

TRANSFORMANDO RESIDUOS EN ENERGÍA LIMPIA

Central Térmica a Biogás - Pichacay

Ing. Christian Piedra Lazo

Abril - 2025





Perfil Profesional

Energías Renovables

Iniciativa EMAC EP

Experiencia EBE CEM

Conclusiones



Perfil Profesional



Energías Renovables



Iniciativa EMAC EP



Experiencia EBE CEM



Conclusiones

Sobre mí



CHRISTIAN PIEDRA LAZO

- Las Energías Renovables no son el futuro, son el presente.
- Promoviendo las energías limpias, podemos reducir el nivel de emisiones de CO2

Contactos

Dirección:
Av. Remigio Crespo y Española

Teléfono:
+593 959107767

Correos:
christian.piedra@ebe.com.ec
cpiedral@gmail.com

Educación

- 1998 ● **Bachiller Físico Matemático**
COMIL Abdón Calderón
- 2003 ● **Tecnólogo Electromecánico**
UPS
- 2006 ● **Ingeniero Eléctrico**
UPS
- 2017 ● **Ingeniero en Contabilidad**
UNL
- 2020 ● **MBA**
UNIR

Experiencia

-  2009 **Especialista**
MINISTERIO DE ELECTRICIDAD
-  2012 **Coordinador General Proyecto SIGDE**
CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP
-  2018 **Coordinador Técnico**
CORPORACIÓN ELECTRICA DEL ECUADOR CELEC EP
-  2020 **Gerente**
SERCOEL S.A
-  2021 **Jefe de Planificación**
EMPRESA ELECTRICA REGIONAL CENTROSUR
-  2022 **Gerente General**
ELECTRO GENERADORA DEL AUSTRO ELECASUTRO S.A
-  2025 **Gerente**
EMAC-BGP ENERGY CEM



Perfil Profesional



Energías
Renovables



Iniciativa
EMAC EP



Experiencia
EBE CEM



Conclusiones

Sector Eléctrico Ecuatoriano



Perfil
Profesional



Energías
Renovables



Iniciativa
EMAC EP

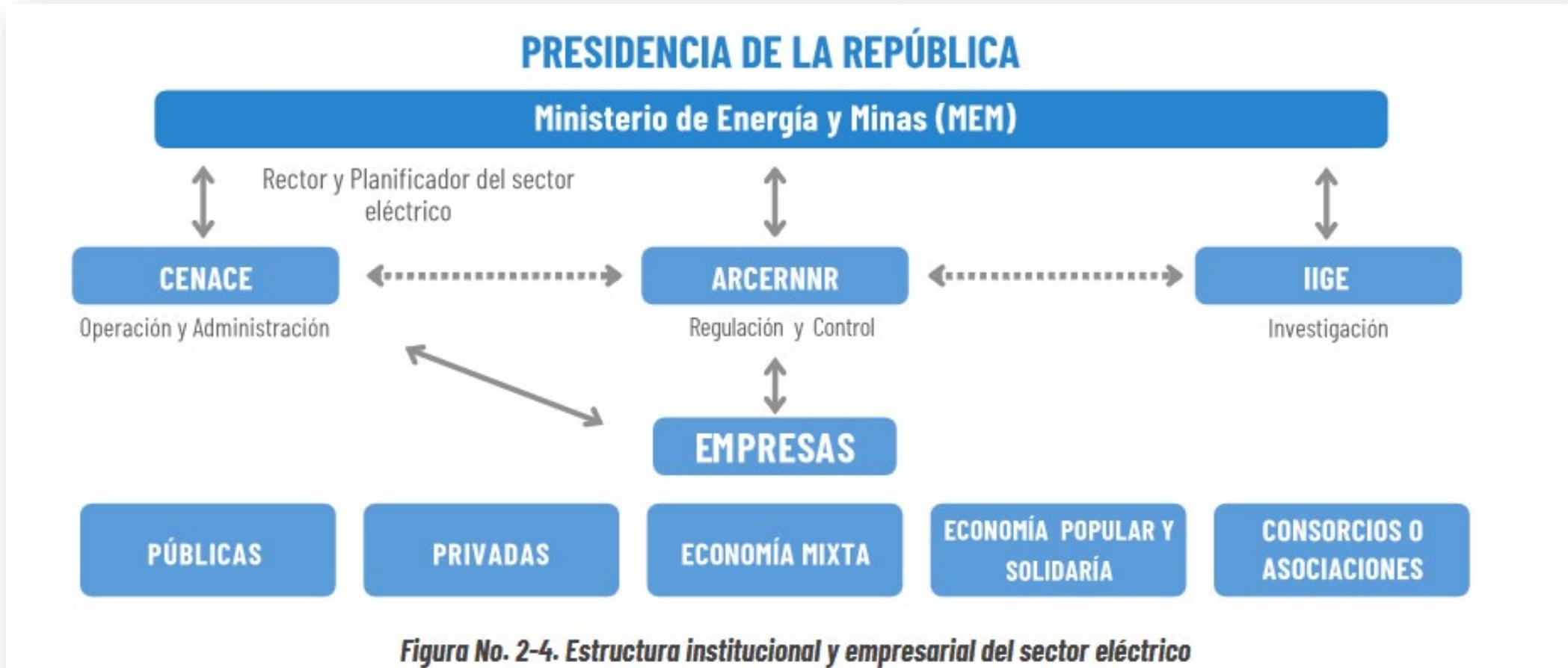


Experiencia
EBE CEM



Conclusiones

Institucionalidad del Sector Eléctrico



Fuente: Plan Maestro de Electricidad 2023-2032



Perfil
Profesional



Energías
Renovables



Iniciativa
EMAC EP



Experiencia
EBE CEM



Conclusiones

Funcionamiento del Sector Eléctrico

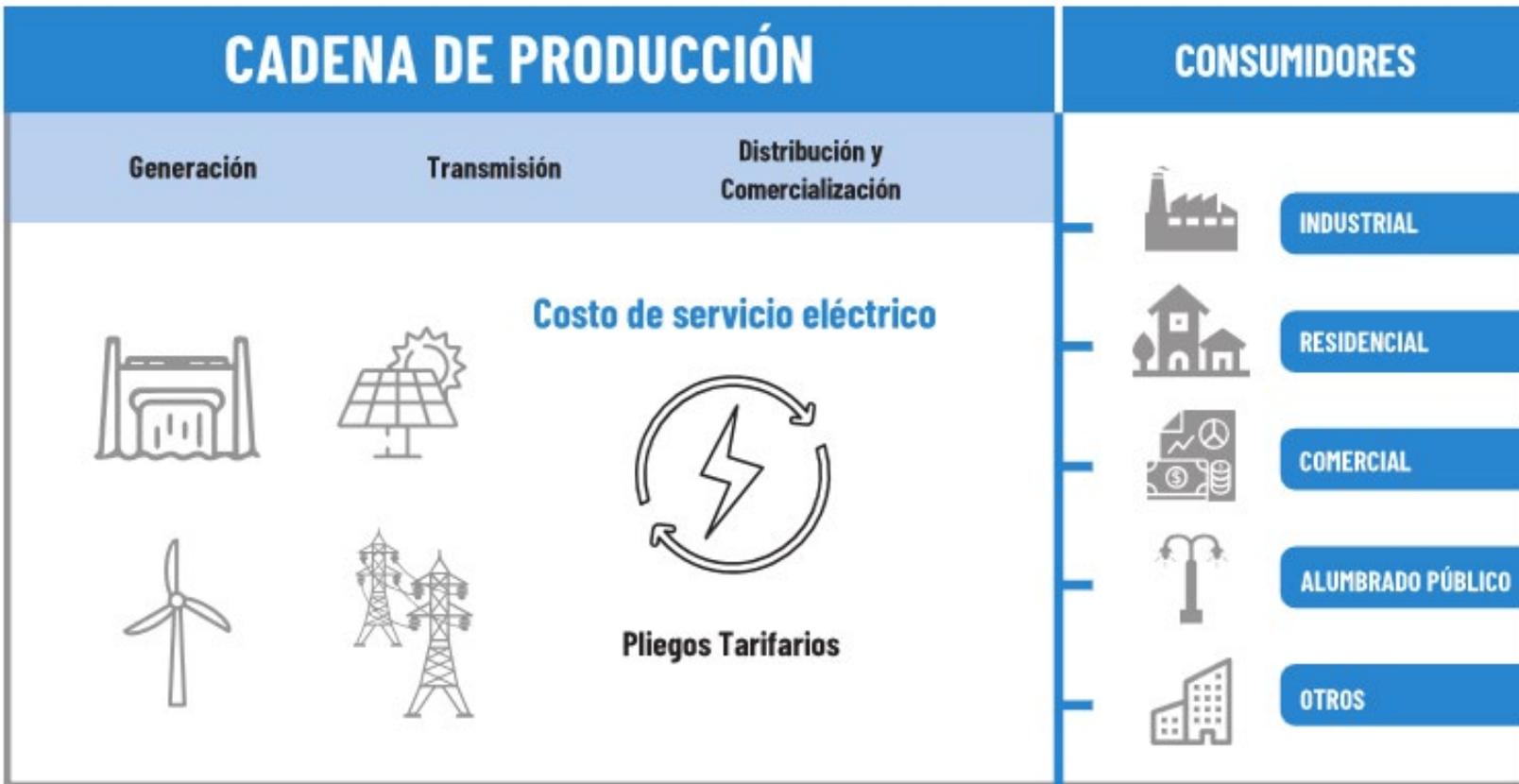


Figura No. 2-5. Gestión del sector eléctrico

Generación.- Es realizada por empresas públicas y privadas debidamente habilitadas por la autoridad concedente para ejercer esta actividad. La liquidación de energía de la generación se realiza en función del contrato regulado que mantiene suscrito, contrato bilateral o en el caso de la generación no convencional conforme la tarifa establecida en la normativa aplicable.

Transmisión. - Es realiza a través de la Corporación Eléctrica del Ecuador, a través de la Unidad de Negocio TRANSELECTRIC, empresa encargada de la transmisión y expansión del Sistema Nacional de Transmisión. El transmisor debe permitir el libre acceso de terceros a su sistema, en los términos que se establezcan en la regulación

Distribución y comercialización. - Es realizada por las empresas de distribución en las áreas de servicio habilitadas por la autoridad competente. Se cuenta con 9 empresas de distribución S.A.; y con la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL EP), que agrupa a 11 unidades de negocio.

Fuente: Plan Maestro de Electricidad 2023-2032



Perfil Profesional



Energías Renovables



Iniciativa EMAC EP



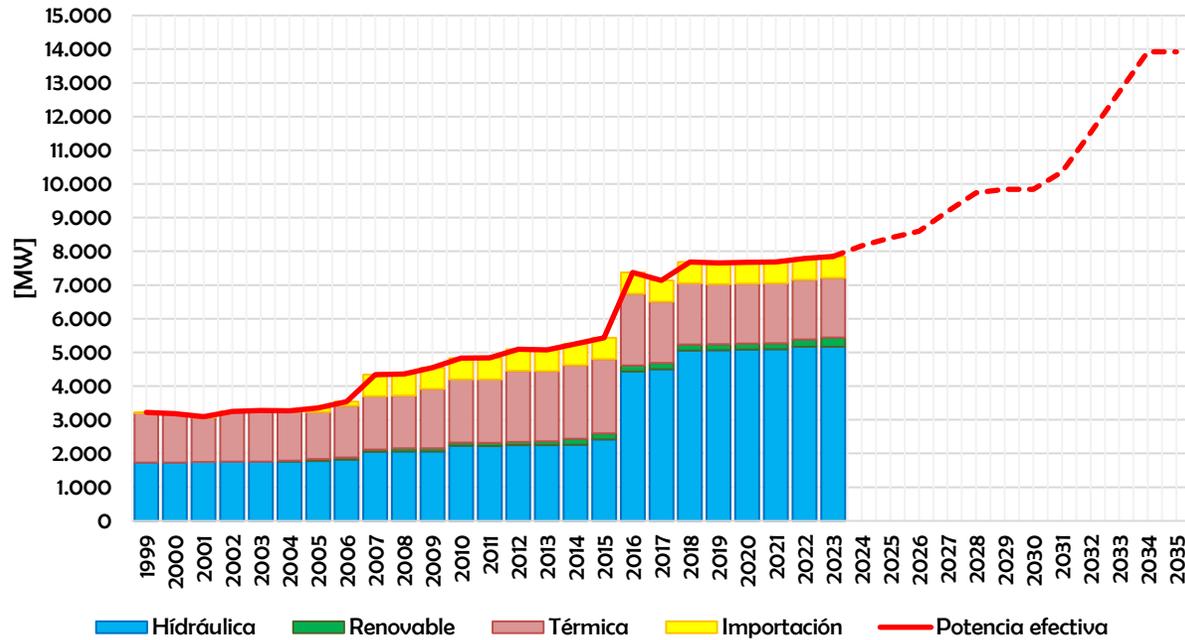
Experiencia EBE CEM



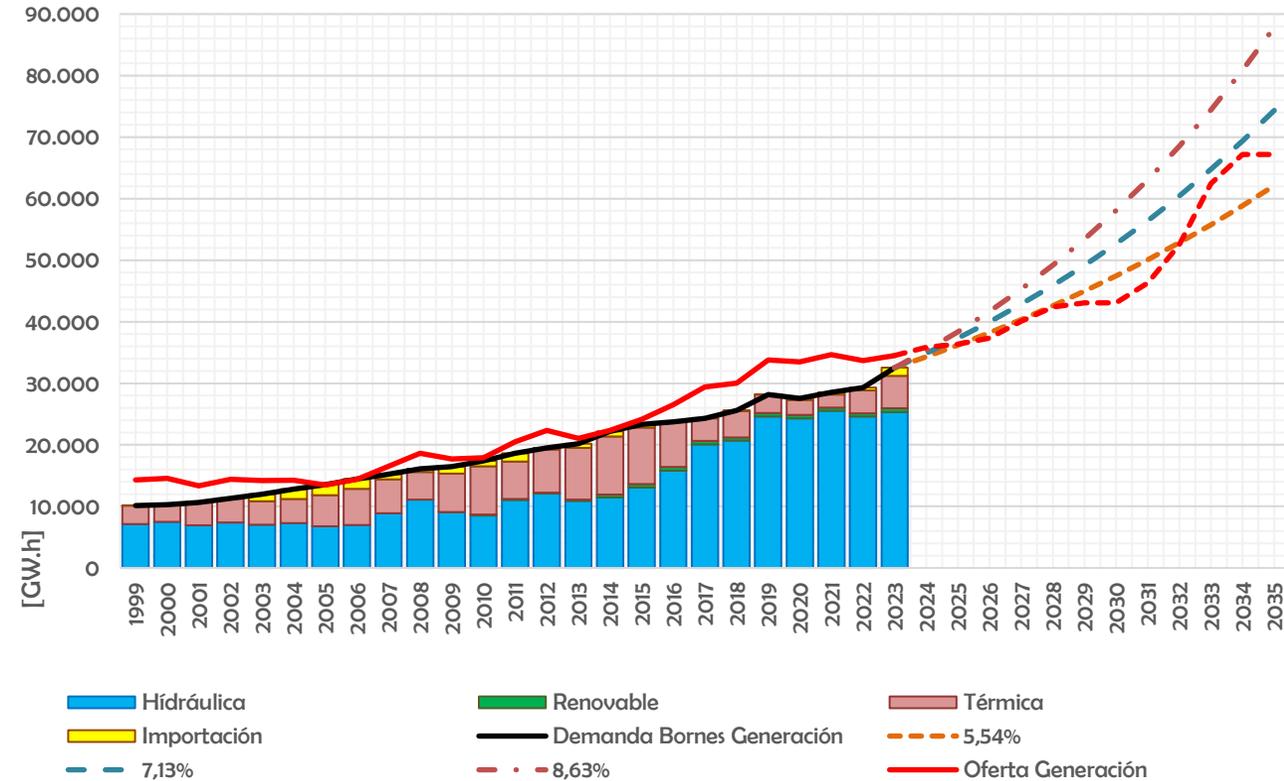
Conclusiones

Situación Actual del Sistema Eléctrico Ecuatoriano

Capacidad instalada SNI.



Oferta de generación



Perfil Profesional



Energías Renovables



Iniciativa EMAC FP



Experiencia FBE CEM



Conclusiones

Potencia en Generación de Energía Eléctrica 2023

DICIEMBRE 2023		
	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)
Por sistema		
Sistema Nacional Interconectado	7.491,67	7.176,98
No Incorporado	1.407,91	1.077,46
Por tipo de energía		
Renovable	5.445,10	5.395,21
No Renovable	3.454,47	2.859,24
Por empresa		
Generadora	6.677,01	6.444,64
Autogeneradora	453,03	382,96
Distribuidora	1.769,53	1.426,84

8.899,58
Potencia Nominal (MW)

8.254,45
Potencia Efectiva (MW)

Potencia en Generación de Energía Eléctrica	Dic 2023 (MW)	Dic 2022 (MW)	Variación 2023-2022
Nominal	8.899,58	8.864,37	0,40
Renovable	5.445,10	5.425,72	0,36
Hidráulica	5.192,30	5.191,30	0,02
Eólica	71,13	53,15	33,83
Fotovoltaica	29,06	28,65	1,41
Biomasa	144,30	144,30	-
Biogás	8,32	8,32	-
No Renovable	3.454,47	3.438,65	0,46
MCI	2.048,00	2.033,18	0,73
Turbogás	944,85	943,85	0,11
Turbovapor	461,63	461,63	-

Potencia en Generación de Energía Eléctrica	Dic 2023 (MW)	Dic 2022 (MW)	Variación 2023-2022
Efectiva	8.254,45	8.219,55	0,42
Renovable	5.395,21	5.372,40	0,42
Hidráulica	5.152,31	5.151,31	0,02
Eólica	71,13	49,72	43,07
Fotovoltaica	28,17	27,76	1,46
Biomasa	136,40	136,40	-
Biogás	7,20	7,20	-
No Renovable	2.859,24	2.847,16	0,42
MCI	1.636,39	1.625,11	0,69
Turbogás	791,35	790,55	0,10
Turbovapor	431,50	431,50	-

95,5%

1,3%

0,5%

2,5%

0,1%

Fuente: Revista Panorama Eléctrico – Edición 21



Perfil Profesional



Energías Renovables



Iniciativa EMAC EP



Experiencia EBE CEM



Conclusiones

Plan Maestro de Electricidad –PME: Instrumento de planificación que contiene los objetivos, políticas, metas, estrategias, planes, programas y proyectos; para la expansión requerida en la generación, la transmisión, la distribución y comercialización y, el alumbrado público, para el abastecimiento de la demanda, considerando criterios de eficiencia, seguridad, confiabilidad, calidad, responsabilidad social y ambiental en la prestación del servicio público de energía eléctrica, en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo.

RGLOSPEE - Art. 16.- Plan Maestro de Electricidad.- Los resultados del proceso de planificación estarán contenidos en el Plan Maestro de Electricidad – PME con una proyección a diez (10) años. Este Plan contendrá:

- a) Proyección de la demanda;
- b) (Sustituido por el Art. 2 del D.E. 540, R.O. 142-5S, 6-IX-2022).- **Plan de expansión de generación incluyendo el aprovechamiento de energías renovables no convencionales, almacenamiento de energía, y el abastecimiento de zonas aisladas;**
- c) Plan de expansión de transmisión;
- d) (Sustituido por el Art. 2 del D.E. 540, R.O. 142-5S, 6-IX-2022).- Plan de expansión de distribución, generación distribuida, y alumbrado público general;"
- e) Programa de energización rural;
- f) Evaluación económica, financiera, social-ambiental y de riesgos del sector eléctrico;
- g) Análisis y evolución de los principales indicadores del sector, tales como costo del servicio, pérdidas, calidad, entre otros; y,
- h) Otros que el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables considere necesarios



Perfil
Profesional



Energías
Renovables



Iniciativa
EMAC EP



Experiencia
EBE CEM



Conclusiones

Plan de Expansión de la Generación 2023-2032

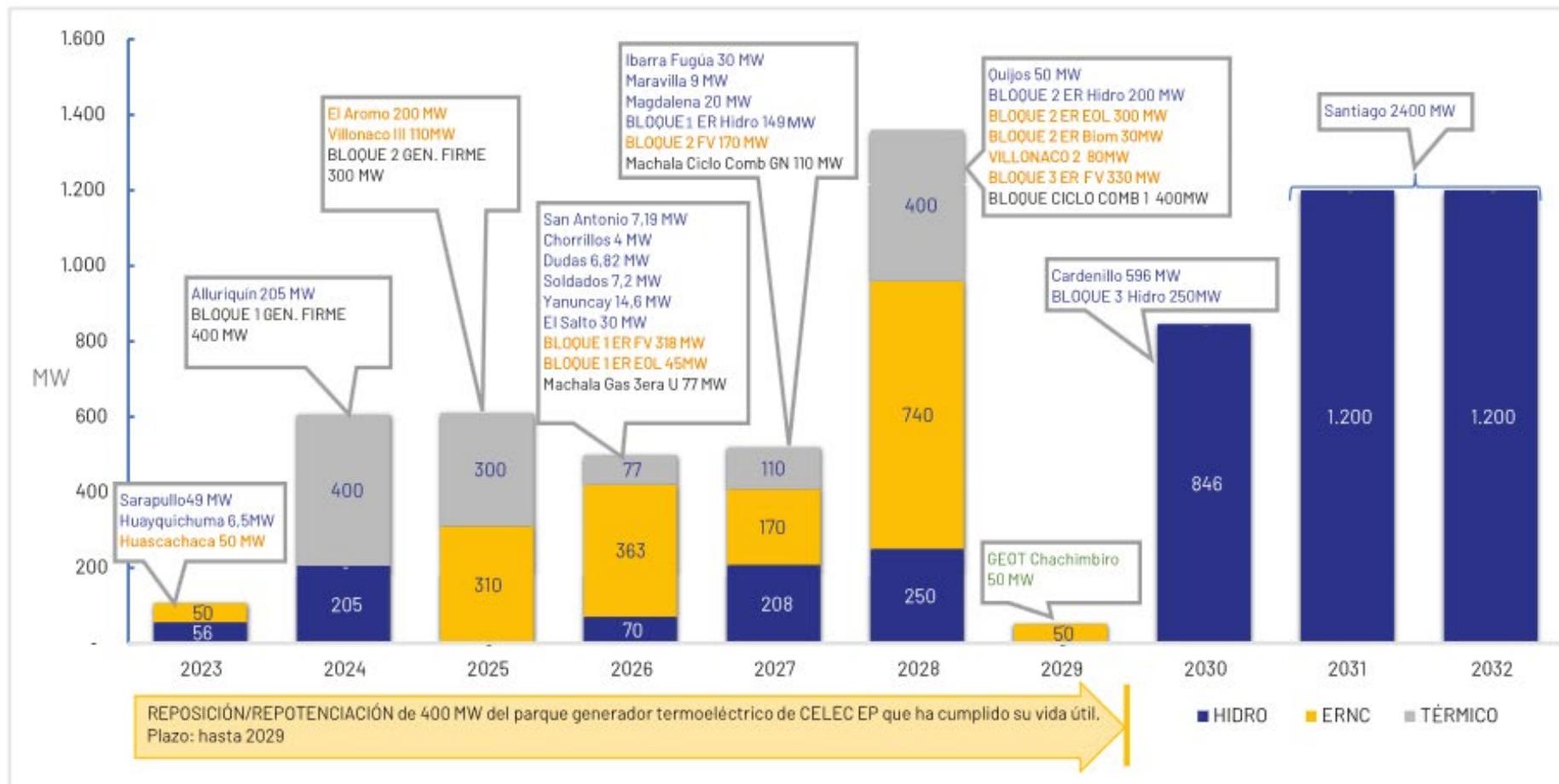


Figura No. 1-10. Gráfico del Plan de Expansión de Generación -PEG- 2023-2032

Fuente: Plan Maestro de Electricidad 2023-2032



Perfil Profesional



Energías Renovables



Iniciativa EMAC EP



Experiencia EBE CEM



Conclusiones

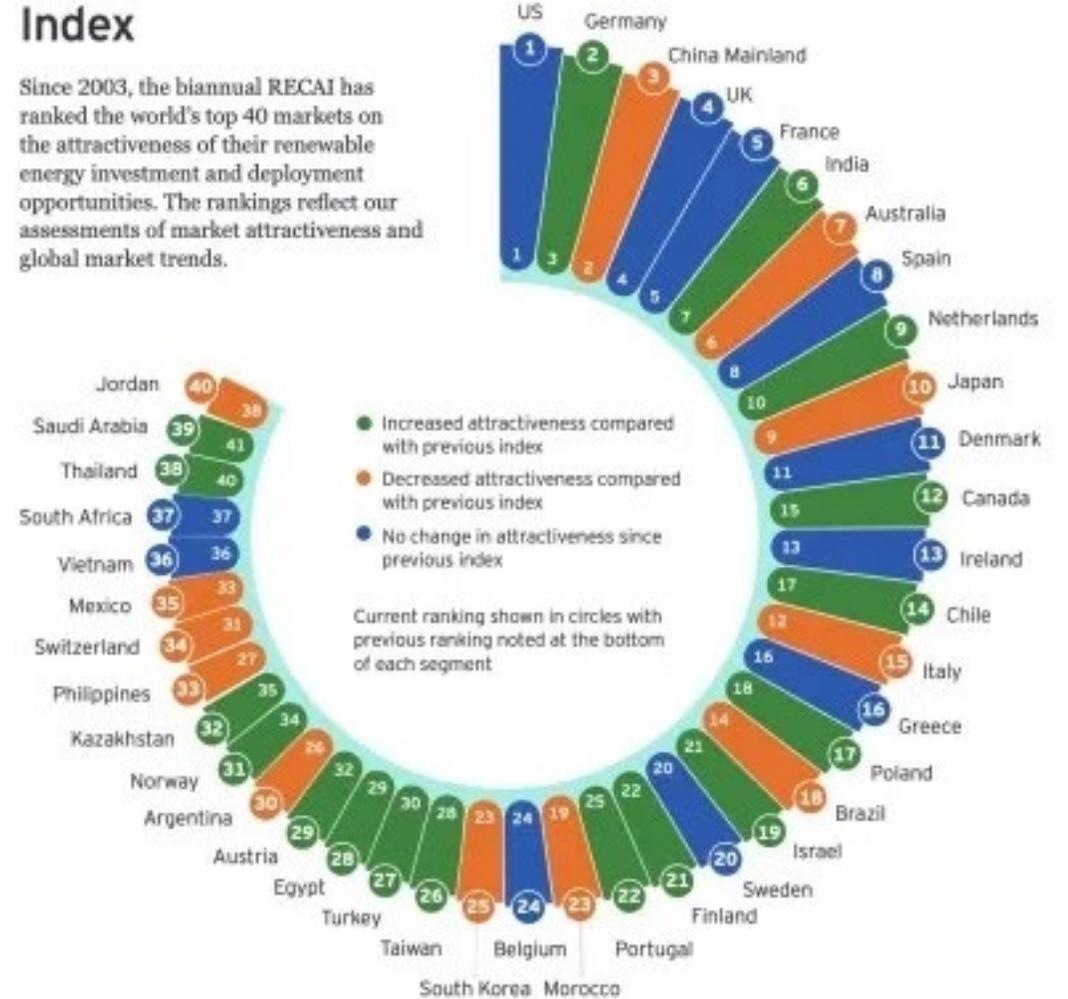
Transición Energética



- Es el conjunto de cambios en los modelos de producción, distribución y consumo de la energía para evitar las emisiones de gases de efecto invernadero
- Es el cambio ordenado y programado de la generación de electricidad para migrar de fuentes convencionales hacia Energías Limpias con sustentabilidad. Que sea ambientalmente más sustentable, con disminución en carbono y socialmente más incluyente.

Index

Since 2003, the biannual RECAI has ranked the world's top 40 markets on the attractiveness of their renewable energy investment and deployment opportunities. The rankings reflect our assessments of market attractiveness and global market trends.



Perfil Profesional



Energías Renovables



Iniciativa EMAC EP



Experiencia EBE CEM



Conclusiones

Plan de Transición Energética



Apoyo a la Transición Energética y a la Promoción de Inversiones en el Sector Energético de Ecuador – II

BID aprobó un préstamo de US\$500 millones, sumados a US\$100 millones de la Facilidad de Corea para una transición energética en Ecuador.

Sus objetivos específicos son:

- (i) apoyar la descarbonización del sector energético promoviendo fuentes de energía renovables no convencionales, nuevas fuentes alternativas de generación, medidas de eficiencia energética y gestión de la demanda, integración regional y movilidad eléctrica;
- (ii) aumentar la participación del sector privado en la prestación de servicios eléctricos;
- (iii) avanzar hacia el acceso universal a la electricidad; y
- (iv) reducir las brechas de género y discapacidad en el sector eléctrico.

Plan de Transición Energética para Galápagos

- 1) Reducir las emisiones a partir de la incorporación de fuentes renovables no convencionales de energía y almacenamiento.
- 2) Fortalecer el plan de gestión eficiente de la demanda.
- 3) Implementar un plan de manejo de la energía basado en la digitalización e integración.
- 4) Fomentar la gestión Social y la participación ciudadana.
- 5) Ejecutar Bonos de Carbono como herramienta para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.



Perfil
Profesional



Energías
Renovables



Iniciativa
EMAC EP



Experiencia
EBE CEM



Conclusiones

Iniciativa EMAC EP



1998

- Constitución de la Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca – EMAC EP

2000

- Cierre del botadero de El Valle
- Inicio de la explotación de la fase Norte I del Relleno Sanitario “Pichacay”

2007

- Ejecución de los estudios de pre-factibilidad del potencial de aprovechamiento del biogás producido en el relleno sanitario

2010

- EMAC EP, mediante ordenanza, se crea como Empresa Pública (EP) - Posibilidad integración con socios estratégicos para el desarrollo de proyectos de interés común.

2011

- Desarrollo del Complejo de Desarrollo Humano y Ambiental de Pichacay.

2012

- Constitución de la compañía de economía mixta EMAC-BGP ENERGY CEM



Perfil
Profesional



Energías
Renovables



Iniciativa
EMAC EP



Experiencia
FBE



Conclusiones

Iniciativa EMAC EP



El objetivo de la EMAC EP es la prestación de servicios públicos de: barrido, limpieza, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos no peligrosos y peligrosos, así como del mantenimiento, recuperación, readecuación y administración de áreas verdes y parques en el cantón Cuenca.



Misión

Trabajar juntos por una Cuenca limpia, verde y saludable.



Visión

Ser una empresa regional, vanguardista, modelo de gestión integral de residuos sólidos y áreas verdes, en el marco de la economía circular y el desarrollo sostenible y sustentable.



Perfil
Profesional



Energías
Renovables



Iniciativa
EMAC EP



Experiencia
FRE



Conclusiones

Características del Relleno Sanitario EMAC EP



Peso promedio de desechos sólidos dispuestos:
544. T/día.



Peso específico de desechos compactados:
1.0T/m³.



Ductos de gas:
Construido con piedra y tubería perforada de polietileno de alta densidad (HDPE)



Volumen promedio de generación de lixiviados
197 m³/día.



Sistema de operación del Relleno:
Mediante el siguiente equipo pesado: 1 tractor de orugas de 315 hp, 1 excavadora de orugas de 175 hp., 1 rodillo compactador de 230 hp y 1 retroexcavadora de 100 hp.



Perfil
Profesional



Energías
Renovables



Iniciativa
EMAC EP

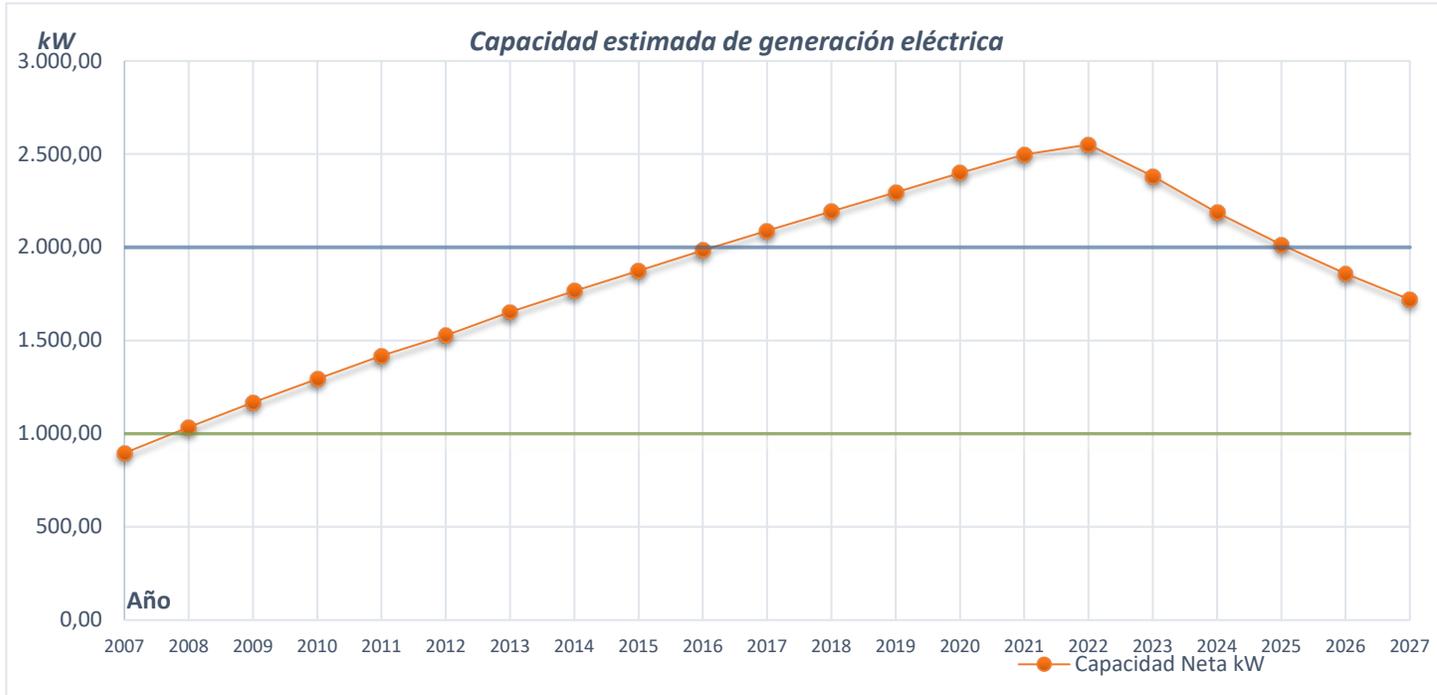


Experiencia
FBE



Conclusiones

Estudios de Prefactibilidad



- Pruebas y ensayos determinaron un potencial de: 638 – 1.250 Nm³/h metano al 50%.
- Aprovechamiento para 20 años.
- Evaluación de tecnologías de generación – Motores a combustión interna.
- Inversión: US\$ 2.757.118,70 (2 MW).
- Costos de operación y mantenimiento anual: US\$ 271.879,52.

Costo Capital: Tabla 15 Incluye Generación de Energía		Valor de Reducción de Emisión: \$5 / Toneladas	Valor de Reducción de Emisión: \$10 Toneladas
IRR	\$0.0967/kWh	31.4%	38.6%
	\$0.06/kWh	19.8%	27.6%
NPV (@15%)	\$0.0967/kWh	\$6,655,772	\$8,160,175
	\$0.06/kWh	\$3,718,342	\$5,222,774



Perfil Profesional



Energías Renovables



Iniciativa EMAC EP



Experiencia FBE



Conclusiones

Concurso Público

- Mayo de 2012: “SELECCIÓN DEL SOCIO ESTRATÉGICO PARA LA CONFORMACIÓN DE UNA EMPRESA DE ECONOMÍA MIXTA PARA REDUCIR LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA A BASE DE BIOGÁS DEL RELLENO SANITARIO DE PICHACAY, CUENCA – ECUADOR”.
- Base técnica y financiera (TDRs): Estudios de Prefactibilidad
- Los ejes de calificación:
 - Experiencia en desarrollo de proyectos de aprovechamiento de biogás.
 - **Experiencia en calificación de proyectos dentro de la iniciativa MDL.**
 - Capacidad de financiamiento.
 - Presupuesto referencial.
 - Plazo de ejecución.
 - **Valor de tarifa por de biogás consumido en generación de energía.**

“Dado que el biogás que se genera en el relleno sanitario es de propiedad de la EMAC EP y constituye la materia prima esencial de este emprendimiento, el oferente debe considerar en los costo del proyecto, la compra del biogás, por lo que deberá proponer un valor unitario por cada metro cúbico de biogás (USD \$./ m³) que la Empresa Mixta a conformarse, cancelará a favor de la EMAC EP por la cantidad de biogás que ingrese a sus instalaciones para la producción de energía...”.

- **PLAZO DE ENTREGA DE OFERTAS: 40 DÍAS**



Perfil
Profesional



Energías
Renovables



Iniciativa
EMAC EP



Experiencia
FBE



Conclusiones

Oferta Presentada BGP

- BGP ENGINEERS B.V. inspecciona y examina los sitios del proyecto y sus alrededores, verificando las condiciones propias del proyecto (30 días de evaluación)
- **Componente técnico:** metodología de construcción y aprovechamiento, diseños, tecnologías consideradas, resultados de nuevos estudios realizados y cálculos de cantidades de biogás aprovechable
- **Componente económico:** ***cronograma valorado del proyecto (12 meses)***, número estimado de bonos de reducción de emisiones (CERs) y presupuesto referencial:

“Se ha preparado el presupuesto de inversión para el proyecto de extracción y procesamiento del biogás del relleno sanitario Pichacay, presupuesto que se basa en el Cronograma de Ejecución... Sobre la base de la información que tenemos disponible, proponemos... : US\$ 2.377.438”

- **Componente de biogás:**

“La empresa conjunta pagará a EMAC EP un precio por el suministro de biogás del relleno sanitario de Pichacay. En base a la información que tenemos disponible, proponemos el siguiente precio: 0.05 US\$ por Nm³”.



Perfil
Profesional



Energías
Renovables



Iniciativa
EMAC EP



Experiencia
FBE



Conclusiones

EMAC – BGP ENERGY COMPAÑÍA DE ECONOMÍA MIXTA



Perfil
Profesional



Energías
Renovables



Iniciativa
EMAC EP



Experiencia
EBE GEM



Conclusiones



➤ **OBJETO SOCIAL:**

- Reducir la contaminación ambiental producida por los gases de efecto invernadero (GEI), en la parroquia Sta. Ana del cantón Cuenca
- Generar energía eléctrica con aprovechamiento del biogás del relleno sanitario de “Pichacay” y comercializar en el Mercado Eléctrico Nacional.

➤ **COMPAÑÍA DE ECONOMÍA MIXTA:**



51 %

49 %



Perfil
Profesional



Energías
Renovables



Iniciativa
EMAC EP

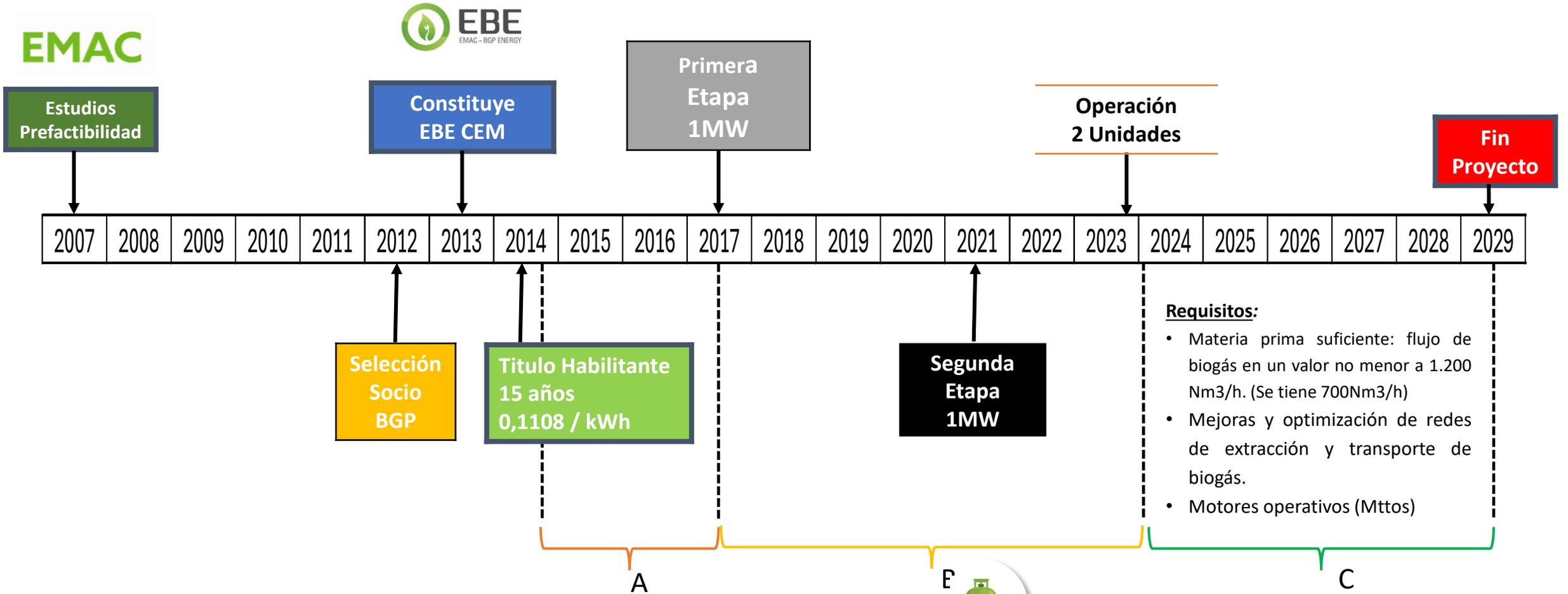


Experiencia
EBE CEM



Conclusiones

Linea de Tiempo EBE CEM



Perfil Profesional



Energías Renovables



Iniciativa EMAC EP

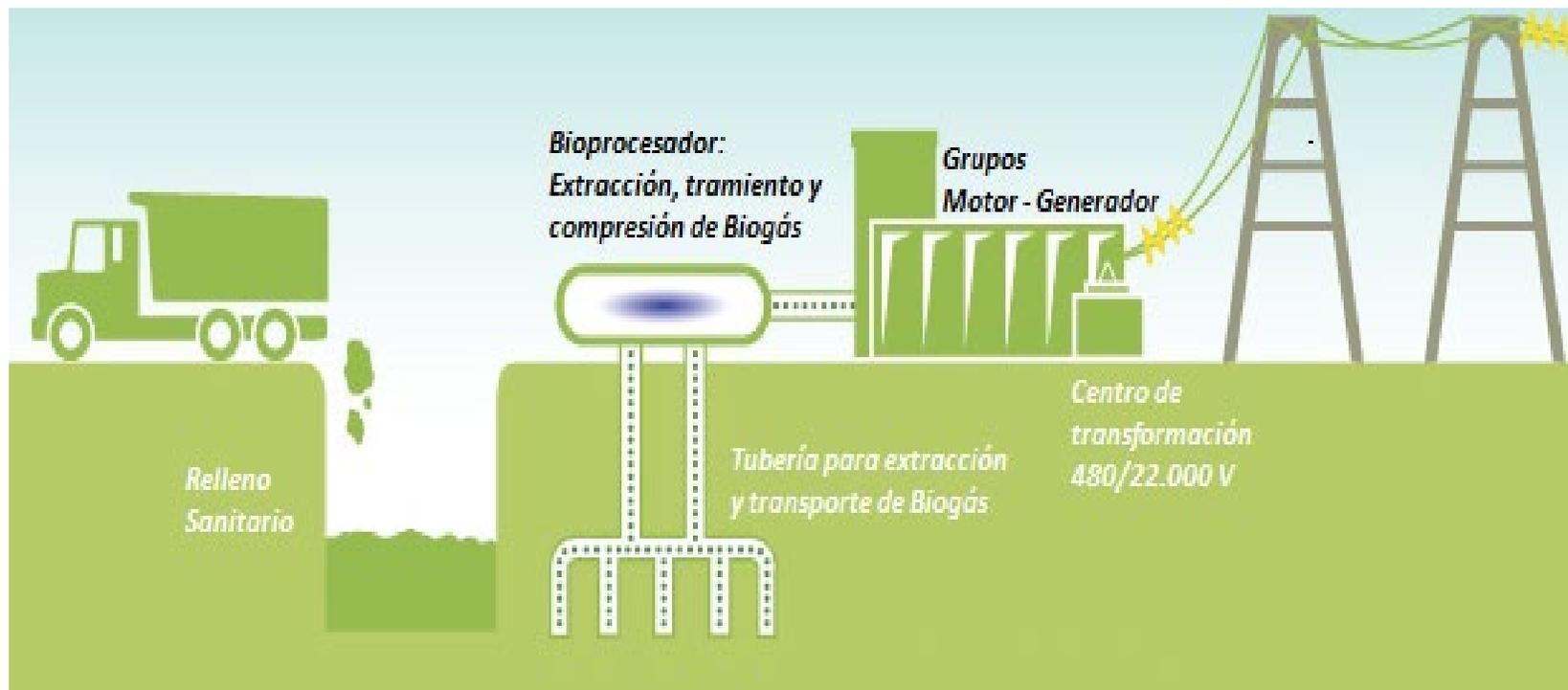


Experiencia EBE CEM



Conclusiones

Proceso de Generación Eléctrica



Perfil Profesional



Energías Renovables



Iniciativa EMAC EP



Experiencia FDE GEM



Conclusiones

Relleno Sanitario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Masa de Basura: 3´200.000 toneladas.

Área total de la EMAC EP: 123 hectáreas.

Cantidad de desechos sólidos diarios: 550 toneladas/día.

Cantidad de biogás disponible: 800 m3/h

Energía generada por hora: 800 kWh

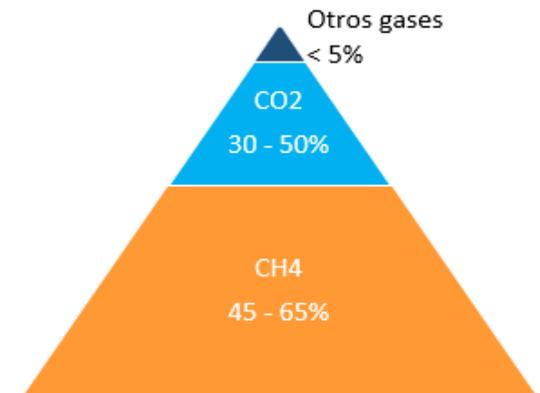


Relleno sanitario:

- Área destinada a la disposición final de desechos sólidos.
- Manejo adecuado, técnico, metódico.

Generación de metano:

- Ambiente húmedo y ausente de oxígeno (anaeróbico).



Perfil Profesional



Energías Renovables



Iniciativa EMAC EP



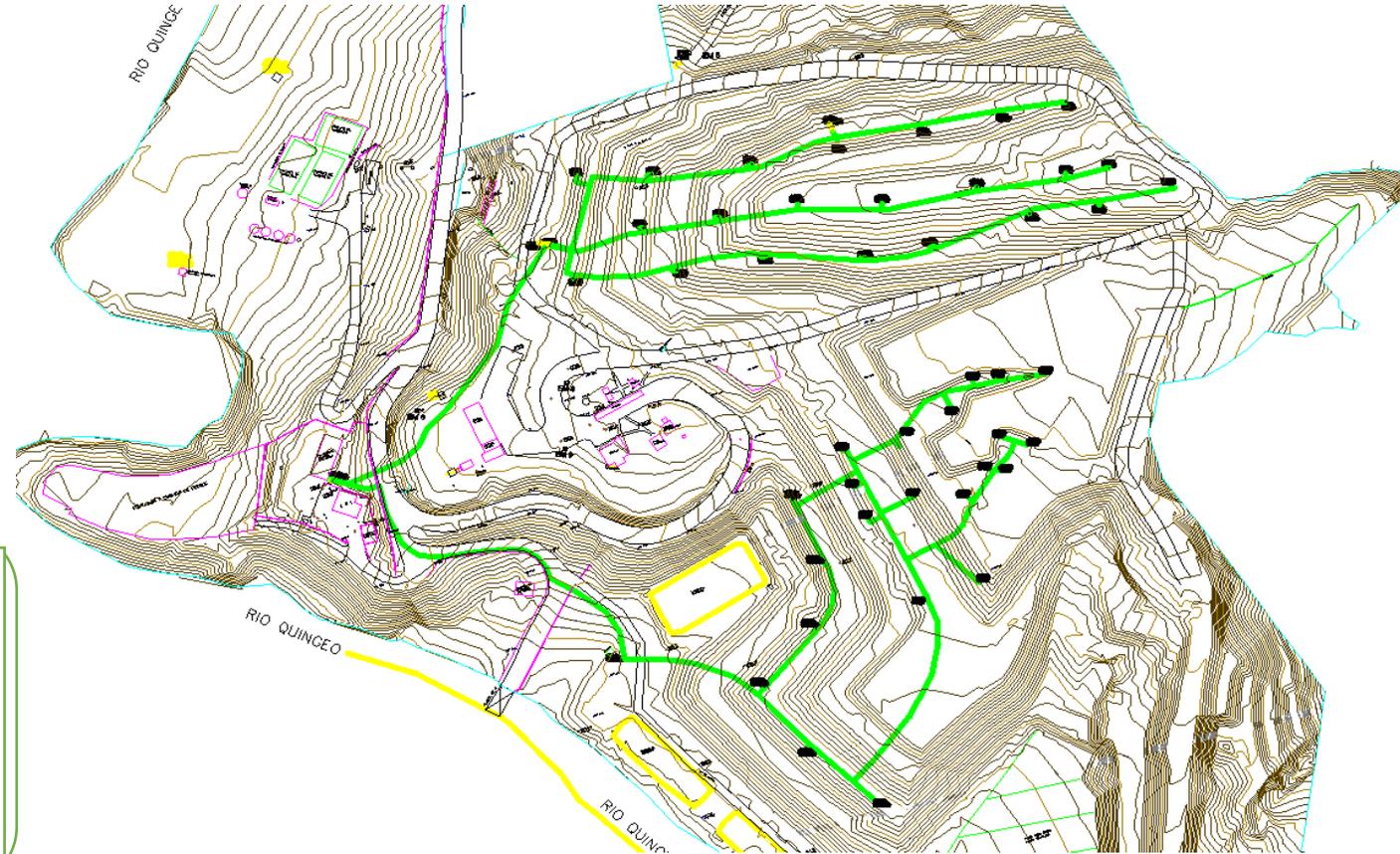
Experiencia ERE GEM



Conclusiones

Sistema de Extracción y transporte de Biogas

DESTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DENTRO DEL RELLENO



- Longitud de la red: 3500m.
- Cuatro condensadores.
- Un colector.
- Unión por termofusión y electrofusión.
- Total de 44 pozos de extracción.



Perfil
Profesional



Energías
Renovables



Iniciativa
EMAC EP



Experiencia
ERE GEM



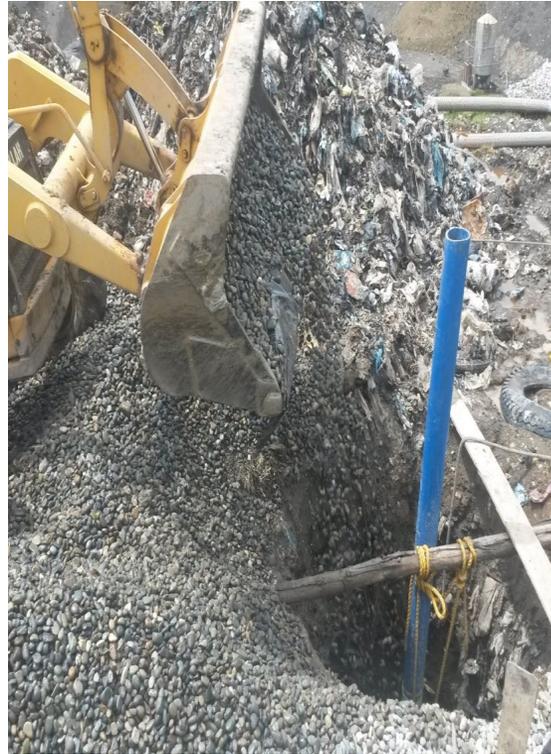
Conclusiones

RED VERTICAL PARA EXTRACCIÓN

COLOCACIÓN VERTICAL DE TUBERÍA (PEAD) PERFORADA



COLOCACIÓN DE LA GRAVA



RED HORIZONTAL DE TRANSPORTE



Perfil Profesional



Energías Renovables



Iniciativa EMAC EP



Experiencia ERE GEM



Conclusiones

BIOPROCESADOR



- Extracción de gas – bomba de succión.
- Intercambiador de calor – elimina humedad contenida en la mezcla de gas.
- Análisis de gas - O₂ %, CH₄ %
- Quema controlada
- De cumplir las condiciones de calidad y cantidad el biogás es enviado al motor.



Perfil
Profesional



Energías
Renovables



Iniciativa
EMAC EP



Experiencia
EFE-CEM



Conclusiones

GRUPO MOTOR - GENERADOR



DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR

<i>Ciclo de Operación</i>	Miller
<i>Control de encendido</i>	Electrónico Inteligente
<i>Número y disposición de cilindros</i>	16 "V"
<i>Velocidad nominal, rpm</i>	1800

DATOS TÉCNICOS DEL ALTERNADOR

<i>Frecuencia, Hz</i>	60
<i>Nivel de tensión, V</i>	480
<i>Factor de Potencia</i>	0,8



Perfil
Profesional



Energías
Renovables



Iniciativa
EMAC FP



Experiencia
EPE GEM



Conclusiones

CONEXIÓN A LA RED

- Conexión al alimentador 321 - CENTROSUR.
- Repotenciación de 3,7 km de alimentador.
- Subtransmisión a nivel de 22 kV.
- Tarifa preferencial de 11,08 ctvs. de dólar.



- Pruebas: enero - mayo 2017.
- Declaratoria experimental: 8 jun 2017.
- Declaratoria comercial: 27 jul 2017.



Perfil
Profesional



Energías
Renovables



Iniciativa
EMAC EP



Experiencia
ERE-CEM



Conclusiones

RESULTADOS ALCANZADOS

- Generación de 27.600 MWh.
- Desplazamiento de centrales térmicas que usan combustibles fósiles.
- Abastecer cerca de 270.000 familias.

Generación Energía Limpia

Impacto Ambiental

- Reducción de Gases de Efecto Invernadero: **60.000 tCO₂/año**. Equivalente a: Gases generados por la quema de 19 millones de galones de gasolina.
- Control de emisiones del relleno sanitario. Mejora de calidad del aire del relleno sanitario y comunidades aledañas.

- Desarrollo de conocimiento local y regional. “**ÚNICO PROYECTO EN EL PAÍS CON PARTICIPACIÓN PÚBLICA**”.
- Cambio en la concepción de los residuos sólidos. “**RESIDUOS CONVERTIDOS EN ENERGÍA LIMPIA**”.

Desarrollo



Perfil Profesional



Energías Renovables



Iniciativa EMAC EP



Experiencia ERE GEM



Conclusiones

Conclusiones

- El uso de energías renovables, en combinación con fuentes convencionales, permiten satisfacer nuestras necesidades energéticas actuales. Sin embargo, la importancia de ellas es que ayudan a garantizar el bienestar del planeta y de las futuras generaciones.
- Las energías renovables son fuentes de Energía limpias, inagotables y crecientemente competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero, ni emisiones contaminantes.
- Son el mayor aliado para contrarrestar el problema del llamado cambio climático, estas fuentes de Energía nos van a garantizar un mejor planeta para las futuras generaciones y un balance entre lo económico y lo social.



Perfil
Profesional



Energías
Renovables



Iniciativa
EMAC EP



Experiencia
EBE CEM



Conclusiones

**Gracias por su
atención**