

コスタリカ国
コスタリカ電力公社

コスタリカ国
グアナカステ地熱開発事業
協力準備調査

最終報告書
[要約版]

JICA LIBRARY



1226622 [7]

平成26年2月

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

西日本技術開発株式会社

産公

JR

14-047

コスタリカ国
コスタリカ電力公社

コスタリカ国
グアナカステ地熱開発事業
協力準備調査

最終報告書
[要約版]

平成26年2月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

西日本技術開発株式会社



1226622 [7]

コスタリカ国
コスタリカ電力公社

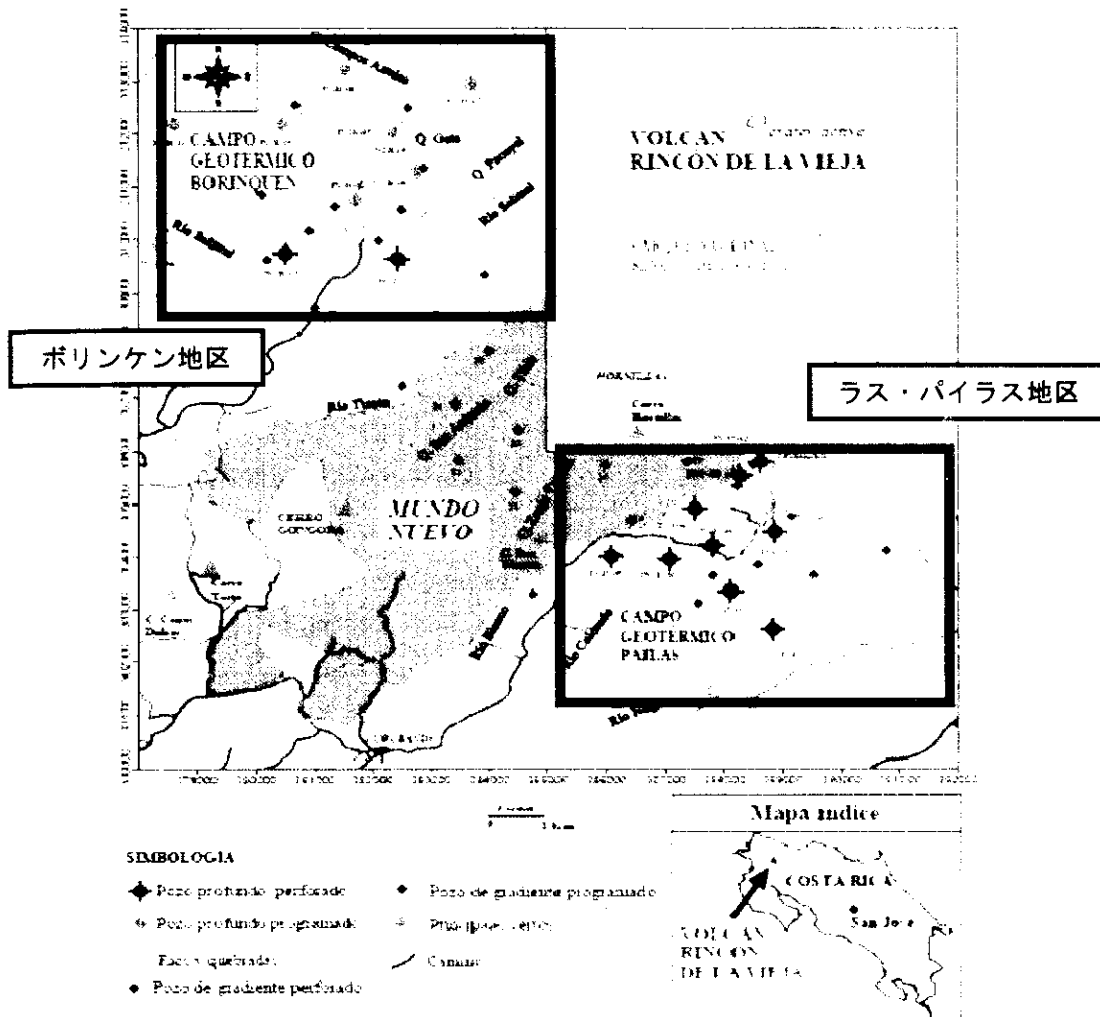
コスタリカ国
グアナカステ地熱開発事業
協力準備調査

ラス・パイラス II
ファイナルレポート
[要約]

平成 26 年 2 月

独立行政法人
国際協力機構(JICA)

委託先
西日本技術開発株式会社



調査対象地域位置図 (ICE 公表資料に加筆)

目 次

1	イントロダクション	1
1.1	背景	1
2	電力セクターの状況と本プロジェクトの必要性	2
2.1	電力セクターの状況	2
2.1.1	コスタリカ国のエネルギー状況	2
2.1.2	関係法・関係機関	3
2.1.3	電力設備	4
2.2	電力需給の現状と予測	8
2.2.1	電力需給の状況	8
2.2.2	SIEPAC(中米国際連系)	9
2.3	電力政策	10
2.3.1	国家開発計画とエネルギー政策	10
2.3.2	電源拡張計画	11
2.4	他の援助機関の支援	11
3	環境社会配慮	12
3.1	環境ベースライン調査	12
3.2	環境社会配慮に係る現地法制度の概要	14
3.3	代替案	14
3.4	影響項目（スコーピング案）	14
3.5	環境影響の調査・予測	19
3.6	影響評価	20
3.7	緩和策および費用	29
3.8	モニタリング計画	34
3.9	ステークホルダー協議	36
3.9.1	住民代表のインタビュー	36
3.9.2	ステークホルダー協議の概要	36
4	結論および提言	39
4.1	結論	39
4.2	提言	39

1 イントロダクション

1.1 背景

コスタリカでは ICE が 1970 年代から地熱資源調査を続けており、その成果をもとにミラバジェス地熱地帯でミラバジェス I (55 MW) が 1994 年に完成し、今日では同地熱地帯で 5 機の地熱発電設備（合計 163 MW）が稼動している。ICE は Tenorio 火山地帯と Rincon de la Vieja 火山地帯でも地熱資源調査を行っている。後者はグアナカステ県に位置し、ラス・パイラス地熱地域とボリンケン地熱地域が有望視されている。そのうちラス・パイラス地熱地域では 2011 年 7 月に 42 MW の地熱発電所（ラス・パイラス I）が完成したが、貯留層解析によって追加開発の余地がある事が明らかになった。これを受けて、同国政府は 2011 年 5 月、ラス・パイラスとボリンケンを含むグアナカステ地熱開発事業に対する円借款要請を念頭に協力準備調査の実施を要請した。本報告書は、これら 2 地点のうちラス・パイラス地熱地域の調査結果を記す。

2 電力セクターの状況と本プロジェクトの必要性

2.1 電力セクターの状況

2.1.1 コスタリカ国のエネルギー状況

コスタリカは、非石油産出国であるため、石油は全量を輸入で賅っている。2011年の同国の一次エネルギーの生産量は109,758 TJで、内94%が再生エネルギーによるものである。この内地熱エネルギーが最大の39.2%を占める（図2.1-1）。



[出典: Balance Energetica Nacional 2012, MINAE]

図2.1-1 コスタリカ国内一次エネルギー生産 (2011年)

上記のとおり、国内で経済的に開発可能なエネルギー資源としては、再生可能エネルギーのみであるが、その中で水力のポテンシャルが高い。しかしながら、水力は地元住民の反対や国立公園内という立地条件から開発が困難となるケースが多く、さらに電源の多様化という観点からも、水力の次にポテンシャルを有する地熱開発への期待は高くなっている。水力、地熱に続いて、同国では風力もラテンアメリカ地域ではいち早く、1997年より導入されている。また今後の技術と設備への投資条件によっては、バガスも競争力のある再生可能エネルギー資源と成り得ると考えられている。表2.1-1に同国の再生可能エネルギーのポテンシャルを示す。

表2.1-1 コスタリカの再生可能エネルギーのポテンシャル

電源	特定済みMW	設置済みMW	設置済み/特定済み
水力	6474	1692	26%
地熱	257	195	76%
風力	274	129	47%
バイオマス	95	39	41%
合計	7100	2053	29%

[出典: Plan de Expansion de la Generacion Electrica, ICE, 2012]

2.1.2 関係法・関係機関

環境・エネルギー・通信省（MINAET:Ministerio de Medio Ambiente, Energía y Telecomunicación）は、同国の環境・エネルギー・通信分野における政策立案および監督官庁である。電気事業についての政策決定、再生可能エネルギーについての政策、運営等を担っている。

規制機関は、公共サービス規制機関（ARESP:Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos）であり、電気事業における規制全般、電気料金の設定および新規参入企業や実施プロジェクトの認定を担う。ARESP は、電気料金のほかに、通信、水道、交通などの公共サービス料金の設定を担当しており、需要家からの料金等の苦情等に対応する仲裁機関ともなっている。

電力事業の運営は、国営電力公社であるコスタリカ電力公社（ICE）とその傘下にある配電会社（CNFL:Compania Nacional de Fuerza y Luz）を中心に、市営電力公社のカルタゴ市営電力公社（JASEC）、ヘルジア市営電力公社（ESPH）、および電化協同組合であるサンカルロス電化共同組（COOPELESCA）、グアナカステ農村電化協同組合(COOPEGUANACASTE)、ロスサントス農村電化電化共同組合（Coopesantos R.L.）により運営されている。さらに、長期契約を通じてICEに売電を行う民間事業者（IPP等）もある。

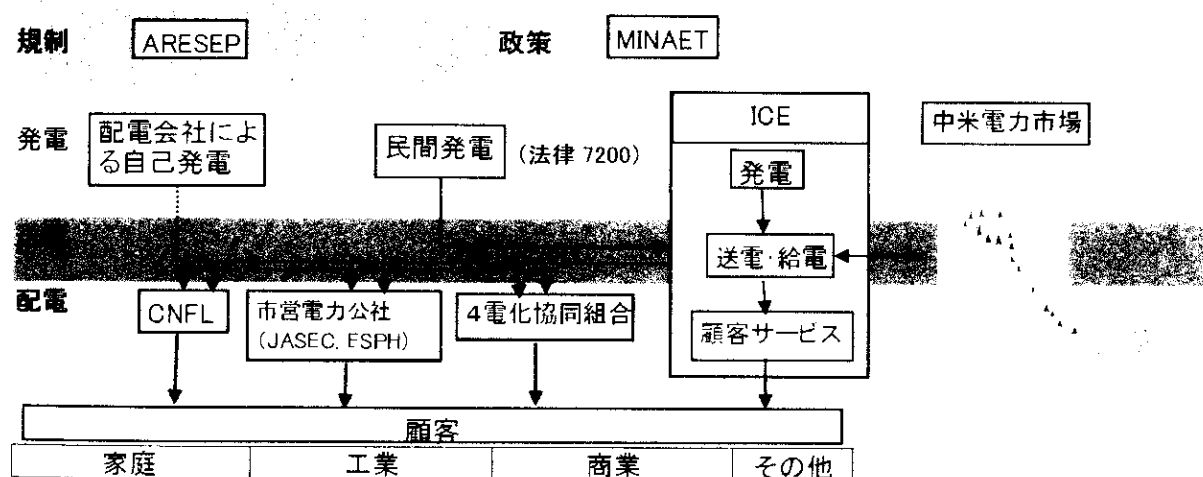
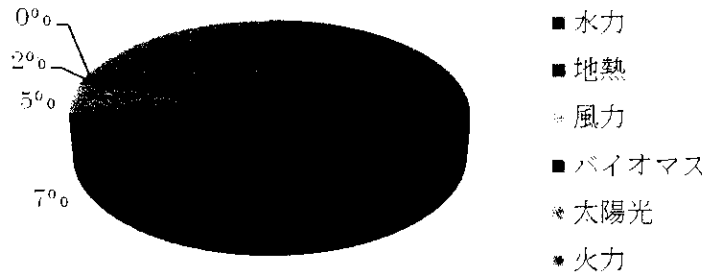


図 2.1-2 コスタリカ電気事業体制

2.1.3 電力設備

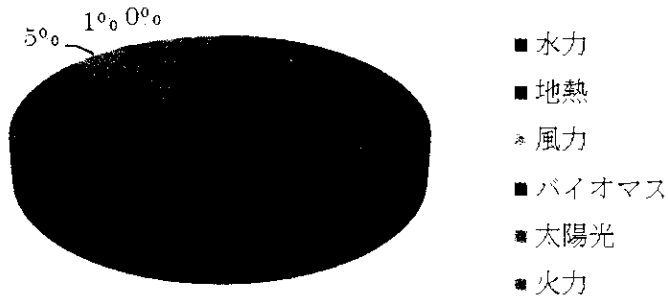
(1) 発電設備

発電事業は、コスタリカ電力公社、その傘下にある配電会社（CNFL）及び市営電力公社、電化協同組合を含む 7 つの公社および 30 の民間事業者により運営されている。2012 年の設備容量合計は 2,682 MW で、その内訳は、水力 66 %、火力 20 %、地熱 7 %、風力 5 %、バイオマス 2 % となっている。このうち 76 % が ICE 保有の設備であり、13 % が民間企業の保有設備である。配電会社は発電設備容量全体の 11 % を占める発電所を保有している。発電量では、2012 年の全発電量 10,076 GWh（前年比 2.7 % 増）の内、水力 72 %、火力 8 %、地熱 13.9 %、風力 5 %、バイオマス 1 % であった。図 2.1-7 にコスタリカの電源別発電設備容量を、図 2.1-8 に発電量を示す。



[出典：Plan de Expansion de la Generacion Electrica, ICE, 2012]

図 2.1-3 コスタリカ国電源別設備容量（計 2682 MW, 2012 年）



[出典：Plan de Expansion de la Generacion Electrica, ICE, 2012]

図 2.1-4 コスタリカ国電源別発電量（計 10,076 GWh, 2012 年）

(2) 送配電設備

国内送電系統(SEN: Sistema Eléctrico Nacional)は、ICE によって所有および運用されている。2008 年時点で、SEN の送電線は 230 kV が 1,083 km、138 kV が 727 km である。国際連系線は、ニカラグア-コスタリカ間 (80 MW 容量)、パナマ-コスタリカ間 (100 MW 容量) が連系されており、2011 年にはパナマとのカリブ海沿岸地域をつなぐ「友好の輪」と呼ばれる連系が完成、2012 年には中米電力連結システム (SIEPAC) の大部分がオペレーションを開始、今後は中米電力市場 (MER) を通じた域内の電力取引の拡大が期待されている。変電所は全国 41 箇所、計 7,606 MVA である。1996 年以降、配電システムはすべて SEN に統合され、孤立システムは存在しない。図 2.1-10 に SEN の送電網を、表 2.1-2 に 2010 年から 2030 年の送電線拡張計画を示す。

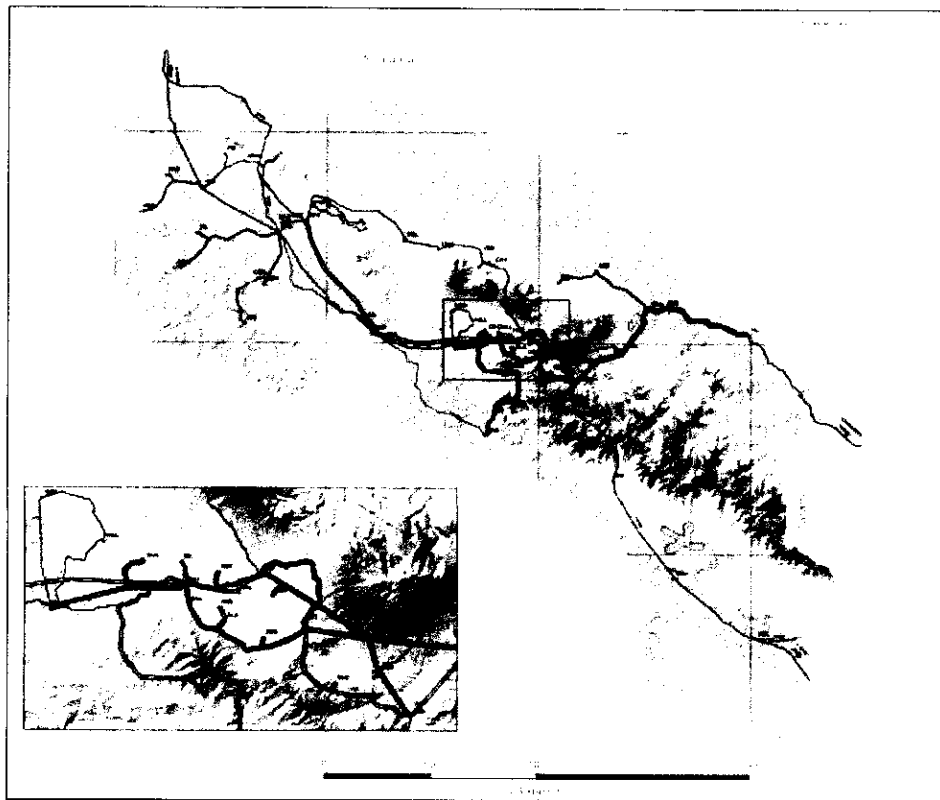


図 2.1-5 コスタリカ国内送電網

表 2.1-2 2010 年から 2030 年の送電線拡張計画

Entrada en operación		PROYECTO		
Año	Trimestre	Proyecto	Tensión (kV)	Detalles de las obras de transmisión asociadas
2010	4	Ambio de la Amistad	230	LT Cahuita - Frontera con Panamá
		Rio Macho - San Miguel	230	LT Rio Macho - San Miguel
		Liberia - Papagayo - Nuevo Colón	230	ST Liberia - cambio de esquema de subestación a doble barra con interruptor de enlace
		Garita - Poás	138	LT Garita - Poás
		SIEPAC	230	LT Rio Claro - Venadero
2011	1	Incremento en la capacidad de transporte	230	LT Arenal - La Caja de 300 MVA a 400 MVA
		Incremento en la capacidad de transporte	230	LT Arenal - Corobici de 200 MVA a 300 MVA
		Barra de alta tensión	138	ST Coco, instalación de barra auxiliar
		SIEPAC	230	LT Tucurrique - Cañas, LT Cañas - Parrita
		PT Garabito	230	Derivación de la LT Arenal - La Caja en la ST Garabito y creación de la LT Arenal - Lindora
		Poás y Compensación PT Garabito	34.5	Ampliación de la barra 34.5 kV, instalación de un banco de capacitores 12 MVAR
		Compensación PT Garabito	34.5	ST Juanjama y ST Barranca, instalación de un banco de capacitores 12 MVAR
	2	Barra de alta tensión	230	ST Cañas, cambio de esquema de subestación a doble barra con interruptor de enlace
		Peñas Blancas - Garita	230	ST Garita 230 kV, derivación de la LT Barranca - Lindora #2
		Incremento en la capacidad de transporte	138	LT Angostura - Turrialba - Cash de 110 MVA a 190 MVA
		Ciudad Quesada - San Miguel	230	LT Cariblanco - San Miguel, desvío por daños en la línea
		SIEPAC	230	LT Palmar - Rio Claro
	3	Conexiones de media tensión	34.5	ST Juanjama y ST Leósvilca, ampliación de la barra 34.5 kV
		Tarabaca	230	LT Lindora - Parrita circuito 2, derivación de circuito 2 en la ST Tarabaca 230 kV
		Barra de alta tensión	138	ST Sabanita, ST Desampalados, ST Alajuelita y ST Turrialba, instalación de barra auxiliar
	4	La Caja - Colima	230 y 138	Desvío de la LT La Caja - Colima 138 kV y la LT Lindora - San Miguel 230 kV en torres de 4 circuitos, incremento de la capacidad de transporte de LT Caja - Colima 138 kV, LT Caja - Heredia 138 kV y LT Heredia - Colima 138 kV a 190 MVA
		Peñas Blancas - Garita	230	LT Peñas Blancas - Garita 230 kV
		La Caja	138	LT La Caja - San Antonio, instalación de un transformador de 46 MVA
		Incremento en la capacidad de transporte	230	LT Liberia - Amayo de 250 MVA a 340 MVA
		Tejar	230	ST Tejar 230 kV, derivación de la LT San Miguel - Rio Macho
PT Pirro		230	ST Pirro 230 kV, derivación de la LT Parrita - Tarabaca circuito 2	
PG Parlas		230	ST Parlas 230 kV, derivación de la LT Liberia - Mogote	
		Inversión	Preinversión (Factibilidad)	Preinversión (Pre-factibilidad)

Entrada en operación		PROYECTO		
Año	Trimestre	Proyecto	Tension (kV)	Detalles de las obras de transmisión asociadas
2012	1	Barras de alta tensión	230	ST Rio Claro, cambio de esquema de subestacion a doble barra con interruptor de enlace
		Incremento en la capacidad de transporte	138	LT Angostura - Concavas de 230 MVA a 300 MVA
		Cariblanco - Trapiche	230	ST Trapiche 230 kV, derivación de la LT Mom - Rio Macho
		Barras de alta tensión	230	ST Colorado, cambio de esquema de subestacion a doble barra con interruptor de enlace
	2	Incremento en la capacidad de transporte	230	LT Arenas - Miravalles - Mogote - Liberia de 250 MVA a 400 MVA y LT Liberia - Cañas de 300 MVA a 400 MVA
		Miravalles 5	34.5	ST Miravalles, separación de barras de 34.5 kV reconstrucción LT Miravalles - Miravalles 5 a doble circuito
	3	PH Toro 3	230	ST Venecia 230 kV, derivación de la LT Ciudad Quesada - Toro
		Coyol	230	ST Coyol 230 kV, derivación de la LT Garabito - La Caja
	4	Coronado	230	ST Coronado 230 kV, derivación de la LT San Miguel - Tejar
		Rio Claro - Progreso	230	Desvio de la LT Rio Claro - Progreso 230 KV por daños en la línea
		SIEPAC	230	LT Parrita - Palmar
		Arenos	138 y 34.5	Reconstrucción e instalación de 2 transformadores de 45 MVA
2013	1	San Isidro	230 y 34.5	Ampliación de la barra de 34.5 kV e instalación de transformador reductor 345 MVA
		Trapiche	230 y 34.5	ST Trapiche 230 kV, instalación de transformadores reductores 1 y 2 45 MVA para el traslado de toda la demanda desde la ST Siquirres
		Medición de energía	230 y 138	Instalación del sistema de medición comercial en las subestaciones compatible con los requerimientos del Mercado Eléctrico Regional
		PH Chucas	230	ST Garita, LT Garita - Chucas 230 kV
		PH Capulín	230	ST Atenas 230 kV, derivación de la LT Barrianca - Garita
	2	PH Tonto	230	ST Tonto 230 kV, derivación LT Rio Macho - Trapiche
		Tejona	230	ST Tejona 230 kV, derivación LT Arenal - Pefias Blancas
		Cariblanco - Trapiche	230	Ampliación de la ST General 230 kV, LT Cariblanco - General 230 kV
	3	Barras de alta tensión	138	ST Colorado, instalación de barra auxiliar
		PH Cacahuatán	138	Ampliación de la ST Cacahuatán 138 kV, instalación de transformador elevador 46 MVA
		PH Diquis	230	LT Parrita - Palmar circuito 2
		Añilo Sur	230	ST El Este 230 kV, derivación de la LT Coronado - Tejar, LT San Miguel - El Este 230 kV circuito 2
4	Rio Macho	230 y 138	Modernización del sistema de control y cambio de esquema de subestacion de 138 kV a doble barra con interruptor de enlace	
	Cobano	138	ST Cobano, ampliación de la ST Santa Rita, LT San Rita - Cobano	
	Jaco	230	ST Jaco 230 kV, derivación LT Cañas - Parrita	
	Cariblanco - Trapiche	230	Reconstrucción de la LT Leesville - Trapiche	
2014	1	PH Reventazón	138	LT Cacahuatán - Rio Macho, 138 kV
	3	PH Balsa	230	ST Balsa 230 kV, derivación de la LT Pefias Blancas - Garita
2015	3	PH Reventazón	230	ST Reventazón 230 kV, derivación de la LT Trapiche - Tonto
	3	Añilo Sur	230	ST Higuito 230 kV, ampliación ST Tejar, reconstrucción de la LT Este - Tejar, LT Tarbaca - El Este 230 kV con la derivación a ST Higuito 230 kV
2016	1	Refuerzo de Transmisión Central Oeste	Por definir	Por definir
	3	PH Reventazón	230	Reconstrucción de la LT Rio Macho - Tejar, ampliación ST Tejar 230 kV, creación de la LT Mom - Tejar, derivación de la LT Mom - Tejar en la ST Reventazón
	4	PH Diquis	230	ST Diquis 230 kV, ST Rosario 230 kV, derivación del segundo circuito SIEPAC a ST Diquis
2017	1	Refuerzo de Transmisión Amilo Norte	Por definir	Por definir
	3	Refuerzo de Transmisión Península de Nicoya	Por definir	Por definir
2018	1	PH Diquis	230	LT Diquis - Rosario 230 kV, reconstrucción LT Palmar - San Isidro - Rio Macho, derivación de la LT San Isidro - Palmar a ST Diquis
	1	Transformación de energía	Por definir	Por definir
2019	1			
2020	1	PH Brujo 1	Por definir	Por definir
2021	1	PH Savegre	Por definir	Por definir
2022	1	PH Pacuare	Por definir	Por definir
	1	Refuerzo de Transmisión Norte - Centro	Por definir	Por definir
	1	PH Brujo 2	Por definir	Por definir
	1	PH RC 500	Por definir	Por definir

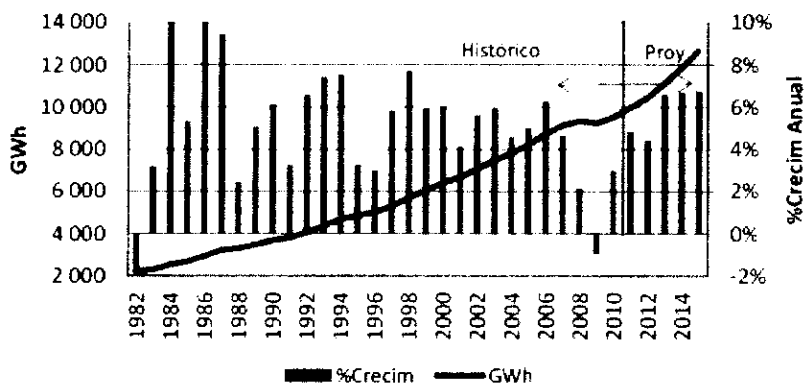
Inversión	Preinversión (Factibilidad)	Preinversión (Prefactibilidad)
-----------	-----------------------------	--------------------------------

[出典 : Plan de Expansion de la Tranmision 2010-2030, ICE 2010]

2.2 電力需給の現状と予測

2.2.1 電力需給の状況

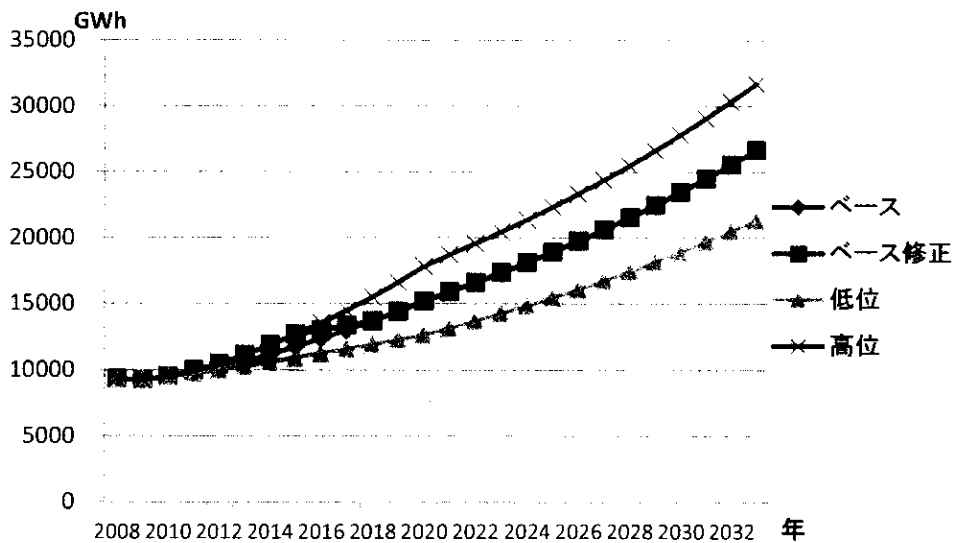
1990年から2007年までの電力需要は毎年5%増であったが、2008年は世界経済危機の影響で前年比2%減となり2009年にはマイナス成長となった。その後も需要の伸び率は低調が続いている(図2.2-1)。しかしながら国の電源開発に示される今後の電力需要予想では、短期的な最大需要への十分な対応のため、今後2年間の経済回復期を経て2013年以降は電力需要の伸び率6.6%を見込んだベース修正シナリオを含め、図2.2-2に示されるような4つのシナリオ(低位、ベース、ベース修正、高位)を設定している。



[出典：Plan de Expansion de la Generacion Electrica, ICE, 2012]

図 2.2-1 電力需要と伸び率の推移および今後の予想

年	発電 (GWh)			
	ベース	ベース修正	低位	高位
2008	9343	9343	9343	9343
2009	9253	9253	9253	9253
2010	9533	9533	9533	9533
2011	9798	9994	9724	9947
2012	10088	10441	10016	10441
2013	10605	11132	10309	11132
2014	11152	11877	10610	11877
2015	11731	12682	10921	12682
2016	12345	13019	11244	13554
2017	12999	13356	11578	14500
2018	13693	13693	11924	15526
2019	14430	14430	12282	16639
2020	15212	15212	12652	17845
2021	15943	15943	13166	18742
2022	16646	16646	13712	19583
2023	17381	17381	14281	20463
2024	18149	18149	14873	21384
2025	18950	18950	15488	22347
2026	19785	19785	16128	23351
2027	20654	20654	16793	24400
2028	21560	21560	17482	25494
2029	22505	22505	18200	26636
2030	23489	23489	18945	27829
2031	24515	24515	19720	29073
2032	25585	25585	20525	30373
2033	26702	26702	21363	31731



[出典：Plan de Expansion de la Generacion Electrica, ICE, 2012]

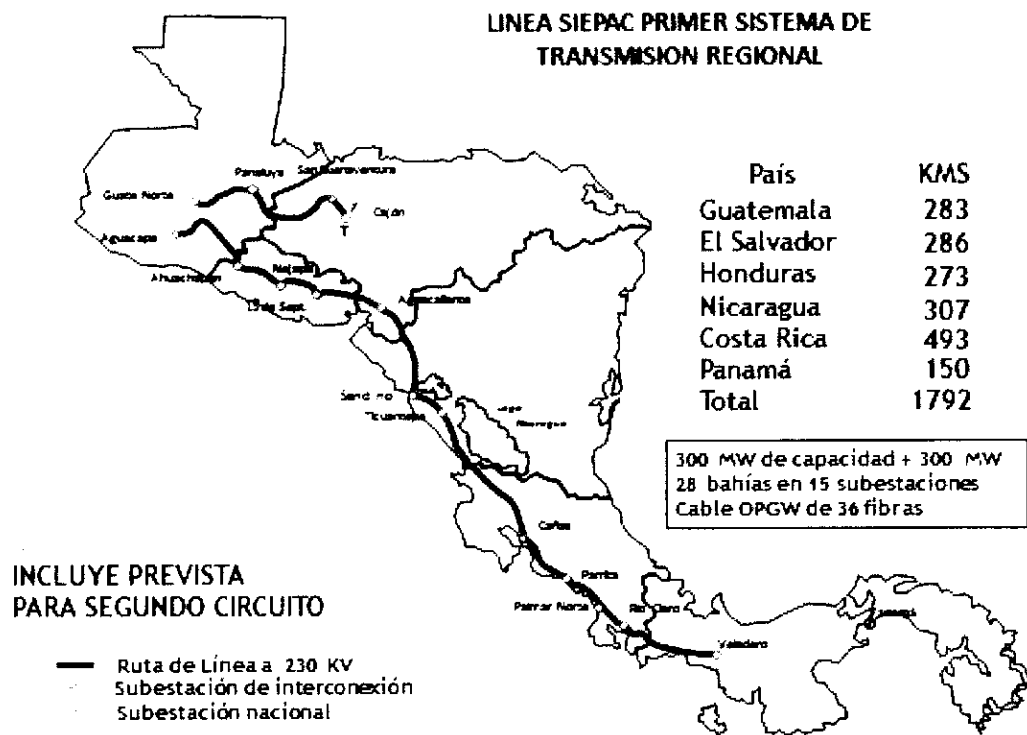
図 2.2-2 電力需要予測

2.2.2 SIEPAC(中米国際連系)

中米 6 カ国の本格的な電力連系を目的とする全長 1,800 km に渡る中米国際連系 (SIEPAC) は、IDB が資金面・技術面で全面的な支援を行ってきたのに加え、各国の電力公社、スペインの ENDESA (Endesa S. A. : エンデサ電力会社)、コロンビアの ISA (Interconexion Electrica S. A. : コロンビア送電公社)、メキシコの CFE (Comision Federal de Electricidad : メキシコ連邦電力庁) が送電線オーナーとして資本参加している。既存の連系設備に加えて追加の送電設備を建設するこ

とによって、第一フェーズの 2014 年までにグアテマラからパナマまでの地域で 300 MW の電力融通を可能にする。これに加え、メキシコやコロンビアからの石油や天然ガスの輸入に対するスケールメリットの創出、電源の多様化によるハリケーン被害に備えたエネルギーセキュリティと安定した系統運用の確保までを視野に入れたものである。

SIEPAC の 230 kV 新規送電線建設はコスタリカ国内の Parrita-Palmar Norte 間を除いて完工しており、2012 年に稼働を開始している。図 2.2-3 に SIEPAC の連系図を示す。



[出典：Plan de Expansion de la Generacion Electrica, ICE, 2012]

図 2.2-3 中米国際連系 (SIEPAC)

コスタリカでは、供給の不足分はこれまでニカラグア、パナマからの輸入によって賄われており、1990 年代後半から電力の輸入超が続いているため、今後は中米電力市場を通じた電力輸入も同国にとって重要な選択肢となる。一方、電源開発計画で計画されている Reventazón 水力発電所、Diquis 水力発電所など大規模な水力発電所が稼働を開始すれば、コスタリカから周辺国への輸出や中米電力市場での売電も十分想定される。

2.3 電力政策

2.3.1 国家開発計画とエネルギー政策

コスタリカは、前政権期の 2007 年に、2021 年までに自国の二酸化炭素排出量と吸収量を相殺する「カーボンニュートラル」を達成することを目標に掲げており、現政権においてもその実現のための取組みは最重要課題のひとつに位置づけられている。

「2011年～2014年国家開発計画」では、1) 社会的弱者への配慮、2) 市民の安全と社会平和、3) 環境保全、4) 競争力強化、が戦略の4つの柱に挙げられているが、特に3)と4)に関連して、環境と調和した持続的な経済成長の達成のために再生可能エネルギー（特に水力、地熱）の利用の重要性が強調されている。具体的には、2014年までに発電の95%を再生可能エネルギーで行うことが目標に掲げられている（ベースラインは2009年時点の再生可能エネルギー発電設備容量1,839 MW。これを2014年までに334 MW増強する。）。

2.3.2 電源拡張計画

国の電源拡張計画は、以上の国家開発計画やエネルギー政策に沿い、ICEによって策定されている。

表 2.3-1 2013年-2019年の電源拡張計画

年	月	プロジェクト	電源	MW	累積設備容量 (MW)	需要予測 (MW)*
2013	7	Tacares	水力	7	2689	
	12	Balsa Inferior	水力	38	2727	2019
2014	9	Cachí	水力	-105	2622	
	11	Cachí 2	水力	158	2780	2163
2015	1	Chucás	水力	50	2830	
	2	Torito	水力	50	2880	
	3	Anonos	水力	4	2884	
2016	3	Río Macho	水力	-120	2764	
	3	Río Macho 2	水力	140	2904	
	7	Chiripa	風力	50	2954	2318
	1	Capulín	水力	49	3003	
	1	La Joya	水力	-50	2953	
	1	La Joya 2	水力	64	3017	
	1	Eólico Cap 1 Conc 1a	風力	50	3067	
2017	1	Orosí	風力	50	3117	
	5	Reventazón	水力	292	3409	
	10	Reventazón Minicentral	水力	14	3423	2484
	1	Eólico Cap 1 Conc 1b	風力	50	3473	
	1	Eólico Cap 1 Conc 2	風力	20	3493	
2018	1	Hidro Cap 1 Conc 1	水力	37	3530	
	1	Hidro Cap 1 Conc 2	水力	50	3580	
	6	Moín	火力	-20	3560	2660
2019	1	Hidro Genérica	水力	50	3610	2853
2019	1	Pailas 2	地熱	55	3665	3050

*需要予測は、ICE「2010-2012発電拡張計画」による。

2.4 他の援助機関の支援

コスタリカの電力セクターにおける主要な支援機関は米州開発銀行(IDB)である。IDBのセクター戦略は、制度的法的枠組みの強化、電源開発プロジェクトの支援、さらにエネルギーミックスの持続性の確保である。さらに、IDBは、コスタリカ政府が電力・通信セクターで進める制度改革にICEが順応するための支援を行っている。

3 環境社会配慮

3.1 環境ベースライン調査

ラス・パイラス地熱地域は、コスタリカの首都サンホセから西に 240 km 程離れたグアナカステ (Guanacaste) 県リベリア (Liberia) 郡のクルバンディ (Curubandé) 地区の北東に位置する (図 3.1-1)。発電所や付属施設が建設されるプロジェクト実施区域 (東西約 8 km, 南北約 2.5 km) は、主に低木が点在する草地と谷に存在する林地から成り、北は Rincon de la Vieja 国立公園と隣接する。気温は年平均 23.7 °C、最高 30.1 °C、最低 19.2 °C である。乾季は 3 月、雨季は 10 月、月降雨量は 50~575.5 mm の範囲にあり、年間降雨量は 2,782 mm である。月平均風速は 1.7~5.5 m/s で、卓越風向は大西洋側から太平洋側に吹く北東風向の貿易風である。



図 3.1-1 ラス・パイラス地熱地域の位置

ラス・パイラス地熱地域における地熱資源開発対象領域を図 3.1-2 に示す。図中の赤枠で囲んだ領域は、ラス・パイラス I の開発対象領域（以下、本報告書では既開発エリアと表記する）であり、この範囲内において 2001 年より各種の地熱資源調査および大深度調査井の掘削が実施されてきた。これまでにラス・パイラス地熱地域において掘削された大深度調査井は以下のとおりである。

年	坑井（掘削開始順）
2001	PGP-03 PGP-02 PGP-01
2002	PGP-04 PGP-05
2008	PGP-09 PGP-08 PGP-06 PGP-10
2009	PGP-24 PGP-12 PGP-17 PGP-23
2010	PGP-25 PGP-27 PGP-11
2011	PGP-20 PGP-19
2012	PGP-16 PGP-28

2010 年までに実施された地熱資源調査の結果に基づいてラス・パイラス地熱地域全体の地熱資源量評価が実施され、余剰の地熱資源が賦存しているとの評価結果が得られたことから、ICE は図 3.1-2 中に黄色の枠で示した領域を拡張開発対象領域（以下で、本報告書では拡張開発エリアと表記する）として設定し、ラス・パイラス II の開発に向けた調査を実施している。

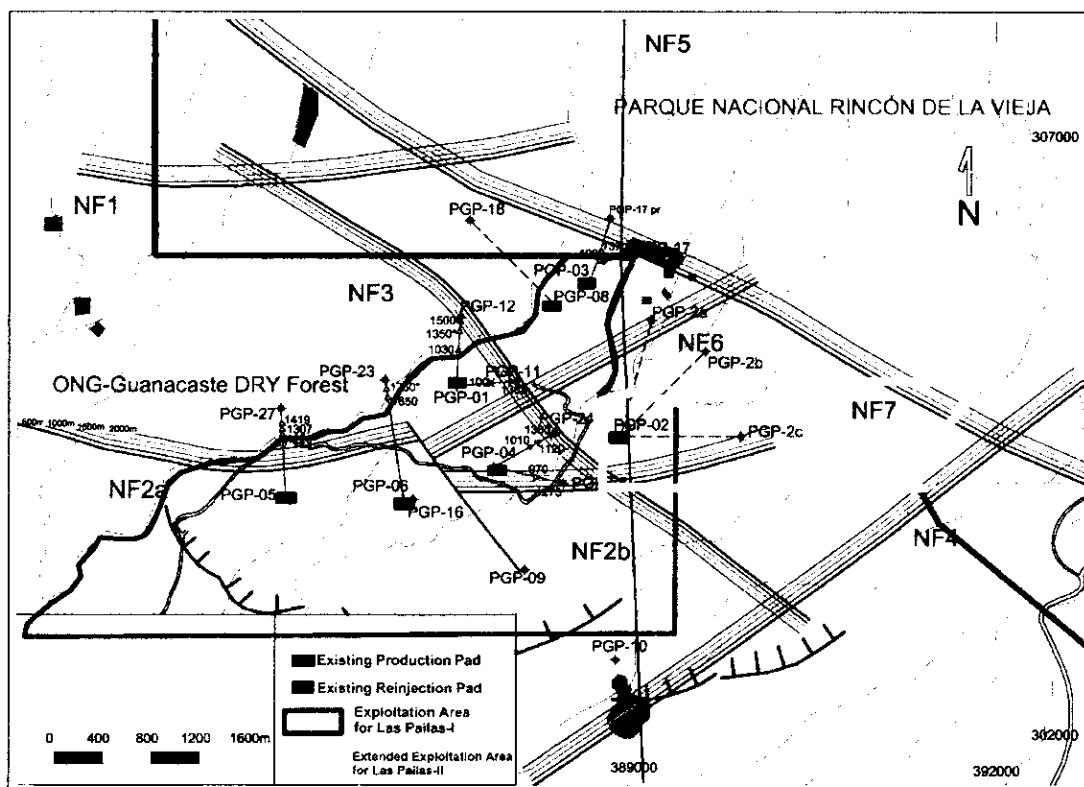


図 3.1-2 ラス・パイラス地熱地域内の開発対象領域

3.2 環境社会配慮に係る現地法制度の概要

追加プロジェクト（ラス・パイラス II）の主な施設である発電所はラス・パイラス I の EIA 許認可区域に計画されているため、本プロジェクトに関わる新たな EIA は要求されないが、想定される新たな影響については、影響の予測、評価、緩和策の追加技術レポートが要求される。ICE は既に追加技術レポートを環境庁（SETENA）に提出し、承認されている。

3.3 代替案

コスタリカ自然再生エネルギー（地熱、風力）の開発も進める方針である。本地域で水力発電の開発は国立公園、保護区等の影響が大きく、ポテンシャルは少ないため開発は想定されない。水力以外の自然エネルギー資源として想定されるのは風力と地熱発電開発である。風力発電はすでに周辺地域で開発されており（Orosi 地点 50 MW、Mogote 地点 50 MW）、地熱発電開発はラス・パイラス（本プロジェクト）およびボリンケン地域で計画されている。

以上より、本地域で地熱発電以外の電源開発の可能性はほとんどないと考えられる。

3.4 影響項目（スコーピング案）

想定される環境影響項目のスコーピング（案）を表 3.4-1 に示す。

表 3.4-1 影響項目（スコーピング案）

項目	評 定		理 由 (抽出した、またはしなかった理由)
	建設時	供用時	
非自発的住民移転	D	D	プロジェクト計画地域に集落や住居はないため、住民の移転は想定されない。
雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	<ul style="list-style-type: none"> ・雇用機会の増加、調査、建設および発電所維持管理のための資機材の地元調達や作業人員の食料の地元購入、宿泊施設の利用等により、地域経済や住民の暮らしについては正の影響が期待される。 ・農地や放牧地の利用計画はないため、農業（畜産業）への影響は想定されない。 ・ICE は既設発電所（ラス・パイラス I）建設時と同様に道路の維持管理や工事用車両の通行分散化、速度制限等を行う予定である。よって、資機材運輸車両の通行による観光業への影響はほとんどないものと考えられる。
土地利用や地域資源利用	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> ・調査・建設のための基地設置や施設建設等のための土地利用が想定される。 ・地熱の利用は本地域資源の有効利用に該当するものと考えられ、地域への便益還元が想定される。 ・国立公園は環境省下の SINAC（国家保護区局）の管轄であり、国立公園内の活動については国立公園法（法令 No.6084、その後生物多様性法 No.7788 に統合）で規制されている。一方、地下の地熱資源の開発については国内法において規制対象となっていない。また、法令 No.5961（1976 年 12 月 6 日）によって、コスタリカ電力公社（ICE）にコスタリカ国内の独占的な地熱開発権が与えられている。

項目	評 定		理 由 (抽出した、またはしなかった理由)
	建設時	供用時	
社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	C	C	プロジェクト実施による影響の有無は不明であるが、影響の有無を確認する必要がある。
既存の社会インフラや社会サービス	B+	B+	<ul style="list-style-type: none"> ・既設発電所の建設により社会サービスやインフラ（道路の建設、拡張、舗装、小学校舎の建設等）は改善されており、本プロジェクトの実施によりさらに社会インフラの改善が期待できる。一方、一般的に建設機械や資材の輸送により既存道路のダメージとしてポットホール（路面に形成される穴）が想定されるが、既設発電所建設時に道路は舗装されている。また、ICEは既設発電所建設時と同様に道路の維持管理や工事用車両の通行分散化を行うため、負の影響はほとんど想定されない。 ・発電所施設等の存在による道路の整備、維持管理や、住民への社会サービス提供等の正の影響が期待できる。
貧困層・先住民民族・少数民族	D	D	調査地域には、特に配慮すべき先住民民族・少数民族の居住地は確認されていない。
被害と便宜の偏在	C	C	一般的に、発電所施設の建設により利益を得られる又は被害を受ける地区や特定の集団、個人が生じる場合があり、プロジェクト周辺地域におけるこれらの影響の有無を確認する必要がある。
文化遺産	A-	B-	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト実施区域および周辺では考古学サイトが確認されている。プロジェクトの立地地点がこれらの考古学サイトに計画される場合には影響が考えられる。 ・地熱発電所から高濃度のH₂Sは降下した場合に影響が考えられるが、H₂S着地濃度については、大気汚染（H₂S）項でシミュレーションによる予測を行う。
地域内の利害対立	C	C	一般的に、地域内でプロジェクトが実施される場合は、プロジェクトに対する賛成と反対のグループの対立が起こる可能性が考えられる。本プロジェクト周辺地域でこのようなグループの存在および対立の可能性について確認する必要がある。
水利用、水利権、入会権	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> ・取水は一時的であるが、坑井掘削工事用水取水により河川流量にある程度の影響が想定される。 ・供用時には、発電所用水取水により河川流量へのある程度の影響が想定される。
公衆衛生	B-	D	<p>特に調査、建設段階においては、衛生施設未設置や不足および処理能力が小さい等により、公衆衛生の悪化の可能性が考えられる。</p> <p>供用時には、衛生施設設置、維持管理が実施されることから影響はほとんどないと考えられる。</p>
災害、HIV/AIDSのような感染症	B-	D	<ul style="list-style-type: none"> ・発電施設の建設には、多くの外部建設労働者が従事する場合はHIV/AIDS感染、蔓延の危険性が想定される。 ・供用時には外部からの労働者はほとんどなく、産業員数も少ないために影響は想定されない。
自然環境	B-	D	<ul style="list-style-type: none"> ・調査、生産井掘削、発電所建設工事等による土地の形状の変更が予想される。 ・供用時に地形、地質への影響は想定されない。

項目	評 定		理 由 (抽出した、またはしなかった理由)	
	建設時	供用時		
自然環境	土壌浸食	B-	D	<ul style="list-style-type: none"> 掘削坑井基地、敷地造成やアクセス道路の建設に伴い裸地が発生し、降雨時に裸地の土壌浸食が想定される。 供用時に新たな土木工事等はないため、土壌浸食の影響は想定されない。
	地下水	C	D	<ul style="list-style-type: none"> 工事用水としての地下水の取水は計画されていない。坑井掘削により地下水位・水量への影響の可能性はある。 発電所用水等としての地下水の取水は想定されない。また、冷却水には蒸気凝縮水を再利用するので、地下水の取水はない。 還元井および生産井は、不透水層の下の地下深部まで鋼管(遮水管)を挿入すること、坑井壁との間はセメンティングされること、また地熱流体の採取および還元は深部(約 2,000-2,500m)で行うことから、地下水への影響は想定されない。 地熱流体の性質と施工に問題がない場合は 20 年~30 年以上使用されることが一般的であり、中には 50 年近く使用されている坑井もある。
	湖沼・河川状況	D	D	<ul style="list-style-type: none"> 調査、工事中においては、河川の形態を大きく変更するような工事は想定されない。 供用時においては、河川の形態を変更するような工事はなため、河川状況の影響は想定されない。 地熱流体から分離した熱水は全量を還元井から地下深部まで還元するので、河川への熱水の放流はない。従って、河川状況の変化等の影響は想定されない。
	動植物、生物多様性	A-	B-	<ul style="list-style-type: none"> 植物除去や土地の改変による影響が考えられる。 施設の存在による動植物の分布状況、生息・生育環境等への影響が想定される。 噴出試験はセパレータで熱水と蒸気を分離し、サイレンサーを通して乾いた蒸気を大気へ放散させ、分離熱水を還元井に還元する計画であり、これによって、熱水の周辺植生への飛散による影響は軽微である。 計画地近傍に重要種の生息・生育、繁殖が存在する場合に騒音等による影響が想定される。 地熱発電所からの H₂S は冷却塔頂部に排出され、冷却塔ファンにより大気中で拡散希釈される。プロジェクト計画地域周辺の H₂S 着地濃度については、大気汚染 (H₂S) 項でシミュレーションによる予測を行う。 既存施設 (ラス・パイラス I) の実績では、冷却塔からの水蒸気が周辺樹木への影響を与えたことはない。また、プロジェクト周辺は年間を通じて零下になることはなく、樹木の着氷現象はない。以上より、冷却塔の水蒸気による周辺の樹木への重大な影響は想定されない。
	国立公園	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> 追加プロジェクトの計画地は国立公園南側に位置し、発電所計画地点は国立公園の近くに位置するためにある程度の影響が想定される。

項目		評 定		理 由 (抽出した、またはしなかった理由)	
		建設時	供用時		
自然環境	景観	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所および周辺施設の建設により、地域の自然景観への一時的な影響の可能性が想定される。 ・発電所施設の存在に伴い眺望点からの眺望景観の変化が想定される。 	
	地球温暖化	D	D	<ul style="list-style-type: none"> ・建設工事中の建設機械の稼働、資材の搬出入において発生する温室効果ガスは少なく、影響は一時的で軽微あると想定される。また、発電所建設用地は 10ha 程度で、主に放置された雑木林であり、用地の植物（雑木、草類）除去による温室効果ガスへの影響はほとんどないと考えられる。 ・供用時には非凝結ガス（NCG）に含まれる CO₂ の排出が想定されるが、他の汽力発電と比較して温室効果ガスの排出が極めて少ないことにより、地球温暖化への影響がほとんどないものと考えられる。 	
汚染	大気汚染	H ₂ S	B-	A-	<ul style="list-style-type: none"> ・地熱貯留層評価を行うために実施する噴出試験に伴い、H₂S を含む NCG ガスが発生し、近傍地域の環境に対し一時的な影響が想定される。 ・発電所供用に伴い NCG に含まれる H₂S が 発電所の冷却塔頂上から恒常的に排出されるため、発電所周辺の環境に対し影響が想定される。
		粉じん	B-	D	<ul style="list-style-type: none"> ・工事中の資材等の搬出入に使用する車両から、土砂粉じんの巻き上げ等が発生するが、その影響は広域に及ぶとは考えられない。しかし、輸送経路の近傍に民家等がある場合は、影響が想定される。 ・供用時に車両の通行台数は少ないため影響は想定されない。
	水質汚濁	A-	A-	<ul style="list-style-type: none"> ・事業活動に伴う一般排水や坑井掘削時に泥水の発生による影響が想定される。また、敷地造成時の裸地発生により、降雨時の土砂の流出による河川の濁りが考えられる。 ・供用時に発生する排水（雨水排水、浄化槽・油分分離槽の水処理設備からの排水）により、ある程度河川への影響が想定される。 ・重金属を含む熱水はすべて還元井より地下深部まで還元される。また、冷却水は再利用されるために河川への放流はない。 	
	土壌汚染	B-	D	<ul style="list-style-type: none"> ・坑井掘削時に発生する汚泥による土壌汚染の可能性が想定される。 ・供用時には土壌が汚染されるような物質を取り扱うことは想定されない。 ・地熱熱水はすべて地下深部へ還元され、土壌汚染の影響は想定されない。 	
	廃棄物	A-	A-	<ul style="list-style-type: none"> ・工事中に産業廃棄物（掘削汚泥、廃材）および土木工事残土の発生が想定される。 ・供用時に産業廃棄物（汚泥、廃油等）の発生が想定される。 	

項目	評 定		理 由 (抽出した、またはしなかった理由)	
	建設時	供用時		
汚染	騒音・振動	B-	A-	<ul style="list-style-type: none"> ・調査時において、生産井の噴出試験時に発生する騒音や、建設機械の稼働に伴い、建設作業騒音・振動が発生するため、ある程度影響が想定される。 ・工事中の資材等の搬出入輸送経路沿いに民家等が存在する場合はある程度の影響が想定される。 ・供用時の影響については、冷却塔、蒸気タービン、発電機等からの騒音・振動が発生するためにプロジェクト計画地域周辺のホテルへの影響が想定される。 ・プロジェクト計画地は国立に隣接しているために騒音による国立公園への影響が想定される。
	地盤沈下	D	A-	<ul style="list-style-type: none"> ・調査時における地熱流体の噴出は短期間であるため影響は想定されない。 ・深部地熱流体を採取することから、発電所周辺における地盤沈下の可能性が想定される。
	悪臭	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> ・実施する噴出試験で発生するH₂Sによる悪臭が、近傍地域における一時的な影響を及ぼす可能性が想定される。 ・供用時に発生するH₂Sによる悪臭が、発電所近傍に影響を及ぼす可能性が想定される。
その他	事故	B-	D	<p>安全管理が不十分な場合、調査時の地熱流体の噴出による事故や建設作業中の事故、また交通事故等が発生する可能性がある。</p> <p>供用時については、既設発電所の実績により、操業中の事故の可能性はほとんどないと考えられる。</p>
	アクセス道路	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> ・追加プロジェクト発電所および坑井基地のアクセス道路や3.2kmを建設する計画である。 ・アクセス道路の建設に伴い裸地が発生し、降雨時に裸地の土壌浸食が想定される。 ・アクセス道路の建設に伴い植物除去や土地の改変による影響が考えられる。 ・アクセス道路の存在による動物の分布状況、生息環境等への影響が想定される。
	送電線	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> ・追加プロジェクト発電所から既設発電所まで送電線を建設する予定である。 ・送電線の距離は約2.5 kmで、ラス・パイラス地熱地域内で建設される。 ・送電線建設による環境（動植物、景観）への影響は限定的であると想定される。

- * : A : 大きな影響が想定される。
- B : ある程度の影響が想定される。
- C : 影響の程度は未定であり、今後の確認調査が必要である。
- D : 影響の程度は軽微であり、今後の調査は不要である。
- + : 正の影響
- : 負の影響

3.5 環境影響の調査・予測

プロジェクト実施区域および周辺には住居はなく、プロジェクト実施による住民の移転は発生しない。

地域住民の雇用は発電所建設時に 510 名、供用後に 45 名以上を期待できる。また、本プロジェクトの実施に当たっては、クルバンディ住民の要望により、クルバンディ集落に良質な水源から取水して送水する計画であり、地域経済、地域の社会サービスが改善されるものと考えられる。プロジェクトの計画地は民間が所有する未利用土地を使用する計画であり、計画地点は主に放置された草地や雑木林である。また、土地の改変面積を最小限にすることで動植物への影響は小さいものと考えられる。

騒音、硫化水素(H₂S)、水質の予測結果において、H₂S は WHO のガイドライン値を、騒音、水質はコスタリカ国基準を満足する。また、廃棄物は分別収集を実施しリサイクルおよびライセンスを有する処理業者に委託処理することで環境への負荷を低減できるものと考えられる。

景観への影響については、発電所建屋および関連施設等のデザインは現地の自然風景の特性を考慮して自然との調和を図るとともに土地改変部の緑化および発電所周囲に 50m 幅の帯状緑化を実施することで影響を最小限にすることは可能であると考えられる。プロジェクト計画地は国立公園 (Rincón de la Vieja National Park) に隣接しているが、上記の対策により、公園への影響は小さいと考えられる。

プロジェクトによる温室効果ガス排出量の削減量は、年間 20,067 ton-CO₂ と見積られる。

3.6 影響評価

表 3.6-1 影響評価

項目	評定		調査・予測結果に基づく評価		評価理由
	建設時	供用時	建設時	供用時	
非自発的住民移転	D	D	D	D	・本プロジェクトでは、非自発的住民移転は発生しない。
雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	B+	B+	<ul style="list-style-type: none"> ・地域住民の雇用は発電所建設時に510名、供用後に45名以上を期待でき、調査、建設および発電所維持管理のための資機材の地元調達や作業人員の食料の地元購入、宿泊施設の利用等により、地域経済や住民の暮らしについては正の影響が期待される。 ・農地や放牧地の利用計画はないために農業（畜産業）への影響はほとんどないものと考えられる。 ・ホテル経営者のヒヤリングによれば、既設発電所の建設時は、ホテルへの影響はなかったことから追加プロジェクトによる影響は小さいものと考えられる。 ・ICEは既設発電所建設時と同様に道路の維持管理や工事用車両の通行分散化、速度制限等を行うため資機材運輸車両の通行による観光業への影響は小さいものと考えられる。
社会環境 土地利用や地域資源利用	B-	B+	D	B+	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所および関連施設の建設は、民間銀行が所有する未利用土地を使用する計画である。 ・発電所および関連施設の用地面積は約10haであり、必要最小限にとどめる計画である。 ・地熱流体の採取は地下深部不透水層まで鋼管(遮水管)を挿入後、採取は深部(約2,000-2,500m)で行い、蒸気と分離した熱水は地下深部に還元されることから、温泉資源への影響はほとんどないと考えられる。 ・本地区に存在する温泉施設はホテルの温水プール1箇所であり、日本のような温泉施設や温泉文化はなく、ホテルにヒヤリングしたところ、既設発電所の運転により、温水プールの水温、水量等の変化はない。 ・これらのことから、プロジェクト実施により土地利用や地域資源への影響はほとんどないものと考えられる。 ・プロジェクトを地域資源である地熱資源の利用と考えた場合、地域への便益還元として以下が考えられる。 <ol style="list-style-type: none"> 1)雇用・インフラ整備を通じた地域社会への貢献。 2)地熱発電設備を観光資源として活用することによる地域観光業への貢献。
社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	C	C	D	D	・プロジェクト実施区域に公共施設や地域意思決定機関施設等は存在しないことから、影響はない。

項目	評定		調査・予測結果に基づく評価		評価理由
	建設時	供用時	建設時	供用時	
既存の社会インフラや社会サービス	B+	B+	A+	B+	<ul style="list-style-type: none"> ・本プロジェクトの実施に当たっては、クルバンディ住民の要望により、クルバンディ集落に良質な水源（泉）から取水して送水する計画であることから、地域の社会サービスは大きく改善されるものと考えられる。 ・ICEは既設発電所建設の場合と同様、道路の維持管理や工事用車両の通行分散化、速度制限等を行うことから既存道路へのダメージは小さいものと考えられる。 ・発電所施設等の存在による道路の整備、維持管理や、住民への社会サービス提供等の正の影響が期待できる。
貧困層・先住民族・少数民族	D	D	D	D	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト実施地域および周辺地域には先住民族や少数民族であるインディヘナや黒人の集落は存在しない。
被害と便宜の偏在	C	C	D	D	<ul style="list-style-type: none"> ・現地調査発電所および関連施設は銀行所有の未利用の土地に立地する計画であり、発電所建設により、プロジェクト地域周辺において被害を被り、また便益の偏在に係るような特定の集団や個人はない。 ・ICEは既設発電所建設時と同様に道路の維持管理や工事用車両の通行分散化、速度制限等を行うことから資機材運輸車両の通行による観光業への影響は小さいと考えられる。 ・直近にホテルの騒音予測結果は48 dBで、現況騒音46 dBより2 dB増加する。 ・H₂Sの予測結果は、最大着地濃度が0.035 ppmで低く、着地地点はクーリングタワー直近であり、周辺地域での着地濃度15 ug/m³ (0.01 ppm) 以下でさらに低くなっている。これらのことから騒音、H₂Sによる特定地域への影響はないものと考えられる。
文化遺産	A-	B-	D	D	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト計画地周辺で考古学サイトは確認されているが、プロジェクト計画地には考古学サイトは立地しないことから建設による考古学のサイトへの影響はないものと考えられる。 ・H₂Sの予測結果から、H₂Sの最大着地濃度は0.035 ppmで低く、着地地点はクーリングタワー直近であり、周辺地域での着地濃度は15 ug/m³ (0.01 ppm) 以下でさらに低くなっていることから、H₂Sによる考古学サイトへの影響はないものと考えられる。
地域内の利害対立	C	C	D	D	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒヤリング調査より、事業計画地域に存在するホテルや周辺地域住民はプロジェクトの反対はなく、地域内の利害対立も想定されない。

社会環境

項目	評定		調査・予測結果に基づく評価		評価理由	
	建設時	供用時	建設時	供用時		
社会環境	水利用、水利権、入会権	B-	B-	D	D	<ul style="list-style-type: none"> 掘削時の日最大取水量(58.3 m³/hr)は河川最小流量(1,440 m³/hr)に占める割合の 3.7%程度(掘削時取水して再利用する)である。 日平均取水量(0.25 m³/hr、定常時取水)の河川最小流量に占める割合は 0.017 %程度で、日最大取水量(100 m³/hr、1~2年に1回程度の定期点検後の冷却水系統への充填水)は6.9%程度である。 定常時取水量は0.25 m³/hrで河川最小流量に占める割合はわずか0.017%程度である。 以上のことより、取水量の河川最小流量に占める割合は小さく河川流量および水環境への影響は小さいものと考えられる。
	公衆衛生	B-	D	B-	D	<ul style="list-style-type: none"> 特に調査、建設段階においては、衛生施設未設置や不足および処理能力が小さい等により、公衆衛生の悪化の可能性が考えられる。 供用時には、衛生施設(浄化槽)設置、維持管理が実施されることから影響はほとんどないと考えられる。
	災害、HIV/AIDSのような感染症	B-	D	D	D	<ul style="list-style-type: none"> 既設発電所建設の場合と同様、発電所の建設には、リベリア郡内の土木建設会社の建設労働者が従事し、外部建設労働者の流入がないことから、HIV/AIDS感染、蔓延の危険性はほとんどないものと考えられる。 供用時には外部からの労働者はほとんどなく、産業員数も少ないことから、HIV/AIDS感染、蔓延はないものと考えられる。
自然環境	地形・地質	B-	D	D	D	<ul style="list-style-type: none"> 調査、生産井掘削、発電所建設工事等による土地の改変面積形状の改変面積は10ha程度で必要最小限にとどまり、切土や盛土の法面の舗装、緑化を行う計画である。 プロジェクト計画地域に保全すべき重要な地形・地質(天然記念物、名勝地などの風致景観が優れているもの、学術的価値が高いもの)が存在しない。 以上のことより、工事による地形、地質への影響は小さいものと考えられる。
	土壌浸食	B-	D	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> 掘削坑井基地、敷地造成やアクセス道路の建設に伴い裸地が発生し、降雨時に裸地の土壌浸食が考えられる。 供用時に新たな土木工事等はないため、土壌浸食の影響は考えられないが、年月の経過と共に劣化して浸食の可能性が考えられる。

項目	評定		調査・予測結果に基づく評価		評価理由
	建設時	供用時	建設時	供用時	
地下水	C	D	D	D	<ul style="list-style-type: none"> ・工事用水としての地下水の取水は計画されていない。また、調査地域に井戸は存在しない。 ・坑井掘削により地下水位・水量への影響の可能性はあるが、工事は一時的である。これらから掘削による地下水への影響が軽微であると考えられる。
湖沼・河川状況	D	D	D	D	-
動植物、生物多様性	A-	B-	A-	B-	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所および関連施設は主に放置された草地の雑木林に計画しており、土地の改変面積は約10ha程度で必要最小限にとどめる計画である。また、土地改変部や周辺に植林を実施する。 ・動植物の調査結果から、計画地および周辺では、保護種の生育・生息環境は確認されていない。 ・以上のことより、植物除去や土地の改変による動植物への影響は限定的であると考えられるが、国立公園が近くに位置しており、動植物のモニタリングの実施は必要であると考えられる。 ・発電所施設の外灯は昆虫への影響を考慮して全て黄色照明灯とすることで影響が小さくなるものと考えられる。 ・噴出試験はセパレータで熱水と蒸気を分離し、サイレンサーを通して乾いた蒸気を大気へ放散させ、分離熱水を還元井に還元する計画であり、これによって、熱水の周辺植生への飛散による影響は軽微である。 ・既存施設（ラス・パイラス I）の実績では、冷却塔からの水蒸気が周辺樹木への影響を与えたことはない。また、プロジェクト周辺は年間を通じて零下になることはなく、樹木の着氷現象はない。以上より、冷却塔の水蒸気による周辺の樹木への重大な影響は想定されない。 ・H₂S の予測結果から、H₂S の最大着地濃度は 0.035 ppm で低く、着地地点はクーリングタワー直近であり、周辺地域での着地濃度は 15 ug/m³ (0.01 ppm) 以下でさらに低くなっていることから生物への影響は考えられない。 ・プロジェクト実施区域周辺で重要種等の生息・生育、繁殖が確認されていない。今後確認された場合は、適切なモニタリングを行うこととする。 ・発電所の騒音については、サイレンサーの設置、低騒音型の冷却塔ファンの採用、タービン発電機の屋内設置、蒸気エジェクタを防音壁で囲う等によって回避・低減を図る。

自然環境

項目	評定		調査・予測結果に基づく評価		評価理由		
	建設時	供用時	建設時	供用時			
自然環境	国立公園	B-	B-	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> ・最寄りの坑井の計画地は国立公園境界まで約 300 m ある。坑井噴出試験は最長約 3 ヶ月であり、サイレンサー設置により騒音の低減を図る。 ・坑井掘削は、不透水層の下、地下深部（約 2,000-2,500 m）で行うことから、地表への影響は考えられない。 ・発電所計画地は国立公園境界まで約 650m あり、H₂S や騒音の予測結果から影響は小さいものと考えられる。 ・発電所存在による国立公園からの眺望の影響が考えられるが、景観対策で実施される緑化により、影響の低減が図られるものと考えられる。 	
	景観	B-	B-	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所および周辺施設の建設により、地域の自然景観への一時的な影響が考えられる。 ・発電所施設の存在に伴い眺望点からの眺望景観の変化が考えられる。 	
	地球温暖化	D	D	D	D	—	
汚染	大気汚染	H ₂ S	B-	A-	D	D	<ul style="list-style-type: none"> ・噴出試験時に坑口サイレンサーから蒸気とともに H₂S が大気に放出され、一般的に H₂S の着地範囲は約数メートルから数十メートル内であり、最寄りのホテルは約 600 m 以上、国立公園入口は 1,700 m 以上も離れており、噴出試験期間は短期試験では数日～1 ヶ月程度であり、既存生産井の噴出試験時に H₂S による坑井周辺の影響は確認されていないことから坑井周辺への影響は小さいものと考えられる。 ・H₂S の予測結果から、H₂S の最大着地濃度は 0.035 ppm で低く、着地地点はクーリングタワー直近であり、周辺地域での着地濃度は 15 ug/m³ (0.01 ppm) 以下でさらに低くなっていることから環境への影響は小さいものと考えられる。
	粉じん						B-

項目	評定		調査・予測結果に基づく評価		評価理由	
	建設時	供用時	建設時	供用時		
汚染	水質汚濁	A-	A-	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> ・建設工事に伴う排水は、排水量（約 10 m³/日 = 0.42 m³/hr）が河川最小流量に占める割合は 0.032 % で少ないが、河川への影響を最小限にするために既設発電所の場合と同様、対策を実施する必要があると考えられる。また、敷地造成時の降雨による濁水については、仮処理施設を設置する必要があると考えられる。 ・坑井掘削に伴って発生する泥水は、浸透防止策が施された貯泥池に貯めて循環利用し、掘削完了後に貯泥池の上澄水は還元井から地下還元され、系外への排出はないことから影響はほとんどないものと考えられる。 ・供用時に発生する一般排水の排水量は 0.46 m³/hr で河川最小流量に占める割合は 0.032 % と少ないが、処理して放流する必要があると考えられる。 ・重金属を含む熱水はすべて還元井より地下深部まで還元される。また、冷却水は再利用されるために河川への放流はない。
	土壌汚染	B-	D	B-	D	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削時に生じる掘削汚泥のうち、掘り屑（岩の破片等）は、掘削現場に設けた貯泥池（不透水シート敷設）に集めて沈殿させた上で、二重のジオテキスタイル（土木用安定繊維シート）で覆って埋める。 ・掘り屑等を沈殿させた後の水は貯泥池に貯め、掘削完了後に還元井から地下還元し、系外への流出はない。廃油等の産業廃棄物はライセンス所有の処理業者に処理を委託する。以上のことから周辺土壌への影響はほとんどないものと考えられる。

項目	評定		調査・予測結果に基づく評価		評価理由
	建設時	供用時	建設時	供用時	
汚染 廃棄物	A-	A-	A-	A-	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削時に生じる掘削汚泥のうち、掘り屑（岩の破片等）は、掘削現場に設けた貯泥池（不透水シート敷設）に集めて沈殿させた上で、二重のジオテキスタイル（土木用安定繊維シート）で覆って埋める。 ・廃油等の産業廃棄物はライセンス所有の処理業者に処理を委託する。 ・それ以外の屑は集めて、産業廃棄物として処理する。 ・廃材については、既存施設建設の場合と同様、工事現場に分別回収ボックスやコンテナ、仮回収置き場等を設置して回収する。 ・回収した資源廃棄物（カン、ガラス、交換部品、ワイヤー、金具、木等）は地域のリサクル業者に処理を委託し、それ以外の廃棄物はライセンスを有する産業廃棄物処理業者に処理を委託する。 ・コンクリートやがれき等はリベリア市の処理場に搬入して処理し、現場に放置しない。 ・掘削した土石等は、基礎工事の埋戻土、整地等に使用し、残った土石は設置した土捨場へ運搬して処理する。 ・余った掘削残土の上捨場での処理にあたっては、周辺の自然環境を損なわないような計画を策定し、実施を行う。 ・供用時に発生する生活廃棄物は既存施設の場合と同様、分別収集して地域の処理業者に処理を委託する。 ・汚泥、廃油等の産業廃棄物は既存施設の場合と同様、ライセンスを有する処理業者に処理を委託する。 <p>以上のような対策を実施することにより、廃棄物に環境への影響は小さいものと考えられる。</p>

項目	評定		調査・予測結果に基づく評価		評価理由		
	建設時	供用時	建設時	供用時			
汚染	騒音・振動		B-	A-	B-	A-	<ul style="list-style-type: none"> ・調査時において、生産井の噴出試験時に発生する騒音や、建設機械の稼働に伴い、建設作業騒音・振動が発生するため、ある程度の影響が考えられ、騒音の緩和策の実施が必要と考えられる。 ・工事中の資材等の搬出入輸送経路沿いに民家等が存在する場合はある程度の影響が考えられるが、ICEは既設発電所建設の場合と同様、工事用車両の通行分散化、速度制限等を行うため交通騒音の影響は小さいものと考えられる。 ・供用時における騒音の予測結果では、発電所計画地から535 mに位置する最寄りホテル地点の騒音は48 dBであり、現況環境騒音(46 dB)より2 dB大きくなると予測され、コスタリカの住居地域における環境基準(昼間65 dB、夜間:45+5 dB)を満足する結果となる。従って、発電所稼働に係わる騒音のホテルに対する影響は小さいものと考えられる。 ・観光客が集まる国立公園入口および公園管理所は計画発電所から約1.7 km離れており、国立公園入口周辺環境に与える影響はないものと考えられる。 ・発電所計画地点から国立公園境界までの距離は約650 mで、発電所稼働による騒音の増加は約2 dBと予測される。動物の現況調査の結果では、プロジェクト計画地および周辺に重要種等の生息、繁殖が確認されていないが、発電所の騒音対策として、サイレンサーの設置、低騒音型の冷却塔ファンの採用、タービン発電機の屋内設置、蒸気エジェクターを防音壁で囲う等を実施し、騒音影響の回避・低減を図る。 ・なお、プロジェクト計画地は国立公園に近いので、今後プロジェクト計画地周辺1 kmの範囲内で動物の生息・繁殖地が確認された場合はモニタリング計画を更新の上、モニタリング計画に沿ってモニタリングを実施し、著しい影響が認められる場合は工事工程の調整や分散化等の対策を講じる。
	地盤沈下		D	A-	D	B-	<ul style="list-style-type: none"> ・地熱流体は生産井より地下深部(約2,000-2,500 m)から自然噴出させて採取し、熱水は全量還元井によりほぼ同深度(約2,000 m)の地下深部に還元するため、地盤沈下が起こる可能性は低いものと考えられる。また、ICEによれば、既設発電所や他の地熱発電所では地盤沈下の現象は生じておらず、苦情もないことことから、地盤沈下が発生する可能性は極めて低いものと考えられるが、モニタリングの実施は必要であると考えられる。

項目	評定		調査・予測結果に基づく評価		評価理由	
	建設時	供用時	建設時	供用時		
汚染	悪臭	B-	B-	D	D	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本地域は地熱火山地帯であり、自然環境には H₂S 濃度は存在し、場所によって H₂S の臭いがする。 ・ ホテルに最も近い坑井は約 600 m、国立公園入口は約 1,700 m 離れており、噴気試験時の H₂S の着地距離は数メートルから数 10 メートル内であり、悪臭の影響はほとんどないものと考えられる。 ・ H₂S の予測結果から、H₂S の最大着地濃度は 0.035 ppm で低く、着地点はクーリングタワー直近であり、周辺地域での着地濃度は 0.01 ppm 以下でさらに低く、人の臭覚閾値（約 0.02 ppm）以下になっていることから悪臭の影響はほとんどないものと考えられる。
その他	事故	B-	D	B-	D	<ul style="list-style-type: none"> ・ 安全管理が不十分な場合、調査時の地熱流体の噴出による事故や建設作業中の事故、また交通事故等が発生する可能性が考えられる。
	アクセス道路	B-	B-	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> ・ 追加プロジェクト発電所および坑井基地のアクセス道路は約 3.2 km、土地の改変面積約 1.6 ha で必要最小限にとどまる計画である。また、既存道路の使用や拡張により土地の改変面積を必要最小限にし、樹木の伐採は可能な限り避けることとする。 ・ 動植物の調査結果より、プロジェクト計画地および周辺では、保護種の生育・生息環境は確認されていないが、アクセス道路を砂利舗装し、法面の舗装、緑化を実施し、雨水排水側溝も考慮する。 ・ 供用後は必要に応じて維持管理を行い、浸食発生箇所については緑化、補修等を実施する。 以上様な施策により、環境への影響は小さくなるものと考えられる。
	送電線	B-	B-	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鉄塔建設による土地改変面積は約 0.48 ha であり、必要最小限にとどまる計画である。 ・ 鉄塔の位置は雑木林や草地に計画し、樹木の伐採は可能な限り避ける計画である。また、土地改変部の舗装を実施する。 ・ 送電線はコロラド川の河畔林の伐採、動物への影響を避ける計画である。 ・ コロラド川の河畔林を利用する動物への影響、景観への影響を考慮して設計する計画である。 ・ 線間の距離は 4 m 以上あり、鳥類による感電の影響は考えられない。 以上のことより、送電線による環境（土地の改変、動植物、景観）への影響は小さくなるものと考えられる。

* : A: 大きな影響が想定される。
 B: ある程度の影響が想定される。
 C: 影響の程度は未定であり、今後の確認調査が必要である。
 D: 影響の程度は軽微であり、今後の調査は不要である。

+: 正の影響
 -: 負の影響

3.7 緩和策および費用

表 3.7-1 緩和策および費用

項目	対 策	費用 (USD)
社会環境	<p>公衆衛生</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既設発電所の建設時の場合と同様、仮設トイレを設置し、管理やし尿の処理はリベリア市の処理業者に委託して実施する。 ・保健省 (MINISTRA DE SALUD) は現場の衛生状況の定期検査に協力し、指摘事項がある場合には速やかに改善し、対応する。これらの対策実施により公衆衛生の悪化はほとんどないものと考えられる。 	建設コントラクター契約コストに含まれる。
	<p>社会サービス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ステークホルダーでクルバンディ集落の要望により、地域社会のニーズに対応し、飲用水の導水管路を建設する。 	350,000
	<p>土壌浸食</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土地の改変面積および樹木の伐採を必要最小限とする。 ・切上、盛上の法面は土質に応じ安定した勾配とするとともに、小段を設けたり緑化を行う等により、降雨による土砂の流出を防止する。 ・土地改変部の緑化を行い、雨水排水溝を設置する。 ・アクセス道路の法面の舗装、緑化を行い、雨水排水側溝の設置も考慮する。 	プロジェクトの建設予算コストに組み込まれる。 検査費として 19,000
自然環境	<ul style="list-style-type: none"> ・土地の改変面積および樹木の伐採を必要最小限とする。 ・土地の改変部および発電設備周辺には緑化を行う。緑化に当たっては、周辺植物および環境条件を考慮して在来種や鳥類の好む食餌植物等を植林する。 ・緑化後にかん水、施肥、病虫害防除等維持管理を行う。 ・動物の移動通路に侵入を防止するフェンスの設置やアクセス道路にスピードバンプを設置して、走行車両の一時停止やスピードを落とすことで動物移動中の事故を予防する。 ・発電所施設の外灯は昆虫への影響を考慮して全て黄色照明灯とする。 ・排水は油分分離槽、浄化槽で処理した後、河川に排水する。 ・廃棄物を分別収集して再利用可能な材料をリサイクルし、他は産業廃棄物処理業者に委託して処分する。 ・建設段階において、工事関係者に対して動物捕獲、威喝、植物の採取の禁止や動植物の生息、生育場所の保護に関する環境教育を行い、生物専門家によるスタッフのトレーニングを実施する。 ・生物専門家、国立公園、グアナカステ保全地域、地域住民の環境活動組織、ホテルと連携して生物保護に努める。 	植物：10,000 生物専門家への謝礼：5,000 動物：発電所建設コストに組み込まれる。
	<p>国立公園</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国立公園への影響については、動植物、大気、騒音のモニタリングを実施する。 	モニタリング計画参照（動植物、大気、騒音）

項目	対策	費用 (USD)
自然環境 景観	<ul style="list-style-type: none"> ・地形改変および樹木の伐採範囲を必要最小限とし、発電所建屋および関連施設等のデザインは現地の自然風景の特性を考慮して自然との調和を図る。 ・土地改変部の緑化および発電所周囲に 50 m 幅の帯状緑化を実施する。また、周辺の樹木がない場所の緑化を行い、モザイク状の雑木林を補充する。 ・植林は地域の森林特性を考慮して落葉樹や成長が早い樹木および群葉樹等の地域植種を選定して実施する。 ・地熱流体輸送管は目立たないような自然と調和した色に塗装し、配管の高さは低くして周辺の樹木で隠れるようにする。 <p>これらの措置を講じることにより、発電所境界と周辺の植生を混合して成長させ、周辺の森林の回復をすることにより、施設の存在に伴う主要な眺望点および眺望景観への影響は少ないものと考えられることから、実行可能な範囲内で影響の低減が図られるものと評価する。</p>	62,000
汚染 水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> ・供用時の発電所一般排水（作業および機器排水）は油分分離槽および浄化槽を設置し、排水基準以下になるように処理した後に河川に放流する。 ・建設工事排水は仮沈殿池で沈殿した後に上澄みを放流する。 <p>また、土木工事中に必要に応じて数カ所に仮沈殿池を設置し、降雨による濁水进行处理する。また、仮トイレは専門業者に処理および管理を委託する。</p>	発電所建設および土木建設工事コストに組み込まれる。
汚染 土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> ・坑井掘削工期中に発生する汚泥は、既設坑井の場合と同様、 ・坑井近傍に浸透防止策が取られた貯泥池を設けて汚泥を溜めて埋める措置を講じる。 	掘削コストに組み込まれる。

項目	対策	費用 (USD)
<p>汚染</p> <p>廃棄物</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削時に生じる掘削汚泥のうち、掘り屑（岩の破片等）は、掘削現場に設けた貯泥池（不透水シート敷設）に集めて沈殿させた上で、二重のジオテキスタイル（土木用安定繊維シート）で覆って埋める。 ・廃油等の産業廃棄物はライセンス所有の処理業者に処理を委託する。 ・それ以外の屑は集めて、産業廃棄物として処理する。 ・廃材については、既存施設建設の場合と同様、工事現場に分別回収ボックスやコンテナ、仮回収置き場等を設置して回収する。 ・回収した資源廃棄物（カン、ガラス、交換部品、ワイヤー、金具、木等）は地域のリサクル業者に処理を委託し、それ以外の廃棄物はライセンスを有する産業廃棄物処理業者に処理を委託する。 ・コンクリートやがれき等はリベリア市の処理場に搬入して処理し、現場に放置しない。 ・掘削した土石等は、基礎工事の埋戻土、整地等に使用し、残った土石は設置した土捨場へ運搬して処理する。 ・余った掘削残土の土捨場での処理にあたっては、周辺の自然環境を損なわないような計画を策定し、実施を行う。 ・供用時に発生する生活廃棄物は既存施設の場合と同様、分別収集して地域の処理業者に処理を委託する。 ・汚泥、廃油等の産業廃棄物は既存施設の場合と同様、ライセンスを有する処理業者に処理を委託する。 	<p>111,000</p>

項目	対策	費用 (USD)																			
騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> ・蒸気噴出試験にあたっては、坑口サイレンサーを設置する。 ・既設発電所建設時の場合と同様、ICEは道路の維持管理や工事用車両の通行分散化、速度制限を実施する。また、集落の迂回ルート（図3.1-2のBルート）を使用する。 ・原則として、夜間は工事用資材等の搬出入を行わない。 ・工法・工程の検討等による工事量の平準化により、ピーク時の建設機械稼働台数の低減を図る。 ・原則として、早朝、夜間、休日工事は行わないよう計画する。 ・建設機械は、点検整備等により性能維持に努める。 ・定期的に会議等を行い、上記の交通保全措置を工事関係者へ周知徹底する。 ・発電および関連設備における騒音防止策は以下の通りである。 	発電所建設コストに組み込まれる。																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>項目</th> <th>対策の概要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">発電設備</td> <td>蒸気タービン発電機</td> <td>建屋収納</td> </tr> <tr> <td>ガス抽出装置</td> <td>防音断熱被覆材（または防音壁）の使用</td> </tr> <tr> <td>空気圧縮機</td> <td>建屋収納</td> </tr> <tr> <td>冷却塔ファン</td> <td>低騒音型の採用</td> </tr> <tr> <td>主変圧器</td> <td>低騒音型の採用</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">蒸気設備</td> <td>生産井</td> <td>サイレンサーを設置</td> </tr> <tr> <td>気水分離器</td> <td>非常用蒸気・熱水放出口にサイレンサーを設置</td> </tr> <tr> <td>蒸気輸送管</td> <td>発電所入口の非常用蒸気放出口にサイレンサーを設置</td> </tr> </tbody> </table>			項目	対策の概要	発電設備	蒸気タービン発電機	建屋収納	ガス抽出装置	防音断熱被覆材（または防音壁）の使用	空気圧縮機	建屋収納	冷却塔ファン	低騒音型の採用	主変圧器	低騒音型の採用	蒸気設備	生産井	サイレンサーを設置	気水分離器	非常用蒸気・熱水放出口にサイレンサーを設置
	項目	対策の概要																			
発電設備	蒸気タービン発電機	建屋収納																			
	ガス抽出装置	防音断熱被覆材（または防音壁）の使用																			
	空気圧縮機	建屋収納																			
	冷却塔ファン	低騒音型の採用																			
	主変圧器	低騒音型の採用																			
蒸気設備	生産井	サイレンサーを設置																			
	気水分離器	非常用蒸気・熱水放出口にサイレンサーを設置																			
	蒸気輸送管	発電所入口の非常用蒸気放出口にサイレンサーを設置																			
地盤沈下	<ul style="list-style-type: none"> ・地熱流体は生産井により地下深部（約2,000-2,500m）から自然噴出させて採取し、熱水は全量を還元井からほぼ同深度（約2,000m）の地下深部に還元するため、地盤沈下が起こる可能性は低い。また、地盤変動の原因となる浅部地下水系に影響を及ぼさないよう、生産井・還元井共に地下深部まで鋼管（遮水管）を挿入し、坑井壁との間をセメンチングする。 ・ICEによれば、既設発電所や他の地熱発電所では、地盤沈下は生じておらず、地盤沈下に関する情報や苦情の報告もない。 	掘削コストに含む。																			
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・既設発電所建設の場合と同様、安全衛生管理操業計画を作成し、安全管理に努める。 ・工事関係者に交通規則の遵守、工事用車両の通行分散化および速度制限等を行う。 ・定期的に会議等を行い安全管理計画、体制などを確認し、安全計画の遵守を工事関係者へ周知徹底する。 ・操業規則を定め、事故予防と安全管理に努める。 	12,000																			

項目	対策	費用 (USD)
アクセス道路	<ul style="list-style-type: none"> ・アクセス道路を砂利舗装し、法面の舗装、緑化を行い、雨水排水側溝の設置も考慮する。 ・必要に応じて動物のアクセス道路に侵入を防止するフェンスを設置する。また、アクセス道路にスピードバンプを設置して、走行車両の一時停止やスピードを落とすことで動物移動中の事故を予防する。 ・供用後は必要に応じて維持管理を行い、浸食発生箇所については緑化、補修等を実施する。 	アクセス道路建設コストに含む。
その他 送電線	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄塔建設による土地改変面積を最小限とする。 ・鉄塔の位置は雑木林や草地に計画し、樹木の伐採は可能な限り避けることとする。 ・工事終了後に速やかに土地改変部の舗装を実施し、浸食を防止する。 ・コロラド川を横断するルートについては、河畔林の伐採をさけて鉄塔間の距離を最大限にするルートを選定する。 ・既設送電線を参考に動物への影響を最小限にする鉄塔の高さを設計する。 ・ルートの選定や鉄塔の形状の設計には景観を考慮する。 ・鳥類衝突回避電波発信装置の設置を検討する。 	29,000

3.8 モニタリング計画

モニタリング計画を表 3.8-1 に示す。モニタリング計画はコスタリカ国および ICE の技術レベルや機材状況等勘案して作成したものであり、ICE によって実現可能なものであると考えられる。

表 3.8-1 モニタリング計画

環境項目	調査項目	地点	頻度	調査方法	責任機関
工事時					
大気	H ₂ S	Rico de Vieja ホテル、坑井基地境界 4 地点（東南西北）	坑井噴出試験期間：週 1 回	現場測定	ICE
騒音	騒音レベル	Ricon de Vieja ホテル、国立公園入口、坑井基地境界 1 地点（ホテル方面）、発電所敷地周辺 4 地点（東南西北）	1) 坑井噴出試験期間：週 1 回 2) 発電所建設時：4 回/年（但し、各工事のピーク時を考慮して実施する）	現場測定	ICE
水質	1)pH、電気伝導度（EC）、濁度（TURB）、浮遊物質（SS）、油類、BOD5、COD 2)ヒ素（As）、六価クロム（Cr6）、水銀（Hg）	コロラド川の上・下流、Negro 川の上・下流、GPG2 地点の小川の上・下流	坑井噴出試験期間：1)の項目：2 回/期間中 2)の項目：1 回/期間中	現場測定、試料を採取して室内分析	ICE、建設コントラクター（仮沈殿池排水）
	pH、電気伝導度（EC）、濁度（TURB）、浮遊物質（SS）、油類、BOD5、COD	コロラド川の上・下流、Negro 川の上・下流、GPG2 地点近傍小川の上・下流、仮沈殿池出口（建設工事排水）	建設期間：項目 4 回/年		
土壌	カドミウム（Cd）、鉛（Pb）、ヒ素（As）、六価クロム（Cr6）、水銀（Hg）等	代表坑井周辺 1 地点	坑井噴出試験期間：1 回/噴気期間	試料を採取して室内分析	ICE
		発電所敷地周辺 4 地点	建設期間：2 回/年（雨期、乾期）		
動・植物	植物、動物（鳥類、両生類、爬虫類、哺乳類）	坑井および発電所敷地周辺、国立公園プロジェクトサイト側およびコロラド川の抛水林	2 回/年（乾季、雨期、動物繁殖期等考慮をする）	目視観察記録、写真撮影	ICE

環境項目	調査項目	地点	頻度	調査方法	責任機関
廃棄物	発生量	発電所建設現場	1回/月	発生量の積算(重量又は容量)	建設コントラクター
供用時					
大気	H ₂ S	Ricon de Vieja ホテル、Guachielin ホテル、国立公園入口、発電所周辺 4 地点 (東南西北)	4回/年 (操業期間中)	現場測定	ICE
騒音	騒音レベル	Ricon de Vieja ホテル、国立公園入口、発電所敷地境界 4 地点 (東南西北)	4回/年 (操業期間中)	現場測定	ICE
水質	1)pH、電気伝導度 (EC)、濁度 (TURB)、浮遊物質 (SS)、油類、BOD5、COD 2)ヒ素 (As)、六価クロム (Cr6)、水銀 (Hg)	コロラド川の上・下流、Negro 川の上・下流、GPG2 地点の小川の上・下流 1)の項目のみ実施： 浄化槽出口、油分離槽出口	建設期間：4回/年 (操業期間中)	現場測定、採水して室内分析	ICE
土壌	ヒ素 (As)、六価クロム (Cr6)、水銀 (Hg) 等	代表坑井周辺 1 地点、発電敷地周辺 4 地点	1回/年 (操業期間中)	試料を採取して室内分析	ICE
動・植物	植物、動物 (鳥類、両生類、爬虫類、哺乳類)	坑井および発電所敷地周辺、国立公園プロジェクトサイト側およびコロラド川掘水林	1回/年 (動物繁殖期等考慮をする。3年間実施した後に生物専門家の意見を受かって継続するかを検討する)	日視観察記録、写真撮影	ICE
廃棄物	発生量	発電所	1回/月 (操業期間中)	発生量の積算(重量又は容量)	ICE

3.9 ステークホルダー協議

3.9.1 住民代表のインタビュー

インタビューの結果は以下のとおりである。

- ・昔は道路状況が悪かったため、クルバンディ集落は外部へのアクセスは困難で閉鎖的だったが、ICE による道路の建設・舗装が行われ、交通の利便性が向上し、外部とのアクセスが容易になった。
- ・ICE による小学校校舎の新築、インターネット回線の敷設、パソコン数台の寄付が行われ、教会の寄付に依存していた小学校教育条件は大きく改善された。
- ・発電所建設により雇用が生まれ、道路や学校の教育条件が改善されたこともあり、村を離れて出稼ぎに行っていた村民が戻り、新に移住してきた住民もいた。また、若者の流出が減少した。
- ・本地域における雇用は、観光業、農業の次に多いのは ICE であった。
- ・近年は本地域の観光業が発展し、観光客は増加しており、観光関連の仕事も増えている。
- ・小学校の生徒数は 96 名であり、既設発電所建設時（ラス・バイラス I）は入学生徒数は倍近く増加した。建設終了後は減少したが、建設前より約 40 名程度増加しており、ICE の発電所の存在や特に近年の観光業の発展は生徒数の増加の要因であるものと考えられる。
- ・ICE による電力開発は本地域の発展につながっているため、地区住民のほとんどが追加プロジェクトに反対していない。住民からは、地区の水道を改善して欲しい、学校へのさらなる支援をして欲しい等の要望があった。

3.9.2 ステークホルダー協議の概要

表 3.9-1 ラス・ハイラス追加地熱開発プロジェクトに関するステークホルダー協議状況

(クルバンディコミュニティ、2012 年 07 月 24 日)

質問	ICE の回答	実施する環境対策
1) 排水管理		
一部の住民は、ICE が汚水や石けんでコロラド川を汚染していると思っており、ラグーン（ICE の排水処理曝気槽）の汚水を挙げていた。また、汚水の漏れがあったかどうか評価するための検査を要望した。	既設発電所（ラス・バイラス I）の排水処理曝気槽については、曝気槽は汚水を処理するために設置されており、攪拌曝気により水中の溶存酸素を増やして汚染物を分解している。汚水を浄化するシステムであり、さらに沈殿により浮遊物質を除去して浄化した水を放流している。放流量は少なく河川への影響がほとんどないものであり、心配する必要はない。検査は行われる。	クルバンディ地域に位置するキャンプの排水管理や廃棄物の適正処理を確保するために常にモニタリングされている。

2) クルバンディコミュニティの共同水道		
<p>コミュニティの主な関心事として ICE に地域社会の発展に不可欠である飲料水を供給する水道建設問題を解決するための協力を要望した。</p>	<p>地域の水道問題を解決するため水道および下水道局と協力する必要がある。取水源の水の特徴、流量および水質等の技術、環境面での調査が要求されるためである。</p>	<p>プロジェクトの環境対策費として ICE のプラント用水およびクルバンディコミュニティへの送水システムのために 1.71 億コロンが組み込まれる計画である。</p>
3) 雇用		
<p>プロジェクトにクルバンディコミュニティの住民を優先的に雇用してほしい。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ICE は、常にクルバンディ地区の住民を優先雇用している。 ・ICE は現地雇用を優先する政策をとっており、通常は地域の雇用の 60 %、熟練性を要求する場合は 40 %程度を占めている。 	<p>本プロジェクトは約 1,100 人の雇用を想定しており、プロジェクト建設時に募集する。供用時に減少する。建設時がピークであることを理解してほしい。</p>
4) 社会環境		
<p>複数の参加者からはコミュニティのインフラの改善、新築等に協力してほしい等の要望があった。主な内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・毎週日曜日午前 10 時～12 時に 2 歳～12 歳の約 60 名の子どもたちに社会および精神的な価値についての講義をし、軽食やランチを提供しており、ダイニングルームがないので建設してほしい。 ・子供のための健全な環境で楽しめる多目的ホールの建設および幼稚園施設（衛生設備および緑地）を改善してほしい。 ・スポーツ広場の照明およびそれ（芝生）を灌漑するために井戸を建設してほしい。 ・生徒の入学数の増加に伴う学校施設の拡張が必要。追加プロジェクトの間に生徒数の増加が予想される。（既設発電所建設時に生徒数は 100 %増加していた） ・道路を改善してほしい。ICE の車両は制限速度を守らない場合がある。学校があり、歩道はないので、ドライバーへ制限速度の遵守を徹底してほしい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクトに関連付けられる地域の社会および環境へ影響によって生じる社会インフラの影響については、緩和策および補償措置を実施する。 ・コミュニティや団体組織への要望については、予算の優先順位を決定して対応する。 ・道路の維持管理に関しては、既に改善に取り組んでいる。 ・クルバンディへの主要なアクセス道路については、リベリア郡の自治体、ICE と MOPT（公共事業・運輸省）の間の協定によりクルバンディ開発協会と協議して対応する。 ・速度規制については、車両の制限速度以下で道路を走行するようにベストを尽くす。 	<p>社会影響に関連付けられている項目の緩和または補償措置については、以下の項目が検討される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・子供用のダイニングセンターの建設。 ・多目的ホールの建設 ・スポーツ広場の照明 ・幼稚園の施設改善（衛生サービスおよび緑地） ・学校の拡張 ・道路の改善 <p>道路の安全性を向上させるために、スピードバンプの設置、歩道や制限速度を維持するために取るべき手順を検討したい。</p>

5) 生物		
森林伐採や木材の使用により植物、動物、農業に与えられる長期的な環境影響の懸念が表明された。 また、除去される樹木を使用して机や家具を作ることは可能かとの提案があった。	樹木の伐採は極力避けようとしている。木材の使用は MINAET の許可を得る必要がある。	家具用に使用可能な場合、MINAET の許可手続きを取る。
6) 地質		
プロジェクトに関して、噴気帯は枯れるまたは減少する現象はありえるのか？	掘削井は非常に深く、噴気帯の水との直接的な関連性は認められない。噴気帯の水は坑井（生産井）との関連性はみられないとの研究もある。本地域の掘削井は 1 km 以上も深い坑井であることから噴気帯は枯れることはないと考えられる。	地熱エネルギーの採取のプロセスを説明するための協議をコミュニティで開催する。
7) 地域の緊急計画		
なぜ ICE は地域の緊急計画を作成していないのか？このプラントは、コミュニティにどのようなリスク（影響、自然災害等）が発生するのか？ また、クルバンディのための緊急救援計画はあるのか？	<ul style="list-style-type: none"> ・プラントには有毒製品、また爆発の可能性がある製品はない。プラントに使用する蒸気は、蒸気圧が低く、熱水は還元している。 ・蒸気管は、ほぼ 1 ミリメートルの厚さがあり、蒸気圧に耐えるような設計となっており、安全である。すべて最大のセキュリティの範囲内にある。(注記：議事録原文では un milimetro となっているが、実際の配管肉厚は 10 mm ~25 mm あるため、記録の間違いと思われる。) ・緊急時の対策として緊急計画を策定する必要があるという意見を検討する。 	関係機関の支援を要求し、本地域の緊急時計画の策定をクルバンディ開発協会と調整する。
8) 土壌		
プラントの運転に使用する燃料による土壌汚染の可能性が考えられるか？	プラントは完全な密閉されたシステム中で稼働している。最大のセキュリティ機能を有し、何らかのトラブルの可能性はないとされている。	実施する協議に操業および保守のためのセキュリティプロトコルの説明を実施することを含む。
9) パブリックファイナンス		
発電所に相談ごとを持ちかけたとしても、Guachipeli 農園の私有地を通らなければならないので、自由にアクセスできない。ICE は何とかしてくれるか？	ICE はホテルのオーナーとの契約を尊重する。我々はこの問題について認識しており、関係者の所有権を尊重する。	発電所に自由にアクセスできるようにするためコミュニティに対してひとつの窓口の設置を計画する。

Source : ステークホルダー協議レポート、ICE ラス・パイラス地熱地域発電プロジェクト社会チーム、2012.7。

4 結論および提言

4.1 結論

追加プロジェクト（ラス・パイラス II）の主な施設である発電所はラス・パイラス I の EIA 許可区域に計画されているため、本プロジェクトに関わる新たな EIA は要求されないが、想定される新たな影響については、影響の予測、評価、緩和策の追加技術レポートが要求される。ICE は既に追加技術レポートを環境庁（SETENA）に提出し、承認されている。

プロジェクト実施区域および周辺に住居はなく、プロジェクト実施により住民の移転は生じない。

地域住民の雇用は発電所建設時に 510 名、供用後に 45 名以上を期待できる。また、本プロジェクトの実施に当たっては、クルバンディ住民の要望により、クルバンディ集落に良質な水源から取水して送水する計画であり、地域経済、地域の社会サービスはに改善されるものと考えられる。

プロジェクトの計画地は民間が所有する未利用土地を使用する計画であり、計画地点は主に放置された草地や雑木林である。また、土地の改変面積を最小限にすることで動植物への影響は小さいものと考えられる。

騒音、 H_2S 、水質の予測結果において、 H_2S は WHO のガイドライン値を、騒音、水質はコスタリカ国基準を満足する。また、廃棄物は分別収集を実施し有効利用やリサイクルおよびライセンスを有する処理業者に委託処理することで環境への負荷を低減できるものと考えられる。景観への影響については、発電所建屋および関連施設等のデザインは現地の自然風景の特性を考慮して自然との調和を図るとともに土地改変部の緑化および発電所周圍に 50 m 幅の帯状緑化を実施することで影響を最小限にすることが可能であると考えられる。

プロジェクトの計画地は国立公園（Rincón de la Vieja National Park）に隣接しているが、以上のような対策の実施により、公園への影響は小さいものと考えられる。

プロジェクトによる温室効果ガス排出量の削減量は、年間 20,067 t- CO_2 と積もられる。

4.2 提言

- 拡張開発エリアの北部および北東部は有望な開発ターゲットと考えられるため、ラス・パイラス II のメインの生産ゾーンは拡張開発エリアの北部・北東部とすることが望ましい。
- 将来予測計算の結果、ラス・パイラス II 用の補充井の中に還元熱水の影響を受けて噴出を停止する坑井が現れると予想される。これを避けるために、還元エリアと生産エリアの距離をできる限り離し、かつ、還元井間の距離も大きく取ることが望ましい。
- 拡張開発エリアで掘削された PGP-28 井では、浅部で蒸気層の存在が確認された。また、ラス・パイラス I の開発エリア内の PGP-2 基地付近に掘削された坑井では、同様に浅部で蒸気層の存在が確認されている。これら 2 つの浅部の蒸気層について調査を

実施し、これらの蒸気層のつながりや空間的な広がりに関する知見を得ることが望ましい。これら浅部の蒸気層の特性を把握することにより、将来的に蒸気卓越領域からの流体生産ができる可能性がある。

- 環境モニタリング実施計画は、動植物の分布、生息地域、植生、絶滅危惧種・固有種等との関連を考慮に入れた上で、モニタリング地点、頻度、方法を含むモニタリング実施計画を策定する。計画は、ICEが必要に応じて SINAC とも協議の上、想定される環境、社会影響を踏まえ、策定する。また、策定にあたり、以下の点に留意する。
 - 絶滅危惧種・固有種については、ラス・パイラス及び周辺の動植物調査では確認されていないが、今後プロジェクト周辺で出現する可能性を踏まえカメラの設置等を検討する。
 - モニタリング地点は、プロジェクト計画地の北側の国立公園境界や絶滅危惧種・固有種の生息、繁殖が確認された場所及びコロラド川抛水林とする。
 - 具体的な地点について、1) 国立公園から出てくる動物の出現状況や行動については、工事開始までに踏査を行った上で想定される対象動物種や地点の特性を考慮して決定する。2) 絶滅危惧種・固有種の生息、繁殖が確認された場合に種の特徴、地域の特徴を考慮して地点を決定する。
 - 調査頻度については、基本的に季節（雨季、乾季）や繁殖期を考慮して最低でも年2回とし、対象とする動物種の特徴を考慮して計画する。
 - 調査方法は、カメラの設置、巡回・定点観察記録、写真撮影等の方法から有効な方法を検討する。

コスタリカ国
コスタリカ電力公社

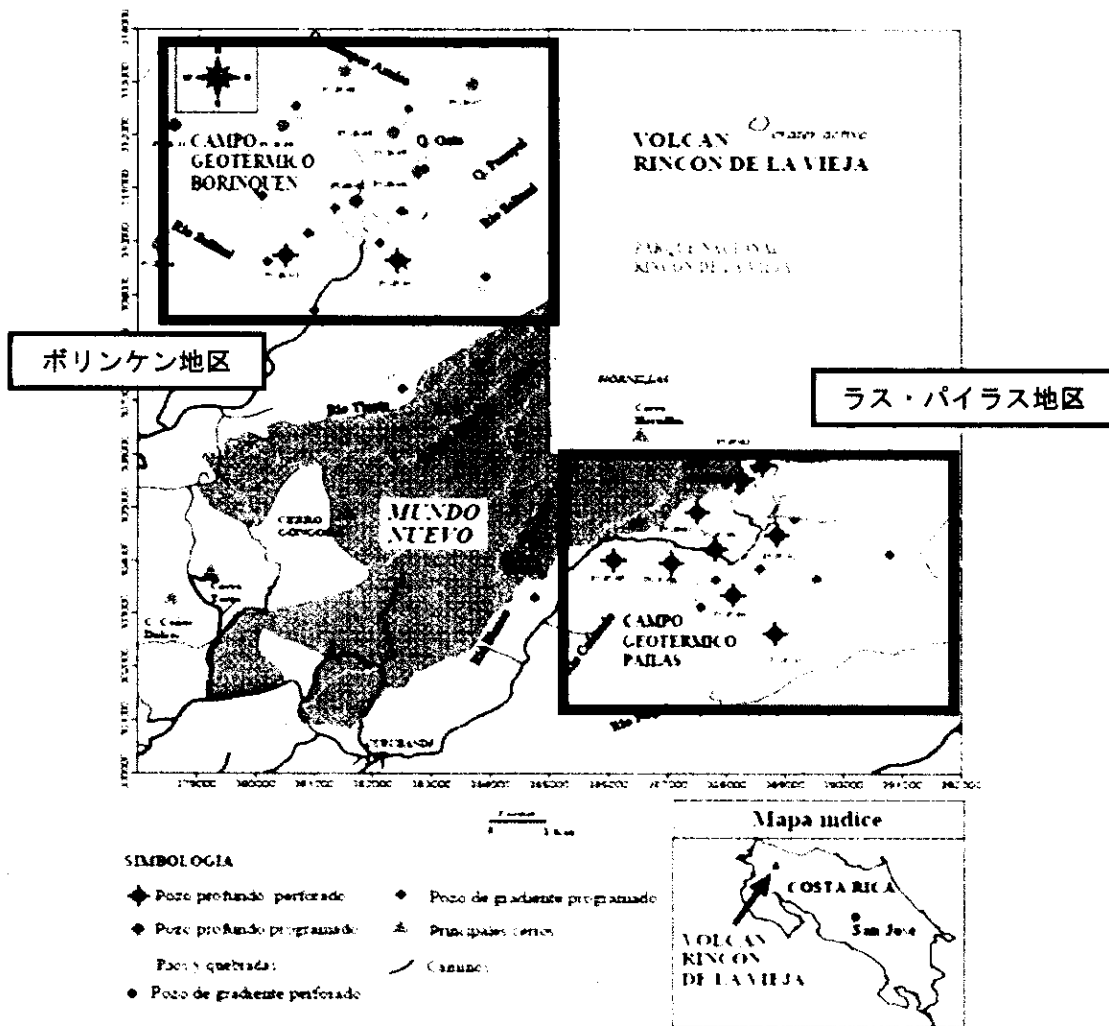
コスタリカ国
グアナカステ地熱開発事業
協力準備調査

ボリンケン
ファイナルレポート
[要約]

平成 26 年 2 月

独立行政法人
国際協力機構(JICA)

委託先
西日本技術開発株式会社



調査対象地域位置図 (ICE 公表資料に加筆)

目 次

1	イントロダクション	1
1.1	背景	1
2	環境社会配慮	2
2.1	ベースとなる環境社会の状況	2
2.2	環境社会配慮に係る現地法制度の概要	3
2.3	代替案	4
2.4	影響項目（スコーピング案）	4
2.5	環境影響の調査・予測・評価	8
2.6	影響評価	9
2.7	緩和策及び費用	17
2.8	モニタリング計画	22
2.9	ステークホルダー協議	24
2.9.1	第一回ステークホルダー協議	24
2.9.2	第二回ステークホルダー協議	26
2.9.3	対象コミュニティステークホルダー協議への対応	30
3	結論および提言	34
3.1	結論	34
3.2	提言	35

1 イントロダクション

1.1 背景

コスタリカでは ICE が 1970 年代から地熱資源調査を続けており、その成果をもとにミラバジェス地熱地帯でミラバジェス I (55 MW) が 1994 年に完成し、今日では同地熱地帯で 5 機の地熱発電設備（合計 163 MW）が稼働している。ICE は Tenorio 火山地帯と Rincon de la Vieja 火山地帯でも地熱資源調査を行っている。後者はグアナカステ県に位置し、ラス・パイラス地熱地域とボリンケン地熱地域が有望視されている。そのうちラス・パイラス地熱地域では 2011 年 7 月に 42 MW の地熱発電所（ラス・パイラス I）が完成したが、貯留層解析によって追加開発の余地がある事が明らかになった。これを受けて、同国政府は 2011 年 5 月、ラス・パイラスとボリンケンを含むグアナカステ地熱開発事業に対する円借款要請を念頭に協力準備調査の実施を要請した。

ボリンケン地区では、ICE により 2002 年に地質等の資源調査が実施され、2011 年までに 2 本の地熱調査井が掘削された。2012 年 12 月のボリンケン予備報告書では、そまでの既存データに基づく予備的調査結果として発電出力 110 MW 程度の資源量が想定された。本報告書では、これら 2 地点のうち、ボリンケン地熱地域について、2013 年の ICE による追加井 2 本の掘削結果を反映した調査結果を記す。

2 環境社会配慮

2.1 ベースとなる環境社会の状況

ボリンケン地熱地域は、コスタリカの首都サンホセから西に 240 km 程離れたグアナカステ県リベリア市の北に位置する（図 2.1-1）。発電所や付属施設が建設されるプロジェクト実施区域（約 28 km²）は、主に草地及び一部の林地から成り、東側は Rincon de la Vieja 国立公園に接している。

気温は、年間の平均が 23.4 °C、最高 28.6 °C、最低 20 °C であり、一年を通じての変化は小さい。雨季は 5~10 月、乾季は 11~4 月で、月降雨量は 52~535.9 mm の範囲にあり、年間降雨量は 2,891 mm である。月平均風速は 1.5~5.4 m/s、年平均風速は 3.4 m/s であり、卓越風向は大西洋側から太平洋側に吹く北東風向の貿易風である。

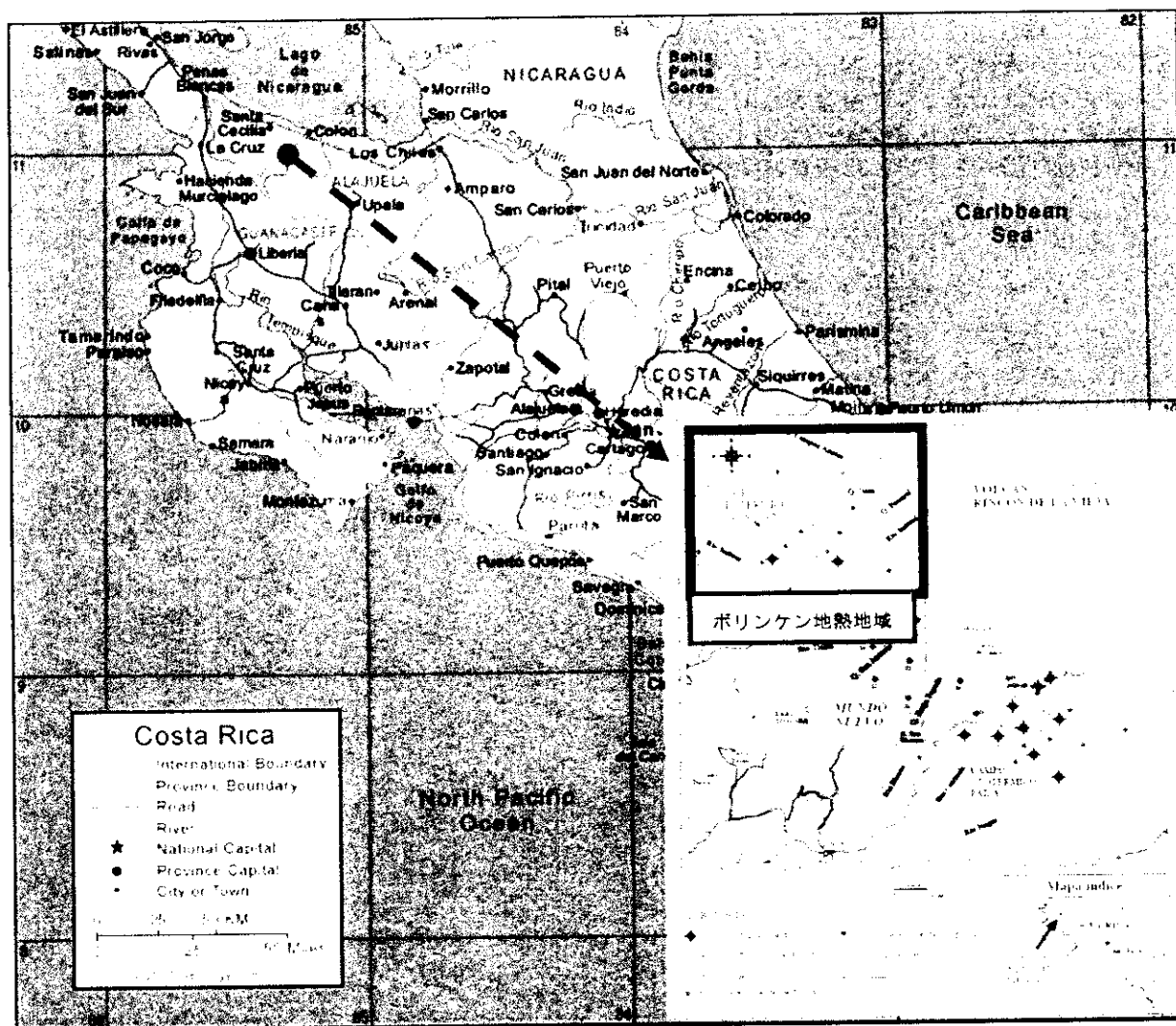


図 2.1-1 ボリンケン地熱地域的位置

ボリンケン地域における地熱資源開発対象領域を図 2.1-2 に示す。この対象地域内において 2003 年より各種の地熱資源調査および大深度調査井の掘削が実施されてきた。これまでにボリンケン地熱地域において掘削された大深度調査井は以下のとおりである。

年	坑井（掘削開始順）
2003	PGB-01
2004	PGB-03
2013	PGB-02 PGB-05

2013 年以前に掘削された坑井は PGB-01 と PGB-03 である。このうち PGB-01 については坑内実測温度として 270 °C を越える高温が確認されており、隣接するラス・バイラス地熱地域に匹敵する地熱資源の存在が期待されることから、ICE は 2012 年よりさらに 2 本の坑井の掘削に着手し、2013 年 10 月までに PGB-02、PGB-05 の掘削を完了させた。これらの新規坑井においても 250 °C を越える坑内温度が確認され、両坑井ともに地熱流体の噴出に成功しており、地熱資源の存在が確認された。

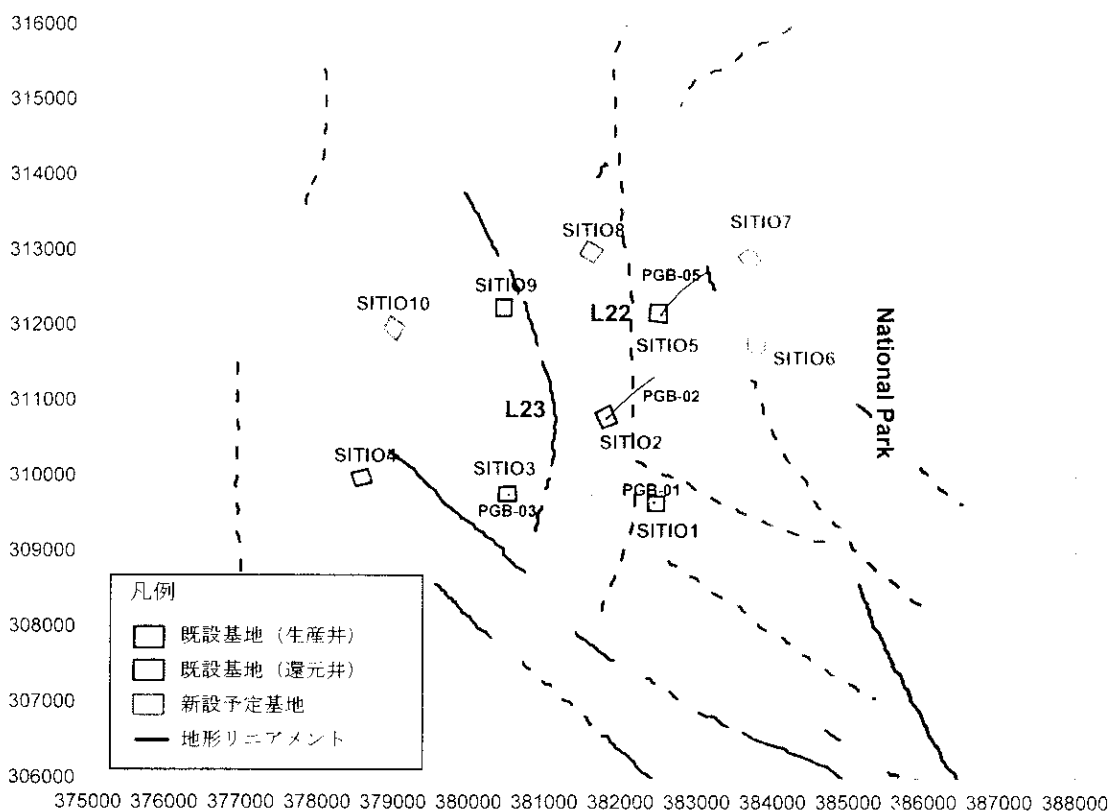


図 2.1-2 ボリンケン地熱地域内の開発対象領域

2.2 環境社会配慮に係る現地法制度の概要

本プロジェクトの事業者（ICE）は、コスタリカ国の環境法（Ley Organica de Ambiente、1995 年）の実施基本原則（Decreto N°31849、2004 年）に基づく規定により、コスタリカ国の EIA 制度に則った環境影響評価の実施が要求される。また本プロジェクトは、EIA 制度上の A 分類に規定される環境影響評価手続きを行う必要があり、事業者（ICE）には、環境影響書、EsIA（Environment and Social Impact Assesment）、環境遵守宣言の提出や、環境モニタリングの実施が要求される。事業者（ICE）は、環境庁（SETENA）への EsIA の提出を完了している。

2.3 代替案

コスタリカは自然再生エネルギー（地熱、風力）の開発を進める方針である。本地域における水力発電の開発は国立公園、保護区等への影響が大きく、ポテンシャルも少ないため開発は想定されない。水力以外の自然エネルギー資源として想定されるのは風力と地熱発電開発である。風力発電はすでに周辺地域で開発されており（Orosi 地点 50 MW、Mogote 地点 50 MW）、地熱発電開発はラス・パイラス及びボリンケン（本プロジェクト）地域で計画されている。以上のことより、本地域で地熱発電以外の電源開発の可能性はほとんどないと考えられる。

2.4 影響項目（スコーピング案）

想定される環境影響項目のスコーピング（案）を表 2.4-1 に示す。

表 2.4-1 環境影響項目スコーピング（案）

項目	評 定		理 由 (抽出した、またはしなかった理由)
	建設時	供用時	
非自発的住民移転	D	D	事業計画地域に集落や住居はないため、住民の移転は想定されない。
雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	建設時：雇用機会の増加、調査・建設のための資機材の地元調達や作業人員の食料の地元購入、宿泊施設の利用等により、地域経済や住民の暮らしについては正の影響が期待される。 供用時：雇用機会の増加、発電所維持管理のための資機材の地元調達や作業人員による食料の地元購入、宿泊施設の利用等により地域経済や住民の暮らしについては正の影響が期待される。
土地利用や地域資源利用	B-	D	建設時：調査・建設のための基地設置や施設建設等は、ホテルが所有する草地で行う計画であるため影響は想定されない。 供用時：地熱流体の利用により、地域資源である温泉への影響が懸念されるが、地熱流体の採取は地下深部不透水層まで鋼管(遮水管)を挿入後、採取は深部(約 2,000-2,500m)で行い、蒸気と分離した熱水は地下深部に還元されることから、温泉資源への影響はほとんどないと考えられる。
社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	事業計画地域に公共施設や地域意思決定機関施設等は存在しないことから、影響が想定されない。
既存の社会インフラや社会サービス	C	C	建設時：既存道路(拡張、舗装等)等のインフラ改善が期待されるが、事業建設による社会サービスを含め、現時点では未定である。 供用時：道路の整備、維持管理等のインフラ改善が期待されるが、事業活動による社会サービスを含め、現時点では未定である。
貧困層・先住民・少数民族	D	D	事業計画地域には、特に配慮すべき貧困層・先住民・少数民族の居住は確認されていない。
被害と便益の偏在	B-	B-	建設時：プロジェクト地域周辺に2箇所のホテルが存在し、発電所及び関連施設は主にホテルの所有地に立地する計画であるため、発電所建設により、プロジェクト地域周辺において、特定の集団や個人への被害、もしくは便益の偏在は想定されない。ただし、ホテルにはある程度、騒音、大気汚染等の環境影響が想定される。 供用時：発電所の供用により、プロジェクト地域周辺において、特定の集団や個人への被害、もしくは便益の偏在は想定されない。ただし、ホテルにはある程度、騒音、大気汚染等の環境影響が想定される。

社会環境	文化遺産	C	C	事業計画地域及び周辺では登録されている文化遺産や考古学的サイトは存在しないが、文化財調査が予定されており、調査により確認される可能性も想定される。
	地域内の利害対立	D	D	事業計画地域に存在する観光宿泊施設や周辺地域住民は事業の反対がなく、地域内の利害対立も想定されない。
	水利用、水利権、入会権	B-	B-	建設時：一時的であるが、坑井掘削工事用水の取水によりある程度の影響が想定される。 供用時：発電所用水取水により、ある程度の影響が想定される。
	公衆衛生	B-	D	建設時：適正な衛生施設（仮設含む）の設置の如何によってはある程度の影響が想定される。 供用時：発電所に衛生施設が設置され、維持管理が実施されることから影響はほとんどないと考えられる。
	災害、HIV/AIDSのような感染症	D	D	建設時：リベリア県内の土木建設会社の建設労働者が従事し、外部建設労働者の流入が想定されないことから、HIV/AIDS感染、蔓延の危険性はほとんどないと考えられる。 供用時：外部からの労働者はほとんどなく、従業員数も少ないために影響が想定されない。
自然環境	地形・地質	D	D	建設時：調査、生産井掘削、発電所建設工事等により、ある程度の土地の形状変更を行うが、保全すべき重要な地形・地質が存在しないため、影響が想定されない。 供用時：地形、地質改変の工事はほとんどないために影響は想定されない。
	土壌浸食	B-	D	建設時：坑井掘削基地、敷地造成やアクセス道路の建設に伴い裸地が発生し、降雨時に裸地の土壌浸食が想定される。 供用時：新たな土木工事等はないため、土壌浸食の影響は想定されない。
	地下水	D	D	建設時：工事用水としての地下水の取水は計画されていない。坑井掘削により地下水位・水量への影響の可能性はあるが、工事が一時的であるため、影響は軽微であると想定される。 供用時：発電所用水等としての地下水の取水は想定されない。また、還元井及び生産井は、不透水層の下、地下深部まで鋼管(遮水管)を挿入後、坑井壁との間はセメンティングされること、また地熱流体の採取及び還元は深部(約2,000-2,500m)で行うことから、地下水への影響は想定されない。
	河川状況	D	D	建設時：河川の形態を変更するような工事は想定されない。 供用時：河川の形態を変更するような工事は無い。地熱流体から分離した熱水は、全量を還元井により地下深部まで還元するため、河川への熱水の放流はない。また、施設稼働に伴い発生する一般排水は河川に排出されるが、排出量は少量であることから、河川状況の変化等の影響は想定されない。
	動植物、生物多様性	A-	B-	建設時：プロジェクト地域には、草地や森林が分布しており、伐採や土地の改変による影響が想定される。 供用時：施設の存在により、動植物の分布状況、生息・生育環境等へ、ある程度の影響が想定される。
	国立公園	D	D	建設時：国立公園境界に最も近い発電所の計画地点(ユニット1)は約4.1km、坑井基地(P6)は約1.25km離れている。したがって、国立公園への直接・間接的な影響は小さいと考えられる。 供用時：発電所の計画地点(ユニット1)は国立公園境界から約4.1km離れており、発電所の供用による国立公園への直接・間接的な影響は想定されない。

自然環境	景観		A-	A-	建設時：発電所及び周辺施設の建設により、地域の自然景観に一時的な影響が想定される。 供用時：発電所施設の存在に伴い、眺望点からの眺望景観の変化が想定される。
	地球温暖化		D	D	建設時：建設機械の稼働、資材の搬出入において発生する温室効果ガスは少なく、影響は一時的で軽微であると想定される。また、発電所建設用地は数ヘクタール程度で、森林の伐採はほとんどなく、用地の植物（雑木、草類）除去による温室効果ガスへの影響はほとんどないと考えられる。 供用時：非凝結ガス（NCG）に含まれるCO ₂ 等の排出が想定されるが、他の汽力発電と比較すると、温室効果ガスの排出が極めて少ないことによる地球温暖化への影響がほとんどないものと考えられる。
汚染	大気汚染	H ₂ S、	B-	A-	建設時：地熱貯留層評価を行うために実施する噴出試験に伴い、H ₂ Sを含むNCGガスが発生するため、近傍地域の環境に対し一時的な影響が想定される。 供用時：発電所の供用に伴い、NCGガスに含まれるH ₂ Sが冷却塔から恒常的に排出されるため、発電所周辺における影響が想定される。
		粉じん	B-	D	建設時：資材等の搬出入に使用する車両により、粉じんの巻き上げ等が発生するため、輸送経路沿いに民家等が存在する場合は、ある程度の影響が想定される。 供用時：関係車両の通行台数が少ないため、影響はほとんどないと考えられる。
	水質汚濁		B-	B-	建設時：建設に伴う一般排水や、敷地造成及び基層掘削工事における降雨時の雨水の排出により、河川にある程度の影響が想定される。 供用時：施設稼働に伴い発生する排水（雨水排水、浄化槽・油分分離槽・水処理設備からの排水）により、河川にある程度の影響が想定される。なお、重金属を含む熱水は、すべて還元井から地下深部まで還元され、冷却水は再利用される。これらについては、河川に放流されないため、影響が想定されない。
	土壌汚染		B-	D	建設時：坑井掘削時に発生する掘削土による土壌汚染の可能性が想定される。 供用時：土壌が汚染されるような物質を取り扱うことは想定されない。また、地熱熱水はすべて地下深部へ還元されることから、土壌汚染は想定されない。
	廃棄物		A-	A-	建設時：産業廃棄物（掘削汚泥、廃材）の発生が想定される。また、基層掘削工事に伴う土木残土が発生することが想定される。 供用時：産業廃棄物（点検時の冷却塔ピットの清掃による発生する汚泥、タービン等の機械の廃油）の発生が想定される。
	騒音・振動		B-	B-	建設時：生産井の噴出試験時に発生する騒音や、建設機械の稼働に伴う建設作業騒音・振動が発生するため、ある程度の影響が想定される。また、資材等の搬出入輸送経路沿いに民家等が存在する場合についてもある程度の影響が想定される。 供用時：冷却塔、蒸気タービン、発電機等から騒音・振動が発生するため、ある程度の影響が想定される。
地盤沈下		D	C	建設時：調査時における地熱流体の噴出は短期間であるため、影響は想定されない。 供用時：深部地熱流体を採取することにより、発電所周辺における地盤沈下の可能性が想定されるが、影響の程度は不明である。	

汚染	悪臭	B-	B-	建設時：噴出試験で発生する H ₂ S により、近傍地域において一時的にある程度の影響が生じる可能性が想定される。 供用時：冷却塔から排出される H ₂ S により、発電所近傍においてある程度の影響が生じる可能性が想定される。
	事故	C	D	建設時：安全管理が不十分な場合、調査時の地熱流体の噴出による事故や建設作業中の事故、また交通事故等が発生する可能性がある。 供用時：高濃度の H ₂ S ガスの漏洩、高温蒸気の噴出、熱水の飛散等による事故の可能性が考えられるが、既存発電所の実績により、操業中の事故の可能性はほとんどないと考えられる。
その他	アクセス道路	B-	B-	建設時： ・発電所及び坑井基地のアクセス道路を約 4km 新設し、既存道路を 8 km 拡幅する計画である。 ・アクセス道路の建設に伴い裸地が発生し、降雨時に裸地の土壌浸食が生じることが想定される。 ・アクセス道路の建設に伴い、植物除去や土地の改変による影響が考えられる。 供用時：アクセス道路の存在による動物の分布状況、生息環境等への影響が想定される。
	送電線	B-	B-	建設時： ・計画送電線は 230kv で、ユニット 1 からユニット 2 の間の約 2.5km で、ユニット 2 からはオロシの風力発電所の送電線と連系する計画である。 ・計画鉄塔数は約 4 基で、1 基あたりの面積は約 625m ² である。 ・送電線建設による環境（動植物、景観）への影響は限定的であると想定される。 供用時：風力送電線と併設することで、送電線存在による環境（動植物、景観）への影響は限定的であると想定される。
	パイプライン	B-	B-	建設時：パイプラインの建設に伴い、植物の除去や土地の改変による影響が考えられる。 供用時：パイプラインの存在による動物の移動、景観等への影響が想定される。

* : A : 大きな影響が想定される。

B : ある程度の影響が想定される。

C : 影響の程度は未定であり、今後の確認調査が必要である。

D : 影響の程度は軽微であり、今後の調査は不要である。

+ : 正の影響

- : 負の影響

2.5 環境影響の調査・予測・評価

プロジェクト実施区域には住宅はないため、プロジェクト実施による住民の移転は生じない。地域住民の雇用については、隣接するラス・パイラス I 地熱発電所の実績で、建設時に 1,115 人、供用後に 45 人の雇用が創出されたことから、本プロジェクトでも同規模以上の雇用が生じることが予測される。プロジェクトの実施にあたっては、ステークホルダー協議での住民の要望等を受け、道路、橋、歩道等の設置や、通信、電気の供給等を行うことから、地域経済、地域の社会サービスが改善されるものと考えられる。

プロジェクトによる改変予定地は、本地域に広く分布している草地や雑木林等である。土地の改変面積は最小限とし、土地改変部やその周辺には在来種による植林を行う。また、確認された哺乳類の絶滅危惧種に対しては、車両事故の防止策を講じることや、関係者への環境教育を実施すること等により保全に努める計画である。

景観については、地形改変および樹木の伐採範囲を必要最小限とし、発電所建屋および関連施設等のデザインや色彩を、現地の自然風景との調和がとれたものとするにより、影響の緩和に努める計画である。

汚染に係る、騒音、H₂S、水質、廃棄物については、それぞれ以下のとおりである。

騒音については、最寄りのホテルにおける予測結果で、現況騒音からの増加はなかった。

H₂S については、予測結果で WHO のガイドライン値を満足する低い値となった。

水質については、工事排水の一部を処理後に河川へ排出するが、排水量が少なく、一時的なものであることから、影響は小さいものと考えられる。

廃棄物については分別回収し、ライセンスを有する処理業者に処理を委託することで、環境への負荷を低減することが可能であると考えられる。

プロジェクトによる温室効果ガス排出量の削減量は、年間 31,903 t-CO₂ と見積もられる。

2.6 影響評価

表 2.6-1 環境評価

項目	評定		調査・予測結果に基づく評価		評価理由
	建設時	供用時	建設時	供用時	
非自発的住民移転	D	D	D	D	-
社会環境 雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	B+/ B-	B+	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地域住民の雇用は、発電所建設時に 600 名以上、供用後に 45 名以上を期待できる。供用後の雇用は建設時の雇用に比べて減少する。一方、発電所維持管理のための資機材の地元調達や作業人員の食料の地元購入、宿泊施設の利用等により、地域経済や住民の暮らしについては正の影響が期待される。 ・ 発電所用地は主にボリンケンホテルの放牧地を使用する計画である。ボリンケンホテルは本地域で広大な放牧地を所有しており、プロジェクトにより買収される用地は放牧地全体のおよそ 2% 程度であることから、畜産業への影響は小さいものと考えられる。 ・ 建設時における資機材運搬車両や建設労働者の通勤車両による観光客通行への影響が考えられるが、既設地熱発電所ラスパイラス 1 での実績によると、建設工事ピーク時における工事関連車両通行台数は 109 台/日である。 ・ ホテルの経営者への説明会議ではホテルの経営者はプロジェクトには異議はなく、建設時における一時的な影響については理解を示した。ホテルの経営側は本プロジェクトによる道路改善により、リベリア市内や空港からのアクセスが容易になり、時間も短縮され、また地熱発電設備が観光資源として活用されることによる、プロジェクト完成後の観光客の増加を大きく期待している。 ・ プロジェクト隣接地域での既設地熱発電所ラス・パイラス 1 の建設時では、観光業に以上のような影響がほとんど見られなかった。本プロジェクトにおいても、建設時に懸念する観光業への影響は最小限に留まるものと考えられる。

項目	評定		調査・予測結果に基づく評価		評価理由	
	建設時	供用時	建設時	供用時		
社会環境	土地利用や地域資源利用	B-	D	D	B+	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所及び関連施設の建設は、主にボリンケンホテルを所有する放牧地や雑木林を使用する計画である。ボリンケンホテルは本地域で広大な放牧地を所有しており、プロジェクトにより買収される用地は放牧地のおよそ2%程度である。 ・発電所及び関連施設の用地面積は約20haであり、必要最小限にとどめる計画である。 ・地熱流体の採取は地下深部の不透水層まで鋼管(遮水管)を挿入後、採取は深部(約2,000-2,500m)で行い、蒸気と分離した熱水は地下深部に還元されることから、温泉資源への影響はほとんどないと考えられる。 ・本地域に存在する温泉施設は2カ所のホテルの温水プールであり、日本のような温泉施設や温泉文化はなく、ホテルにヒアリングしたところ、既設発電所の運転による温水プールの水温、水量等の変化はない。 以上のことより、プロジェクト実施による土地利用や地域資源への影響は小さいものと考えられる。 ・本プロジェクトを地域資源である地熱資源の利用と考えた場合、地域への便益還元として以下の効果が考えられる。 <ol style="list-style-type: none"> 1) 雇用・インフラ整備を通じた地域社会への貢献。 2) 地熱発電設備を観光資源として活用することによる地域観光業への貢献。
	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	D	D	-
	既存の社会インフラや社会サービス	C	C	B+	B+	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所施設等の存在による道路の整備、維持管理や、住民への社会サービス提供等の正の影響が期待できる。
	貧困層・先住民民族・少数民族	D	D	D	D	-

項目	評定		調査・予測結果に基づく評価		評価理由	
	建設時	供用時	建設時	供用時		
社会環境	被害と便宜の偏在	B-	B-	D	D	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト実施区域周辺に2箇所のホテルが存在し、発電所及び関連施設は主にホテルの所有地に立地する計画であるため、発電所建設により、プロジェクト実施区域及びその周辺において、特定の集団や個人への被害、もしくは便益の偏在は想定されない。ただし、ホテルにはある程度、騒音、大気汚染等の環境影響が想定される。 ・最寄りのホテルの騒音の予測結果では、現況騒音の増加はないと予測される。 ・H₂Sの予測結果では、最大着地濃度が0.033 ppmと低く、着地地点はクーリングタワーから約220m地点であると予測され、周辺地域での着地濃度は0.01 ppm (15 ug/m³) 以下でさらに低くなっている。 <p>以上のことより、騒音、H₂Sによる特定地域への影響はないものと考えられる。</p>
	文化遺産	C	C	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト実施区域及びその周辺で考古学サイトは確認されたが、その全てが地層に埋められていた陶磁器の破片や狩猟民の墓や葬儀場と思われる遺跡であり、国立博物館に調査結果の記録保存を行うことから、現地保存や移転を必要としない。 ・H₂Sの予測結果から、H₂Sの最大着地濃度は0.033 ppmと低く、着地地点はクーリングタワーから200m地点であり、周辺地域での着地濃度は15 ug/m³ (0.01 ppm) 以下でさらに低くなっていることから、H₂Sによる考古学サイトへの影響はないものと考えられる。 <p>以上のことより、プロジェクト実施による文化財への影響は小さいものと考えられる。</p>
	地域内の利害対立	D	D	D	D	—

項目	評定		調査・予測結果に基づく評価		評価理由	
	建設時	供用時	建設時	供用時		
社会環境	水利用、水利権、入会権	B-	B-	D	D	<ul style="list-style-type: none"> 掘削時の日最大取水量は、1,400 m³/日 (0.016m³/s、掘削時に取水して再利用する)、建設時の工事用水取水量は10 m³/日 (1.16 x 10⁻⁴m³/s) である。河川最小流量(0.31 m³/s)に占める割合は掘削時用水量が 5.2%、工事用水量が 0.037%程度である。 供用後の日平均取水量(定常時取水)は 1.27 x 10⁻⁴m³/s で、日最大取水量 (1~2年に1回程度の定期点検後の冷却水系統への充填水)は 0.027 m³/s である。河川最小流量に占める割合は日平均取水量が 0.04% であり、日最大取水量は 8.7%程度である。 <p>以上のことより、取水量は少なく、河川最小流量に占める割合も小さいことから河川流量及び水環境への影響は小さいものと考えられる。</p>
	公衆衛生	B-	D	B-	D	<ul style="list-style-type: none"> 特に調査、建設段階においては、衛生施設未設置や不足及び処理能力の小ささ等により、公衆衛生の悪化の可能性が考えられる。 供用時においては、衛生施設 (浄化槽) 設置、維持管理が実施されることから影響はほとんどないと考えられる。
	災害、HIV/AIDS のような感染症	D	D	D	D	-
自然環境	地形・地質	D	D	D	D	-
	土壌浸食	B-	D	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> 建設時に、坑井掘削基地の敷地造成やアクセス道路の建設に伴い裸地が発生し、降雨時に裸地の土壌浸食が考えられる。 供用時に新たな土木工事等はないため、土木工事等による影響は考えられないが、年月の経過に伴う劣化により、浸食が生じる可能性が考えられる。
	地下水	D	D	D	D	-
	湖沼・河川状況	D	D	D	D	-

項目	評定		調査・予測結果に基づく評価		評価理由	
	建設時	供用時	建設時	供用時		
自然環境	動植物、生物多様性	A-	B-	A-	B-	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトによる土地の改変面積は、約 20ha であり、改変箇所の主な植生は、本地域に広く分布している草地や雑木林等である。 調査地域において確認された絶滅危惧種は哺乳類の EN（絶滅危惧 IB 類）2 種及び鳥類の VU（絶滅危惧 II 類）3 種と NT（準絶滅危惧）3 種である。EN の哺乳類はプロジェクト実施区域及びその周辺の森林地域で確認され、VU 及び NT の鳥類は自然林、河畔林、低木林、草地等広範囲で確認されている。 哺乳類の EN（絶滅危惧 IB 類）2 種については、確認された地域の森林の伐採を最小限に留める計画であるが、坑井基地間のアクセス道路の拡張、地熱流体輸送管の設置が実施されることにより建設時及び供用時の動物の移動への影響が考えられる。鳥類については、生息に適した環境がこの地域に広く分布していることから、影響は小さいものと考えられる。 建設時の噴出試験はセパレータで熱水と蒸気を分離し、サイレンサーを通して乾いた蒸気を大気へ放散させ、分離熱水を還元井に還元する計画であり、これにより発生する熱水の周辺植生への飛散による影響は軽微である。 既存施設（ラス・パイラス I）の実績では、冷却塔からの水蒸気が周辺樹木への影響を与えたことはない。また、プロジェクト周辺は年間を通じて零下になることはなく、樹木の着氷現象はない。以上のことより、供用時の冷却塔の水蒸気による周辺の樹木への重大な影響は想定されない。 供用時の H₂S の予測結果から、H₂S の最大着地濃度は 0.033 ppm と低く、着地点はクーリングタワー直近から約 220m であり、周辺地域での着地濃度は 15 ug/m³ (0.01 ppm) 以下でさらに低くなっていることから生物への影響は考えられない。
	国立公園	D	D	D	D	—
	景観	A-	A-	A-	A-	<ul style="list-style-type: none"> 発電所及び周辺施設の建設により、地域の自然景観への一時的な影響が考えられる。 発電所施設の存在に伴い眺望点からの眺望景観の変化が考えられる。
	地球温暖化	D	D	D	B+	<ul style="list-style-type: none"> 非凝結ガス（NCG）に含まれる CO₂ 等の排出が想定されるが、火力発電等と比較すると、温室効果ガスの排出が極めて少なく、地球温暖化防止に大きく貢献すると考えられ、正の影響が期待される。

項目		評定		調査・予測結果に基づく評価		評価理由
		建設時	供用時	建設時	供用時	
大気汚染	H ₂ S	B-	A-	D	D	<ul style="list-style-type: none"> ・噴出試験時に坑口サイレンサーから蒸気とともに H₂S が大気に放出されるが、一般的に H₂S の着地範囲は約数メートルから数十メートル内であり、最寄りのホテルは約 1,500 m も離れていること、噴出試験期間は短期試験では数日～3 ヶ月程度であること、既存生産井の噴出試験時に H₂S による坑井周辺への影響は確認されていないことから坑井周辺への影響は小さいものと考えられる。 ・供用時の H₂S の予測結果から、H₂S の最大着地濃度は 0.033 ppm と低く、着地地点はクーリングタワーから 200m 地点であり、周辺地域での着地濃度は 15 ug/m³ (0.01 ppm) 以下で、さらに低くなっていることから、環境への影響は小さいものと考えられる。
	粉じん	B-	D	D	D	<ul style="list-style-type: none"> ・輸送経路に存在する民家近傍の道路は全てアスファルト舗装されていることから、資機材運輸車両の通行による土砂粉じんの巻き上げ等の影響は小さいものと考えられる。
汚染	水質汚濁	A-	A-	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> ・建設工事に伴う排水は、排水量 (約 15m³/日 = 0.174 x 10⁻⁴ m³/s) は河川最小流量に占める割合が 0.056% と少ないが、河川への影響を最小限にするために仮設沈殿池の設置等の対策を実施する必要があると考えられる。また、敷地造成時の降雨による濁水については、仮設処理施設を設置して処理する必要があると考えられる。 ・坑井掘削に伴い発生する泥水は、浸透防止策が施された貯泥池に貯めて循環利用し、掘削完了後に貯泥池の上澄水は還元井から地下へ還元するため、系外への排出はないことから影響はほとんどないものと考えられる。 ・供用時に発生する一般排水の排水量は 1.27 x 10⁻⁴ m³/s で河川最小流量 (0.31 m³/s) に占める割合は 0.04% と少ないが、処理して放流する必要があると考えられる。 ・重金属を含む熱水は、すべて還元井より地下深部まで還元される。また、冷却水は再利用され、オーバーフロー水は還元井により地下へ還元されるために河川への放流はない。
	土壌汚染	B-	D	B-	D	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削時に生じる掘削汚泥のうち、掘り屑 (岩の破片等) は、掘削現場に設けた貯泥池 (不透水シート敷設) に集めて沈殿させた上で、二重のジオテキスタイル (土木用安定繊維シート) で覆って埋める。掘り屑等を沈殿させた後の水は貯泥池に貯め、掘削完了後に還元井から地下還元することから、系外への流出はない。 <p>以上のことから周辺土壌への影響はほとんどないものと考えられる。</p>

項目	評定		調査・予測結果に基づく評価		評価理由	
	建設時	供用時	建設時	供用時		
汚染	廃棄物	A-	A-	A-	A-	<ul style="list-style-type: none"> 建設時に、掘削汚泥及び土砂、廃油、コンクリートやがれき等の産業廃棄物が発生することによる影響が考えられる。 供用時に、生活廃棄物が発生することによる影響が考えられる。
	騒音・振動	B-	B-	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> 建設時の生産井の噴出試験時に発生する騒音や、建設機械の稼働に伴う建設作業騒音・振動が発生するため、周辺の環境の状況に応じてはある程度の影響が考えられ、緩和策の実施が必要となる。 供用時における騒音の予測結果では、発電所計画地から1,500 mに位置する最寄りホテル地点における騒音の増加は認められないと予測される。従って、発電所稼働に係わる騒音のホテルに対する影響はないものと考えられる。 発電所の騒音として、サイレンサーの設置、低騒音型の冷却塔ファンの採用、タービン発電機の屋内設置、蒸気エジェクターを防音壁で囲う等の対策を実施する計画であるため、影響は小さいものと考えられる。
その他	地盤沈下	D	C	D	D	<ul style="list-style-type: none"> 地熱流体は、生産井より地下深部（約2,000-2,500 m）から自然噴出させて採取し、熱水は全量を還元井よりほぼ同深度（約2,000 m）の地下深部に還元するため、地盤沈下が起こる可能性は低いものと考えられる。また、ICEによれば、隣接地域のラス・パイラス1既設発電所や他の地熱発電所においては地盤沈下の現象は生じておらず、苦情もないことことから、地盤沈下が発生する可能性は極めて低いものと考えられる。
	悪臭	B-	B-	D	D	<ul style="list-style-type: none"> 本地域は地熱火山地帯であり、自然環境にもH₂S濃度は存在することから、場所によってH₂Sの臭気がある。 ホテルに最も近い坑井は約610 m離れており、噴気試験時のH₂Sの着地距離は数メートルから数10メートル内であり、悪臭の影響はほとんどないものと考えられる。 供用時のH₂Sの予測結果によると、着地地点はクーリングタワーから200m地点であり、周辺地域での着地濃度は15 ug/m³ (0.01 ppm) 以下でさらに低く、人の臭覚閾値（約0.02 ppm）以下になっていることから悪臭の影響はほとんどないものと考えられる。

項目	評定		調査・予測結果に基づく評価		評価理由	
	建設時	供用時	建設時	供用時		
その他	事故	C	D	B-	D	<ul style="list-style-type: none"> 安全管理が不十分な場合、調査時の地熱流体の噴出による事故や建設作業中の事故、また交通事故等が発生する可能性が考えられる。
	アクセス道路	B-	B-	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> アクセス道路建設に伴う樹木伐採等による建設時及び供用時の影響が考えられる。 発電所及び坑井基地の新規アクセス道路は約 5.5km、土地の改変面積は約 2.8ha であり、必要最小限にとどまる計画である。また、既存道路の使用や拡張による土地の改変面積は必要最小限とし、樹木の伐採は可能な限り避ける計画である。
	送電線	B-	B-	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> 鉄塔の建設による動植物及び景観への建設時及び供用時の影響が考えられる。 鉄塔建設による土地改変面積は約 0.3 ha であり、必要最小限にとどめる計画である。 鉄塔の位置は雑木林や草地に計画し、樹木の伐採は可能な限り避ける計画である。 景観への影響を考慮して設計する計画である。 線間の距離は 4 m 以上あり、鳥類による感電の影響は考えられない。
	パイプライン	B-	B-	B-	B-	<ul style="list-style-type: none"> P9～P10 間において、パイプライン舗設による動物の移動への影響が考えられる。 パイプライン舗設に伴い樹木の伐採が生じる。 パイプラインの存在による景観への影響が考えられる。

* : A : 大きな影響が想定される。
 B : ある程度の影響が想定される。
 C : 影響の程度は未定であり、今後の確認調査が必要である。
 D : 影響の程度は軽微であり、今後の調査は不要である。
 + : 正の影響
 - : 負の影響

2.7 緩和策及び費用

「6.6 影響評価」において、調査・予測結果に基づく影響の評価が A-もしくは B-と想定された項目について緩和策を検討した。緩和策及びその費用について、下表に示す。

表 2.7-1 緩和策及び費用

項目	対策	費用 (USD)
雇用や生計手段等の地域経済	<ul style="list-style-type: none"> 建設現場に牛の侵入を防止するフェンス、アクセス道路には牛への注意喚起をする標識板を設置し、家畜動物の事故予防に講じる。 工事関係通行車両の通行分散化、徐行通行 (25km/hr) や地元及び観光車両の優先通行等を実施し、地域住民や観光車両の通行への影響を最小限にする。 道路の維持管理、工事車両の通行道路及び合流道路への標識看板の設置や交通誘導警備員の配置を行うことにより観光客への影響を低減する。 	建設コンストラクター契約コストに含まれる。
社会環境 既存の社会インフラや社会サービス	<ul style="list-style-type: none"> 学校、公民館、住民のレクリエーションエリアの改善を行う。 Curubandé と Agua Fria 集落のアクセスを容易にするため Río Blanco の歩行者や車両が使用する長さ 40m の橋梁を建設する。これにより Agua Fria から Curubandé の学校に通学する学生について、河川の増水時における通学の安全を確保する。 Pital 集落、ボリンケンホテル及びブエナビスタホテルへのアクセスを改善するために歩行者と車両が使用する長さ 15m の橋梁を建設し、これにより地域へのアクセスを容易にする。 Cañas Dulces と Buena Vista 間のメイン道路に 1km 以上の歩道を建設する。 建設工事開始までに Las Lilas 集落に携帯電話基地局、給電施設を建設し、電気通信サービスを提供する。 	1,110,000
文化遺産	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト建設段階においては、考古学の専門家を配置し、考古学のサイトや遺産等が確認された場合には考古学の専門家の指導の下で、法律に基づき国立博物館に届出を提出し、確認調査を行う。 	75,000
公衆衛生	<ul style="list-style-type: none"> 隣接するラス・パイラス 1 地熱発電所の建設時の場合と同様、仮設トイレを設置し、管理やし尿の処理はリベリア市の処理業者に委託して実施する。 保健省 (MINISTRA DE SALUD) が現場の衛生状況の定期検査に協力し、指摘事項がある場合には速やかに改善し、対応する。これらの対策実施により公衆衛生の悪化はほとんどないものと考えられる。 	建設コントラクター契約コストに含まれる。

項目	対策	費用 (USD)
<p>自然環境</p> <p>土壌浸食</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・土地の改変面積および樹木の伐採を必要最小限とする。 ・切土、盛土の法面は土質に応じ安定した勾配とするとともに、小段を設置し緑化を行う等により、降雨による土砂の流出を防止する。 ・土地改変部の緑化を行い、雨水排水溝を設置する。 ・アクセス道路の法面の舗装、緑化を行い、必要に応じて雨水排水側溝の設置を行う。 ・土壌の浸食、流出の可能性がある場所の緑化等を実施する。 ・プロジェクト建設後は必要に応じて緑化、補修等を行う。 	<p>プロジェクトの建設予算コストに組み込まれる。</p> <p>別途、土砂流出対策費 20,000</p>
<p>自然環境</p> <p>動植物、生物多様性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・樹木の伐採にあたっては、作業者の教育の実施、有資格者の雇用、機械の高度化により、土地改変・伐採面積を最小化する。 ・土地の改変部および発電設備周辺には、在来種の植林による緑化を行う。 ・動物、家畜の移動通路に侵入を防止するフェンスの設置やアクセス道路にスピードバンプを設置して、走行車両の一時停止やスピードを落とすことで動物移動中の事故を予防する。 ・発電所施設の照明は動物への影響を考慮し配置（位置、向き等）する。また、外灯は昆虫への影響を考慮して全て黄色照明灯とする。 ・排水は、油分分離槽、浄化槽で処理した後に、河川に排出し、モニタリングを実施する。 ・廃棄物を分別収集して再利用可能な材料をリサイクルし、他は産業廃棄物処理業者に委託して処分し、現地に放置しない。 ・建設段階において、工事関係者に対して動物捕獲、威嚇、植物採取の禁止や、動植物の生息、生育場所の保護に関する環境教育を行い、生物専門家によるスタッフのトレーニングを実施する。 ・発電所の騒音については、サイレンサの設置、低騒音型の冷却塔ファンの採用、タービン発電機の屋内設置、蒸気エジェクタを防音壁で囲う等によって回避・低減を図る。 ・今後プロジェクト計画地周辺1kmの範囲内で動物の重要種の生息・繁殖地が確認された場合は、モニタリング計画を更新の上、計画に沿ったモニタリングを実施し、騒音・振動等による著しい影響が認められる場合は工事工程の調整や分散化等の対策を講じる。 	<p>生物専門家への謝礼：5,000</p> <p>動物：400,000</p> <p>植物：300,000</p> <p>水生生物+水質：215,000</p> <p>伐採影響軽減：10,000</p> <p>硫化水素、雨水の監視：6,000</p>

項目	対策	費用 (USD)
自然環境 景観	<ul style="list-style-type: none"> ・地形改変および樹木の伐採範囲を必要最小限とし、発電所建屋および関連施設等のデザインや色彩は現地の自然風景の特性を考慮して自然との調和を図る。 ・植林は地域の森林特性を考慮して落葉樹や成長が早い樹木および群葉樹等の地域植種を選定して実施する。 ・地熱流体輸送管は目立たないような自然と調和した色に塗装し、配管の高さを低くして、極力、周辺の地形や樹木で隠れるようにする。 ・発電所内の変電施設に関して、密閉型、コンパクト化を図る。特に、高さを低くし、極力、周辺の地形や樹木で隠れるようにする。 ・地熱発電所を観光資源として、観光客に利用できるようにする。 	62,000 設計施工：8,000
汚染 水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> ・坑井掘削時の排水は、浸透防止策が取られた貯泥池に貯留し循環利用する。掘削完了後は、貯泥池の上澄水（貯留水？）は、全て地下還元する。 ・供用時の発電所一般排水（作業および機器排水）は油分分離槽および浄化槽を設置し、排水基準以下になるように処理した後に河川に放流する。また、熱水および冷却塔からのオーバーフロー水は全て還元井により地下に還元する。専門の管理者を置き、有害物を管理し、水質を監視する。 ・建設工事排水は仮沈殿池で沈殿した後に上澄水を河川に放流する。また、土木工事中に必要なに応じて数カ所に仮沈殿池を設置し、降雨による濁水処理する。また、仮設トイレを設置し、専門業者に処理および管理を委託する。 	発電所建設および土木建設工事コストに組み込まれる。
汚染 土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> ・坑井掘削工期中に発生する汚泥は、坑井近傍に浸透防止策が取られた貯泥池を設けて汚泥を溜めて埋める措置を講じる。 ・廃油等の産業廃棄物はライセンスを所有する処理業者に処理を委託する。 	掘削コストに組み込まれる。

項目	対策	費用 (USD)
<p style="text-align: center;">汚染</p> <p>廃棄物</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 掘削時に生じる掘削汚泥のうち、掘り屑（岩の破片等）は、掘削現場に設けた貯泥池（不透水シート敷設）に集めて沈殿させた上で、坑井基地内に二重のジオテキスタイル（土木用安定繊維シート）で覆って埋める。 ・ 廃油等の産業廃棄物はライセンス所有の処理業者に処理を委託する。 ・ それ以外の屑は集めて、産業廃棄物として処理する。 ・ 建設時に工事現場に分別回収ボックスやコンテナ、仮回収置き場等を設置して分別回収する。 ・ 回収した資源廃棄物（カン、ガラス、交換部品、ワイヤー、金具、木等）は地域のリサクル業者に処理を委託し、それ以外の廃棄物はライセンスを有する産業廃棄物処理業者に処理を委託する。 ・ コンクリートやがれき等はリベリア市の処理場に搬入して処理し、現場に放置しない。 ・ 掘削した土石等は、基礎工事の埋戻土、整地等に使用し、残った土石は設置した土捨場へ運搬して処理する。 ・ 余った掘削残土の土捨場での処理にあたっては、周辺の自然環境を損なわないような計画を策定し、実施を行う。 ・ 供用時に発生する生活廃棄物は既存施設の場合と同様、分別収集して地域の処理業者に処理を委託する。 ・ 汚泥、廃油等の産業廃棄物は既存施設の場合と同様、ライセンスを有する処理業者に処理を委託する。 	<p>適切な監視、管理体制：45,000</p> <p>保管、記録：2,000</p>
<p>騒音・振動</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 蒸気噴出試験にあたっては、坑口サイレンサーを設置する。 ・ 道路の維持管理や工事用車両の通行分散化、速度制限、中・大型トラックの通行ルート指定を実施する。 ・ 原則として、夜間は工事用資材等の搬出入を行わない。 ・ 工法・工程の検討等による工事量の平準化により、ピーク時の建設機械稼働台数の低減を図る。 ・ 原則として、早朝、夜間、休日工事は行わない。 ・ 建設機械は、点検整備等により性能維持に努める。 ・ 定期的な会議等を行い、上記の交通保全措置を工事関係者へ周知徹底する。 ・ 発電所の騒音対策として、サイレンサーの設置、低騒音型の冷却塔ファンの採用、タービン発電機の屋内設置、蒸気エジェクターを防音壁で囲う等の対策を実施することにより、騒音影響の回避・低減を図る。 	<p>発電所建設コストに組み込まれる。</p>

項目	対策	費用 (USD)
事故	<ul style="list-style-type: none"> 安全衛生管理操業計画を作成し、定期的に会議等を行うなど、工事関係者へ周知徹底する。 工事関係者に交通規則の遵守させ、工事用車両の通行を分散化、および速度制限等を行うことにより、事故予防と安全管理に努める。 	12,000
アクセス道路	<ul style="list-style-type: none"> アクセス道路を砂利舗装し、法面の舗装、緑化を行い、雨水排水側溝の設置を行う。 必要に応じて家畜や自然生息動物のアクセス道路に侵入を防止するフェンスを設置する。また、アクセス道路にスピードバンプを設置して、走行車両の一時停止やスピードを落とすことで家畜や自然生息動物移動中の事故を予防する。 供用後は必要に応じて維持管理を行い、浸食発生箇所については緑化、補修等を実施する。 	アクセス道路建設コストに含む。 動物、家畜対策費用は動植物で記述
その他 送電線	<ul style="list-style-type: none"> 鉄塔建設による土地改変面積を最小限とする。 鉄塔の位置は雑木林や草地に計画し、樹木の伐採は可能な限り避ける。 工事終了後に速やかに土地改変部の舗装を実施し、侵食を防止する。 ルートを選定や鉄塔の形状の設計には景観を考慮する。 送電線間の距離を十分に取り、鳥類等の感電を防止する。 鳥類衝突回避電波発信装置の設置を検討する。 	10,000 + 2,000 29,000 10,000 2,000
パイプライン	<ul style="list-style-type: none"> P9～P10間において、生物専門家が必要性を認めた8地点に空中橋を設置する。 樹木の伐採は最小限とし、生物専門家の指導の下でおこなう。 パイプラインは自然と調和した目立たない色に塗装し、配管の高さは低くして、周辺の樹木で隠れるようにする。 	動植物、生物多様性及び景観の項目の費用に含まれる

2.8 モニタリング計画

ICE によるモニタリング計画を表 2.8-1 に示す。モニタリング項目は全て ICE により実施される。モニタリング計画はコスタリカ国及び ICE の技術レベルや機材状況等を勘案して作成したものであり、ICE によって実現可能なものであると考えられる。

表 2.8-1 モニタリング計画

環境項目	調査項目	地点	頻度	調査方法	責任機関
建設時					
大気	H ₂ S	1) Borinquen 及び Buenavista ホテル 2) 試験坑井基地境界 4 地点 (東南西北)	坑井噴出試験期間 (1 週間～数ヶ月) : 試験期間中に 1 回或いは月 1 回実施 (試験期間によって決める)	1) の地点 : 24 時間連続測定 2) の地点 : 午前、午後 1 時間連続測定	ICE
騒音	騒音レベル	1) Borinquen 及び Buenavista ホテル 2) 坑井基地境界 1 地点 (ホテル方面) 3) 発電所敷地周辺 4 地点 (東南西北)	1)、2) 坑井噴出試験期間 (1 週間～数ヶ月) : 試験期間中に 1 回或いは月 1 回実施 (試験期間によって決める) 1)、3) 発電所建設時 : 4 回/年 (但し、各工事のピーク時を考慮して実施する)	1)、2) の地点 : 昼間及び夜間の測定 3) の地点 : 昼間の測定	ICE
水質	1) pH、電気伝導度 (EC)、濁度 (Turb)、浮遊物質量 (SS)、油類、BOD5、COD 2) ヒ素 (As)、六価クロム (Cr6)、水銀 (Hg)	Salitral 川の上・下流、Ahogados 川の上・下流等の環境現況調査地点	坑井噴出試験期間 : 1) の項目 : 2 回/期間中 2) の項目 : 月 1 回/期間中	現場測定、試料を採取して室内分析	ICE、建設コントラクター (仮沈殿池排水)
	pH、電気伝導度 (EC)、濁度 (Turb)、浮遊物質量 (SS)、油類、BOD5、COD	Salitral 川の上・下流、Ahogados 川の環境現況調査地点、仮沈殿池出口 (建設工事排水)	建設期間 : 1 回/月		
土壌	カドミウム (Cd)、鉛 (Pb)、ヒ素 (As)、六価クロム	代表坑井周辺 1 地点	坑井噴出試験期間 : 1 回/噴気期間	試料を採取して室内分析	ICE

環境項目	調査項目	地点	頻度	調査方法	責任機関
	(Cr6)、水銀 (Hg) 等	発電所敷地周辺 4 地点	建設期間：2 回/年 (雨期、乾期)		
動・植物	植物、動物（鳥類、両生類、爬虫類、哺乳類）	坑井及び発電所敷地周辺、坑井アクセス道路及び流体輸送管等の環境現況調査地点	月 1 回 (乾季、雨期、動物繁殖期等考慮をする)	目視観察記録、写真撮影	ICE
廃棄物*	発生量	発電所建設現場	1 回/月	発生量の積算（重量又は容量）	建設コントラクター
供用時					
大気	H ₂ S	Borinquen 及び Buenavista ホテル、発電所周辺 4 地点（東南西北）	4 回/年 (操業期間中)	24 時間連足測定	ICE
騒音	騒音レベル	1) Borinquen 及び Buenavista ホテル 2) 発電所敷地境界 4 地点（東南西北）	4 回/年 (操業期間中)	1) 昼間及び夜間の測定 2) 昼間の測定	ICE
水質	1) pH、電気伝導度 (EC)、濁度 (TURB)、浮遊物質量 (SS)、油類、BOD5、COD 2) ヒ素 (As)、六価クロム (Cr6)、水銀 (Hg)	Salitral 川の上・下流、Ahogados 川の環境現況調査地点 1) の項目のみ実施：浄化槽出口、油分離槽出口	4 回/年 (操業期間中)	現場測定、採水して室内分析	ICE
土壌	ヒ素 (As)、六価クロム (Cr6)、水銀 (Hg) 等	代表坑井周辺 1 地点、発電所敷地周辺 4 地点	1 回/年 (操業期間中)	試料を採取して室内分析	ICE
動・植物	植物、動物（鳥類、両生類、爬虫類、哺乳類）	坑井及び発電所敷地周辺、プロジェクト実施区域西側の森林及び P9～P10 間のアクセス道路周辺や Salitral 川河畔林	植生やプランテーション：1 回/年（10 年間実施） 動植物：最低でも 4 回/年の頻度で実施（動物繁殖期等考慮をする。5 年間実施した後に生物専門家の意見を受かって継続するかを検討する。）	目視観察記録、写真撮影、生息地確認	ICE

環境項目	調査項目	地点	頻度	調査方法	責任機関
廃棄物*	発生量	発電所	1回/月 (操業期間中)	発生量の積算(重量又は容量)	ICE

*Appropriate waste management including disposal of sludge will be implemented in accordance with Law for the Integrated Management of Residues (Law 8839), and in reference to Resolution No. 1948-2008-SETENA17 (page26).

2.9 ステークホルダー協議

2.9.1 第一回ステークホルダー協議

総計 61 の質問・コメントが出され、主なものは以下のとおりである (表 2.9-1)。

表 2.9-1 ボリンケン地熱開発プロジェクトに関するステークホルダー協議

項目	参加者による質問	ICE の回答
1) 生物的構成要素	この事業により河川は汚染されるのか。	いいえ、廃棄物の地熱流体は地熱貯留層に再注入されます。
	風力発電施設を建設するために伐採した樹木も植え替えるのか。	風力発電事業は民間が実施しており、ICEに属していません。
	ボリンケン の建設は、動植物に影響を与えるのか。	はい。しかし、その影響は軽微です。また、環境マネジメント計画 (PGA) には、サイトの野生生物への影響を最小限に抑えることを目的とした、いくつかの環境対策が含まれます。
	コミュニティ内への植林による環境影響について、考えたことがあるか。	ICEは、発電及び送電のためのインフラが構築される地理的なゾーンに着目し、森林再生プログラムを企画しています。
2) 社会的構成要素	募集は、プロジェクトと関係があるコミュニティから優先されるのか。	はい。それはICEの政策の一環です。募集は、社会的影響があるコミュニティにおいて、可能な限り60%以上を雇用し、男性と女性それぞれに平等な機会を推進していきます。
	プロジェクト開始の際、道路を舗装する可能性はあるか。(Buena Vista)	協議時はNOと答えましたが、担当機関である公共事業運輸省 (MOPT)、地方政府と一緒に、現在取り組んでいます。
	農業 (トウモロコシ、豆、アボカド) に対するプロジェクトの影響はあるか。(El Cedro)	地熱プロジェクト地域が地域の農業地帯と競合しないことを踏まえると、道路の改良により市場への商品運搬ルートが容易となるため、正の影響があります。
	重機の通行による道路への影響について、どのように対応するのか。	環境マネジメント計画 (PGA) では、プロジェクトで使用するコミュニティそれぞれにおける道路インフラの改善を目的とした環境対策があります。これは、橋の修理やアスファルトのメンテナンスが含まれます。また、El Cedroのコミュニティに3つの減速帯を設置します。ドライバー教育プログラム (地域社会内部スタッフや請負業者における速度制限や行動のルールを尊重する交渉) を実施します。

項目	参加者による質問	ICEの回答
2)社会的構成要素		プロジェクトでは、住民が内部スタッフや請負業者の不適切な行動を報告できる様な通信手段を確立する計画です。
	女性を雇用する可能性はあるか。	はい、このプロジェクトでは、地元の労働者の雇用が男女均等になるように推進していきます。
	コミュニティにおける雇用以外のメリットは何か。	エネルギー、通信、運輸などのような公共サービスを向上させることができます。環境教育プログラムにより、社会組織を訓練し、改善することができます。地元の商品やサービスの販売を促進するためのキャンペーンを行います。
	電気サービス・通信を改善することはできるのか。	電気通信を担当する部署は、必要と考えられる解決策を検討した上で、それらを実施するためにご連絡致します。本プロジェクトに関与していませんが、担当部署により実施します。
3)物理的構成要素	ボリンケンに最も近いコミュニティではどんな影響があるのか。 (Miravalles) 現在、プロジェクトによる発煙で、屋根に問題が発生している。	現在、ゼロオプションを持つことを目的としたプロジェクトエリアで、金属の腐食のレベルが監視されています。プロジェクトの操作により、腐食レベルが変動することはないと予想されます。
	水源に影響を与えるのか。	いいえ。地熱流体は、2000m以上の深さから、完全に止水し、蒸気圧力を減少させるために特別な不透性のコンクリートでできた壁を持つ井戸を経て抽出されます。このため、表層水や湧水との接触を防ぐことができます。
	掘削はどのような環境影響を与えるのか。 (エリア内のピットを開けるとどのような環境影響があるのか)	影響はない、もしくは軽微です。このサイトは、プロジェクトサイトに向け、村の境界の外側に配置されているからです。また、トラックで利用する道路の一部ではありません。
4)実現可能性段階からの即時行動	誰がTizate川のコンクリート基礎の責任者なのか。コンクリート基礎は川に影響を与えないのか。	環境マネジメント計画 (PGA) では、新しい橋を建設する予定としています。El Pitalとホテルボリンケン及びホテルブエナビスタとの間を流れるTizate川に建設する、歩行者・車両が通行可能な15m長の橋について、構造、地質、油圧、デザインなどについて研究・検討します。
	プロジェクトはいつから始まるのか。	2018年のはじめに建設を開始する予定です。
	環境影響調査はどの程度の信憑性があるのか。	これらは、環境エネルギー省の国家環境技術事務局において認定されている必要がある公開文書です。全ての国民は、関心がある事項について質問や意見述べることができます。
5)政策	ICEはプロジェクトに多額の投資を行っているが、地熱量は投資を回収するのに十分である確証はあるのか。	地球科学研究により、資源量が長期的に利用可能であることを判断します。また、運転を開始して20年になるMiravalles地熱発電所の実績及び情報が十分にあります。

2.9.2 第二回ステークホルダー協議

総計 68 の質問・コメントが出され、主なものは以下のとおりである (表 2.9-2)。

表 2.9-2 ボリンケン地熱開発プロジェクトに関するステークホルダー協議

プレゼンテーション対象	参加者による質問	ICEによる回答
Curubandé	60%の雇用の内訳は。	プロジェクトにおいて、社会的影響があるエリアの住民を優先的に雇うこととなります。今後、雇用の必要性についてお知らせします。
	雇用開始時期は。	最も仕事量が多いインフラは、発電所施設です。このため、雇用は発電所建設時の前に行われます。
	Curubandéの道について、どのような改善を行うのか。	この道路は非常に良好な状態であり、完全に舗装されています。また、アメリカン高速と接続しています。
	減速帯はこの計画で考慮されているのか。	はい。EslA内に記載しています。
	このプロジェクトが植物に影響を与えることを知っているか。	伐採範囲は必要最小限とします。地熱開発は、それが可能です。
Agua Fria	我々は、Agua Fria から Curubandé 学校へ来る子供たちが気になる。多くの車の通行があるため、Agua Friaの通りを改善するべきである。	事故を防ぐため、減速帯の設置とBlanco川への橋の建設を検討しています。
Las Lilas	井戸から汚染物質が漏洩するおそれはないのか。	そのようなことは起こりえません。
	絶滅のおそれがある植物を救うために何をするのか。	伐採や抜き取りを回避します。また、保全の際は、学会により確立された手法を用い、専門家の指導の下行います。
	伐採した木は何に使うのか。	プロジェクト建設時に利用します。
	騒音がプロジェクト実施地域内に生息する野生動物に影響を与える場合、どのような措置をするのか。	現在、プロジェクトエリアの騒音レベルはモニタリングされていますが、動物へ影響は予想されません。
	(コメント) Las Lilasにとって、今日の会議はプロジェクトを遂行するために必要であると考えている。	これは、プロジェクトや機関の社会的責任の一部です。
	我々の社会にどんなメリットがあるのか。	地域において、異なる仕事の選択ができることによる生活の質の改善があげられます。
	輸送サービスは向上するのか。	それは困難です。なぜなら、プロジェクトにより利用される道路から離れているからです。
	Las Lilasは、電波信号が非常に微弱で通信ができないことから、住民は電波塔の設置を望んでいる。	電気通信の担当者は、技術的な基準に基づいてサービスを向上させるために、研究を実施します。

プレゼンテーション対象	参加者による質問	ICEによる回答
Cañas Dulces	池の水はオーバーフローしないのか。	オーバーフローしないよう設計されています。
	ガスの内部の流れに影響を与えても良いのか。	影響は与えません。硫化水素などの非凝縮性ガスの濃度は非常に低く、エリアの噴気孔から放出される濃度と近いです。
	事業全般において、水処理施設を設置するのか。	はい。
	排ガスをどのように制御するのか。また、排ガスを制御しない場合、農業地域への程度影響があるのか。	硫化水素などの非凝縮性ガスの濃度は非常に低いため、土壌や水を汚染しません。いずれにしても、化学成分の監視は、プロジェクト実施中に行います。
	人々が事前訓練できるよう、就職説明会は前もって行うべきである。さらに、良い仕事を供給すべきである。	当該集団にできるだけ多くの情報を提供するため、計画的に実施します。また、産業美術品や工芸品における青少年の教育を促進するため、INAと調整します。
	我々は、学校の井戸を掘り終えなければならないという問題を抱えている。水は汚れている。また、我々は歩道が必要である。EBAISに向かう道路に歩道はない。小さな子連れの事故もあった。更に、Guayacanでは川の橋が壊れている。	環境マネジメント計画（PGA）では、ICEの車両が通行する主要ルートにおける歩道の建設を計画しています。Cañas Dulces高校の井戸設置について、技術支援を確実に行います。
Buena Vista	<i>Buena Vista</i> への道は、問題を未然に防ぐため舗装する必要がある。	道路の維持管理と建設は、ICEではなく公共事業運輸省（MOPT）が行うものです。
	量は少ないが汚染されるため、プロジェクトに近い水域が心配。	プロジェクトによって取水が行われる場所の距離を見ればわかるとおり、そのような可能性はありません。
El Cedro	公衆電話を設置してほしい。過去に公衆電話の設置を要求して断られたことがある。	電気通信サービスの提供は、今日コスタリカでは、ICEのみでなく、開かれた市場で行われています。このため、その要求に答えることは難しいです。
	粉塵による影響を防ぐために、アスファルトによる道路修復をしてほしい。	工事用の車両が、El Cedro集楽の中心を通る必要が生じた場合、発生する粉塵の量を減らすため、トラックによる水の散布を行うことを環境マネジメント計画（PGA）により検討しています。
	Don Pedro Pabloの家の近くには危険なカーブがあるため、減速帯を設置すべきである。	その危険なカーブが存在することから、El Cedro集楽の中心を通過する際は、町の周辺に建設された道路を通過することを推奨しています。また、環境マネジメント計画（PGA）により減速帯を3つ設置することを計画しています。

表 2.9-3 ボリンケン地熱開発プロジェクトに関するステークホルダー協議状況

対象	日時、場所	参加者	概要
Curubandé Agua Fria	1月15日 (火) 18:30-21:00 Curubandé 集会場	【Curubandé, Agua Fria】 約50名(男性20名、女性30名)グアナカステ自然保護区の 諮問委員長 (Presidente de Consejo de Area de Conservacion Guanacate)の参加あり 【ICE】環境チーム、Sergio Mata 財務担当、Ricardo Mata 財 務担当 【西技】伊利、セケイラ、杉村	● ICE からのプロジェクト内容に関する説明やコミュニティに対する具体的な補償策の 提案内容に参加者は概ね満足した。 ● 参加者による雇用、重量車輛の通過、H ₂ S の影響、労働者へのトレーニングなどに関 する質問・要望は出たが、批判的なコメントは一切なかった。 ● ACG 委員長から、国立公園への影響、コミュニティへの補償策などに関する質問・ コメントはあったが、プロジェクトに対する反対意見の表明は一切なかった。また、プロ ジェクトの成功を望んでいるとのコメントがあった。 ● Curubandé はこれまで Miravalles、Las Pailas の事業から雇用・社会インフラの改善な ど様々に裨益しているため、新しいプロジェクトに対する期待も高いことが窺えた。
Hotel Borinquen	1月16日 (水) 8:00-9:00 Jiménez 氏 事務所	【Hotel Borinquen オーナー】 Adolfo Jiménez Aguiler 氏 Mario Jiménez Garcia-Rubio 氏 (子息) 【ICE】 Rogelio Zeledon 環境担当 Joaquin Guerrero CSRG (地熱部門)掘削技師 Sergio Mata 財務担当、 Ricardo Mata 財務アシスタント 【西技】伊利、セケイラ、杉村	● 参加者 (Hotel Borinquen オーナー) から、建造物、建設開始時期、建設期間、プロジ ェクトエリア、送電線などプロジェクトの内容について数点質問があったが、反対意 見や批判的コメントは一切なかった。 ● 参加者 (Hotel Borinquen オーナー) によるプロジェクトに対する考え、環境社会配慮 上特に留意すべきと考える点について、以下のコメントを得た。 ✓ プロジェクトの内容についてはこれまで ICE からよく説明を受けており、全く反対 していない。 ✓ プロジェクトの負の影響はないと言ってよいと思っている。ホテルの敷地面積は広 大であるので、一箇所で何か負の影響が生じたとしても全体でその影響をカバーす ることは可能。 ✓ 景観に対する懸念はあるが、建造物のデザインの配慮や植林をするなど ICE は十分 に対応すると言っている。景観への一時的な影響はあっても植林により4～5年経 てば建造物は隠れるだろう。 ✓ 地熱と風力はコストリカにとつて必要な事業だと思っっている。水力に依存しすぎる のは危険だ。 ✓ 地熱発電が、観光資源のひとつとなることも期待している。

対象	日時、場所	参加者	概要
Las Lilias	1月16日 (木) 15:00-17:00 Las Lilias 集会場	【Las Lilias】 約30名 (男性20名、女性10名) 【西技】伊利、セケイラ、杉村	<ul style="list-style-type: none"> ● 参加者である Las Lilias 村民は、10年前に Borinquen に通じる公道が2軒の農園により私有地化され通行が不可能となり、Borinquen へのアクセスが困難になったことにより不満を抱いているとのこと。 ● 熱水漏れの可能性、騒音の測定などに関する質問が出た。 ● 村に携帯電話用のタワーを設置してほしい、Borinquen への通行を可能にするよう ICE の協力が欲しい、等の要望が示された。 ● 参加者によるコメントで、プロジェクトを批判する内容はなかった。
Hotel Buena Vista	1月17日 (木) 8:00-9:00 Hotel Buena Vista	【Hotel Buena Vista オーナー】 Maria Lourdes Ocampo 氏他 2名 【ICE】 Rogelio Zeledon 環境担当 Joaquin Guerreo CSRG 掘削技師 【西技】伊利、セケイラ、杉村	<ul style="list-style-type: none"> ● 参加者 (Hotel Buena Vista オーナー) から、建造物、建設開始時期、送電線などのプロジェクトの内容について数点質問があったが、反対意見や批判的コメントは一切なかった。 ● 参加者 (Hotel Buena Vista オーナー) によるプロジェクトに対する考え、環境社会配慮上特に留意すべき点と考える点について、以下のコメントを得た。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ プロジェクトの内容についてはこれまで ICE からよく説明を受けており、全く反対していない。 ✓ 再生可能エネルギー発電は国にとって必要な事業であると考えている。プロジェクトにより負の影響があるとしても、国全体にとって有益なプロジェクトであるため協力したい。プロジェクトの負の影響はないと言っよと思っています。また、我々のホテルは「環境」を売りにしており、再生可能エネルギー発電と共存できると考えている。 ✓ プロジェクト地域の土地のほとんどは2軒のホテルで占められているので、プロジェクトに対する協力を得やすく、ICE としては進めやすいのではないだろうか。 ✓ 懸念があるとすれば重量車輛の通過であるが、ICE から説明を受けており、協力できることがあれば協力する。 ✓ 温泉への影響についても特に懸念はしていない。地熱流体は地下深くから取り出すので温泉への影響はないと理解している。
El Cedro Buena Vista Cañas Dulces	1月17日 (木) 18:30-20:30 Buena Vista 集会場	【El Cedro, Buena Vista, Cañas Dulces】 約40名 (男性30名、女性10名) 【ICE】環境チーム 【西技】伊利、セケイラ、杉村	<ul style="list-style-type: none"> ● 地熱流体による土壌・表層水の汚染の可能性、建設開始時期や雇用にに関する質問が出された。 ● ICE 車輛の走行スピードや重量車輛の通過による粉塵に関する質問が複数出された。 ● ICE 側からは最大限の対応をしたいとの回答があり、スピード制限のためのバンプの設置や建設期間中の重量車輛の通過ルートの代替案の提案などが示された。 ● 上記2か所での SHM と比較してプロジェクトに対する懸念の意見が多く示された。

2.9.3 対象コミュニティステークホルダー協議への対応

(1) Cañas Dulces 地域

Cañas Dulces の学校に、学生事故防止のため横断歩道を設置する。また、スペースが許せば、幅 1.10 m、長さ 75 m の広い歩道を建設する (図 2.9-1)。

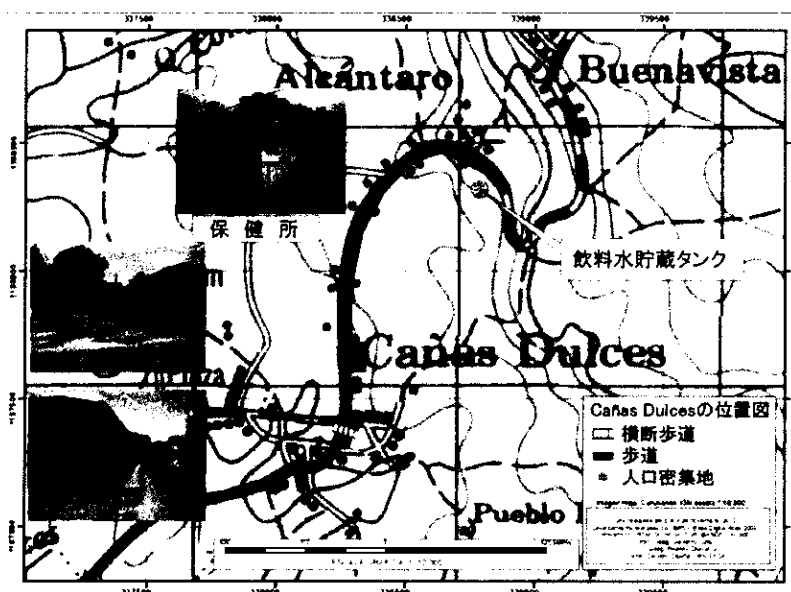


図 2.9-1 Cañas Dulces 地域の環境管理計画

(2) Buena Vista 地域

道路工事に対する保全策として、Buena Vista の学校の近くに 2 つの減速帯を設置する。また、学生や歩行者の事故危険性を低減するため、歩道を 2 箇所設置し、それらをつなぐ横断歩道を設置する。これは、El Cedro、El Pital、Buena Vista で実施する (図 2.9-2)。

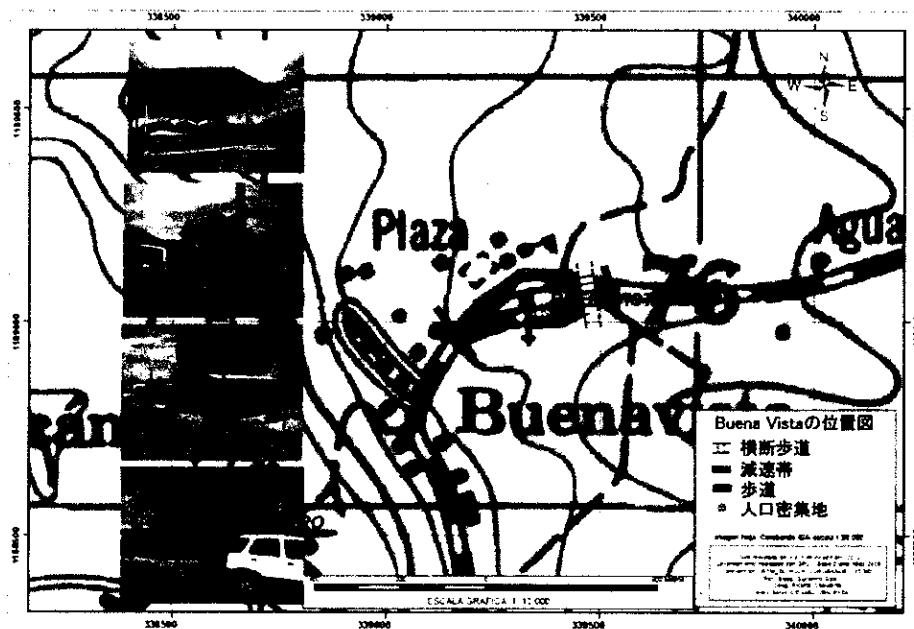


図 2.9-2 Buena Vista 地域の環境管理計画

(3) El Cedro 地域

El Cedro では、最も人口が多い場所に 2つの減速帯を設置する必要がある。コミュニティの水道の安心・安全のために 600 mのフェンスを設置し、ASADA El Cedro が管理する。また、設計・施工のために必要な許可の適用を担当する近隣地域と連携し、ASADA の私有地に 5 × 15 m² の共同ラウンジエリアの建物を建設する。この事業は、地元の人々に対し、組織と地域社会の発展を促進するための場所を提供することを目的としている (図 2.9-3)。

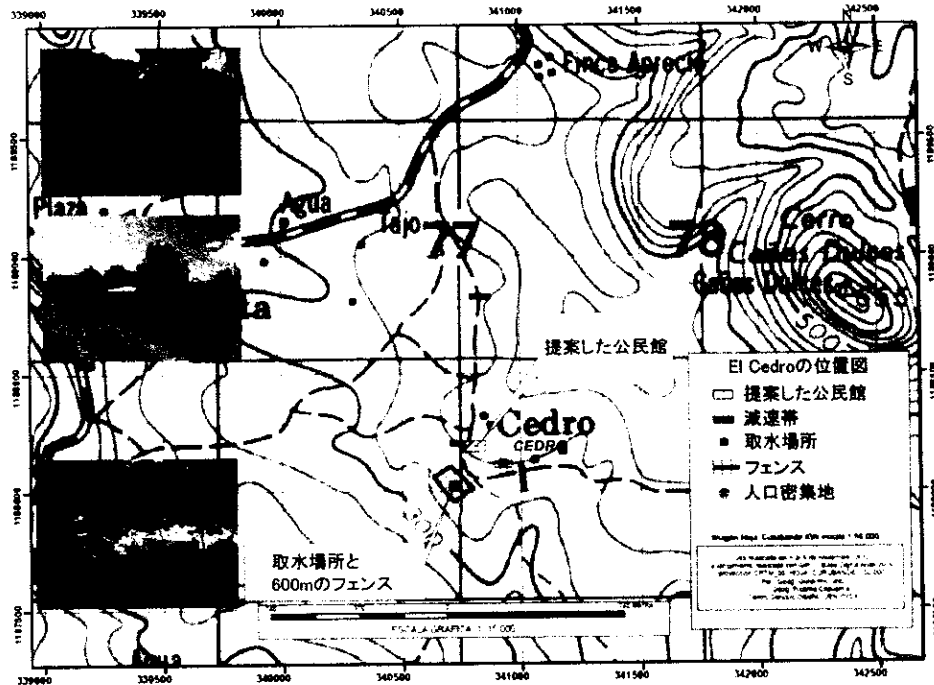


図 2.9-3 El Cedro 地域の環境管理計画

(4) Agua Fria 地域

Agua Fria の生産者組合の敷地にサッカー場を設計・建設する。コミュニティは必要な建設許可、その後のメンテナンスを行う。

交通安全の面から、地域集会所の近くに減速帯を設置する必要がある。また、地域住民の生活の利便性を向上させるため、Curubandé と Agua Fria 間を流れる Blanco 川に架ける歩行者・自動車用の約 40mの橋を建設する (図 2.9-4)。

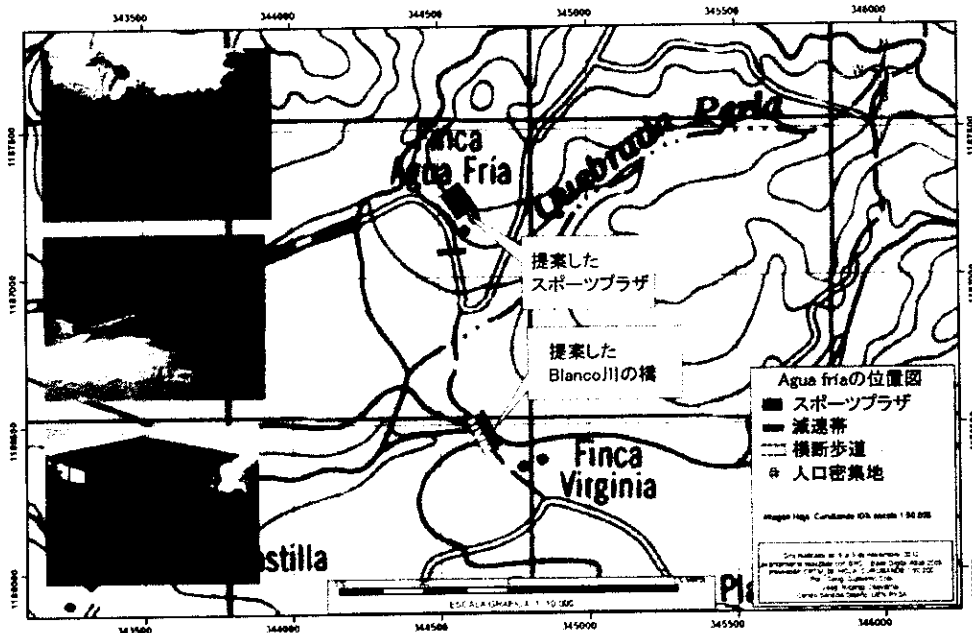


図 2.9-4(1) Agua Fria 地域の環境管理計画

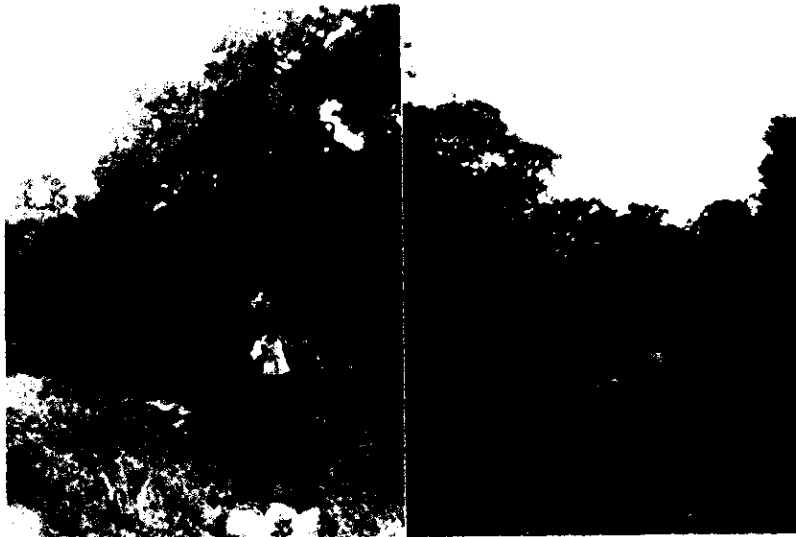


図 2.9-4(2) Blanco 川

(5) Curubandé 地域

小学校周辺及び ICE の Curubandé 支店への車両通過による交通事故を防ぐため、学校周辺の道路（西側）について、減速帯を含む再設計を行い、改善する。また、メイン通学路について、歩道を建設する。

Curubandé の学校の西側に位置するコミュニティ開発組合（ADI）の敷地に、子供の遊具を備えた公園を設計し、建設する。承認は Curubandé の ADI が行い、建設や管理のために必要な要件について手配する責任を持つ。

身障者や子供など、コミュニティ内の弱者の事故予防と交通安全の側面を強化するため、コミュニティの周囲に3つの減速帯及び800 mの歩道を設置する。

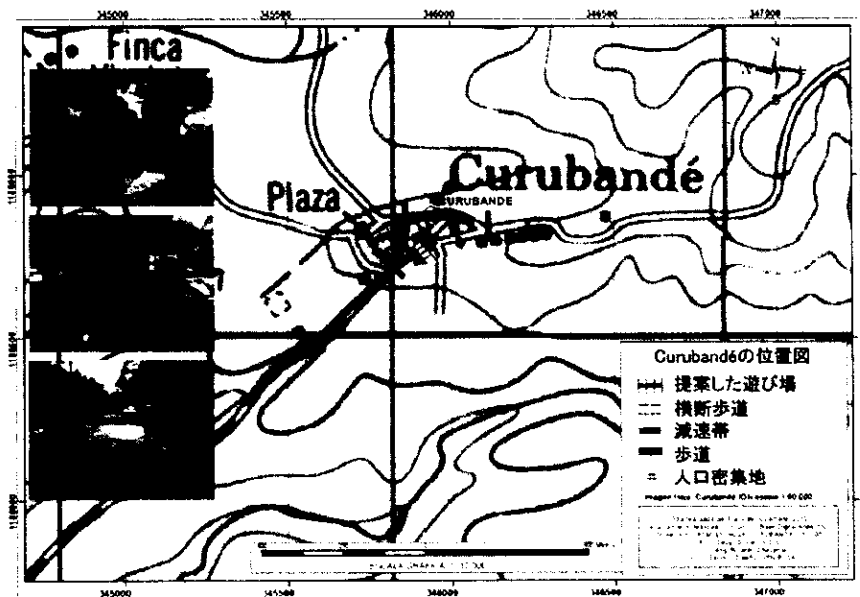


図 2.9-5 Curubandé 地域の環境管理計画

(6) Las Lilas 地域

通信局の建設や電気工事を行い、プロジェクト建設工事開始前までに住民へ通信、電気供給のサービスを開始する。

(7) 「地熱ロード」の提案

地熱地域に近いボリンケンホテルとホテル Buenavistaのための新しい観光商品「地熱ロード」を、地域の観光の一環として提案する。これは、プロジェクト運用側及び地方並びに観光業者の3者が共同して地熱地域の維持管理を行い、ボリンケン地熱地域のホテルにおいて、観光サービスを作り出すことである。

地元観光産業と地熱プラントの融合は、ヨーロッパ、ラテンアメリカなどの国々に複数の事例がある。例えばアイスランドの国営電力会社の Landsvirkjun では、観光シーズンに運転中のプラントを観光出来るよう、観光時間帯が設定されている。

エルサルバドル、特に Uslulután 県の Alegria 市に位置する Berlin 地熱発電所は、地元の観光スポットに追加された。ここでは、プラントへ訪問し、発電過程を学ぶことができ、Tecapo 火山斜面でのハイキング、乗馬、農村観光や宿泊を組み合わせた観光ルートなどがある。

このため、プラントの運転と調整し、来場者の安全性を図った上で地熱ロードを設計することが提案されている。

3 結論および提言

3.1 結論

本プロジェクトの EIA は、ICE が既に作成して環境庁 (SETENA) に提出しており、SETENA により審査される。

プロジェクト実施区域及び周辺に住居はなく、プロジェクト実施により住民の移転は生じない。地域住民の雇用は発電所建設時に 600 名以上、供用後に 45 名以上を期待できる。また、本プロジェクトの実施に当たっては、地域コミュニティの住民による要望により、コミュニティ間のアクセスを容易にするための橋梁の建設、町の歩道の建設、Las Lilas 集落の電気通信インフラの整備をする計画であり、地域の社会サービスは改善されるものと考えられる。

プロジェクトの計画地は民間が所有する土地を使用する計画であり、計画地点は主に草地や雑木林である。また、土地の改変面積を最小限にすることから、動植物への影響は小さいものと考えられる。

騒音、H₂S、水質の予測結果において、H₂S は WHO のガイドライン値を、騒音、水質はコスタリカ国の基準を満足する。また、廃棄物は分別収集を実施し、有効利用やリサイクル及びライセンスを有する処理業者への委託処理により、環境への負荷を低減できるものと考えられる。景観への影響については、発電所建屋及び関連施設等のデザインを現地の自然景観の特性を考慮した自然との調和が図られたものとする、土地改変部の緑化及び発電所周囲の緑化を実施することにより、影響を最小限にすることが可能であると考えられる。

プロジェクトによる温室効果ガス排出量の削減量は、年間 31,903 t-CO₂ と見積もられる。

3.2 提言

- 本調査で得られた結論には、いくらかの不確定要素が含まれている。今後取得されるデータも用いて、さらに検討を重ねることが望まれる。
- 地熱流体の流動を規制していると考えられるリニアメント L22 の広がり把握するために、SITIO8 から調査井の掘削を行うことが望ましい。
- ボリンケン地域で掘削された還元目的の調査井は、PGB-03 のみであり、還元エリアに関する情報が不足している。PGB-03 の増掘、あるいは、SITIO4 および SITO10 から調査井を掘削し、還元エリアのデータを蓄積することが望ましい。
- ボリンケン地域では、PGB-01 を除いて長期噴出試験が実施されておらず、貯留層の動的特性に関するデータが不足している。したがって、還元容量を確保したうえで長期噴出試験を実施する必要がある。長期噴出試験時には、坑井間の圧力干渉試験や、トレーサー試験も併せて実施し、貯留層の水理学的特性を把握することが望ましい。
- 環境モニタリング実施計画は、動植物の生息・生育地域、植生、絶滅危惧種・固有種等との関連を考慮に入れた上で、モニタリング地点、頻度、方法を含むモニタリング実施計画を策定する。計画は、ICE が必要に応じて生物専門家と相談した上で、想定される環境、社会影響を踏まえて、策定する。また、策定にあたり、以下の点に留意する。
 - IUCN レッドリストの EN（絶滅危惧 IB 類）や VU（絶滅危惧 II 類）ランクの動物は、プロジェクト実施区域及びその域周辺における動植物調査で確認されており、今後のプロジェクトによる建設時に、これらの動物が建設現場周辺で出現する可能性を踏まえ監視カメラの設置等を検討する。
 - モニタリングは、プロジェクト実施区域の西側の自然林地域や EN（絶滅危惧 IB 類）や VU（絶滅危惧 II 類）が確認された場所及び Salitral 川河畔林とし、出現の確認のみではなく、特に生息地点の確認を念頭において実施する。
 - 具体的な地点については、1) 動物の出現状況や行動については、ベースライン調査の結果、工事開始までに踏査を行った上で想定される対象動物種の生息環境の特性を考慮して決定する。2) 絶滅危惧種・固有種の生息、繁殖が確認された場合には種の特徴、地域の特性を考慮して地点を決定する。
 - 調査頻度については、基本的に季節（雨季、乾季）や繁殖期を考慮して最低でも年 4 回とし、対象とする動物種の特徴を考慮して計画する。
 - 調査方法は、カメラの設置、巡回・定点観察記録、写真撮影等の方法から有効な方法を検討する。
 - 建設期間においては、観光客への配慮を十分に行い、プロジェクト実施区域のホテルや地元自治体との連携を密に取ることにより、影響が想定される計画を可能な範囲で見直していくことや、新たな対策の実施により影響の低減に努めることは重要であると考えられる。

