

Geotermia en Centroamérica

**Tecnología, Desarrollo y
Perspectivas**

Fundamentos Geológicos

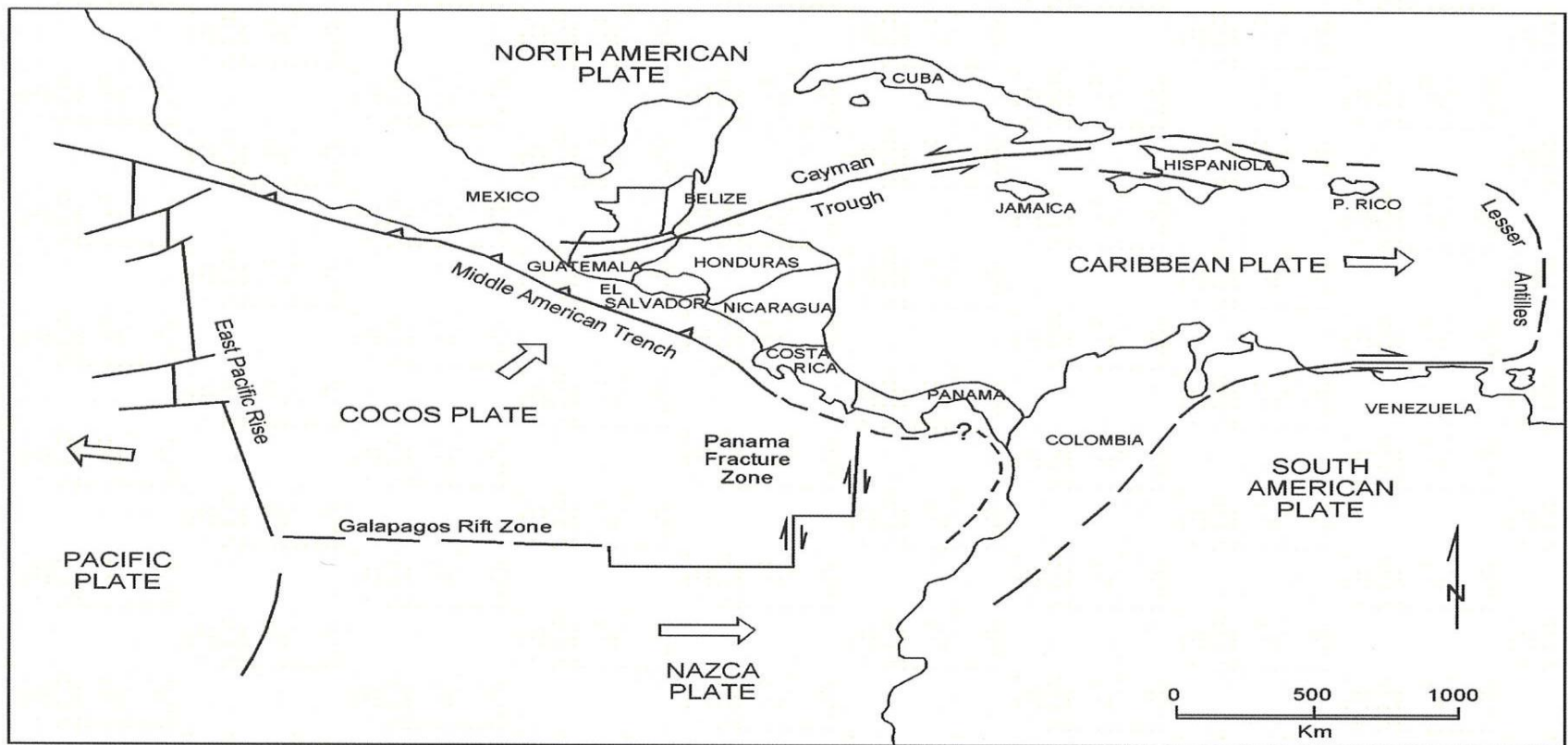


Figure 2 – Crustal Plates of the Caribbean Region

Sitios con Potencial Geotérmico



Potencial Geotérmico en Centroamérica

Table 6. Central American Geothermal Resource Estimates (MW)

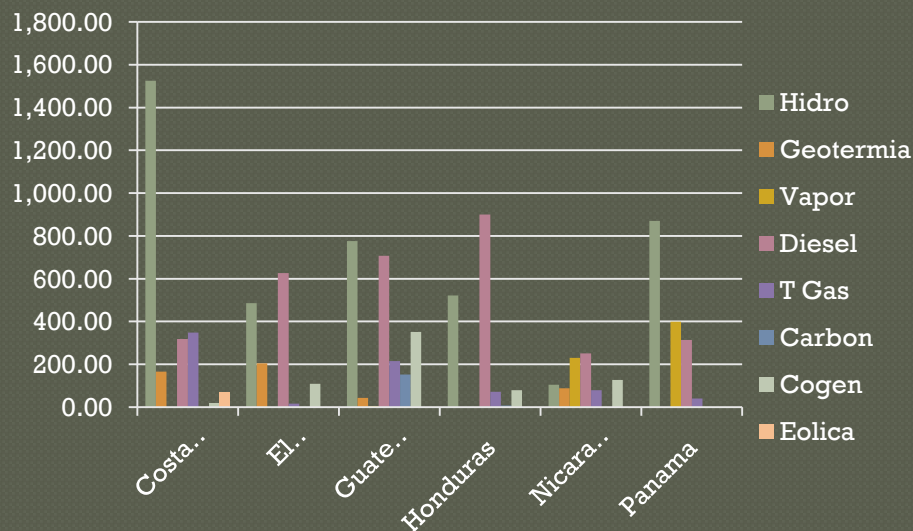
Country	Bundschuh, 2000	JICA, 2005	La Geo, 2009	Country Verified
Costa Rica	2900	750	900	714
El Salvador	2210	362	700	269.4-279.4
Guatemala	3320	480	1000	224
Honduras	990	122	100	35
Nicaragua	3340	992	1200	509.5
Panama	450	42	n/a	
Total CA	13210	2,748	3,900	1,751.9-1,761.9

Comparación de Fuentes de Generación Renovables

Fuente	Ventajas	Desventajas	Viabilidad
Geotermia	<ul style="list-style-type: none"> • Energía de base • Costos de operación bajos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sólo disponible en sitios selectos • Posibilidad de gases tóxicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Menos de 1% de la capacidad mundial. • Hay investigaciones de nuevas tecnologías. • Costo estimado 5-11 UScts/kWh.
Eólica	<ul style="list-style-type: none"> • La tecnología ha madurado • Se encuentra un rango mayor de tamaños. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recurso intermitente • Puede no ser eficiente en algunos sitios. • Puede interferir con señales de radar. • Efectos paisajísticos 	<ul style="list-style-type: none"> • Actualmente alrededor de 1% de la capacidad mundial. • Altos costos de almacenamiento de energía. • Costo 7-14 UScts/kWh.
Solar	<ul style="list-style-type: none"> • Recurso infinito • Mínimo impacto ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • Recurso intermitente • Diseños fotovoltaicos son complejos 	<ul style="list-style-type: none"> • Hay plantas de gran tamaño en EEUU • Costo alto (13-35 UScts/kWh) pero ha estado cayendo.
Hidroeléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Fuente establecida a todas las escalas. • Puede utilizarse como almacenamiento en plantas de bombeo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presas tienen efectos ambientales, presentan riesgos. • Pueden atrapar material en descomposición y generar polución. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es una de las fuentes de menor costo. • Énfasis en pequeñas hidros • Costo estimado: 2-6 UScts/kWh.

Capacidad Instalada 2008

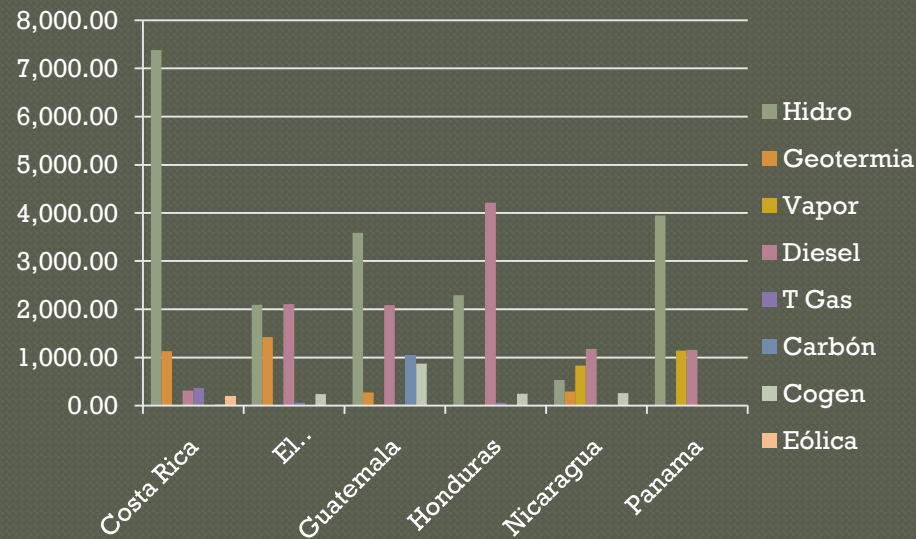
	Total	Hidro	Geot.	Vapor	Diesel	T. Gas.	Carbón	Cogen	Eólica
Costa Rica	2,446.6	1,524.3	165.7	0.0	319.0	347.7	0.0	20.0	69.9
El Salvador	1,441.3	485.7	204.4	0.0	626.0	16.2	0.0	109.0	0.0
Guatemala	2,250.9	776.4	44.0	4.5	706.9	215.9	152.4	350.8	0.0
Honduras	1,581.4	522.0	0.0	0.0	899.3	72.5	8.0	79.6	0.0
Nicaragua	879.7	105.3	87.5	229.8	251.3	79.0	0.0	126.8	0.0
Panama	1,623.5	870.0	0.0	399.8	313.8	40.0	0.0	0.0	0.0
Total CA	10,223.5	4,283.6	501.6	634.1	3,116.3	771.3	160.4	686.2	69.9



Capacidad Geotérmica Instalada				
	MW	Planta	Empresa	Factor de Planta
Costa Rica	165	Miravalles	ICE	79
El Salvador	109.1	Berlin	La Geo	90-94
	95.1	Ahuachapan	La Geo	90-94
Guatemala	24	Zunil	INDE/ORMAT	62.5
	20	Amatitlán	INDE/ORMAT	98
Honduras	0			
Nicaragua	70	Momotombo	ORMAT Momotombo Technologies, SA	43
	10	San Jacinto Tizate	Polaris Energy de Nicaragua, SA - PENSA	97
Panama	0			
Total	493.2			

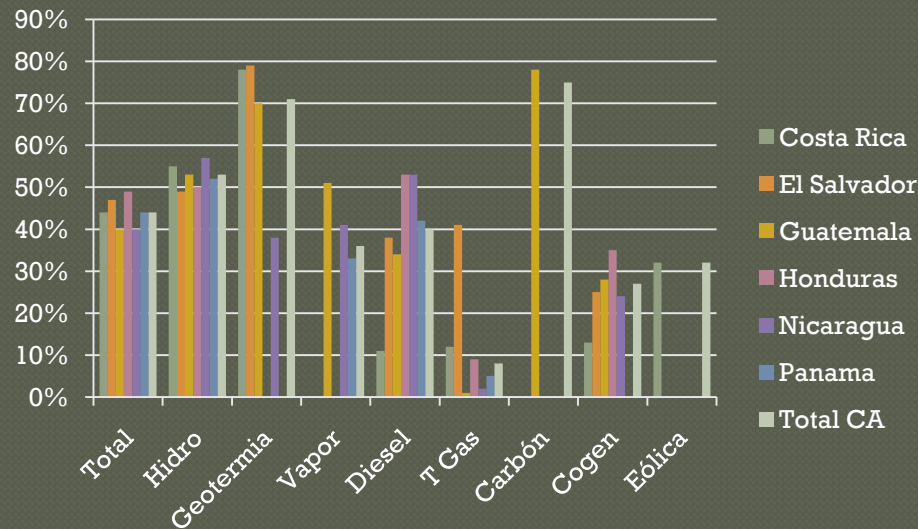
Generación de Electricidad (GWh)

	Total	Hidro	Geot.	Vapor	Diesel	T. Gas.	Carbón	Cogen	Eólica
Costa Rica	9,412.9	7,383.5	1,130.9	0.0	312.4	365.5	0.0	22.4	198.2
El Salvador	5,916.2	2,093.6	1,420.9	0.0	2,106.0	57.8	0.0	237.9	0.0
Guatemala	7,903.7	3,585.9	271.7	20.0	2,083.9	24.7	1,047.6	870.0	0.0
Honduras	6,800.7	2,291.1	0.0	0.0	4,210.0	57.0	0.0	242.6	0.0
Nicaragua	3,100.3	529.5	289.8	827.9	1,177.2	14.1	0.0	261.8	0.0
Panama	6,265.0	3,945.6	0.0	1,145.5	1,158.0	15.9	0.0	0.0	0.0
Total CA	39,398.7	19,829.1	3,113.3	1,993.4	11,047.5	535.0	1,047.6	1,634	198.2

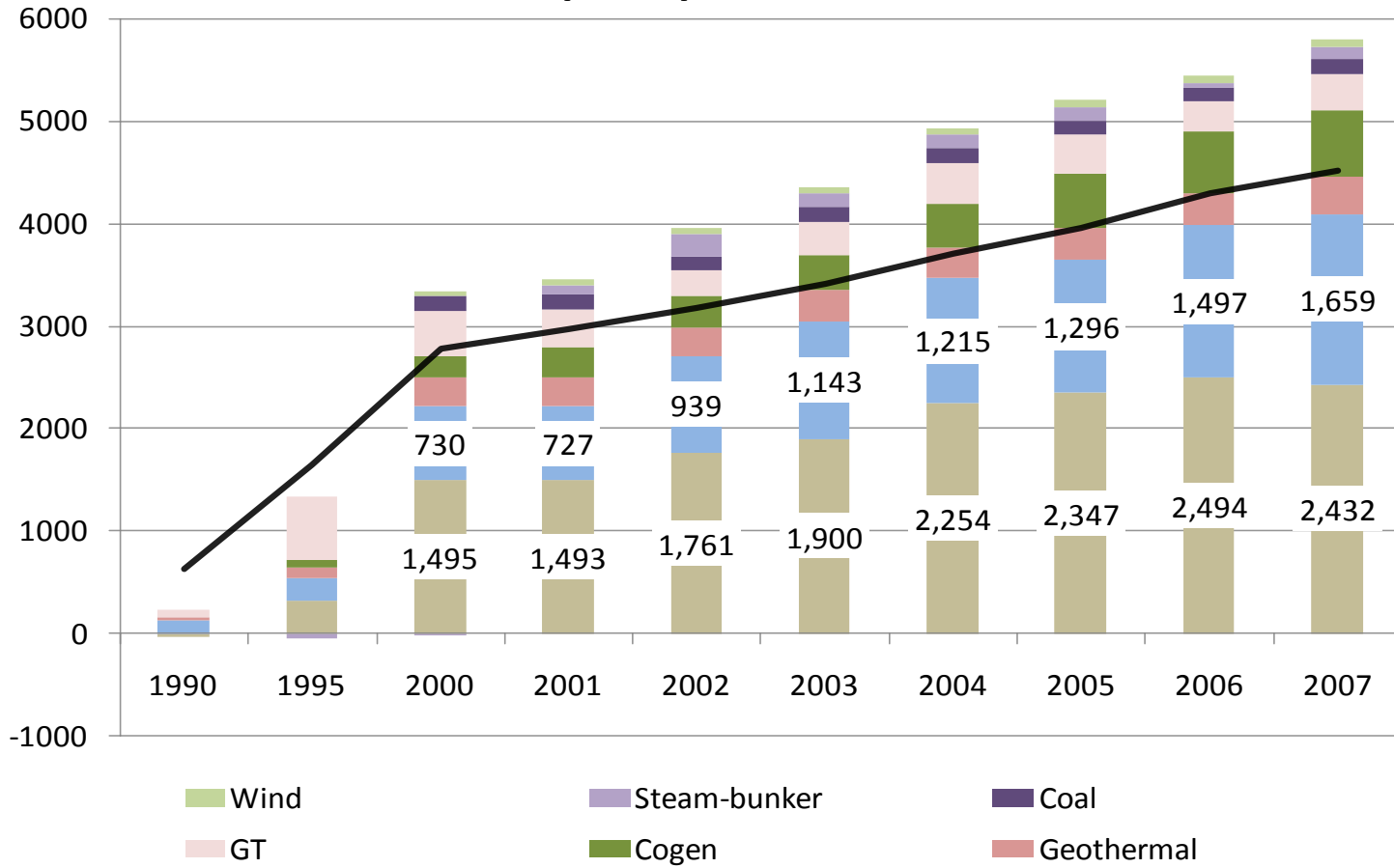


Factor de Planta por tipo

	Total	Hidro	Geot.	Vapor	Diesel	T. Gas	Carbónl	Cogen	Eólica
Costa Rica	44%	55%	78%		11%	12%		13%	32%
El Salvador	47%	49%	79%		38%	41%		25%	
Guatemala	40%	53%	70%	51%	34%	1%	78%	28%	
Honduras	49%	50%			53%	9%	0%	35%	
Nicaragua	40%	57%	38%	41%	53%	2%		24%	
Panama	44%	52%		33%	42%	5%			
Total CA	44%	53%	71%	36%	40%	8%	75%	27%	32%

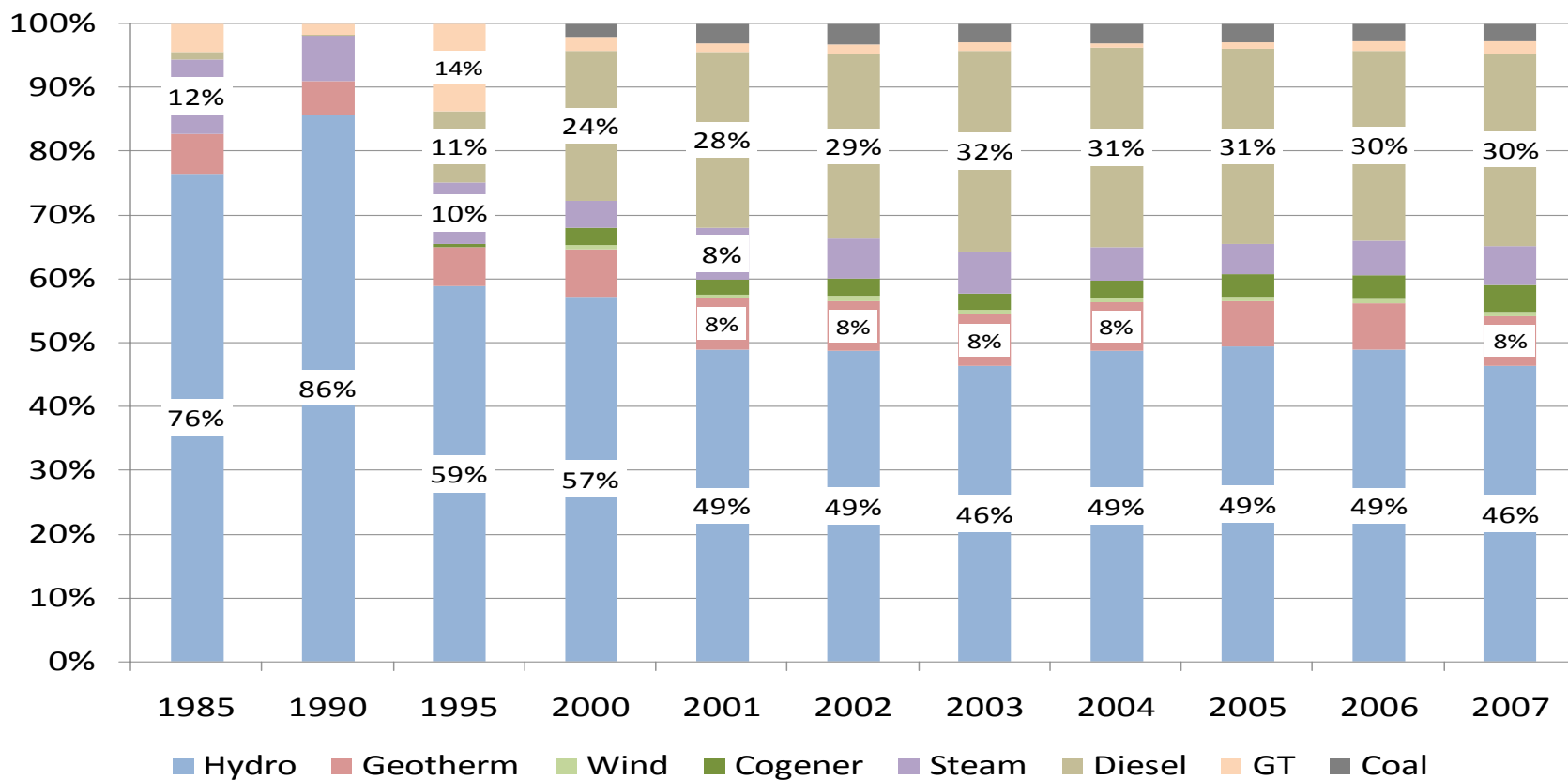


América Central: capacidad neta añadida (MW), 1985-



Matriz de Generación de América Central

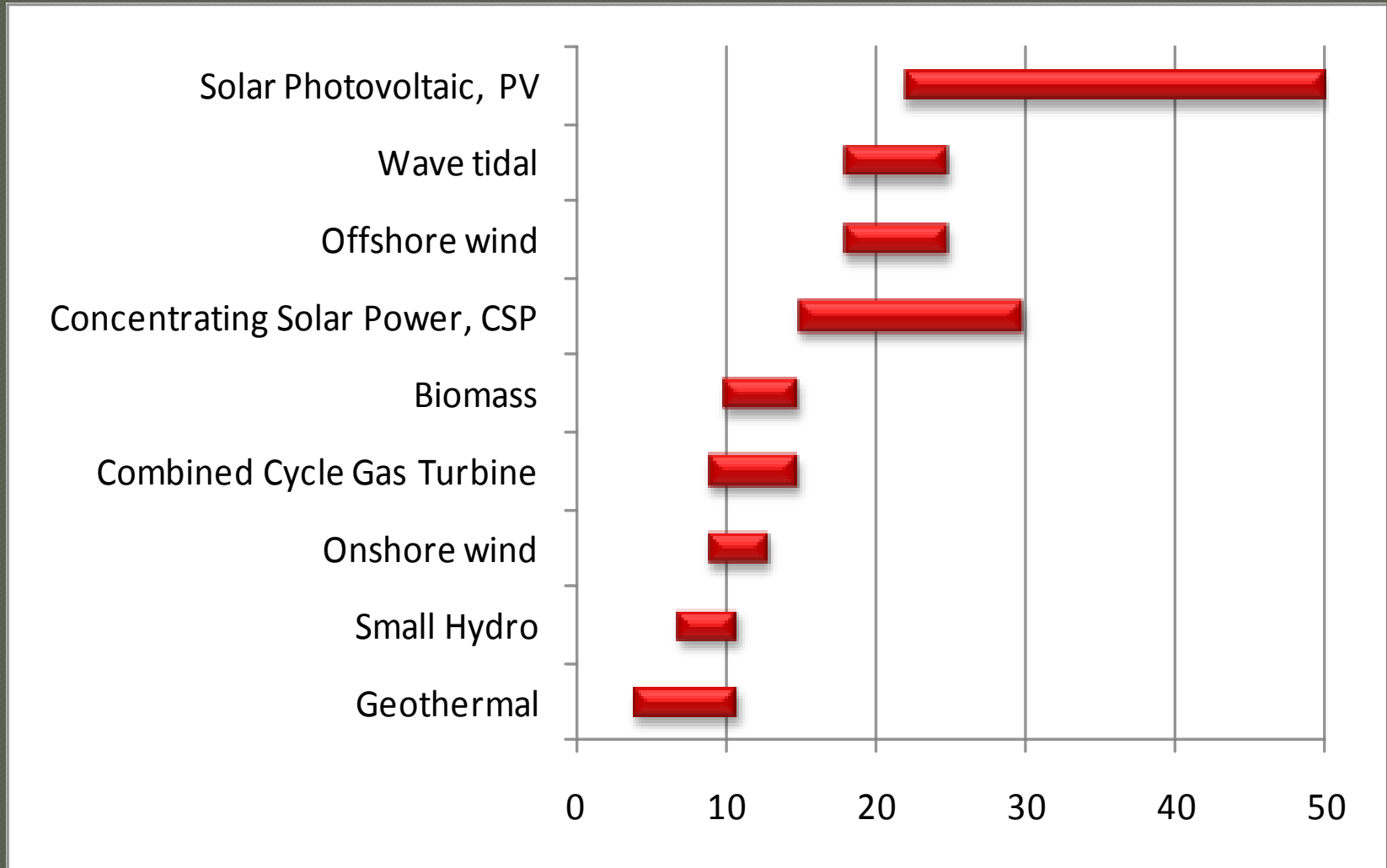
Central America - Generation mix



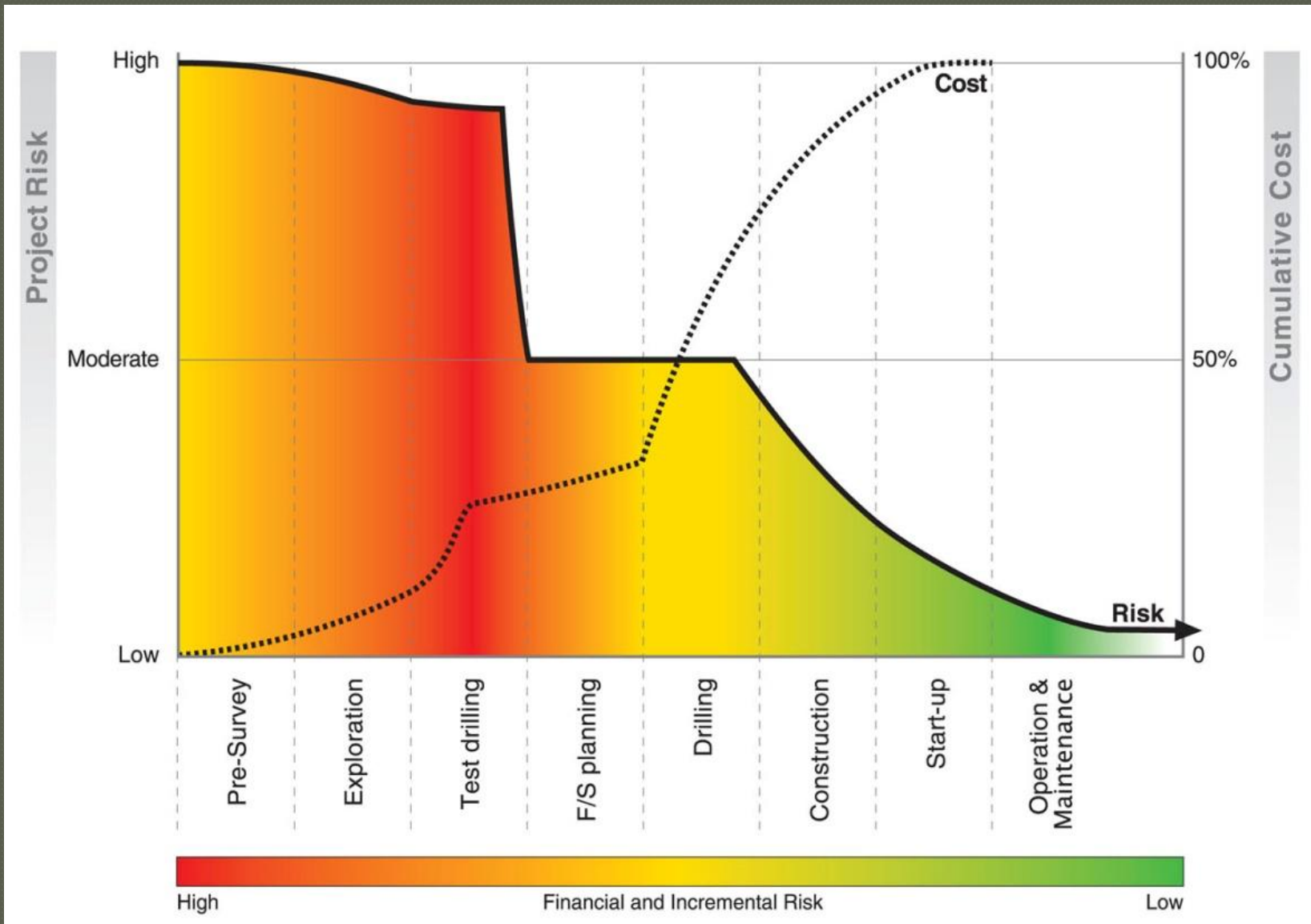
Costos Indicativos para el Desarrollo de una Central Geotérmica (50MW), en millones de US\$

Fase/Actividad	Estimativo Bajo	Estimativo Medio	Estimativo Alto
1: Reconocimiento	0.5	1	3
2: Exploración	1.5	3	5
3: Perforaciones de prueba	5	9	16
4: Estudio de factibilidad, planeamiento de proyecto, financiación, contratos, seguros etc.	5	10	15
5: Perforaciones (20 pozos)	40	70	100
6: Construcción (planta, subestación, enfriamiento, infraestructura, conexión a la red, tuberías de conducción etc.)	50 5	68 10	100 20
7: Puesta en servicio	4	9	15
TOTAL:	115	180	274
En US\$ por kW instalado	2300	3600	5500

Costos Nivelados de Generación por kWh en US¢



Riesgos en el Desarrollo de Geotérmicas



Regulación

- ◉ Leyes geotérmicas en Chile, Perú y Nicaragua
- ◉ Tipos de licencia/concesión, áreas, duración
- ◉ Requisitos para cada tipo de licencia / concesión
- ◉ Múltiples empresas en un campo
- ◉ Intereses de terceros, derechos de paso, servidumbres
- ◉ Responsabilidades ambientales y sociales
- ◉ Regalías e impuestos
- ◉ Alicientes/exenciones de impuestos
- ◉ Condiciones de terminación de concesiones

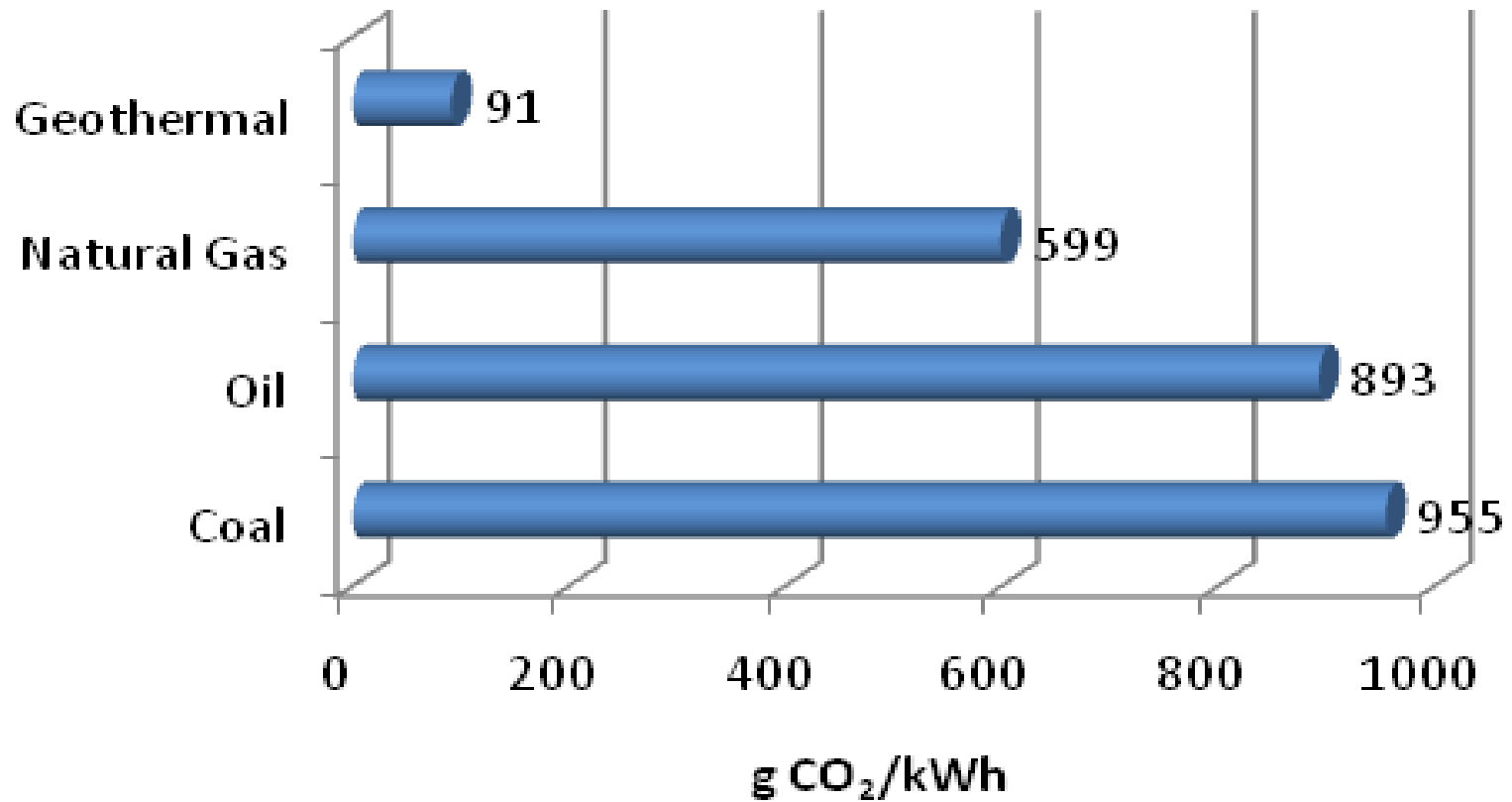
Aspectos Ambientales

- Emisiones
- Cambio Climático
- Líquidos
- Ruido
- Biodiversidad
- Hidrogeología, subsidencia y sismicidad
- Impacto visual
- Riesgos profesionales
- Recursos culturales
- Infraestructura asociada

Generación Renovable: Aspectos Ambientales

	Geotérmica	Hidro	Eólica	Biomasa
Hábitat Natural y Paisaje	Impacto menor	Potencialmente de gran escala	Se requieren grandes superficies	Áreas extensas para cultivo de biomasa
Flora y Fauna	Impacto menor	Potencialmente de gran escala	Impacto alto en ciertas especies (aves y murciélagos)	Impactos potencialmente importantes a nivel de producción
Calidad del Aire	Impactos localizados	Impacto despreciable	Impacto despreciable	Impactos localizados
Calidad del Agua	Impactos potencialmente altos/controlables	Impactos potencialmente altos	Impacto despreciable	Impactos variables—potencialmente altos
Impacto Social	Impactos variables—bajos a medianos	Impactos potencialmente altos	Impactos variables—bajos a altos	Impactos variables—bajos a altos
Impacto Climático	Positivo	Potencialmente positivo	Positivo	Positivo

Emisiones



Experiencia Regional

- ◉ **Costa Rica:** el modelo estatal donde el Estado toma el riesgo de desarrollo desde exploración hasta explotación
- ◉ **El Salvador:** el modelo de participación público privada en LaGeo donde el Estado se une con un socio estratégico que aporta recursos y conocimiento
- ◉ **Guatemala, Nicaragua y Honduras:** modelo de desarrollo público/privado con concesionamiento

Planes Regionales

○ Recursos candidatos por país

Tabla 5.12

PROYECTOS GEOTÉRMICOS COSTOS DE INVERSIÓN CAPITALIZADOS A ENERO DE 2008					
SISTEMA	PROYECTO	CAPACIDAD MW	INVERSIÓN CAPITALIZADA		Disponible en
			Millones US\$	\$/kW	
GUATEMALA	GEO GENÉRICO	100	250	2,500	2014-2023
EL SALVADOR	CHINAMECA	55	138	2,509	2015-2020
	GEO GENÉRICO	100	250	2,500	2014-2023
HONDURAS	GEO GENÉRICO	100	250	2,500	2014-2023
NICARAGUA	GEO CHILTEPE	40	100	2,500	2014-2023
	GEO CASITAS 1	10	25	2,500	2011-2023
	GEO CASITAS 2	45	112	2,489	2012-2023
	GEO CASITAS 3	45	112	2,489	2013-2023
	GEO GENÉRICO	100	250	2,500	2014-2023
	GEO HOYO II	40	100	2,500	2014-2023
COSTA RICA	GEO GENÉRICO	100	250	2,500	2014-2023
	GEO PROYECTO	35	88	2,514	2013-2023

Desarrollo Geotérmico Previsto

	Guatemala	El Salvador	Nicaragua	Costa Rica	Honduras
2011	Tecuamburro 44MW		Tizate 1 - 10MW Tizate 2 24MW Tizate 3 48MW Casitas 10MW	Pailas 35MW	
2012					
2013			Casitas 2 45MW Chiltepe 40MW		
2014		Chinameca 52MW	Geo Hoyo 1 40MW Geo Hoyo 2 40MW		
2015			Casitas 3 45MW		Platanares 35MW
2016					
2017				Generico 35MW	

Interrogantes

- ◉ Evaluación del Potencial Real de la Región
 - Reconocimiento
 - Perforaciones exploratorias
 - Planes maestros
- ◉ Desarrollo de proyectos geotérmicos
 - Modelo de desarrollo
 - Licitaciones para concesionar los proyectos
 - Metas a ser alcanzadas
- ◉ Experiencias de otros países