NACIONES UNIDAS

CONSEJO ECONOMICO Y SOCIAL

LIMITADO
CCE/SC.5/GRIE/III/5
Mayo de 1976

ORIGINAL: ESPAÑOL

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA
COMITE DE COOPERACION ECONOMICA DEL ISTMO CENTROAMERICANO
SUBCOMITE CENTROAMERICANO DE ELECTRIFICACION Y RECURSOS HIDRAULICOS
Grupo Regional sobre Interconexión Eléctrica (GRIE)

Tercera reunión
México, D. F., 20 y 21 de mayo de 1976

Anexo 2

COSTOS DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS EN EL ISTMO CENTROAMERICANO

Informe preparado por el señor Jorge Figuls para el Estudio sobre Interconexión Eléctrica en el Istmo Centroamericano, bajo la dirección y coordinación de la Sección de Recursos Naturales y Energía de la CEPAL, Subsede en México, y financiado por el Banco Centroamericano de Integración Económica.

INDICE

	Página
Introducción	1
Guatemala: Costo de proyectos hidroeléctricos programados	3
El Salvador: Costo de proyectos hidroeléctricos programados	11
Honduras: Costo de proyectos hidroeléctricos programados	27
Nicaragua: Costo de proyectos hidroeléctricos programados	33
Costa Rica: Costo de proyectos hidroeléctricos programados	39
Panamá: Costo de proyectos hidroeléctricos programados	51

INTRODUCCION

El estudio de interconexión de los sistemas del Istmo Centroamericano requiere como datos de base los antecedentes relacionados con los proyectos hidroeléctricos contenidos en los planes de expansión de cada uno de los países del Istmo, en especial sus costos de construcción.

En general los costos mencionados por provenir de fuentes muy diversas y de distintas épocas resultan poco comparables entre sí, lo que hizo necesario someterlos previamente a un proceso de uniformización, para el cual se tomó como año base el de 1974.

Para la actualización anterior se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- Variaciones en el costo de la mano de obra en el área centroamericana;
- Variaciones en el costo de materiales y equipo centroamericanos e importados;
- Variaciones en el valor de uso del equipo de construcción.

En lo que respecta a la reducción de costos a un criterio común de estimación, es necesario desglosar los costos parciales en dos tipos de obra:

- Obras cuyo costo depende fundamentalmente de características locales (como son terrenos, campamentos, vías de acceso y otras) y cuya estimación podría difícilmente mejorarse sin conocimiento profundo de las condiciones particulares;
- Obras que podrían considerarse típicas y que en general pueden reducirse a valores unitarios (como son túneles, tuberías, turbinas, etc.).

Para las partidas del primer tipo sólo fue posible efectuar la actualización por variaciones en el tiempo. En cambio para estimación de costos de las obras del segundo tipo se utilizó, dentro de lo posible, o sea cuando había antecedentes suficientes, un conjunto de curvas de costos de obras típicas que fueron actualizadas especialmente para este estudio y que se incluyen en el anexo 2-A.

Los datos en que están basadas las estimaciones que siguen fueron proporcionados por las empresas eléctricas del Istmo.

GUATEMALA: COSTO DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS PROGRAMADOS

(Miles de dólares)

Proyecto	Maria Linda	Embalse "La Plata"	Agua Caliente	Pueblo Viejo-Quixal
Terrenos-campamentos y vías de acceso	650 a/			5 200
Obras de desvío		1 390 a/		3 730
Obras de embalse				
Presa		6 680 a/		9 630 a/
Tomas de agua	4 150 a/		340 b/	2 300 a/
Vertedero de excedencias		1 160 a/		14 360 a/
Túneles	13 090 b/		3 000 b/	79 080 a/
Sifones o canales				4 320 a/
Tanque de oscilación	300 a/		190 b/	1 730 a/
Tubería forzada o túnel forzado	8 810 a/		780 b/	13 730 a/
Edificio de Casa de máquinas	2 840 b/		850 b/	6 150 b/
Equipo previsto para Proyecto "Agua Caliente"	1 450 a/			
Turbinas	3 300 b/		1 300 b/	7 250 b/
Generadores	4 950 b/		1 050 b/	10 500 b/
Equipo electromecánico	1 430 b/		490 b/	3 000 b/
Grúa	190 b/		120 b/	250 b/
Casa de operadores	300 b/		200	500 b/
Total de costos directos	41 460	9 230	8 320	161 730
Imprevistos 15%	6 219	1 385	1 248	24 260
	47 679	10 615	9 568	185 990
Ingeniería 10%	4 768	1 062	957	18 599
	52 447	11 677	10 525	204 589
Intereses 15%	7 867	1 751	1 579	30 688
Total	60 314	13 428	12 104	235 277
Tomar	60 310	13 430	12 100	235 280

a/ Datos de informes.
b/ Datos de gráficos o estimados.

GUATEMALA: PROYECTO MARIA LINDA

Características: $P = 3 \times 30 = 90$ MW

$H_n = 517$ m

$N = 360$ rpm

MVA = 35

Pelton

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
15	Túneles: L = 12 470 m		
	D = 2.7		
	C = 1 050 x 12 470		13 090
	Tubería forzada: Datos tomados del informe sumando:		
	Obra civil tubería forzada	1 357	
	Obra civil cámara válvulas	132	
	Tubería e instalación	6 900	
	Válvula	420	8 810
32	Edificio de Casa de máquinas		
	3 unidades de 35 MVA (teórico 2 unidades)		
	70 MVA c = 2 100		
	c = 2 100 x 1.35 (3 unidades)		2 840
26	Turbinas Pelton: $\frac{kW}{\sqrt{4}} = \frac{30\ 000}{\sqrt{517}} = 1\ 320$		
	c = 1 100	C = 110 x 3	3 300
29	Generadores: $\frac{kVA}{N} = \frac{35\ 300}{360} = 98$		
	c = 1 650	C = 1 650 x 3	4 950
31	Equipo electromecánico: Pelton para 105 MVA		
	c = 1 300	C = 1 300 x 1.1	1 430
30	Grúa: $\frac{kW}{N} = \frac{30\ 000}{360} = 83$		
	c = 195		190

/PROYECTO EMBALSE

GUATEMALA: PROYECTO EMBALSE "LA PLATA"

Características: No aumenta la potencia, sólo la generación

Gráfico	Metodología	Costo estimado (miles de dólares)
	En el informe de "Aguacapa" de diciembre de 1974 se dice en la página 19 que el costo total del embalse de regulación anual es de 8×10^6 Q, pero no se da desglose. En la página 93 del mismo informe se dan valores de Acres, presa de Almacenaje por un valor total de 9.23×10^6 Q. Por este motivo se consideró conveniente tomar estos últimos valores sin actualizar	
	Presa: 5 845 + 840 = 6 685	6 680
	Obras de desvío: 1 320 + 70 = 1 390	1 390
	Vertedero de excedencias: 555 + 600	1 160

/PROYECTO AGUA

GUATEMALA: PROYECTO AGUA CALIENTE

Características: $P = 1 \times 20$ MW

$H_n = 174$ m

$N = 600$ rpm

MVA = 23.5

Francis

Gráfico	Metodología	Costo estimado (miles de dólares)
	El informe de "Aguacapa" de diciembre de 1974 no da datos de costos, por lo que se calculó el costo del proyecto con base en los gráficos	
13	Toma de aguas: Para $Q = 12\ m^3/s$ $C = 340$	340
15	Túnel: $L = 3\ 750$ $D = 2.2$	
	$c = 800$ $C = 800 \times 3\ 750$	3 000
21 y 22	Tanque de oscilación:	
	$\beta = Q\sqrt{\frac{L}{a}} = 12\sqrt{\frac{3\ 750}{3.8}} = 377$ $D = 10$ m	
	Altura = 23 m	
	$H \times D = 23 \times 10 = 230$ $C = 190$	190
32	Edificio de Casa de máquinas:	
	1 unidad (teórico $23.5 \times 2 = 47$)	
	$c = 1\ 300$ $C = 1\ 300 \times 0.65$	850
27	Turbina Francis:	
	$\frac{kW}{H} = \frac{20\ 000}{174} = 1\ 407$ $C = 1\ 300$	1 300
29	Generador:	
	$\frac{kVA}{N} = \frac{23.5}{3\ 600} = 39.2$ $C = 1\ 050$	1 050
31	Equipo electromecánico: Para 23.5 MVA	
	$c = 580$ $C = 580 \times 0.85$	490
30	Grúa:	
	$\frac{kW}{N} = \frac{20\ 000}{600} = 33$ $C = 120$	120

/PROYECTO PUEBLO

GUATEMALA: PROYECTO PUEBLO VIEJO-QUIXAL

Características: P = 5 x 46 = 230

H = 430 m

N = 360 rpm

MVA = 54

Pelton

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
	La información se tomó de copias de un informe con fecha diciembre de 1973, páginas 9-22, 9-23, 9-24, 9-25, 9-26, 9-27 y 9-28. (Tabla 9.5.)		
	Dicha información se actualizó con base en el gráfico 8.8 cuya copia se acompañó al informe.		
	Factor = $\frac{205}{142}$ = 1.4436		
		Datos del informe	
	Vías de acceso	3 605	5 200
	Obras de desvío	2 582	3 730
	Presa	6 669	9 630
	Toma de aguas	1 590	2 300
	Vertedero	9 950	14 360
	Túneles	54 774	79 080
	Sifón	2 990	4 320
	Tanque de oscilación	1 196	1 730
	Tubería forzada	9 509	13 730
32	Edificio de Casa de máquinas: (teórico 2 unidades)		
	5 unidades de 54 MVA (2 x 54) = 108		
	N = 360 rpm	c = 3 000 x 2.05	6 150
26	Turbinas Pelton:		
	$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{46\ 000}{\sqrt{430}}$ = 2 218		
	c = 1 450	C = 1 450 x 5	7 250

(continúa)

PUEBLO VIEJO - QUIXAL (Conclusión)

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
29	Generadores:		
	$\frac{kVA}{N} = \frac{54\ 000}{360} = 150$		
	C = 2 100	C = 2 100 x 5	10 500
31	Equipo electromecánico:	Para 54 x 5 = 270 MVA	
	C = 2 500 x 1.2		3 000
30	Grúa:		
	$\frac{kW}{N} = \frac{46\ 000}{360} = 127$	C = 250	250

/NUEVOS PROYECTOS

GUATEMALA: NUEVOS PROYECTOS

(Miles de dólares)

	Xalala	Polochic	Chicoc	Estrella Pol	Semuc	Chulac
Características						
Potencia MW	4 x 53.7 214.8	3 x 43.8 131.4	4 x 70.2 280.8	3 x 54.9 180.8	3 x 40.9 122.7	4 x 93.1 372.4
Turbina tipo	Francis	Francis	Pelton	Pelton	Francis	Francis
Caída neta (m)	64.7	141.3	723	431.7	174.2	159.4
N	150	257.1	514	360	300	180
Potencia MVA	4 x 63.2 252.7	3 x 51.5 154.5	4 x 82.6 330.4	3 x 64.6 193.8	3 x 48.1 144.3	4 x 109.5 438.0
Costos						
Campamentos y vías de acceso	2 300 a/	600 a/	1 400 a/	500 a/	1 100 a/	1 100 a/
Obras de desvío		3 100 a/				5 900 a/
Embalse	1 000 a/					500 a/
Presa	19 700 a/	16 900 a/	4 600 a/	3 000 a/	7 700 a/	77 300 a/
Toma de aguas		500 a/		100 a/		1 810 a/
Obras de excedencias	3 200 a/	4 700 a/				22 500 a/
Túneles		13 000 a/	32 200 a/	28 800 a/	6 300 a/	17 400 a/
Canal o desarenador		500 a/	100 a/	1 100 a/	2 280 a/	
Tanque de oscilación		600 a/	200 a/	100 a/	70 a/	1 860 a/
Tubería forzada	230 a/	2 700 a/	18 300 a/	3 100 a/	1 800 a/	8 100 a/
Edificio Casa de máquinas	6 240 b/	3 600 b/	4 810 b/	3 910 b/	3 395 b/	8 060 b/
Turbinas	15 400 b/	6 300 b/	6 400 b/	4 950 b/	5 700 b/	12 200 b/
Generadores	15 800 b/	7 500 b/	8 800 b/	7 200 b/	6 600 b/	19 200 b/
Res. equipo electromecánico	2 300 b/	1 925 b/	2 013 b/	1 650 b/	1 925 b/	3 450 b/
Grúa	460 b/	300 b/	270 b/	280 b/	260 b/	560 b/
Casas de operadores	450 a/	300 a/	500 a/	300 a/	300 a/	700 a/
Total de costos directos	67 080	62 605	79 593	54 990	37 430	180 640
Imprevistos 15%	10 062	9 391	11 939	8 249	5 615	27 096
Ingeniería y administración 10%	7 714	7 200	9 153	6 324	4 304	20 774
Intereses 15%	12 728	11 879	15 103	10 434	7 102	34 276
Total	97 585	91 075	115 788	79 997	54 451	262 786
Tomar	97 600	91 000	116 000	80 000	54 500	263 000

a/ Datos tomados de informes.
b/ Datos de gráficos.

/EL SALVADOR:COSTO

EL SALVADOR: COSTO DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS PROGRAMADOS

(Miles de dólares)

Proyecto	Cerrón Grande		San Lorenzo		Zapotillo (El 430)	Paso del Oso	Ampliación 5 de Nov. Alternativa A	El Tigre	La Pintada
	Primera etapa	Segunda etapa	Primera etapa	Ampliación					
Terrenos, campamentos y vías de acceso	20 220 a/		4 530 a/		5 290 a/	1 380 b/		7 390 a/	38 850 a/
Obras de desvío	2 480 a/		430 a/		6 530 a/	430 b/		900 a/	8 820 a/
Obras de embalse			190 a/		2 150 a/			2 340 a/	2 810 a/
Presa	15 940 a/		4 620 a/		33 290 a/	8 580 b/		34 090 a/	54 820 a/
Tomas de agua y conducción	8 960 a/	8 960 a/	1 760 a/		5 720 a/	4 050 b/	7 290 b/	10 440 a/	60 590 a/
Vertedero de excedencias	15 000 a/		22 220 a/		18 120 a/	9 680 b/		23 450 a/	28 270 a/
Túneles									
Edificio de Casa de máquinas	5 200 b/	3 640 b/	7 020 b/		4 000 b/	1 850 a/	4 650 a/	15 300 b/	18 000 b/
Turbinas	6 800 b/	6 800 b/	7 500 b/	3 750 b/	5 700 b/	4 100 a/	6 600 a/	19 200 b/	26 400 b/
Generadores	8 460 b/	8 460 b/	9 200 b/	4 600 b/	6 400 a/	3 600 a/	8 000 a/	28 400 b/	37 200 b/
Equipo electromecánico	2 350 b/	350 b/	2 200 b/	220 b/	2 200 b/	950 a/	2 150 a/	7 590 b/	10 250 b/
Grúa viajera	780 a/		560 b/		380 b/	220 a/	490 a/	850 b/	740 b/
Casas de operadores	750 a/		620 b/		620 a/	430 b/		1 050 a/	1 330 a/
Total de costos directos	86 940	28 210	60 850	8 570	90 400	35 270	29 180	151 000	288 080
Imprevistos 15%	13 041	4 232	9 128	1 286	13 560	5 290	4 377	22 650	43 212
	99 981	32 442	69 978	9 856	103 960	40 560	33 557	173 650	331 292
Ingeniería y administración 10%	9 998	3 244	6 998	985	10 306	4 056	3 356	17 365	33 129
	109 979	35 686	76 976	10 841	114 356	44 616	36 913	191 015	364 421
Intereses 15%	16 497	5 353	11 546	1 626	17 153	6 692	5 537	28 652	54 663
Total	126 476	41 039	88 522	12 467	131 509	51 308	42 450	219 667	419 084
Tomar	126 480	41 040	88 520	12 470	131 510	51 310	42 450	219 670	419 080

a/ Tomados de la carta CEL de fecha 14 de noviembre de 1975 No. 0013472 y del informe "Detailed Cost Estimate Cerron Grande Project" con datos de costos de enero de 1972, que se actualizan con el gráfico 8.8.

b/ Datos de los gráficos o estimados.

/Gráfico 8.8

PORCENTAJE DE AUMENTO DE COSTOS DE OBRA CIVIL DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS

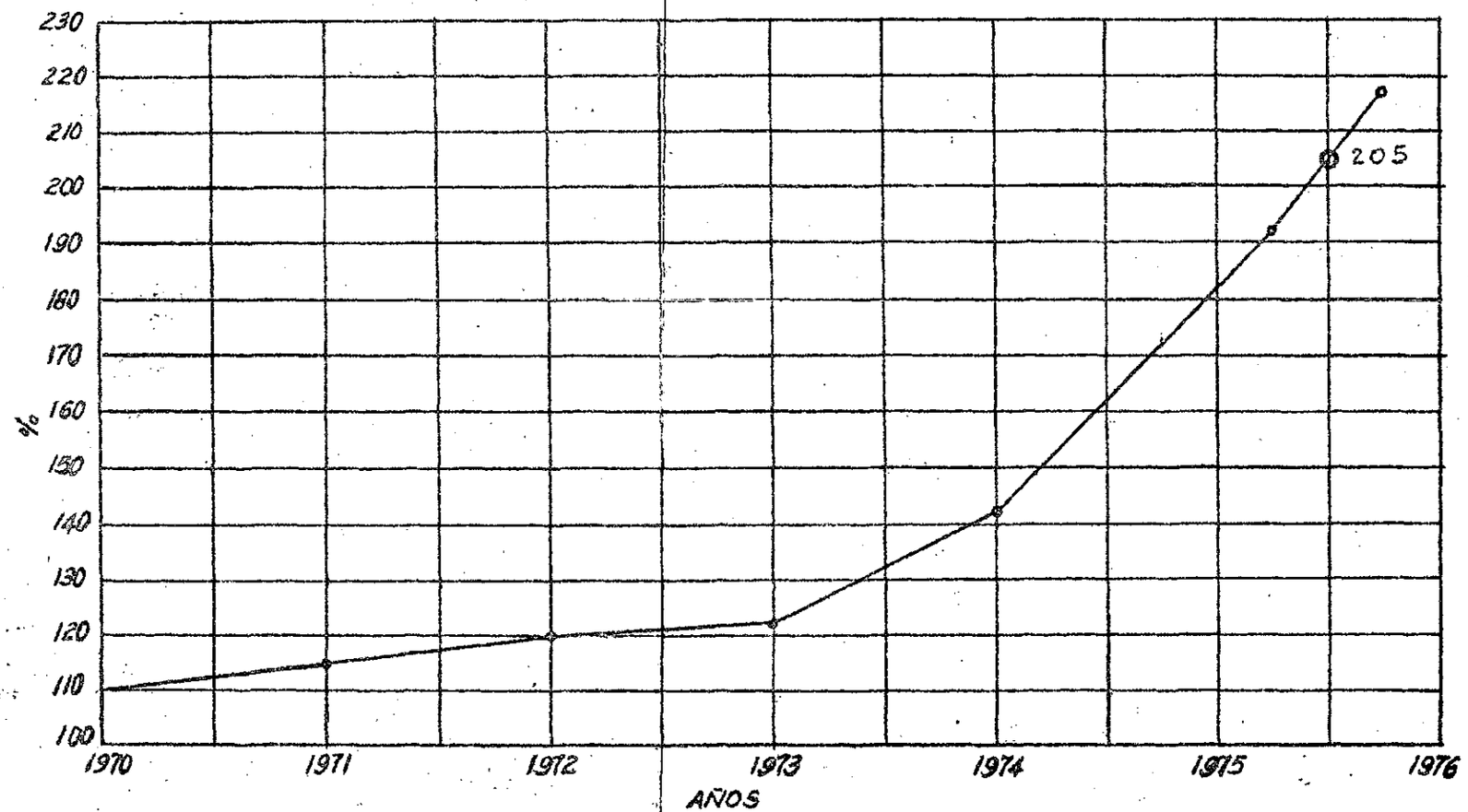

Gráfico 8.8

EL SALVADOR: PROYECTO CERRON GRANDE

Características: P = 2 x 67.5 = 135 MW
Hn = 57 m
N = 144 rpm
75 MVA Francis

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
Cerrón Grande - Primera etapa			
	Factor $\frac{205}{120}$ = 1.708333		
	En dólares $\frac{1.708333}{2.5}$ = 0.68333		
	Terrenos, servidumbre y reubicación (con base en la carta No. 0013472 mencionada. Agosto de 1975)		
	50 550 : 2.5 = 20 220		20 220
		Datos del informe (miles de colones)	
	Obras de desvío	3 632	2 480
	Presa	23 332	15 940
	Conducción y toma	13 110	8 960
	Vertedero	21 958	15 000
	Casas de operadores	1 100	750
32	Edificio de Casa de máquinas:		
	N = 144 rpm 75 MVA		
	Entrar al gráfico con 75 x 2 = 150		
	c = 5 200	C = 5 200 x 1.0	5 200
27	Turbinas Francis (2):		
	$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{67\ 500}{\sqrt{57}}$ = 8 940		
	c = 3 400	C = 3 400 x 2	6 800
29	Generadores: 2 de 75 MVA N = 144 rpm		
	$\frac{kVA}{N} = \frac{75\ 000}{144}$ = 521		
	c = 4 230	C = 4 230 x 2	8 460
31	Equipo electromecánico: 75 MVA x 2 = 150 MVA		
	c = 2 350	C = 2 350 x 1	2 350
30	Grúa viajera:		
	$\frac{kW}{N} = \frac{67\ 500}{144}$ = 470		
	c = 775		780

/(continúa)

CERRON GRANDE (Conclusión)

Gráfico	Metodología	Costo estimado (miles de dólares)
Cerrón Grande - Segunda etapa		
	Consiste en la ampliación de la primera etapa con una nueva conducción, agrandando la casa de máquinas y con una adición de otras dos unidades de 67.5 MW = 135 MW	
	Conducción y toma. (Se consideran los valores del informe iguales a la primera etapa.)	8 960
32	Edificio de Casa de máquinas: Primera etapa x (1.70 - 1.00) = 5 200 x 0.70	3 640
27	Turbinas: (Igual a la primera etapa)	6 800
29	Generadores: (Igual a la primera etapa)	8 460
31	Equipo electromecánico: Primera etapa x (1.15 - 1.00) = 2 350 x 0.15	350

/PROYECTO SAN

EL SALVADOR: PROYECTO SAN LORENZO

PRIMERA ETAPA

Características: P = 2 x 60 = 120 MW
H = 31 m N = 120 rpm
66.67 MVA
Francis

Gráfico	Metodología	Costo estimado (miles de dólares)

Datos suministrados en la tabla IV-1, pág. IV-6 del informe de Harza, cálculos con fecha septiembre de 1974, que se actualiza en el gráfico 8.8. En esta etapa se hará la obra civil de la tercera unidad.

Factor $\frac{205}{172} = 1.19186$

En dólares $\frac{1.19186}{2.5} = 0.4767$

	Datos del informe (miles de colones)	
Terrenos, campamentos y vías de acceso (8 000 + 1 400 + 100)	9 500	4 530
Obras de desvío	900	430
Obras de embalse	400	190
Presa	9 700	4 620
Conducción	3 700	1 760
Vertedero	46 600	22 220
Casas de operadores	1 300	620

/(continúa)

SAN LORENZO (Conclusión)

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
32	Edificio de Casa de máquinas:		
	N = 120 Asumir F.P..09		
	66.67 x 2 = 133.3 MVA		
	En esta etapa se hará la obra civil de la tercera unidad		
	c = 5 200	C = 5 200 x 1.35	7 020
27	Turbinas Francis:		
	$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{60\ 000}{\sqrt{31}} = 10\ 780$		
	c = 3 750	C = 3 750 x 2	7 500
29	Generadores:		
	$\frac{kVA}{N} = \frac{66\ 670}{120} = 555$		
	c = 4 600	C - 4 600 x 2	9 200
31	Equipo electromecánico :		
	Para 133.33 MVA	C = 2 200	2 200
30	Grúa viajera:		
	$\frac{kW}{N} = \frac{60\ 000}{120} = 500$	C = 560	560

/PROYECTO SAN LORENZO

EL SALVADOR: PROYECTO SAN LORENZO

AMPLIACION

Ampliación 60 MW. Adición

Características: P = 1 x 60 MW

H = 31 m

N = 120 rpm

66.67 MVA Francis

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
	La obra civil queda terminada en la primera etapa. Se incluye solamente la obra electromecánica		
27	Turbinas Francis:		
	$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{60\,000}{\sqrt{31}} = 10\,780$	C = 3 750	3 750
29	Generadores:		
	$\frac{kVA}{N} = \frac{66\,670}{120} = 555$	C = 4 600	4 600
31	Equipo electromecánico:		
	Para 66.67 MVA		
	C = 2 200 (1.10 - 1.00) = 2 200 x 0.1 = 220		220

/PROYECTO SAPOTILLO

EL SALVADOR: PROYECTO ZAPOTILLO (E1 430)

Características: P = 2 x 60 = 120 MW
H = 88 m
N = 225 rpm
67 MVA Francis

Gráfico	Metodología	Costo estimado (miles de dólares)

Datos suministrados en la tabla V2 pág V9 del informe de Harza, cálculos con fecha septiembre de 1974, que se actualizan con base en el gráfico 8.8.

Factor $\frac{205}{172} = 1.19186$

En dólares $\frac{1.19186}{2.5} = 0.4767$

	Datos del informe (miles de colones)	
Terrenos, campamentos y vías de acceso (8 000 + 2 000 + 1 100)	11 100	5 290
Obras de desvío	13 700	6 530
Obras de embalse	4 500	2 150
Presa	69 800	33 290
Conducción	12 000	5 720
Vertedero	38 000	18 120
Casas de operadores	1 300	620

/(continúa)

ZAPOTILLO (Conclusión)

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
32	Edificio de Casa de máquinas:		
	N = 225 F.P. = 0.9	67 MVA	
		C = 4 000	4 000
27	Turbinas Francis:		
	$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{60\ 000}{\sqrt{88}} = 6\ 400$		
	c = 2 850	C = 2 850 x 2	5 700
29	Generadores:		
	$\frac{kVA}{N} = \frac{67\ 000}{225} = 296$		
	c = 3 200	C = 3 200 x 2	6 400
31	Equipo electromecánico:		
	Para 134 MVA	C = 2 200	2 200
30	Grúa viajera:		
	$\frac{kW}{N} = \frac{60\ 000}{225} = 266$	C = 380	380

/PROYECTO PASO

EL SALVADOR: PROYECTO PASO DEL OSO

Características:
P = 2 x 20 = 40 MW
H = 32 m
N = 200 rpm
22 MVA Francis

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
	Factor $\frac{205}{172}$ = 1.19186		
	En dólares $\frac{1,19186}{2}$ = 0.4767		
		Datos del informe (miles de colones)	
	Terrenos, campamentos y vías de acceso (1 300 + 400 + 1 200)	2 900	1 380
	Obras de desvío	900	430
	Presa	18 000	8 580
	Conducción	8 500	4 050
	Vertedero	20 300	9 680
	Casas de operadores	900	430

(continúa)

PASO DEL OSO (Conclusión)

Gráfico	Metodología			Costo estimado (miles de dólares)
32	Edificio de Casa de máquinas:			
	N = 200	44 MVA		
			C = 1 850	1 850
27	Turbinas Francis:			
	$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{20\ 000}{\sqrt{32}} = 3\ 530$			
	c = 2 050		C = 2 050 x 2	4 100
29	Generadores:			
	$\frac{kVA}{N} = \frac{22\ 000}{200} = 111$			
	c = 1 800		C = 1 800 x 2	3 600
31	Equipo electromecánico:			
	MVA = 44		C = 950	950
30	Grúa viajera:			
	$\frac{kW}{N} = \frac{20\ 000}{200} = 100$		C = 220	220

/PROYECTO AMPLIACION

EL SALVADOR: PROYECTO AMPLIACION 5 DE NOVIEMBRE

Características: P = 2 x 60 = 120 MW
H = 52 m
N = 150 rpm
66 MVA Francis

Gráfico	Metodología	Costo estimado (miles de dólares)
	De las alternativas existentes se tomó la Alternativa "A", ya que presentó el menor costo. En el cuadro VI-2 pág. VI-8 del informe de Harza, se da el costo de la conducción, que es de 15,300 colones del informe con nivel de precios a septiembre de 1974. Utilizando el mismo factor de actualización de la pág. 9 (0.4767), se tiene un costo de 7 290 dólares	7 290
	Como utiliza una casa de máquinas diferente a la existente, se hace el cálculo total.	
32	Edificio de Casa de máquinas: 132 MVA N = 150 C = 4 650	4 650
27	Turbinas Francis: $\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{60\ 000}{\sqrt{52}} = 8\ 320$ c = 3 300 C = 3 300 x 2	6 600
29	Generadores: $\frac{kVA}{N} = \frac{66\ 000}{150} = 440$ c = 4 000 C = 4 000 x 2	8 000
31	Equipo electromecánico: Para 132 MVA	2 150
30	Grúa viajera: $\frac{kW}{N} = \frac{60\ 000}{150} = 400$	490

/PROYECTO EL TIGRE

EL SALVADOR: PROYECTO EL TIGRE

Características: P = 4 x 135 = 540 MW
H = 68 m
N = 128.6 rpm
MVA = 150
Francis

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
	Factor: $\frac{205}{172} = 1.19186$		
	En dólares: $\frac{1.19186}{2.5} = 0.4767$	Datos del informe (miles de colones)	
	Terrenos, campamentos y vías de acceso (13 800 + 1 000 + 700)	15 500	7 390
	Obras de desvío	1 900	900
	Obras de embalse	4 900	2 340
	Conducción	21 900	10 440
	Presas (48 900 + 22 600)	71 500	34 090
	Vertedero	49 200	23 450
	Casas de operadores	2 200	1 050
32	Edificio de Casa de Máquinas:		
	N = 128.6 300 MVA		
	c = 9 000	C = 9 000 x 1.7	15 300
27	Turbinas Francis:		
	$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{135\ 000}{\sqrt{68}} = 16\ 370$		
	c = 4 800	C = 4 800 x 4	19 200

/(continúa)

EL TIGRE (Conclusión)

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
29	Generadores:		
	$\frac{kVA}{N} = \frac{150\ 000}{128.6} = 1\ 166$		
	c = 7 100	C = 7 100 x 4	28 400
31	Equipo electromecánico:		
	150 x 4 = 600 kV		
	c = 6 600	C = 6 600 x 1.15	7 590
30	Grúa viajera:		
	$\frac{kW}{N} = \frac{135\ 000}{128.6} = 1\ 050$	C = 850	850

/PROYECTO LA PINTADA

EL SALVADOR: PROYECTO LA PINTADA

Características: P = 6 x 120 = 720 MW

H = 72 m

N = 150 rpm

MVA= 133

Francis

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
	Factor: $\frac{205}{172} = 1.19186$		
	En dólares: $\frac{1.19186}{2.5} = 0.4767$		
		Datos del informe (miles de colones)	
	Terrenos, campamentos y vías de acceso (68 500 + 12 500 + 500)	81 500	38 850
	Obras de desvío	18 500	8 820
	Obras de embalse	5 900	2 810
	Presa	115 000	54 820
	Conducción	127 100	60 590
	Vertedero	59 300	28 270
32	Edificio de Casa de Máquinas:		
	N = 150 266 MVA (teórico)		
	c = 7 500	C = 7 500 x 2.4	18 000
27	Turbinas Francis:		
	$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{120\ 000}{\sqrt{72}} = 14\ 140$		
	c = 4 400	C = 4 400 x 6	26 400

/(continúa)

LA PINTADA (Conclusión)

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
29	Generadores:		
	$\frac{kVA}{N} = \frac{133\ 000}{150} = 888$		
	c = 6 200	C = 6 200 x 6	37 200
31	Equipo electromecánico:		
	133 x 6 = 798		
	c = 8 200	C = 8 200 x 1.25	10 250
30	Grúa viajera:		
	$\frac{kW}{N} = \frac{120\ 000}{150} = 800$	C = 740	740

HONDURAS: COSTO DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS PROGRAMADOS

(Miles de dólares)

Proyecto	El Cajón		Naranjito
	Primera etapa	Segunda etapa	
Obras de desvío	6 670 a/		3 030 a/
Presa	113 800 a/		17 540 a/
Toma de aguas			
Vertedero de excedencias	9 960 a/		17 140 a/
Descarga de fondo	2 420 a/		600 a/
Túneles		940 a/	
Conducción	10 260 a/	7 100 a/	3 620 a/
Tanque de oscilación			
Tubería forzada			
Edificio de Casa de máquinas	9 200 b/	9 200 b/	4 480 b/
Turbinas	11 600 b/	11 600 b/	4 900 b/
Generadores	15 200 b/	15 200 b/	4 900 b/
Equipo electromecánico	5 750 b/	1 000 b/	1 800 b/
Grúa viajera	440 b/		280 b/
Casas de operadores	800 b/		300 b/
Total de costos directos	186 100	45 040	58 590
Imprevistos 15%	27 915	6 756	8 789
	214 015	51 796	67 379
Ingeniería y administración 10%	21 402	5 180	6 738
	235 417	56 976	74 117
Intereses 15%	35 312	8 546	11 117
Total	270 729	65 522	85 234
Tomar	270 730	65 520	85 230

a/ Tomados de "Significant Data of Recommended Layout", y de datos de costos solicitados y enviados en carta con fecha 17 de noviembre de 1975, en la que se informa que los costos de El Cajón son estimados según precios de 1972, por lo que fue necesario actualizar estos datos, con base en el gráfico 8.8 cuya copia se acompañó al informe.

b/ Datos de gráficos o estimaciones.

HONDURAS: PROYECTO EL CAJON

Características: P = 84 x 4 = 336 MW
Hn = 150 m
N = 257 rpm
Francis
MVA = 100

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
El Cajón - primera etapa			
		Factor: $\frac{205}{121} = 1.6942$	
		A dólares: 0.84711 $(\frac{1.6942}{2})$	
		Datos del informe en miles de lempiras	
	Obras de desvío	7 878	6 670
	Presa	134 344	113 800
	Vertedero	11 760	9 960
	Descarga de fondo	2 860	2 420
	Conducción	12 109	10 260
32	Edificio de Casa de máquinas:		
	MVA = 200 (teórico) N = 257		
	c = 5 400	C = 5 400 x 1.7 = 9 180	9 200
27	Turbinas Francis:		
	$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{84\ 000}{\sqrt{150}} = 6\ 858$		
	c = 2 900	C = 2 900 x 4	11 600
29	Generadores:		
	$\frac{kVA}{N} = \frac{100\ 000}{257} = 389$		
	c = 3 800	C = 3 800 x 4	15 200
31	Equipo electromecánico: MVA = 400		
	c = 5 000	C = 5 000 x 1.15	5 750
30	Grúa viajera:		
	$\frac{kW}{N} = \frac{84\ 000}{257} = 327$	C = 440	440

/(continúa)

EL CAJON (Conclusión)

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
El Cajón - segunda etapa			
		Datos del informe en miles de lempiras	
	Túnel de desfogue	1 100	940
	Conducción	8 389	7 100
Edificio de casa de máquinas: (Ampliación igual a la primera etapa)			9 200
Turbinas (Iguales a la primera etapa)			11 600
Generadores (Iguales a la primera etapa)			15 200
Equipo electromecánico			
	c = 5 000	C = 5 000 (1.35-1.15)	1 000

HONDURAS: PROYECTO NARANJITO

Características: P = 2 x 42 = 84 MW Hn = 89
N = 276.9 MVA = 52.5 MVA
Francis

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
		Factor: $\frac{205}{162} = 1.265432$	
		A dólares $\frac{1.265432}{2} = 0.632716$	
		Datos del informe en miles de lempiras	
	Obras de desvío	4 795	3 030
	Presa con inyecciones (30 134 - 3 931 + 1 753 - 229)	27 727	17 540
	Vertedero (30 893 - 525 - 3 276)	27 092	17 140
	Descarga de fondo (1 066 - 73 - 46)	947	600
	Conducción (6 208 - 189 - 293)	5 726	3 620
	Central subterránea		
	Excavación	2 540	
	Revestimiento	1 300	
	Inyecciones	640	
	Total	4 480	4 480
27	Turbinas Francis: $\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{42\ 000}{\sqrt{89}} = 4\ 450$		
	c = 2 450	C = 2 450 x 2	4 900
29	Generadores: $\frac{kVA}{N} = \frac{52\ 500}{276.9} = 190$		
	c = 2 450	C = 2 450 x 2	4 900
31	Equipo electromecánico: Para los MVA	C = 1 800	1 800
30	Grúa viajera: $\frac{kW}{N} = \frac{42\ 000}{276.9} = 152$	C = 280	280

/NUEVOS PROYECTOS

HONDURAS: NUEVOS PROYECTOS

(Miles de dólares)

	Patuca P-1	Patuca P-2	Patuca P-3	Patuca P-3	Patuca P-4	Wampu W-1	Wampu W-2	Wampu W-3	Sico S-1	Sico S-2	Sico S-3	Sico S-4	Sico S-5	Aguán A-1	Yaguala Y-1
Características															
Potencia MW	4x67.5 270	4x175 700	4x52.5 210	4x77.5 310	4x52.5 210	2x25 50	1x25 25	2x20 40	2x37.5 75	2x47.5 95	1x30 30	1x30 30	1x30 30	1x40 40	2x45 90
Potencia MVA c/u	4x79.4	205.9	61.8	91.2	61.8	29.4	29.4	23.5	44.1	55.9	35.3	35.3	35.3	47.1	53
Potencia MVA T	317.6	824	247	365	247	58.8	29.4	47	88.2	111.8	35.3	35.3	35.3	47.1	106
Turbina tipo	Francis	Francis	Francis	Francis	Francis	Francis	Francis	Francis	Francis	Francis	Francis	Francis	Francis	Francis	Pelton
rpm	100	120	150	150	150	300	225	360	150	200	150	150	180	225	200
Caída neta (m)	39	140	64	93	64	98	69	156	56	98	36	41	46	145	330
Costos															
Campamentos y vías de acceso	3 480 a/	4 920 a/	7 150 a/	10 900 a/	7 150 a/	4 090 a/	2 210 a/	1 180 a/	1 810 a/	3 680 a/	2 860 a/	1 500 a/	2 300 a/	1 740 a/	2 620 a/
Obras de desvío	550 a/	10 500 a/	6 690 a/	6 690 a/	19 370 a/	8 990 a/	7 250 a/	550 a/	550 a/	13 500 a/	550 a/	550 a/	550 a/	230 a/	1 290 a/
Presa y vertedero	40 790 a/	68 520 a/	28 910 a/	37 010 a/	17 190 a/	11 250 a/	14 130 a/	8 450 a/	8 980 a/	33 980 a/	17 140 a/	15 020 a/	17 010 a/	10 410 a/	21 640 a/
Conducción	15 120 a/	27 980 a/	11 670 a/	11 800 a/	15 740 a/	2 500 a/	1 180 a/	10 200 a/	11 800 a/	6 510 a/	390 a/	410 a/	430 a/	39 670 a/	56 920 a/
Edificio Casa de máquinas	7 800 b/	9 320 a/	6 110 b/	7 540 b/	5 850 b/	2 000 b/	1 960 b/	1 500 b/	3 400 b/	3 600 b/	2 550 b/	2 550 b/	2 380 b/	2 720 b/	3 600 b/
Turbinas	15 200 b/	18 000 b/	11 200 b/	12 800 b/	11 400 b/	3 500 b/	1 900 b/	2 760 b/	5 000 b/	4 800 b/	2 500 b/	2 400 b/	2 350 b/	2 000 b/	3 100 b/
Generadores	22 800 b/	27 300 b/	15 600 b/	19 200 b/	15 600 b/	3 400 b/	1 950 b/	2 600 b/	6 000 b/	6 200 b/	2 800 b/	2 800 b/	2 500 b/	2 600 b/	4 900 b/
Resto equipo electromecánico	4 600 b/	9 660 b/	3 910 b/	5 290 b/	3 910 b/	1 170 b/	590 b/	970 b/	1 580 b/	1 900 b/	680 b/	680 b/	680 b/	850 b/	1 300 b/
Grúa	670 b/	1 040 b/	450 b/	560 b/	450 b/	190 b/	230 b/	150 b/	330 b/	360 b/	330 b/	330 b/	290 b/	300 b/	350 b/
Casas de operadores	1 800 a/	4 300 a/	1 000 a/	1 000 a/	1 000 a/	800 a/	700 a/	750 a/	900 a/	1 100 a/	700 a/	700 a/	700 a/	700 a/	1 000 a/
Total de costos directos	112 810	181 540	92 690	112 790	97 660	37 890	32 100	29 110	40 350	75 630	30 500	26 940	29 190	61 220	96 720
Imprevistos 15%	16 921	27 231	13 904	16 919	14 649	5 684	4 815	4 367	6 053	11 345	4 575	4 041	4 379	9 183	14 508
	129 731	208 771	106 594	129 709	112 309	43 574	36 915	33 477	46 403	86 975	35 075	30 981	33 569	70 403	111 228
Ingeniería y administración 10%	12 973	20 877	10 659	12 971	11 231	4 357	3 692	3 348	4 640	8 698	3 508	3 098	3 357	7 040	11 123
	142 704	229 648	117 253	142 680	123 540	47 931	40 607	36 825	51 043	95 673	38 583	34 079	36 926	77 443	122 351
Intereses 15%	21 405	34 447	17 588	21 402	18 531	7 190	6 091	5 524	7 656	14 351	5 788	5 112	5 539	11 616	18 352
Total	164 109	264 095	134 841	164 082	142 071	55 121	46 698	42 349	58 699	110 024	44 370	39 191	42 465	89 059	140 704
Tomar	164 110	264 100	134 840	164 080	142 070	55 120	46 700	42 350	58 700	110 020	44 370	39 190	42 470	89 060	140 700

a/ Datos tomados de informes.
b/ Datos de gráficos.

/NICARAGUA: COSTO

NICARAGUA: COSTO DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS PROGRAMADOS

(Miles de dólares)

Proyecto	Copalar Alta (El 205)	Copalar Baja (El 155)	El Carmen	Paso Real
Caminos de acceso y obras preliminares	14 000 a/	12 200 a/	3 980 a/	2 510 a/
Obras de desvío	13 350 a/	11 290 a/	5 170 a/	5 380 a/
Presa y diques	64 010 a/	22 630 a/	4 820 a/	10 130 a/
Conducción	16 270 a/	11 980 a/	5 350 a/	4 240 a/
Vertedero de excedencias	18 430 a/	14 190 a/	12 880 a/	8 140 a/
Edificio Casa de máquinas	8 160 b/	7 590 b/	2 800 b/	2 000 b/
Turbinas	14 400 b/	14 000 b/	5 200 b/	3 800 b/
Generadores	15 000 b/	15 000 b/	4 900 b/	3 500 b/
Equipo electromecánico	5 750 b/	4 800 b/	1 450 b/	1 100 b/
Grúa	310 b/	360 b/	300 b/	210 b/
Total de costos directos	169 680	114 040	46 850	41 010
Imprevistos 15%	25 452	17 106	7 028	6 151
	195 132	131 146	53 878	47 161
Ingeniería 10%	19 513	13 115	5 387	4 716
	214 645	144 261	59 265	51 877
Intereses 15%	32 197	21 639	8 890	7 782
Total	246 842	165 900	68 155	59 659
Tomar	246 840	165 900	68 160	59 660

a/ Datos tomados del informe de IECO, pág. III-33 (Phase II Report National Power Study 1978-1988), agosto 1975.
b/ Datos de los gráficos.

/PROYECTO COPALAR

NICARAGUA: PROYECTO COPALAR ALTA (EL 205)

Características: P = 6 x 55 = 330 MW
H = 114 m N = 300 rpm
MVA = 60 Francis

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
32	Edificio de Casa de máquinas		
	Para 60 x 2 = 100 (teóricos) N = 300		
	c = 3 400	C = 3 400 x 2.4	8 160
27	Turbinas Francis:		
	$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{55\ 000}{\sqrt{114}} = 5\ 150$		
	c = 2 400	C = 2 400 x 6	14 400
29	Generadores:		
	$\frac{kVA}{N} = \frac{60\ 000}{300} = 200$		
	c = 2 500	C = 2 500 x 6	15 000
31	Equipo electromecánico:		
	Para 6 x 60 = 360 MVA		
	c = 46 000	C = 4 600 x 1.25	5 750
30	Grúa viajera:		
	$\frac{kW}{N} = \frac{55\ 000}{300} = 183$	C = 310	310

/PROYECTO COPALAR

NICARAGUA: PROYECTO COPALAR BAJA (EL 155)

Características: P = 5 x 55 = 275 MW
H = 65 m N = 225 rpm
MVA = 60 Francis

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
32	Edificio de casa de máquinas:		
	Para 60 x 2 = 120 MVA (teóricos)		
		N = 225	
	c = 3 700	C = 3 700 x 2.05	7 590
27	Turbinas Francis:		
	$\frac{W}{\sqrt{H}} = \frac{55\ 000}{\sqrt{65}} = 6\ 820$		
	c = 2 800	C= 2 800 x 5	14 000
29	Generadores:		
	$\frac{kVA}{N} = \frac{60\ 000}{225} = 267$		
	c = 3 000	C = 3 000 x 5	15 000
31	Equipo electromecánico:		
	Para 5 x 60 = 300 MVA		
	c = 4 000	C = 4 000 x 1.2	4 800
30	Grúa viajera:		
	$\frac{kW}{N} = \frac{55\ 000}{225} = 244$	C = 360	360

/PROYECTO EL CARMEN

NICARAGUA: PROYECTO EL CARMEN

Características: P = 2 x 35 = 70 MW
H = 39 m N = 200
MVA = 38.8 Francis

Gráfico	Metodología		Costo estimado (Miles de dólares)
32	Edificio de Casa de máquinas:		
	(Para 2 x 38.8 = 77.6 MVA) N = 200 rpm	C = 2 800	2 800
27	Turbinas Francis:		
	$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{35\ 000}{\sqrt{39}} = 5\ 600$		
	c = 2 600	C = 2 600 x 2	5 200
29	Generadores:		
	$\frac{kVA}{N} = \frac{38\ 800}{200} = 194$		
	c = 2 450	C = 2 450 x 2	4 900
31	Equipo electromecánico:		
	Para 77.6 MVA		
	c = 1 450		1 450
30	Grúa viajera:		
	$\frac{kW}{N} = \frac{35\ 000}{200} = 175$	C = 300	300

/PROYECTO PASO REAL

NICARAGUA: PROYECTO PASO REAL

Características: P = 2 x 25 = 50 MW
H = 54 m N = 257 rpm
MVA = 27.8 Francis

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
32	Edificio de Casa de máquinas:		
	(Para 2 x 27.8 = 55.6 MVA) N = 257 rpm C = 2 000		2 000
27	Turbinas Francis:		
	$kW = \frac{25\ 000}{54} = 3\ 400$		
	c = 1 900	C = 1 900 x 2	3 800
29	Generadores:		
	$\frac{kVA}{N}\ \frac{27\ 800}{257} = 108$		
	c = 1 750	C = 1 750 x 2	3 500
31	Equipo electromecánico:		
	Para 27.8 x 2 = 55.6 MVA	C = 1 100	1 100
30	Grúa viajera:		
	$\frac{kW}{N} = \frac{25\ 000}{257} = 97$	C = 210	210

/NUEVOS PROYECTOS

NICARAGUA: NUEVOS PROYECTOS

(Miles de dólares)

	San Carlos 31-30 a/	Sarapiqui 16-67 a/	Sarapiqui 30-35 a/	Control de San Isidro b/	Paraloya b/	Tamarindo b/
Características						
Potencia MW	55	40	50		17.5	75
Turbina tipo	Kaplan	Kaplan	Kaplan		Kaplan	Kaplan
Caída neta (m)	14.32	8.10	22.87		6.00	35.00
N	7	3	13		4	4
Potencia MVA	61.1	44	55.5		19.4	83.3
rpm	75	75	100		60	120
Costos						
Limpieza de embalse, relocalización y compensaciones	2 000 c/	200 c/	3 100 c/			
Obras de desvío	1 000 c/	1 000 c/	1 000 c/			
Caminos de acceso	1 800 c/	1 200 c/	1 800 c/			
Campamentos y servicios	600 c/	600 c/	600 c/	100 c/		
Movilización de equipo	2 000 c/	1 000 c/	3 000 c/			
Planta para construcción	1 500 c/	1 000 c/	2 000 c/			
Esclusas	10 020 c/	4 220 c/	16 490 c/		1 200 c/	
Dique principal	6 120 c/	-	7 910 c/	1 200 c/	5 800 c/	3 200 c/
Terraplenes y plataformas			1 340 c/			
Vertedero de excedencias y compuertas	4 090 c/	5 310 c/	4 660 c/			
Tomas						2 200 c/
Conducción					1 300 c/ e/	1 400 c/
Tajos					25 600 c/ f/	
Edificio de Casa de máquinas		6 210 d/	12 980 d/		4 290 d/	
Turbinas		8 550 d/	31 200 d/		8 000 d/	
Generadores		12 000 d/	50 700 d/		10 800 d/	
Otros equipos electromecánicos		2 860 d/	4 800 d/		2 650 d/	
Grúas		580 d/	560 d/		400 d/	
Casas de operadores		-	-		200 c/	
Total de costos directos	92 580	44 730	142 140	1 300	60 240	
Imprevistos 15%	13 887	6 710	21 321	195	9 036	
		51 440	163 461	1 495	69 276	
Ingeniería y administración 10%	10 647	5 140	16 346	150	6 928	
		56 580	179 807	1 645	76 204	
Intereses 15%	17 567	8 488	26 971	247	11 430	
Total	134 681	65 068	206 778	1 892	87 634	
Tomar	134 700	65 070	206 780	1 890	87 630	

Nota: No se incluyen obras de transformación-transmisión eléctricas, ni obras de canalización que no estén íntimamente ligadas con la realización de las obras hidroeléctricas.

a/ SIECA, Estudio de cuencas multinacionales en Centroamérica, diciembre 1973.
b/ Basado en información suministrada por la ENALUF.
c/ Tomado de informes.
d/ Tomado de los gráficos.
e/ Canal de fuerza.
f/ Tipitapa y Ceiba Mocha.

/COSTA RICA: COSTO

COSTA RICA: COSTO DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS PROGRAMADOS

(Miles de dólares)

Proyecto	Ampliación de Río Macho	Ampliación de Cachí	Arenal	Corobicí	Guayabo	Siquirres	Ampliación Siquirres	Ventanas-Garita	Palomo	Boruca
Terrenos, campamentos y vías de acceso			12 200 a/	1 450 a/	1 980 a/	2 210 a/		990 a/	140 a/	22 340 a/
Obras de desvío			1 690 a/	20 a/	230 a/	3 900 a/				38 290 a/
Obras de embalse			1 160 a/	2 560 a/	230 a/	1 160 a/		3 490 a/	480 a/	
Presa			22 980 a/	70 a/	30 000 a/	94 300 a/				199 960 a/
Toma de aguas			460 a/	440 a/	2 370 a/	1 740 a/		700 a/	760 a/	7 020 a/
Obras de excedencias			4 020 a/	120 a/		5 450 a/		230 a/	120 a/	11 870 a/
Túneles			13 500 b/	13 920 b/	32 600 b/	8 930 b/		10 440 a/	3 720 a/	
Canales o desarenador				3 630 a/	2 910 a/			700 a/	810 a/	
Tanque de oscilación			810 a/	2 410 a/	2 390 a/	1 600 a/		880 a/	350 a/	
Tubería forzada			3 930 a/	9 710 a/	2 590 a/	9 700 a/		7 820 a/	2 380 a/	12 150 a/
Edificio de Casa de máquinas	680 a/	10 420 a/	4 320 b/	4 320 b/	4 800 b/	6 300 b/	4 410 b/	2 900 b/	1 950 b/	7 380 a/
Turbinas	1 760 c/	1 810 c/	6 600 b/	6 300 b/	5 600 b/	6 400 b/	6 400 b/	3 600 b/	2 150 b/	16 800 b/
Generadores	2 060 c/	1 940 c/	6 900 b/	6 750 b/	6 600 b/	8 600 b/	8 600 b/	4 600 b/	2 250 b/	27 200 b/
Equipo electromecánico	390 b/	470 b/	3 020 b/	3 080 b/	2 800 b/	3 500 b/	3 170 b/	1 750 b/	880 b/	9 890 b/
Grúa			270 b/	270 b/		370 b/		490 b/	260 b/	260 b/	800 b/
Casa de operadores			490 a/	580 a/		760 a/		580 a/	230 a/	200 a/	500 a/
Total de costos directos	4 890	14 640	82 350	55 630	96 230	154 860	22 580	38 590	16 450	354 200
Imprevistos 15%	734	2 196	12 352	8 345	14 435	23 229	3 387	5 788	2 468	53 130
	5 624	16 836	94 702	63 974	110 665	178 089	25 967	44 378	18 918	407 330
Ingeniería y administración 10%	562	1 684	9 470	6 398	11 067	17 809	2 597	4 438	1 891	40 733
	6 186	18 520	104 172	70 372	121 731	195 898	28 564	48 816	20 809	448 063
Intereses 15%	928	2 778	15 626	10 555	18 259	29 385	4 285	7 322	3 121	67 209
Total	7 114	21 297	119 798	80 927	139 990	225 283	32 849	56 138	23 930	515 272
Tomar	7 110	21 300	119 800	80 930	139 990	225 280	32 850	56 140	23 930	515 270

a/ Datos tomados de informes o de la Oficina de Programas de Generación del ICE.
b/ Datos de los gráficos o estimados.
c/ Datos con base en licitaciones.

/PROYECTO AMPLIACIÓN RIO MACHO

COSTA RICA: PROYECTO AMPLIACION RIO MACHO

Características: P = 1 x 30 = 30 MW
Hn = 450
N = 450 rpm
37.5 MVA Pelton

Gráfico	Metodología	Costo estimado (miles de dólares)
26	Turbinas Pelton:	
	$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{30\ 000}{\sqrt{450}} = 1\ 420$	
	C = 1 150	
	Se toman sin embargo los valores de la licitación No. 2777 incrementados en 25% por montaje	
	$ 1 408 x 1 000 x 1.25	1 760
29	Generadores:	
	$\frac{kVA}{N} = \frac{37\ 500}{450} = 83$	
	c = 1 500	
	Se toman sin embargo los valores de licitación más 25% de montaje	
	$ 1 650 x 1 000 x 1.25	2 060
31	Equipo electromecánico:	
	Para 37.5 MVA	
	Asumir instaladas (2x15+2x30) = 3 Un.de 30 (37.5) C = 1 400 x 1.1	
	A instalar = 1 Un.de 30 (4) C = 1 680 x 1.15	
	C = 392	390

/PROYECTO AMPLIACION

COSTA RICA: PROYECTO AMPLIACION DE CACHI

Características: P = 1 x 36.8 = 36.8 MW

Hn = 238

N = 514 rpm

46 MVA Francis

Gráfico	Metodología	Costo estimado (miles de dólares)
27	Turbinas Francis:	
	$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{36\ 800}{\sqrt{238}} = 2\ 385$	
	c = 1 650	
	Se toman sin embargo los valores de la licitación No. 2723 incrementados en 25% por montaje	
	$ 1 448 x 1 000 x 1.25	1 810
29	Generadores:	
	$\frac{kVA}{N} = \frac{46\ 000}{514} = 89$	
	c = 1 600	
	Se toman sin embargo los valores de licitación más 25% de montaje	
	$ 1 552 x 1 000 x 1.25	1 940
31	Equipo electromecánico:	
	Para 46 MVA	
	Instaladas (2 x 40) = 80 MVA 1 970 A instalar 1 x 46 1 500 470	470

/PROYECTO ARENAL

COTA RICA: PROYECTO ARENAL

Características: P = 3 x 52.5 = 157.5

Hn = 186 m

N = 360 rpm

61.76 MVA Francis

Gráfico	Metodología	Costo estimado (miles de dólares)
32	Edificio de Casa de máquinas:	
	Para 2 x 61.76 (teórico) = 124 MVA	
	c = 3 200 C = 3 200 x 1.35	4 320
27	Turbinas Francis:	
	$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{52\,500}{\sqrt{186}} = 3\,850$	
	c = 2 200 C = 2 200 x 3	6 600
29	Generadores:	
	$\frac{kVA}{N} = \frac{61\,760}{360} = 171$	
	c = 2 300 C = 2 300 x 3	6 900
31	Equipo electromecánico:	
	Para 61.76 x3 = 185 MVA	
	c = 2 750 C = 2 750 x 1.1	3 020
30	Grúa:	
	$\frac{kW}{N} = \frac{52\,500}{360} = 145$	
	c = 270	270

/PROYECTO COROBICI

COSTA RICA: PROYECTO COROBICI

Características: P = 3 x 54.2 = 162.6

Hn = 215

N = 360 rpm

63.8 MVA Francis

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
32	Edificio de Casa de máquinas:		
	Para 63.8 x 2 (teórico) = 127.6 MVA	N = 360	
	c = 3 200	C = 3 200 x 1.35	4 320
27	Turbinas Francis:		
	$\frac{kW}{H} = \frac{54\ 200}{215} = 3\ 696$		
	c = 2 100	C = 2 100 x 3	6 300
29	Generadores:		
	$\frac{kVA}{N} = \frac{63\ 800}{360} = 177$		
	c = 2 250	C = 2 250 x 3	6 750
31	Equipo: 63.8 x 3 = 191		
	c = 2 800	C = 2 800 x 1.1	3 080
30	Grúa: $\frac{kW}{N} = \frac{54\ 200}{360} = 150$	C = 270	270

/PROYECTO GUAYABO

COSTA RICA: PROYECTO GUAYABO

Características: P = 2 x 75 = 150 MW
Hn = 131.5
N = 300 rpm
94 MVA Francis

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
32	Edificio de Casa de máquinas:		
	(Para 94 x 2 = 188 MVA)	N = 300	
	c = 4 800		4 800
27	Turbinas Francis:		
	$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{75\ 000}{\sqrt{131.5}} = 6\ 540$		
	c = 2 800	C = 2 800 x 2	5 600
29	Generador:		
	$\frac{kVA}{N} = \frac{94\ 000}{300} = 313$		
	c = 3 300	C = 3 300 x 2	6 600
31	Equipo electromecánico:		
	94 x 2 = 188 MVA	C = 2 800	2 800
30	Grúa viajera :		
	$\frac{kW}{N} = \frac{75\ 000}{300} = 250$	C = 370	370

/PROYECTO SIQUIRRES

COSTA RICA: PROYECTO SIQUIRRES

Características: P = 2 x 100 = 200

Hn = 160 m N = 257.1 rpm

125 MVA Francis

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
32	Edificio de casa de máquinas:		
	(Para 125 x 2 = 250 MVA) N = 257.1		
	c = 6 300		6 300
27	Turbinas Francis:		
	$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{100\ 000}{\sqrt{160}} = 7\ 905$		
	c = 3 200	C = 3 200 x 2	6 400
29	Generadores:		
	$\frac{kVA}{N} = \frac{125\ 000}{257.1} = 486$		
	c = 4 300	C = 4 300 x 2	8 600
31	Equipo:		
	125 x 2 = 250 MVA	C = 3 500	3 500
30	Grúa: $\frac{kW}{N} = \frac{100\ 000}{257.1} = 390$	C = 490	490

/PROYECTO AMPLIACION SIQUIRRES

COSTA RICA: PROYECTO AMPLIACION SIQUIRRES

Características: P = 2 x 100 = 200
Hn = 160 m N = 257.1 rpm
125 MVA Francis

Gráfico	Metodología			Costo estimado (miles de dólares)
32	Edificio de Casa de máquinas:			
	Para 4 unidades:	C = 6 300 x 1.70 =	10 710	
	(250 MVA)			
	Para 2 unidades:	C =	6 300	
	(250 MVA)	Dif.	4 410	4 410
27	Turbinas: (Iguales a Siquirres)			6 400
29	Generadores: (Iguales a Siquirres)			8 600
31	Equipo electromecánico:			
	Para 4 unidades 125 x 4 = 500 MVA			
		C = 5 800 x 1.15 =	6 670	
	Para 2 unidades 125 x 2 = 250			
		C =	3 500	
		Dif.	3 170	3 170

/PROYECTO VENTANAS-GARITA

COSTA RICA: PROYECTO VENTANAS-GARITA

Características: P = 2 x 40 = 80 MW

H = 208m N = 300 rpm

50 MVA Francis

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
32	Edificio de Casa de máquinas:		
	(Para 50 x 2 = 100 MVA)	N = 300	
		C = 2 900	2 900
27	Turbinas Francis:		
	$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{40\ 000}{\sqrt{208}} = 2\ 773$		
		C = 3 600	3 600
29	Generadores:		
	$\frac{kVA}{N} = \frac{50\ 000}{300} = 167$		
	c = 2 300	C = 2 300 x 2	4 600
31	Equipo:		
	50 x 2 = 100 MVA	C = 1 750	1 750
30	Grúa: $\frac{kW}{N} = \frac{40\ 000}{300} = 133$	C = 260	260

/PROYECTO PALOMO

COSTA RICA: PROYECTO PALOMO

Características: P = 1 x 38 = 38 MW
H = 104m N = 300 rpm
48 MVA Francis

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
32	Edificio de Casa de máquinas :		
	Para 48 x 2 = 96 MVA (teórico)	N = 300	
	c = 3 000	C = 3 000 x 0.65	1 950
27	Turbinas :		
	$\frac{kW}{H} = \frac{38\ 000}{104} = 3\ 726$		
	c' = 2 150		2 150
29	Generadores :		
	$\frac{kVA}{N} = \frac{48\ 000}{300} = 160$	C = 2 250	2 250
31	Equipo electromecánico: 48 MVA		
	c = 1 030	C = 1 030 x 0.85	880
30	Grúa:		
	$\frac{kW}{N} = \frac{38\ 000}{300} = 127$	C = 260	260

/PROYECTO BORUCA

COSTA RICA: PROYECTO BORUCA[1/]

Características: P = 4 x 190 = 760 MW
Hn = 210m N = 200 rpm
211 MVA Francis

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
	Datos del informe		
Terrenos, campamentos y vías de acceso	14 600		22 340
Desvío	25 030		38 290
Presa	130 706		199 960
Vertedero	7 760		11 870
Toma			
(2 325 + 2 000 + 50 + 200 + 16)	4 591		7 020
Tubería forzada			
(12 532 + 4 591)	7 941		12 150
Casa de máquinas subterránea (Obra civil)			
(23 956 - 19 130)	4 826		7 380
27 Turbinas Francis:			
$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{190\ 000}{\sqrt{210}} = 13\ 110$			
c = 4 200		C = 4 200 x 4	16 800
29 Generadores:			
$\frac{kVA}{N} = \frac{211\ 000}{200} = 1\ 055$			
c = 6 800		C = 6 800 x 4	27 200
31 Equipo electromecánico:			
211 x 4 = 844 MVA			
c = 8 600		C = 8 600 x 1.15	9 890
30 Grúa:			
$\frac{kW}{N} = \frac{190\ 000}{200} = 950$		C = 800	800

1/ Datos tomados de la hoja del informe Alcoa-ICE. Esta información se actualizó con base en el gráfico 8.8 cuya copia se acompaña al informe.

$$\text{Factor} = \frac{205}{134} = 1.52985$$

/PANAMA: COSTO

PANAMA: COSTO DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS PROGRAMADOS

(Miles de dólares)

Proyecto	La Estrella	Los Valles	Fortuna
Trabajos preliminares y vías de acceso	30 a/	30 a/	6 480 a/
Obras de desvío	100 a/	100 a/	2 990 a/
Obras de embalse	830 a/	290 a/	370 a/
Presa			49 630 a/
Toma de aguas	410 a/	340 a/	2 060 a/
Vertedero de excedencias	910 a/	760 a/	
Túneles	1 250 a/	1 190 a/	5 560 a/
Canales	660 a/	380 a/	
Tanque de oscilación			860 a/
Tubería forzada			9 900 a/
Conducción forzada	5 060 a/	4 740 a/	
Edificio de Casa de Máquinas	1 500 b/	1 800 b/	26 350 a/
Turbinas	1 940 b/	2 300 b/	5 250 b/
Generadores	2 500 b/	3 200 b/	7 650 b/
Equipo electromecánico	770 b/	850 b/	2 970 b/
Grúa	140 b/	180 b/	290 b/
Casa de operadores	400 b/	400 b/	1 490 a/
Total de costos directos	16 500	16 560	121 850
Imprevistos 15%	2 475	2 484	18 278
	18 975	19 044	140 128
Ingeniería y administración 10%	1 898	1 904	14 013
	20 873	20 948	154 141
Intereses 15%	3 131	3 143	23 121
Total	24 004	24 091	177 262
Toma r	24 000	24 090	177 260

a/ Tomados de la pág. 85 del informe de mayo de 1975 de Shawinigan Eng. Co. La caída neta se tomó de la pág. 40 del mismo informe. Por ser de fecha reciente, los datos no se actualizan.

b/ Datos de los gráficos.

/PROYECTO LA ESTRELLA

PANAMA: PROYECTO LA ESTRELLA

Características: P = 2 x 20 = 40 MW
Hn = 327 m
N = 400 rpm
MVA = 23.6
Pelton

Gráfico	Metodología	Datos del informe	Costo estimado (miles de dólares)
	Trabajos preliminares	38.5	30
	Derivación	100.0	100
	Toma	1 319.0	410
	Vertedero de excedencias	-	910
	Túnel	1 248.6	1 250
	Canal	664.6	660
	Tuberías (obra civil)	1 280.0	
	Tuberías y acero misceláneo	1 106.3	
	Acero para tubería forzada	2 165.6	
	Conducción forzada	-	
	Embalse	832.6	830
	Tubería forzada (obra civil)	506.3	
32	Edificio de Casa de máquinas: (Para 23.6 x 2 = 47.2 MVA) N = 400	C = 1 500	1 500
26	Turbinas Pelton: $\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{20\ 000}{\sqrt{327}} = 1\ 106$ c = 970	C = 970 x 2	1 940

/(continúa)

LA ESTRELLA (Conclusión)

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
29	Generadores: $\frac{kVA}{N} = \frac{23\ 600}{400} = 59$		
	c = 1 250	C = 1 250 x 2	2 500
31	Equipo electromecánico:		
	Para 2 x 23.6 = 47.2 MVA	C = 770	770
30	Grúa viajera: $\frac{kW}{N} = \frac{20\ 000}{400} = 50$		
		C = 140	140

Nota: En la pág. 48 la potencia de la turbina es de 20 MW con 1 turbina trabajando, y de 18.7 MW con dos turbinas trabajando. Para efectos de costos se toman 20 MW.

PANAMA: PROYECTO LOS VALLES

Características: P = 2 x 23 = 46 MW
Hn = 237 m
N = 300 rpm
MVA= 27
Pelton

Gráfico	Metodología	Datos del informe	Costo estimado (miles de dólares)
	Trabajos preliminares	32.9	30
	Derivación	100.0	100
	Toma	1 102.1	340
	Vertedero de excedencias		760
	Túnel	1 190.9	1 190
	Canal	302.5	380
	Tuberías (obra civil)	1 178.2	
	Tuberías y acero misceláneo	420.7	
	Acero para tubería forzada	3 140.2	
	Conducción forzada		4 740
	Embalse	288.5	290
32	Edificio de la Casa de máquinas:		
	(Para 27 x 2 = 54 MVA) N = 300		
	c = 1 800		1 800
26	Turbinas Pelton: $\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{23\ 000}{\sqrt{237}} = 1\ 494$		
	c = 1 150	C = 1 150 x 2	2 300
29	Generadores: $\frac{kVA}{N} = \frac{27\ 000}{300} = 90$		
	c = 1 600	C = 1 600 x 2	3 200

/(continúa)

LOS VALLES (conclusión)

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
31	Equipo electromecánico:		
	Para 2 x 27 = 54 MVA	C = 850	850
30	Grúa viajera: $\frac{kW}{N} = \frac{23\ 000}{300} = 76.7$		
		C = 180	180

PANAMA: PROYECTO FORTUNA

Características: P = 3 x 85 = 255 MW

Hn = 745 m

N = 514 rpm

MVA = 106.25

Pelton

Gráfico	Metodología	Datos del informe	Costo estimado (miles de dólares)
	Terrenos, campamentos y vías de acceso	4 360	6 480
	Obras de desvío	2 010	2 990
	Obras de embalse	250	370
	Presa	33 410	49 630
	Toma de aguas	1 390	2 060
	Túnel de potencia	3 740	5 560
	Tanque de oscilación	577	860
	Tubería forzada 604 + 124 + 5 130 + 784 + 20	6 662	9 900
	Casa de máquinas subterránea 1 428 + 2 283 + 630 + 8 814 + 4 360 + 33	17 740	26 350
	Casas de operadores	1 000	1 490
26	Turbinas Pelton:		

Caída neta: El. prom. embalse = 1 040
240

Caída bruta	800 m
Pérdidas (7.4.1)	55 m
Caída neta	745 m

Esta caída neta se menciona en 8.4 del informe (sección 4)

$$\frac{kW}{\sqrt{H}} = \frac{85\ 000}{\sqrt{745}} = 3\ 114$$

c = 1 750 C = 1 750 x 3 5 250

/(continúa)

FORTUNA (Conclusión)

Gráfico	Metodología		Costo estimado (miles de dólares)
29	Generadores: $\frac{kVA}{N} = \frac{106\ 250}{514} = 206$		
	c = 2 550	C = 2 550 x 3	7 650
31	Equipo electromecánico: 319 MVA		
	c = 2 700	C = 2 700 x 1.1	2 970
30	Grúa viajera:		
	$\frac{kW}{N} = \frac{85\ 000}{514} = 165$	C = 290	290