GASAN5	1.00134	2869.98
LOJ-CA6	1.06158	2184.77	E.GASAN6	1.00134	2878.05
LOJ-CA7	1.06158	2239.99	IN-COLOM	1.05075	8568.82
LOJ-CA8	1.06158	2281.49	E.GASAN1	1.00134	2772.21
LOJ-CA9	1.06159	2287.44	E.GASAN2	1.00134	2785.74
LOJ-C10	1.06158	2306.61	E.GASAN3	1.00134	3091.53
VGQL1-U1	0.99208	1667.44	EQT U1	0.99812	8980.00
VGQL1-U2	0.99208	1693.86	EAUSMON1	1.01080	2160.98
EMLESU1	0.90064	2079.33	EAUSMON2	1.01080	2273.63
EMLESU2	0.90064	2079.33	EAUSMON3	1.01080	2217.53
EMELNOR	1.05089	2172.54	EAUSMON4	1.01080	2769.20
SELG1	1.05991	2129.34	EAUSMON5	1.01080	2780.05
SELG12	1.05991	8623.48	EAUSMON6	1.01080	2768.48
SELG8	1.05991	2319.13	EMELRIO1	1.01985	1902.27
SELG9	1.05991	2129.85	EMELRIO2	1.01985	1890.46
SELG10	1.05991	2151.52	EMELRIO3	1.01985	1929.86
SELG11	1.05991	1986.63	EMELRIO4	1.01985	1936.17
SEPLG4	1.05991	2314.50			

* Fuente: www.cenace.org.ec

FACTORES DE NODO REALES*

FECHA: Miércoles 28 de febrero del 2001

HORA: 11:00-12:00

Todas las unidades

UNIDAD	FNH	CVG	UNIDAD	FNH	CVG
T-ESMER	0.86939	1046.21	SEPOG5	1.02060	1768.51
E-TRINIT	1.00159	1047.77	BOLIVAR	1.01592	1946.96
E.GZ.TV3	1.00041	1211.81	RIOBAMB	1.02200	2088.21
E.GZ.TV2	1.00042	1246.61	MAN-MI1	0.96517	8610.16
EAUSDES1	1.00849	1190.59	MAN-MI2	0.96517	8610.16
EAUSDES2	1.00849	1189.3	MAN-MI3	0.96517	2510.02
EAUSDES3	1.00849	1190.48	MAN-MI4	0.96517	8610.16
EAUSDES4	1.00850	1162.63	MAN-MI7	0.96517	1927.31
TPGUANG1	0.98613	1261.43	MAN-MI8	0.96517	1949.47
TPGUANG2	0.98614	1264.55	MAN-MI9	0.96517	8610.15
TPGUANG3	0.98614	1268.95	MAN-MI10	0.96517	1910.11
TPGUANG4	0.98614	1266.43	MAN-MI11	0.96517	1762.73
TPGUANG5	0.98614	1262.67	MAN-MI12	0.96517	1637.21
TPGUANG6	0.98613	1259.98	MAN-MI13	0.96517	1910.11
E.VASANT	0.99958	1298.06	MAN-MI14	0.96517	1910.11
G.HERNA1	0.99779	1410.03	MAN-MI15	0.96517	1910.11
G.HERNA2	0.99779	1404.69	MAN-MI16	0.96517	1944.24
G.HERNA3	0.99780	1410.7	MAN-MI18	0.96517	1944.49
G.HERNA4	0.99780	1401.38	MAN-M22	0.96517	1940.04
G.HERNA5	0.99780	1410.7	TP.ROSA3	0.99779	2097.57
G.HERNA6	0.99780	1410.7	S-DG0G9	1.00606	8345.52
EQL3-U3	1.02708	1720.62	S-DG0U2	1.00606	8555.41
EQL3-U4	1.02708	1731.97	EPW-SD1	1.00606	8503.69
EQL2-U2	1.01371	1743.49	EPW-SD2	1.00606	8503.69
EQL2-U1	1.01371	1755.18	ECORP	0.99841	8799.03
ELEC-AT1	0.99959	1602.31	TP.ROSA2	0.99779	2142.56
LULUN-11	0.99779	1784.66	ELEC-AT2	0.99959	1961.35
LULUN-12	0.99779	1780.25	AMB-LLI1	1.03178	1724.77
LULUN-13	0.99780	1773.67	AMB-LLI2	1.03178	1738.41
ORO-CAG3	0.95609	1957.22	AMB-BAT3	1.03177	1887.71
ORO-CAG4	0.95609	1876.85	TP.ROSA1	0.99779	2117.47
ORO-MAU4	0.95609	1901.66	MILA-G3	1.00613	8630.4
ORO-MAU5	0.95608	1728.52	MILA-G4	1.00613	1804.93
E.G.PASC	1.00000	1955.19	MILA-G5	1.00613	1713.97
VGQL2-U3	1.00912	1732.65	MILA-G6	1.00613	1789.95
VGQL2-U4	1.00912	1754.35	MILA-G7	1.00613	1832.51
LOJ-CA1	0.98201	8693.98	MILA-G8	1.00613	8630.37
LOJ-CA2	0.98201	2077.58	E.GZ.TG4	0.99959	2436.13
LOJ-CA4	0.98201	2417.04	EPW-SELE	0.96761	8926.95
LOJ-CA5	0.98201	2406.55	E.GASAN5	0.99958	2451.35
LOJ-CA6	0.98201	1931.54	E.GASAN6	0.99959	2458.65
LOJ-CA7	0.98201	1974.05	IN-COLOM	0.96862	8568.82
LOJ-CA8	0.98201	1984.19	E.GASAN1	0.99959	2390.28
LOJ-CA9	0.98201	1992.04	E.GASAN2	0.99958	2403.57
LOJ-C10	0.98201	2007.15	E.GASAN3	0.99959	2679.47
VGQL1-U1	1.00912	1683.95	EQT U1	0.99841	8980
VGQL1-U2	1.00912	1710.64	EAUSMON1	1.00849	1861.61
EMLESU1	1.15023	1794.16	EAUSMON2	1.00849	1960.21
EMLESU2	1.15023	1794.16	EAUSMON3	1.00850	1918.52
EMELNOR	0.96849	1864.37	EAUSMON4	1.00850	2403.7
SELG1	0.96761	1838.24	EAUSMON5	1.00849	2414.55
SELG12	0.96761	8623.48	EAUSMON6	1.00849	2402.98
SELG8	0.96761	2011.52	EMELRIO1	0.98503	1644.28
SELG9	0.96761	1829.51	EMELRIO2	0.98503	1634.17
SELG10	0.96762	1858.58	EMELRIO3	0.98503	1667.9
SELG11	0.96761	1704.27	EMELRIO4	0.98503	1673.3
SEPLG4	0.96761	1987.29			

* Fuente: www.cenace.org.ec

FACTORES DE NODO REALES*

FECHA: Miércoles 28 de febrero del 2001

HORA: 18:00-19:00

Todas las unidades

UNIDAD	FNH	CVG	UNIDAD	FNH	CVG
I-ESMER	1.11619	1046.21	SEPOG5	1.01054	1768.51
E-TRINIT	0.99782	1047.77	BOLIVAR	0.99343	1946.96
E.GZ.TV3	1.00376	1211.81	RIOBAMB	1.01825	2088.21
E.GZ.TV2	1.00376	1246.61	MAN-MI1	0.94739	8610.16
EAUSDES1	0.99641	1190.59	MAN-MI2	0.94739	8610.16
EAUSDES2	0.99642	1189.3	MAN-MI3	0.94739	2510.02
EAUSDES3	0.99641	1190.48	MAN-MI4	0.94739	8610.16
EAUSDES4	0.99641	1162.63	MAN-MI7	0.94739	1927.31
TPGUANG1	0.97110	1261.43	MAN-MI8	0.94739	1949.47
TPGUANG2	0.97110	1264.55	MAN-MI9	0.94739	8610.15
TPGUANG3	0.97109	1268.95	MAN-M10	0.94739	1910.11
TPGUANG4	0.97109	1266.43	MAN-M11	0.94739	1762.73
TPGUANG5	0.97109	1262.67	MAN-M12	0.94739	1637.21
TPGUANG6	0.97109	1259.98	MAN-M13	0.94739	1910.11
E.VASANT	1.00376	1298.06	MAN-M14	0.94739	1910.11
G.HERNA1	0.98542	1410.03	MAN-M15	0.94739	1910.11
G.HERNA2	0.98542	1404.69	MAN-M16	0.94739	1944.24
G.HERNA3	0.98542	1410.7	MAN-M18	0.94739	1944.49
G.HERNA4	0.98542	1401.38	MAN-M22	0.94739	1940.04
G.HERNA5	0.98542	1410.7	TP.ROSA3	0.98542	2097.57
G.HERNA6	0.98542	1410.7	S-DG0G9	0.99541	8345.52
EQL3-U3	1.02396	1720.62	S-DG0U2	0.99541	8555.41
EQL3-U4	1.02396	1731.97	EPW-SD1	0.99541	8503.69
EQL2-U2	1.03221	1743.49	EPW-SD2	0.99541	8503.69
EQL2-U1	1.03220	1755.18	ECORP	0.99782	8799.03
ELEC-AT1	1.00376	1602.31	TP.ROSA2	0.98542	2142.56
LULUN-11	0.98542	1784.66	ELEC-AT2	1.00376	1961.35
LULUN-12	0.98542	1780.25	AMB-LLI1	1.02660	1724.77
LULUN-13	0.98542	1773.67	AMB-LLI2	1.02660	1738.41
ORO-CAG3	0.93833	1957.22	AMB-BAT3	1.02660	1887.71
ORO-CAG4	0.93833	1876.85	TP.ROSA1	0.98542	2117.47
ORO-MAU4	0.93833	1901.66	MILA-G3	1.00757	8630.4
ORO-MAU5	0.93833	1728.52	MILA-G4	1.00757	1804.93
E.G.PASC	1.00000	1955.19	MILA-G5	1.00757	1713.97
VGQL2-U3	1.01337	1732.65	MILA-G6	1.00756	1789.95
VGQL2-U4	1.01337	1754.35	MILA-G7	1.00757	1832.51
LOJ-CA1	0.93973	8693.98	MILA-G8	1.00757	8630.37
LOJ-CA2	0.93973	2077.58	E.GZ.TG4	1.00376	2436.13
LOJ-CA4	0.93974	2417.04	EPW-SELE	0.95020	8926.95
LOJ-CA5	0.93974	2406.55	E.GASAN5	1.00376	2451.35
LOJ-CA6	0.93973	1931.54	E.GASAN6	1.00376	2458.65
LOJ-CA7	0.93973	1974.05	IN-COLOM	0.93795	8568.82
LOJ-CA8	0.93973	1984.19	E.GASAN1	1.00376	2390.28
LOJ-CA9	0.93974	1992.04	E.GASAN2	1.00376	2403.57
LOJ-C10	0.93974	2007.15	E.GASAN3	1.00376	2679.47
VGQL1-U1	1.01337	1683.95	EQT U1	0.99782	8980
VGQL1-U2	1.01338	1710.64	EAUSMON1	0.99642	1861.61
EMLESU1	1.11619	1794.16	EAUSMON2	0.99641	1960.21
EMLESU2	1.11619	1794.16	EAUSMON3	0.99641	1918.52
EMELNOR	0.93783	1864.37	EAUSMON4	0.99641	2403.7
SELG1	0.95020	1838.24	EAUSMON5	0.99642	2414.55
SELG12	0.95021	8623.48	EAUSMON6	0.99642	2402.98
SELG8	0.95021	2011.52	EMELRIO1	0.98112	1644.28
SELG9	0.95021	1829.51	EMELRIO2	0.98112	1634.17
SELG10	0.95020	1858.58	EMELRIO3	0.98112	1667.9
SELG11	0.95021	1704.27	EMELRIO4	0.98112	1673.3
SEPLG4	0.95020	1987.29			