

ENERGÍAS RENOVABLES

Ing° Antonio Mendoza, M.Sc.

¿ POR QUÉ?

- Realidad mundial que enfrentaran las generaciones futuras
 - Combustibles fósiles son limitados (carbón, petróleo y gas)
 - Alto Impacto en el cambio climático
 - Altos niveles de emisión de GEI (GHG) (CO₂, metano, etc)
- Hoy y en el futuro se requiere energía para el día a día de las personas
- Las fuentes solar y eólica, son el inicio de este compromiso
- Comparando:
 - Energía Fósil: barata, disponible y fácil de conseguir
 - Renovables tienen restricciones: hidráulicas, geo-termal, solar,
 - Cada país decide su MIX de Energías: condiciones naturales y demanda
 - Políticas de Estado
 - Ciudades eficientes para reducir la pérdida de calor



ESTADO ACTUAL

SAFEWORK

ANTAPACCAY

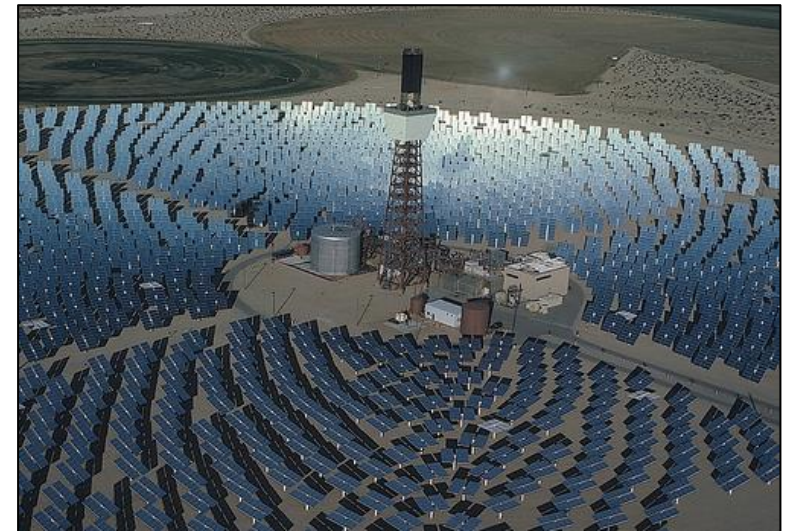


- Se aprovecha la energía cinética del aire en movimiento
 - situadas en tierra (*onshore*)
 - en mar (*offshore*).
- Las comercialmente disponibles son
 - Turbinas de eje horizontal con tres álabes posicionados en la torre en contra del viento (IPCC, 2011).
 - Costo vs. Generación energía

> 2. CENTRALES SOLARES

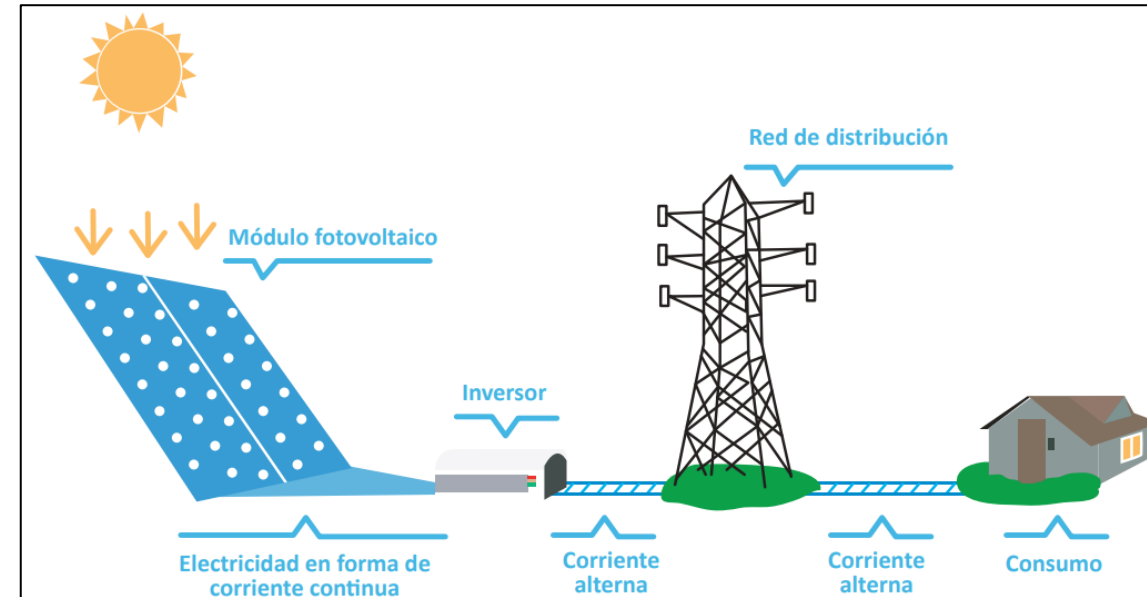
Se aprovecha la energía solar a través de:

- **Generación eléctrica fotovoltaica**, vía conversión directa de la luz solar a electricidad por celdas fotovoltaicas.
- **Energía termo-solar de concentración (CSP)**, con generación eléctrica vía la concentración óptica de energía solar para obtener fluidos de alta temperatura o materiales que activen motores térmicos y generadores eléctricos (IPCC, 2011).



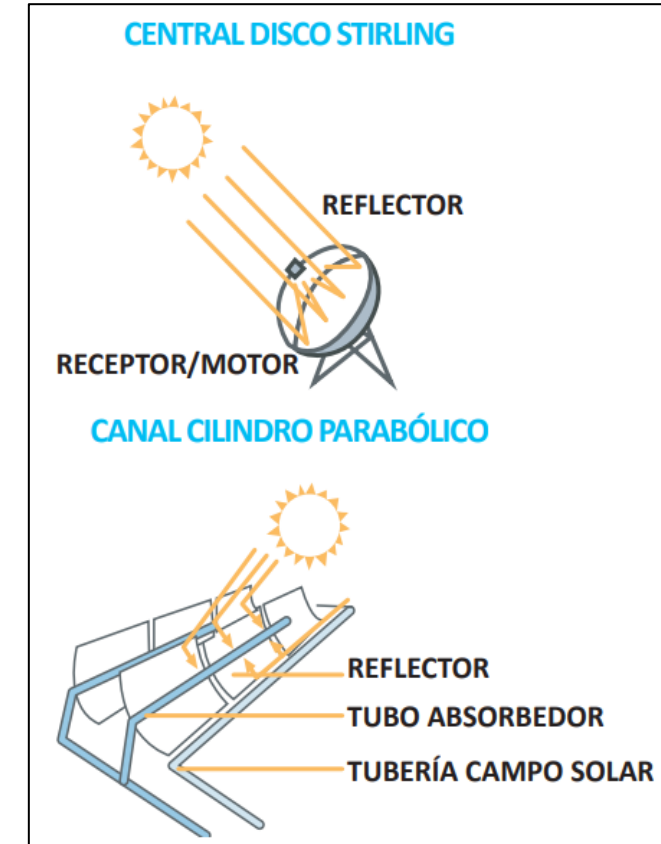
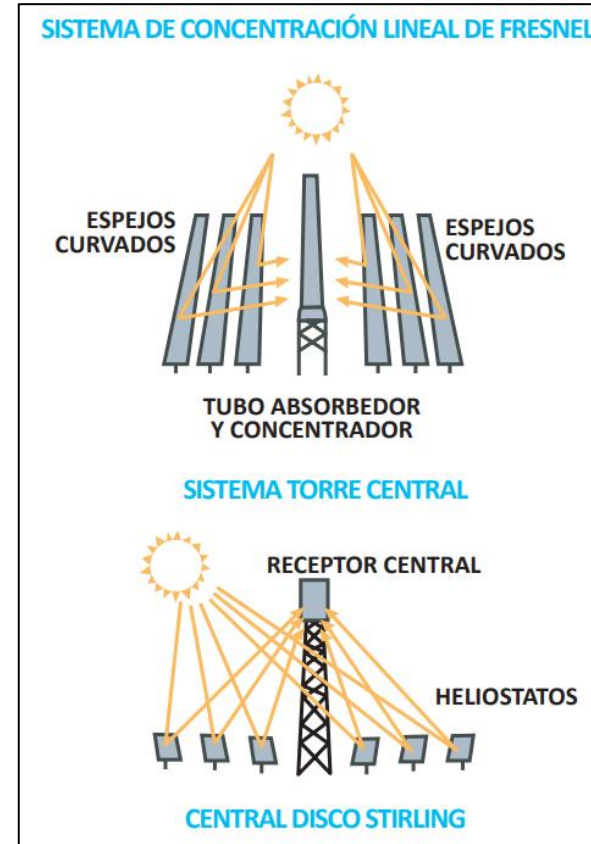
> 2.1 Centrales solares fotovoltaicas

- La energía solar fotovoltaica consiste en la **transformación** de la **radiación solar** en **energía eléctrica** a partir de células fotovoltaicas de silicio.
- Las partículas de la luz del Sol (fotones), impactan en una de las caras de la célula fotovoltaica produciendo una corriente eléctrica que se usa como fuente energética (**efecto fotoeléctrico**).
- Los **paneles solares fotovoltaicos** son un **conjunto de células fotovoltaicas** de iguales características, **conectados en serie o en paralelo**, que generan electricidad en corriente continua.



> 2.2 Centrales termo solares de concentración

- Las plantas de energía termo solar de concentración (CSP) centrales solares térmicas:
 - luego de **recibir la radiación solar, calientan un fluido** y mediante un **ciclo termodinámico convencional producen el vapor necesario** para mover una turbina conectada a un generador de energía eléctrica.
- Existen cuatro tipos de centrales solares térmicas:
 - disco Stirling, torre central, sistemas de concentración lineal de Fresnel y los canales cilindro parabólicos.

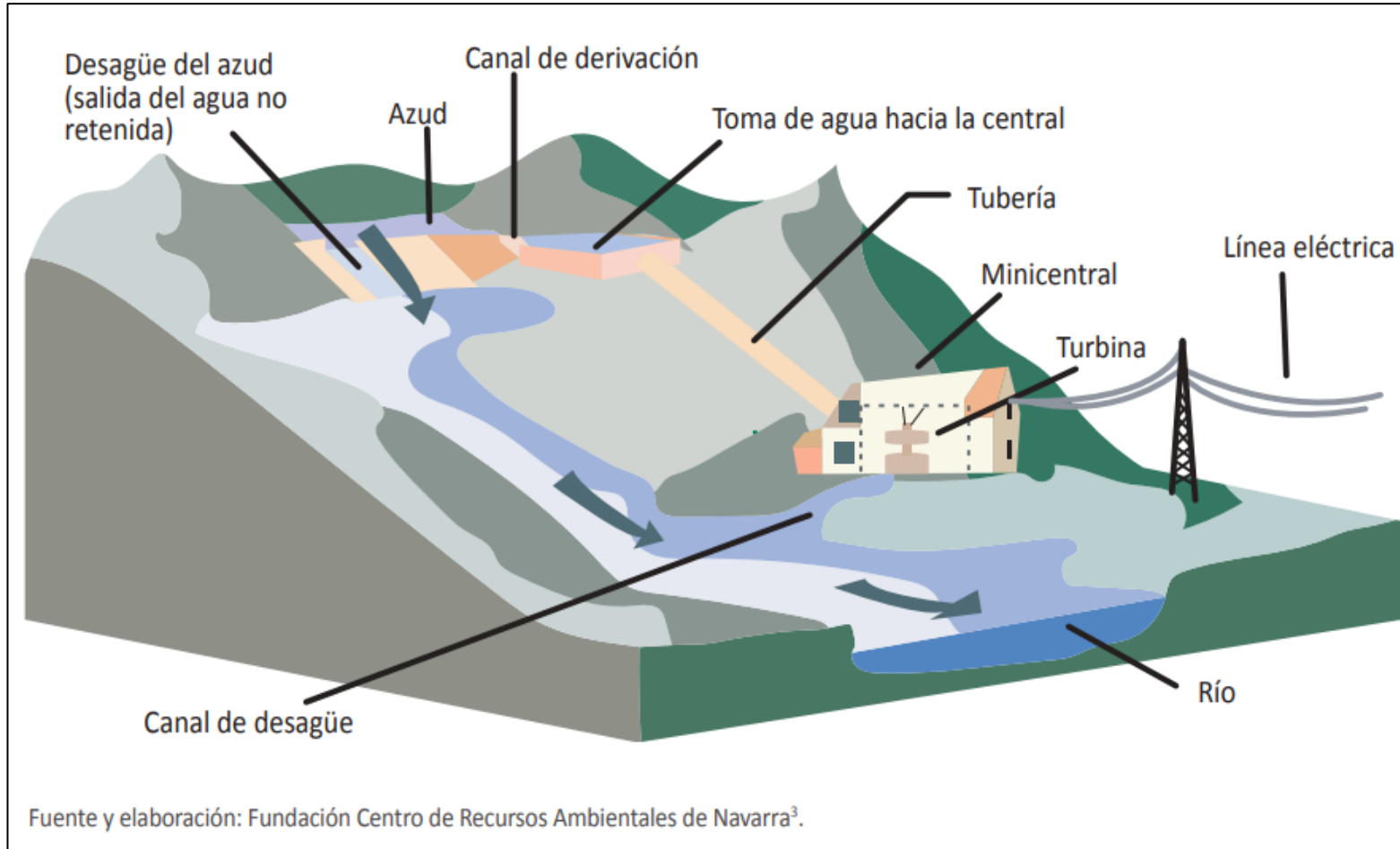


> 3. MINI CENTRALES HIDROELÉCTRICAS



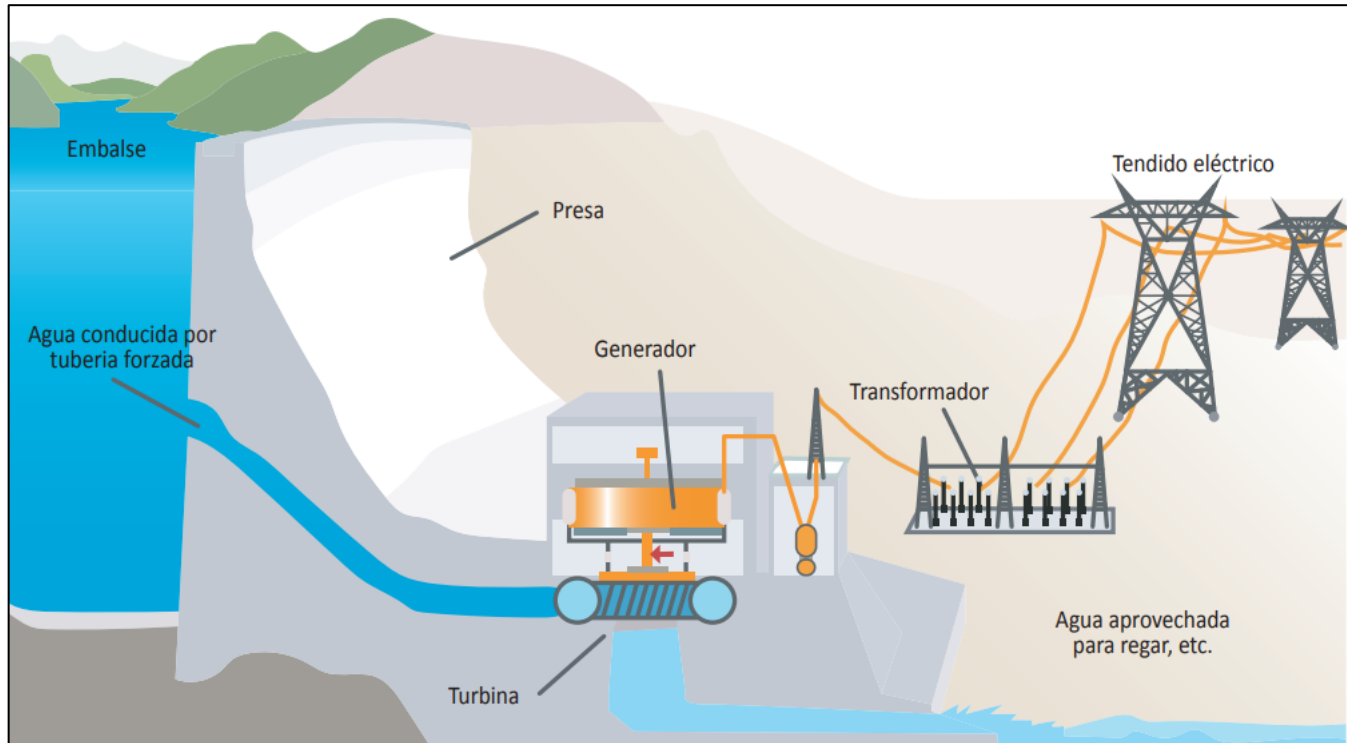
- Las centrales hidroeléctricas aprovechan la energía contenida en el agua que fluye desde altas a bajas elevaciones (J.W. Tester et al, 2012).
- En el Perú, el DL N° 1002, define las centrales hidráulicas RER (o minihidráulicas) son de capacidad instalada no mayor a 20 MW.
- Según el emplazamiento:
 - Centrales de agua fluyente,
 - Central de pie de presa
 - Central canal de riego o abastecimiento.

> 3.1 Centrales de agua fluyente (de pasada)



- También llamadas centrales de filo de agua o de pasada.
- Se desvía parte del agua del río mediante un canal hasta llegar a la central para generar electricidad y se devuelve al cauce del río

> 3.2 Centrales de pie de presa (de regulación horaria)



- Son aquellas en las cuales **se construye un embalse en el cauce del río** para almacenar sus aguas, de lluvias y del deshielo. En la base de la presa se encuentran las turbinas para la generación eléctrica
- Su ventaja es que tienen la capacidad de **regular los caudales de salida del agua** que permite satisfacer la demanda en horas punta.

> 3.3 Canal de riego o abastecimiento



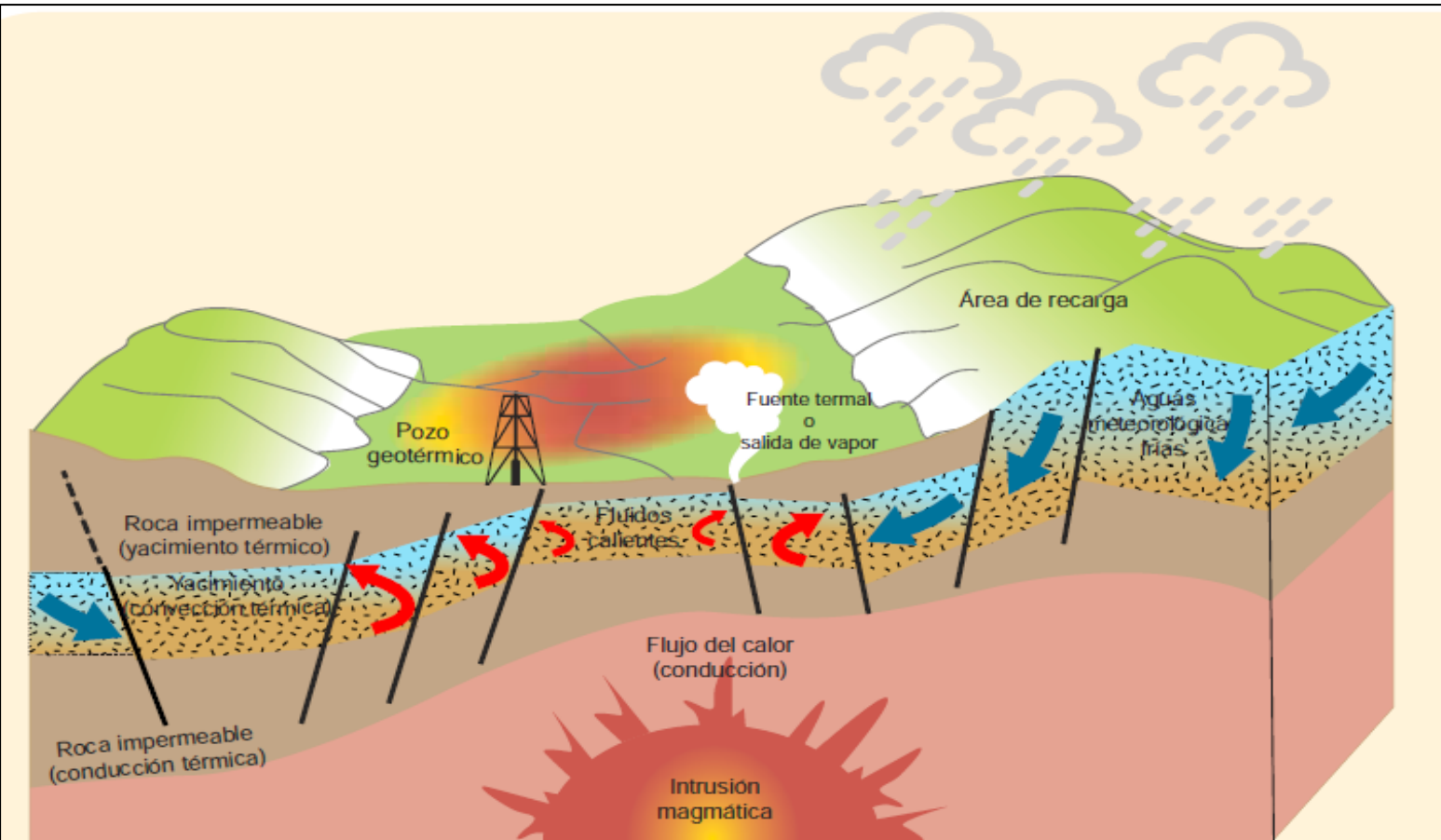
- Se dividen en dos grupos:
 - El desnivel existente en el mismo canal con tubería forzada hasta la central y se devuelve
 - Se aprovechan el desnivel que puede existir entre el canal y el cauce de un río cercano. La minicentral se ubica en el río y se genera la energía con las aguas excedentes.

> 3.4 Central hidroeléctrica de bombeo

- Si la Demanda eléctrica es baja, la electricidad es utilizada para bombear agua de zonas bajas a zonas de alta elevación, donde es almacenada.
- Si la demanda de energía crece, la central funciona como una central convencional.



> 4. CENTRALES GEOTÉRMICAS

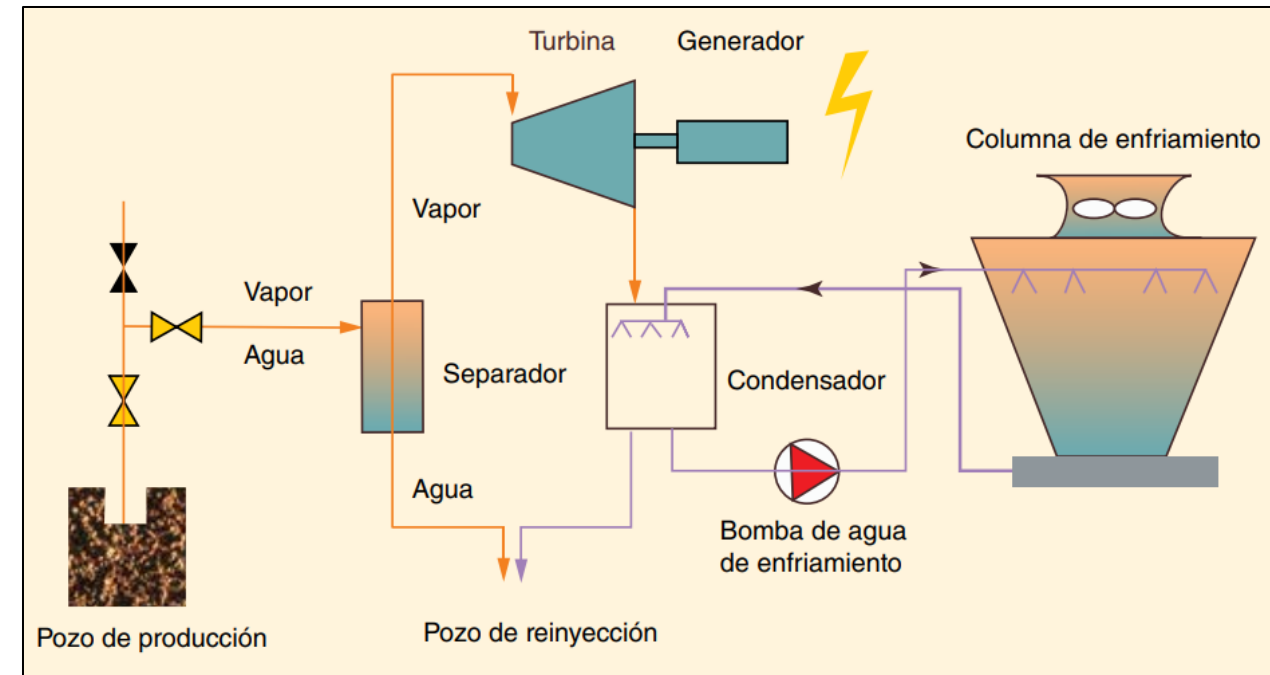


- Se aprovecha el calor interno de la tierra a través de pozos geotérmicos, se extrae agua y vapor caliente.
- Se separa el agua, quedando vapor puro que mueve las aletas de la turbina y activa el generador produciendo electricidad.
- Luego el vapor utilizado es condensado y devuelto hacia el reservorio geotérmico mediante pozos reinyectores.

> 4.1 Centrales de destello

- El fluido geotérmico se una mezcla de líquido y vapor, a temperaturas mayores a 180°C.
- Cuando este fluido disminuye su presión, provoca su **evaporación súbita (destello)**. Este vapor se traslada a una turbina conectada a un generador para la producción de energía eléctrica (OSNERGMIN, 2019).
- Pueden ser **simples o dobles**. En las dobles hay un proceso adicional de destello en un flasher a menor presión, lo cual incrementa la cantidad de vapor disponible para la generación eléctrica. Incrementa la eficiencia en 15-25%. (DiPippo R. , 2016).

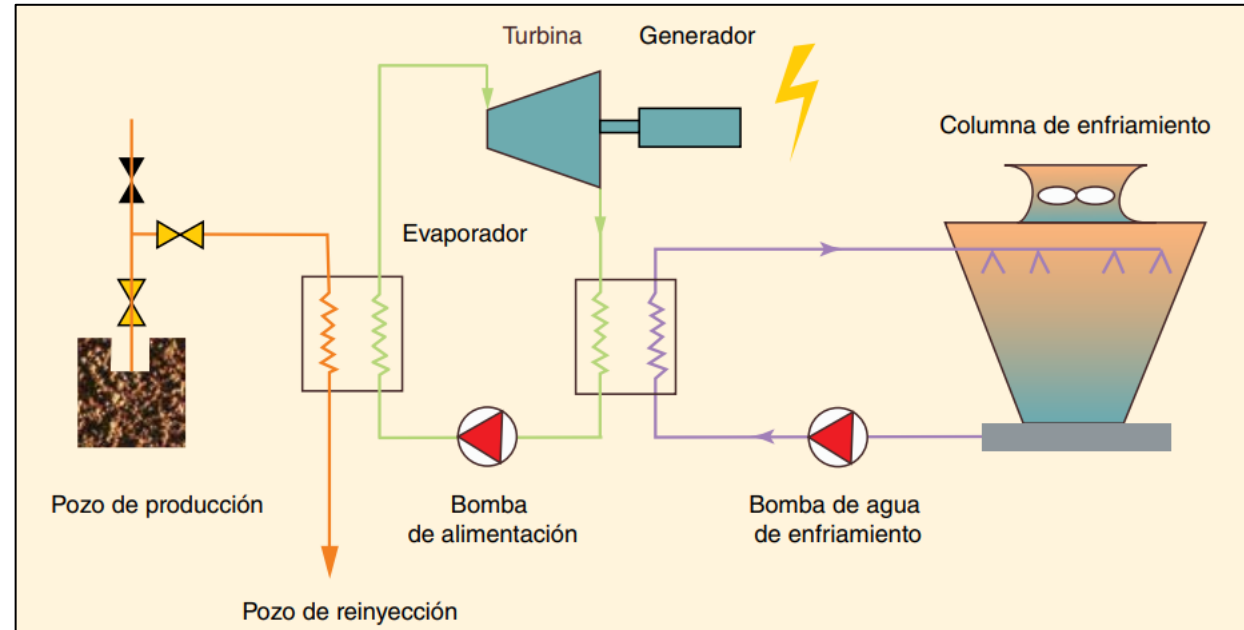
Esquema de una central de destello simple



> 4.2 Centrales binarias

- El fluido geotérmico calienta y vaporiza un fluido de trabajo separado que tiene un punto de ebullición más bajo que el agua (REN21, 2017).
- El vapor del fluido de trabajo impulsa una turbina para la generación de energía. Cada ciclo de fluido es cerrado y el fluido geotérmico se reinyecta en el reservorio (REN21, 2017).
- El ciclo binario permite una extracción eficaz y eficiente de calor para la generación de energía a partir de fluidos geotérmicos de relativamente baja temperatura (100-200 °C) (REN21, 2017).
- Las plantas geotérmicas binarias ORC utilizan un fluido de trabajo orgánico y el ciclo de Kalina utiliza un fluido de trabajo no orgánico (REN21, 2017).

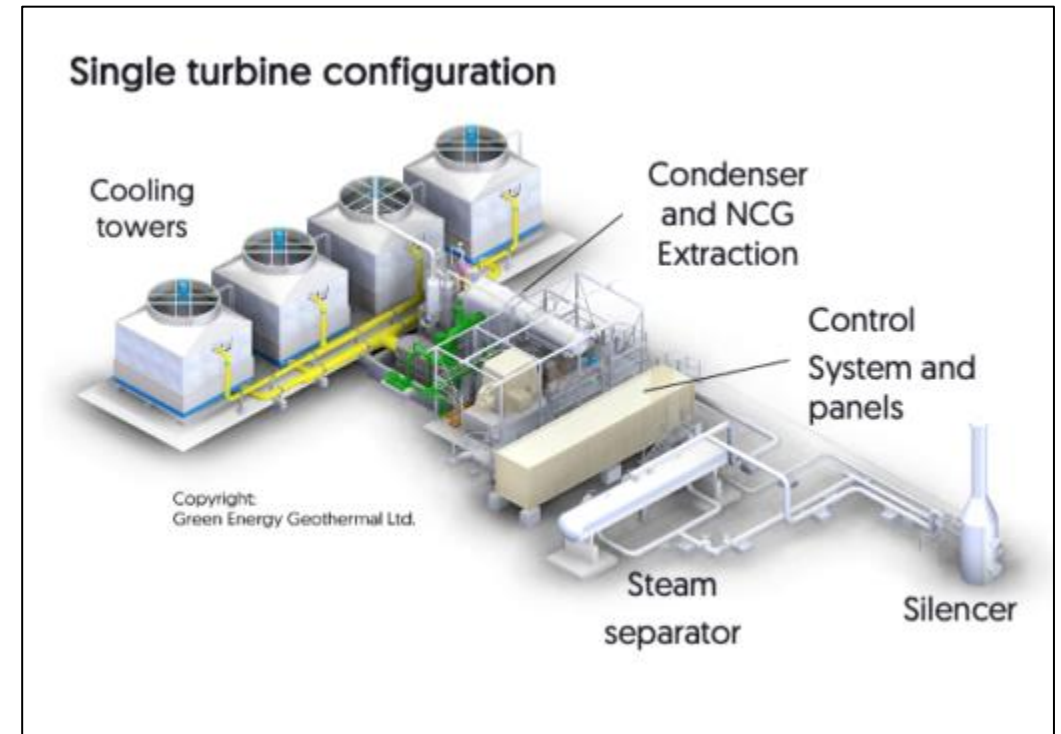
Esquema de una central binaria



> 4.3 Centrales de boca de pozo

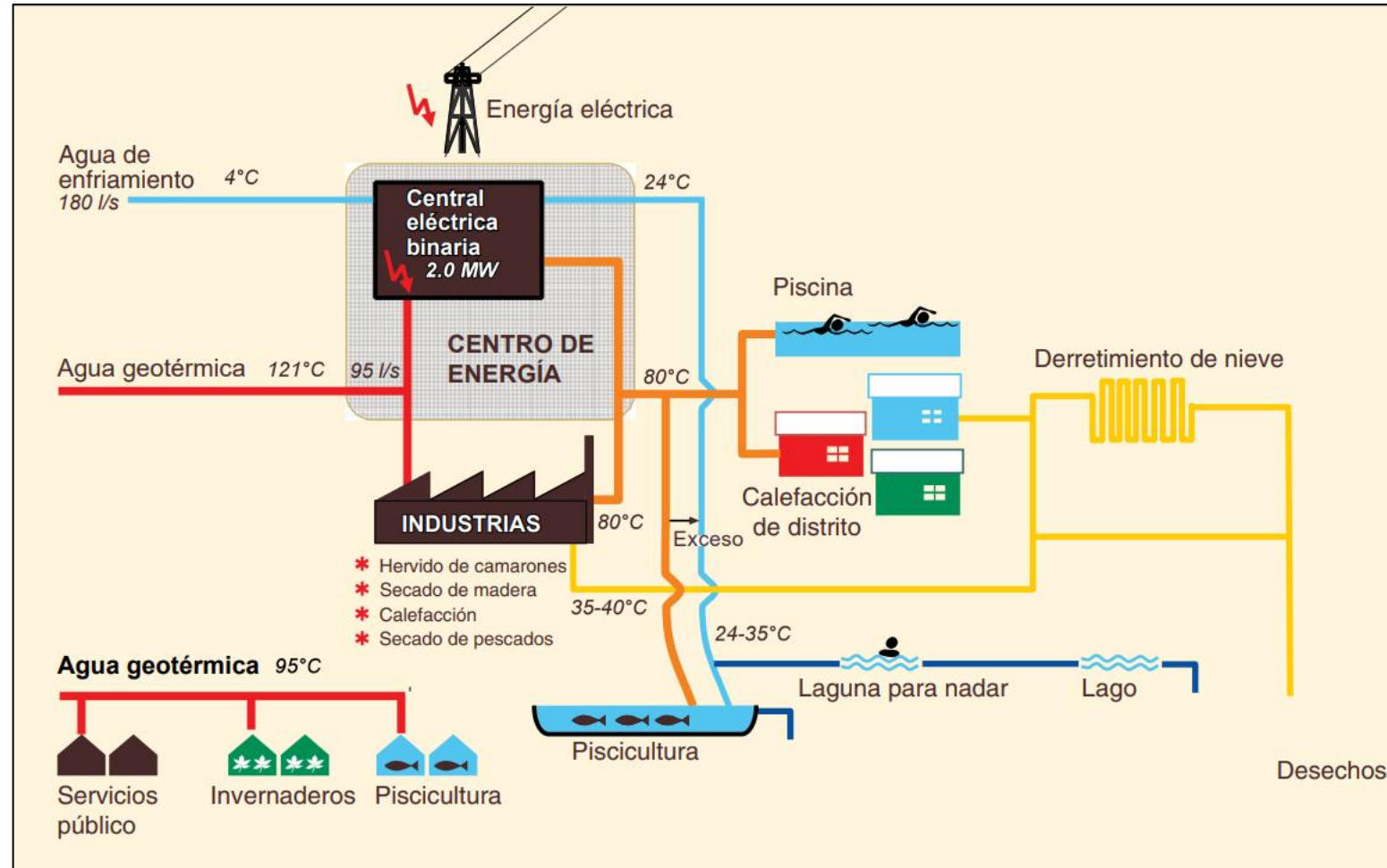
- Son modulares pero tienen un sistema de separación de vapor, condensación y torre de enfriamiento
- No hay reinyección
- Más económico, simple, portátil
- Uso para pruebas de pozo
- Menor eficiencia
- Normalmente se usan por una cantidad de tiempo limitada (p. ej., como unidades de prueba o generadores de boca de pozo) hasta que se pueda encontrar una mejor solución.

Esquema de una central de boca de pozo



> 4.4 Usos directos de la energía geotérmica

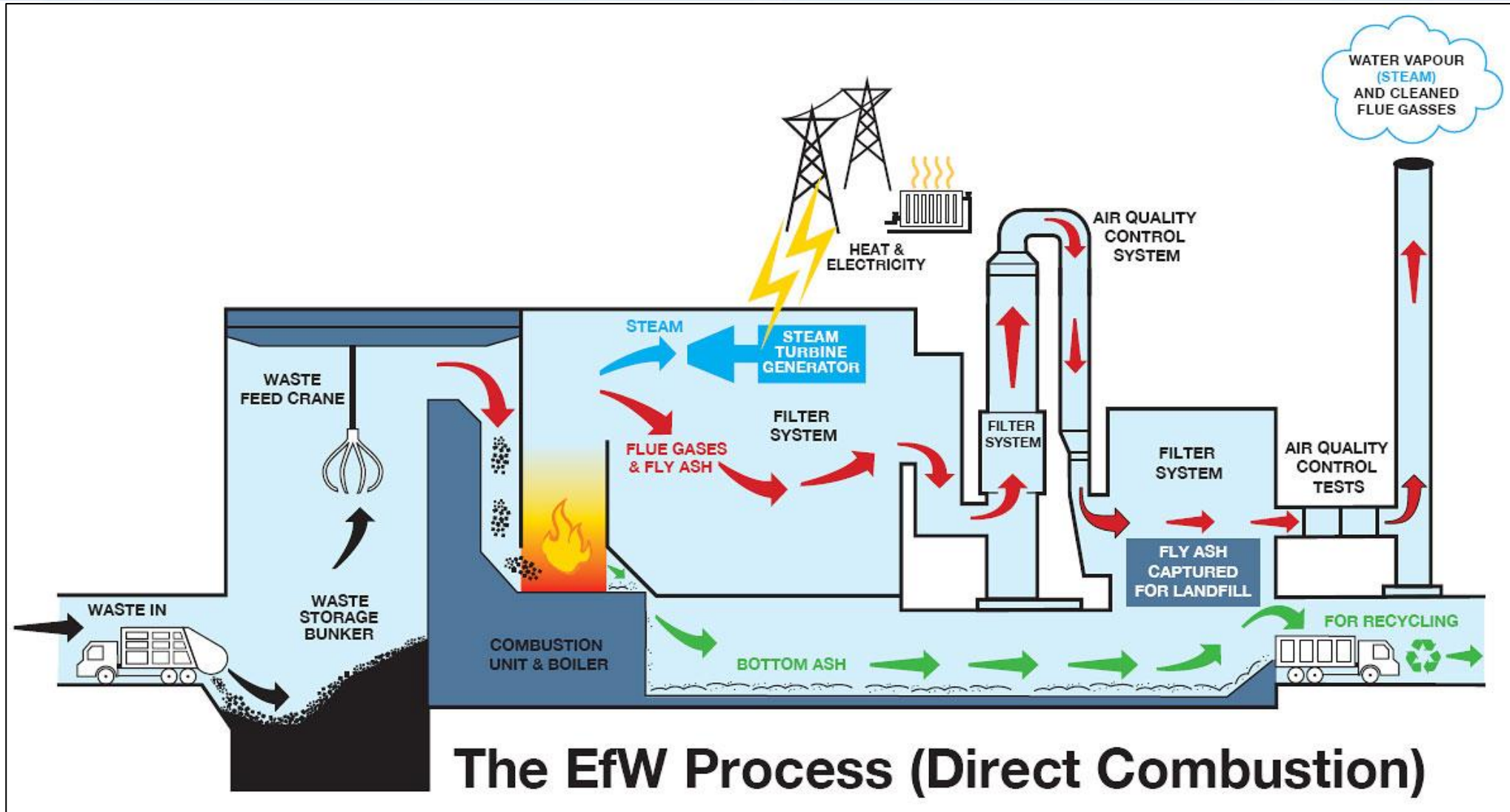
- El fluido geotermal remanente de las plantas geotérmicas y también el fluido de zonas de mediana temperatura (entre 150 °C y 220 °C) a baja temperatura (menor a 150 °C), pueden emplearse de manera directa para la calefacción de viviendas, implementación de invernaderos, piscigranjas, secadores de alimentos, baños termales y toda industria que necesite del calor en sus procesos de producción.



> 5. CENTRALES DE BIOMASA

- La biomasa es el **material orgánico no fosilizado y biodegradable** procedente de plantas, animales y microorganismos (UNFCCC).
- Se reconoce como un recurso natural y renovable. Natural porque está constituido por materiales y componentes que se producen en la naturaleza y que pueden ser utilizados para la producción o consumo económico y renovables porque después de la explotación pueden volver a sus niveles de existencias previos mediante procesos naturales de crecimiento o reposición en el mismo o menor tiempo (OCDE, 2008).





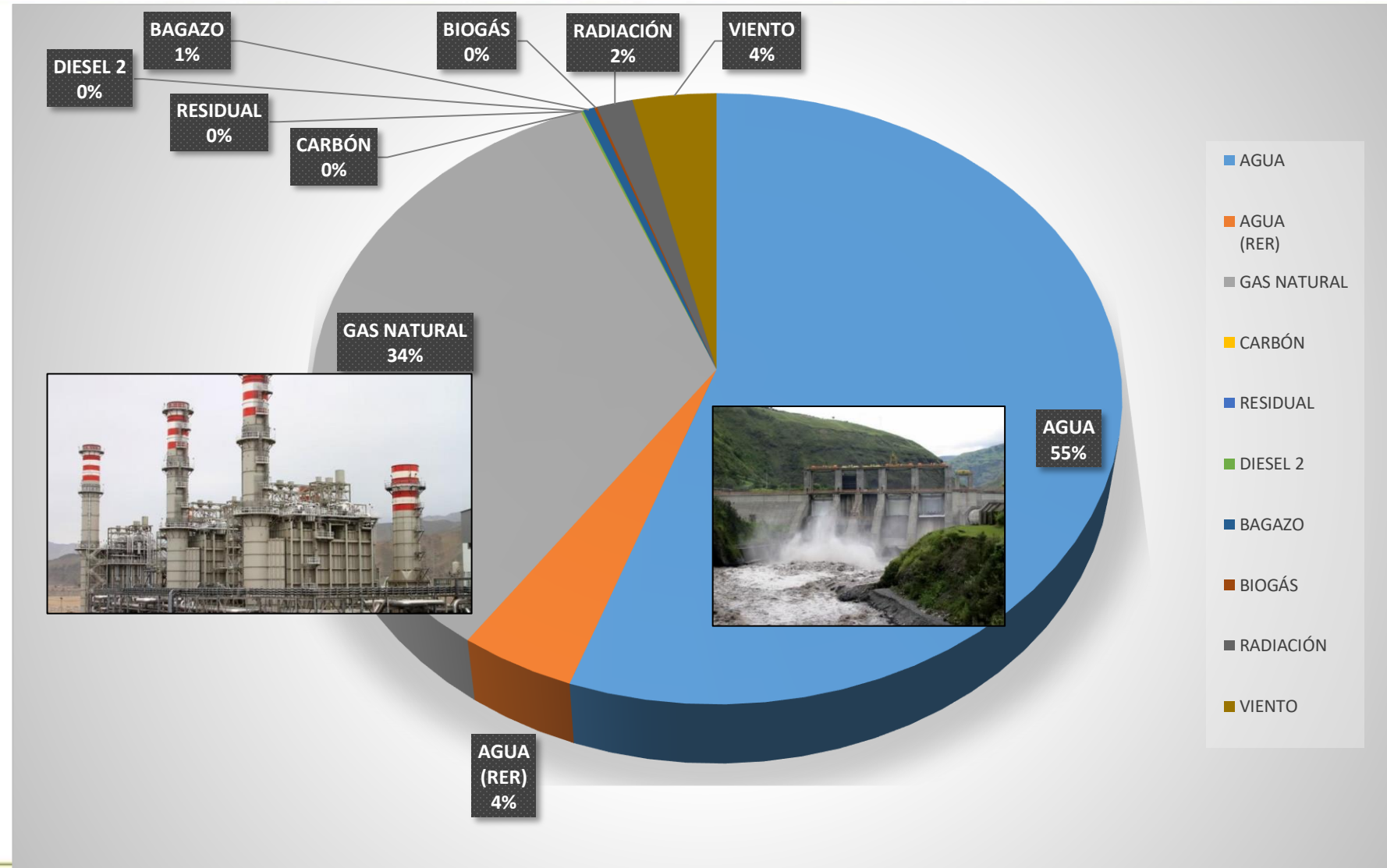
SITUACIÓN EN EL PERÚ



ANTAPACCAY

> PARTICIPACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA MATRIZ ELÉCTRICA

- Las energías renovables representan el 9.78% de la generación eléctrica del SEIN a partir de centrales eólicas, solares fotovoltaicas, pequeñas hidroeléctricas y centrales de biomasa.

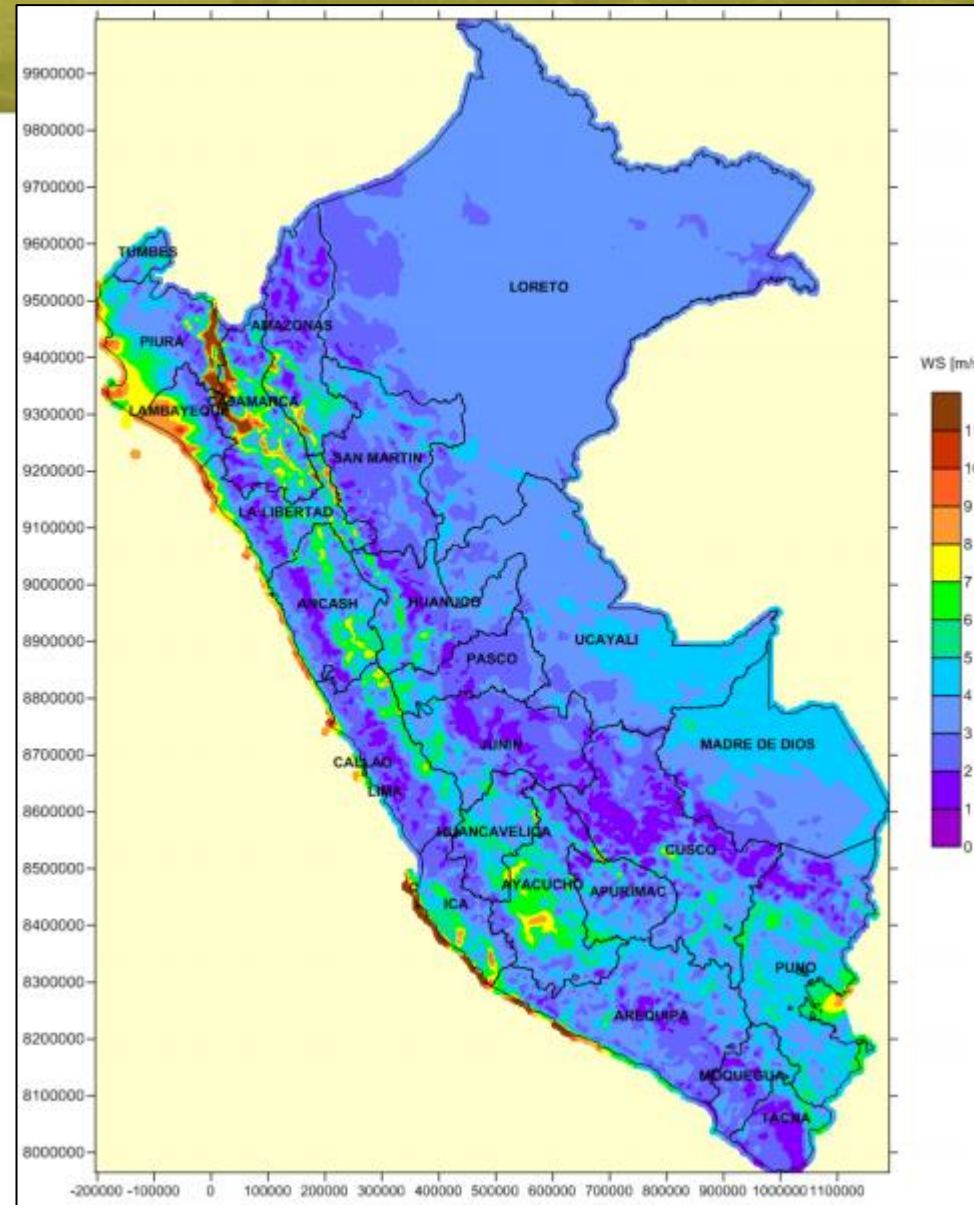


> POTENCIAL EÓLICO

El Perú tiene **22,540 MW** de capacidad potencial para la generación de energía eléctrica proveniente de **energía eólica** (Osinergmin, 2019).

En la actualidad, solo tenemos instalados **412.2 MW** en operación (OSINERGMIN, 2022).

Mapa de velocidad media anual del viento a 100 m



> POTENCIAL SOLAR

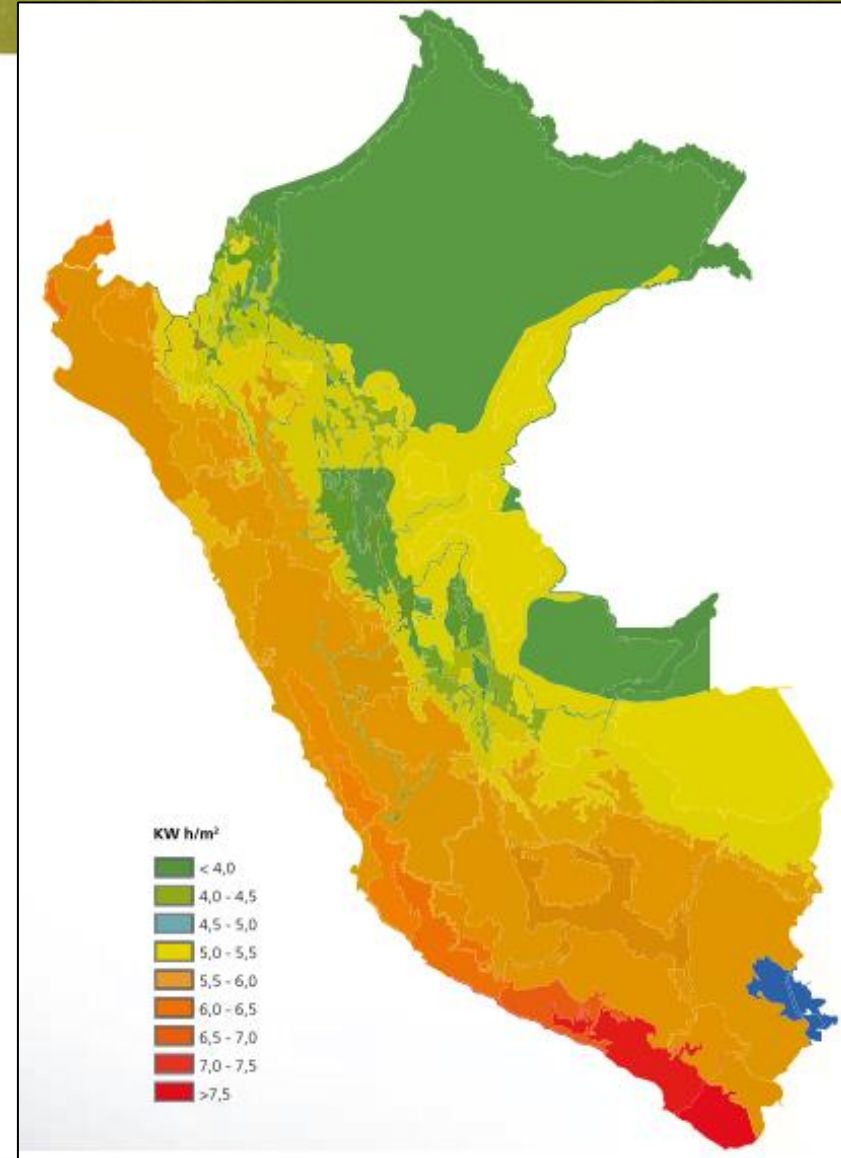
Mapa de radiación media anual del viento a 100 m



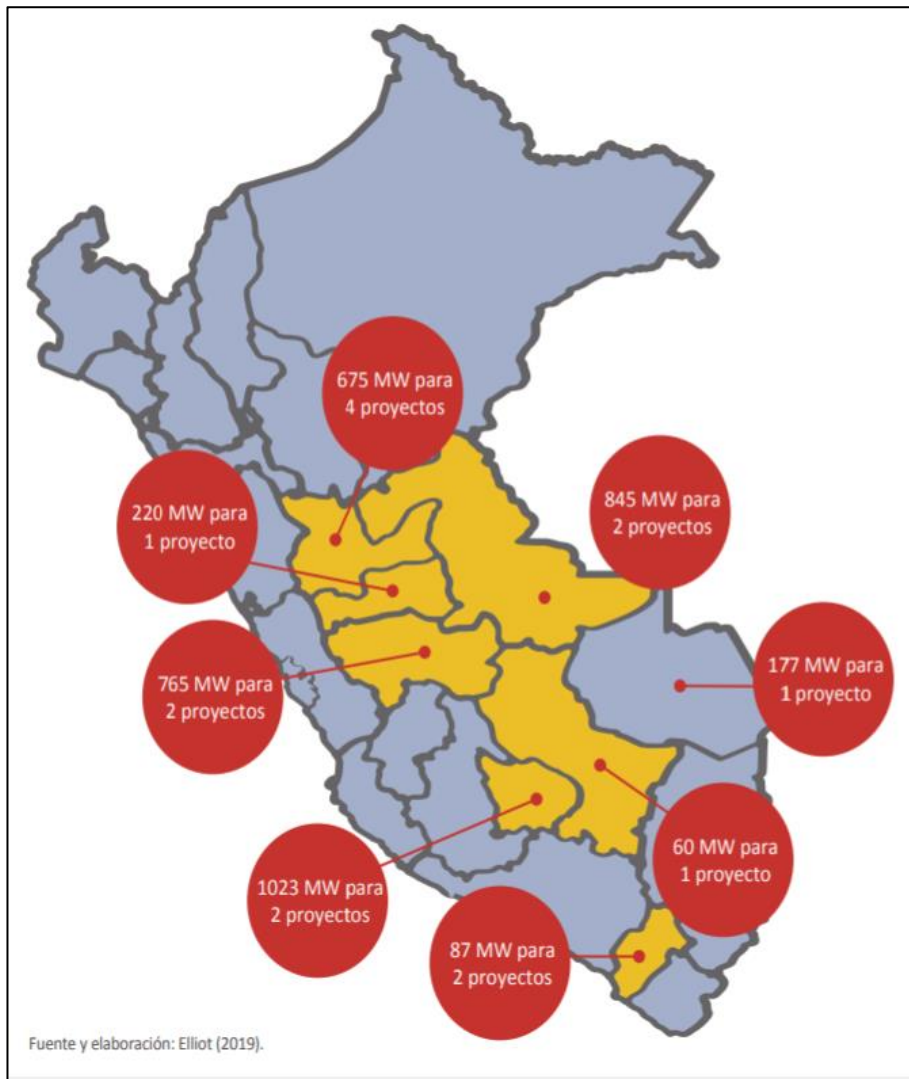
El Perú cuenta con **altos niveles de radiación solar** que hacen factible la implementación de parques solares para la producción de electricidad tanto para el SEIN, como para los sistemas aislados ubicados principalmente en zonas rurales, entre otras aplicaciones diferentes a la electricidad (MINEM, 2012).

En **Arequipa, Moquegua y Tacna**, la irradiación directa normal se encuentra en el intervalo **7.5 kWh/ m² y 8.5 kWh/m²** (OSINERGMIN, 2019).

En la actualidad, **solo tenemos instalados 285.02 MW en operación** en el SEIN(OSINERGMIN, 2022).



> POTENCIAL HÍDRICO



Potencial hidroeléctrico técnico del Perú

Potencial técnico del Perú			
Vertiente	Total (MW)	Excluido (MW)	Aprovechable (MW)
Pacífico	11 402	2671	8731
Atlántico	86 971	26 345	60 627
Titicaca	87	0	87
Total	98 460	29 016	69 445

Fuente y elaboración: Consorcio Halcrow Group y OIST (2011).

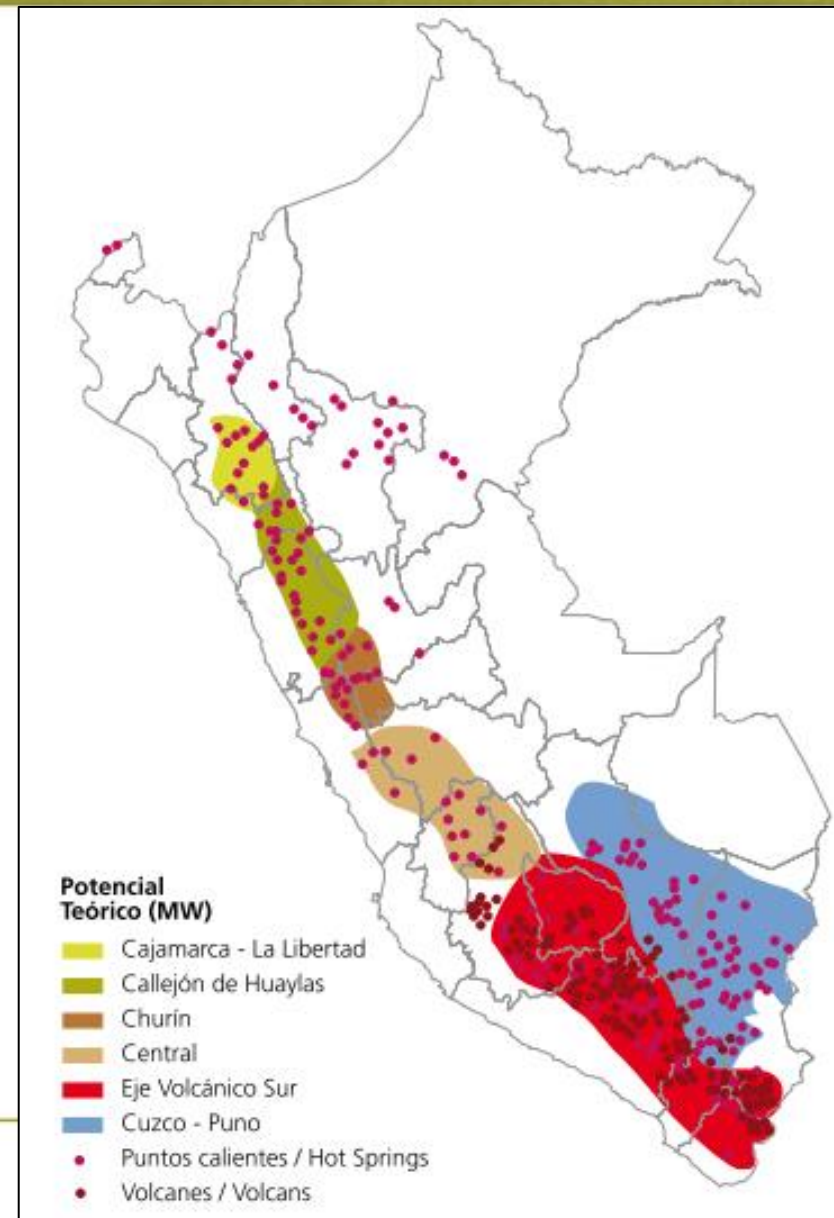
> POTENCIAL GEOTÉRMICO

El potencial geotérmico a nivel nacional es de **2860 MWe**

Recientes trabajos del INGEMMET han estimado 75 MWe extra en Paucarani y 135 MWe en Casiri-Kallapuma.

Los campos geotérmicos se ubican en las siguientes regiones:

- Región I: Cajamarca, La Libertad.
- Región II: Callejón de Huaylas.
- Región III: Churín.
- Región IV: Zona central
- Región V: Eje volcánico sur (**57% del potencial**)
- Región VI: Cusco - Puno.



> POTENCIAL DE BIOMASA

 7 374

821.22 Tn

Generación total de residuos sólidos municipales en 2018

 1 585 N°

Áreas degradadas por residuos sólidos municipales en 2019

 3 653

423.24 Tn

Residuos sólidos municipales dispuestos en rellenos sanitarios en

 0.56 kg/hab-día

Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios urbanos en 2018

 2 370.93 ha

Superficie degradada por residuos sólidos municipales en 2019

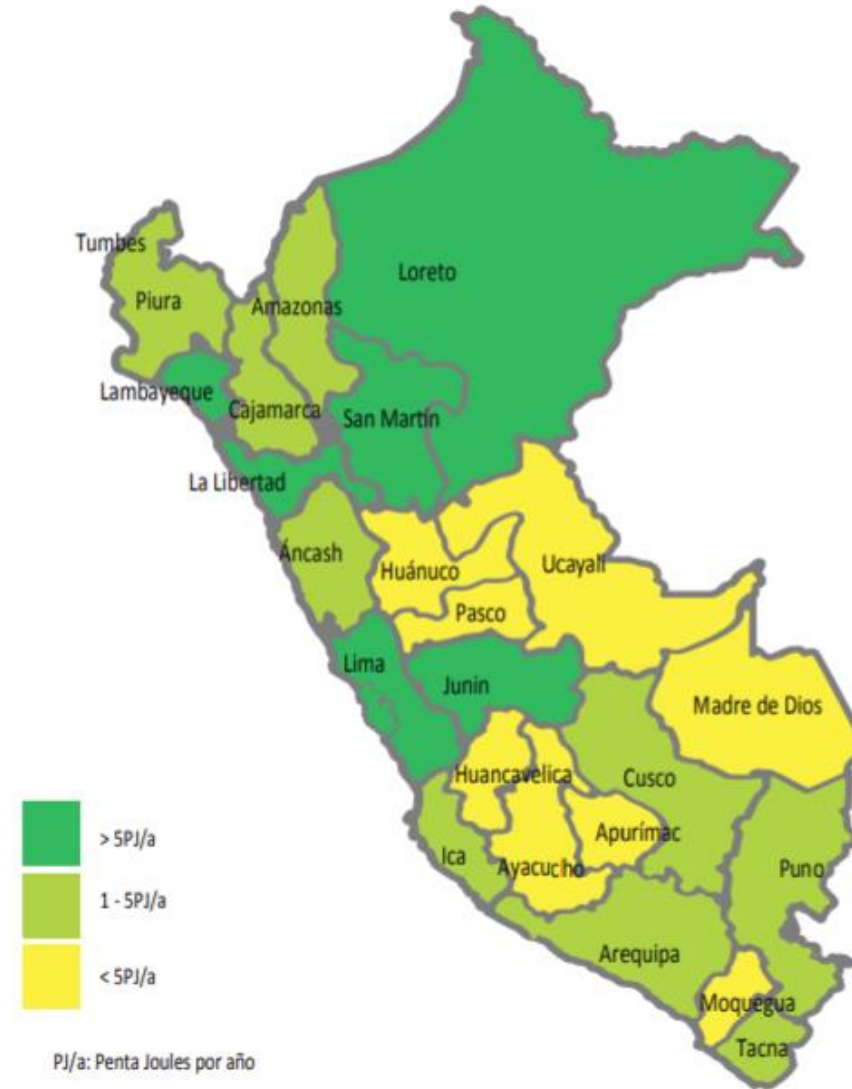
 4 959

950.93 Tn

Generación total de residuos sólidos domiciliarios urbanos en

Fuente: MINAM, 2020.

Mapa de distribución de los recursos energéticos primarios de los principales residuos agrícolas



Fuente y elaboración: Mitigation Momentum (2015).



MEDIDAS QUE ESTAMOS IMPLEMENTANDO EN ANTAPACCAY

SAFEWORK

ANTAPACCAY

> NUESTRAS MEDIDAS ACTUALES

Antapaccay cuenta con un objetivo ambicioso y global: Cero emisiones de GEI en nuestras operaciones para el año 2050.

¡Nuestro primer paso!

La certificación del 100% de energías renovables de nuestro consumo eléctrico desde el año 2021

Con este logro, reduciremos en 40% la generación de GEI en nuestras Operaciones.

ANTAPACCAY RECIBE LA CERTIFICACIÓN INTERNACIONAL POR USO DE ENERGÍA RENOVABLE

Nuestra empresa, es una de las primeras operaciones mineras del Perú, que recibe la certificación internacional IREC por abastecerse al 100% con electricidad proveniente de fuentes de energía renovables, reduciendo su huella de carbono y contribuyendo así a combatir el cambio climático.

THE INTERNATIONAL REC STANDARD

[@Antapaccay](#)
[Compañía Minera Antapaccay](#)
[@Antapaccay](#)
[AntapaccayTV](#)

2021

GASES DE EFECTO INVERNADERO

-40%

En 2021, Antapaccay consumió 1,054,044 MWh de energía eléctrica. De haber sido esta emitida por fuentes de generación a partir de combustibles fósiles convencionales, hubiese equivalido a emisiones de carbono por 418,709 toneladas en el caso del carbón, 491,901 toneladas en el caso del diésel y de 208,201 toneladas en el caso del gas natural.

La incorporación de energías renovables ha permitido que, desde 2021, la operación de Antapaccay reduzca sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero en un 40% en comparación con años anteriores, demostrando el compromiso por reducir de manera progresiva su huella de carbono.

La certificación IRec fue entregada por la firma Kallpa Generación, titular de la Central Hidroeléctrica Cerro del Águila, que abastece a Antapaccay de energía eléctrica. Desde 2021, IREC certifica la procedencia renovable de la energía que produce esta central hidroeléctrica.

El suministro contratado por Antapaccay a Kallpa fue auditado y emitido por la International Renewable Energy Certificate (I-REC), organización que opera en países que agrupan más del 50% del consumo global de electricidad. Dicha organización certificó el origen renovable del proceso de generación y suministro de energía entre ambas compañías.

DATO: Certificado IREC respalda uso del 100% de energía renovable durante el 2021 en Antapaccay

[@Antapaccay](#)
[Compañía Minera Antapaccay](#)
[@Antapaccay](#)
[AntapaccayTV](#)

THE INTERNATIONAL REC STANDARD

This Redemption Statement has been produced for

COMPAÑÍA MINERA ANTAPACCAY S.A.

by

KALLPA GENERACION S.A.

confirming the Redemption of

876 180

I-REC Certificates, representing 876 180 MWh of electricity generated from renewable sources

This Statement relates to electricity consumption located at or in

CAMPAMENTO MINERO TINTAYA S/N ESPINAR, ESPINAR, CUSCO – PLANTA DE PROCESAMIENTO ANTAPACCAY Y OTRAS INSTALACIONES. Perú

In respect of the reporting period

2021-01-01 to 2021-12-31

The stated Redemption Purpose is

Scope 2 Declaration

Evident

QR Code Verification

Verify the status of this Redemption Statement by scanning the QR code on the left and entering in the Verification Key below

Verification Key

9 6 8 9 5 1 7 5

<https://evident.app/public/certificates/en/5v9DgASDTLjU5myGDB6Y+PQSHdsuBj4o0r0o/7k/>

ANTAPACCAY es líder en el uso de energías renovables

Por ello, el año 2019 considera nuestra línea base de emisiones:

- Reducir el 15% de GEI en el 2026,
- Reducir el 40%, al 2035
- Reducir el 100% al 2050

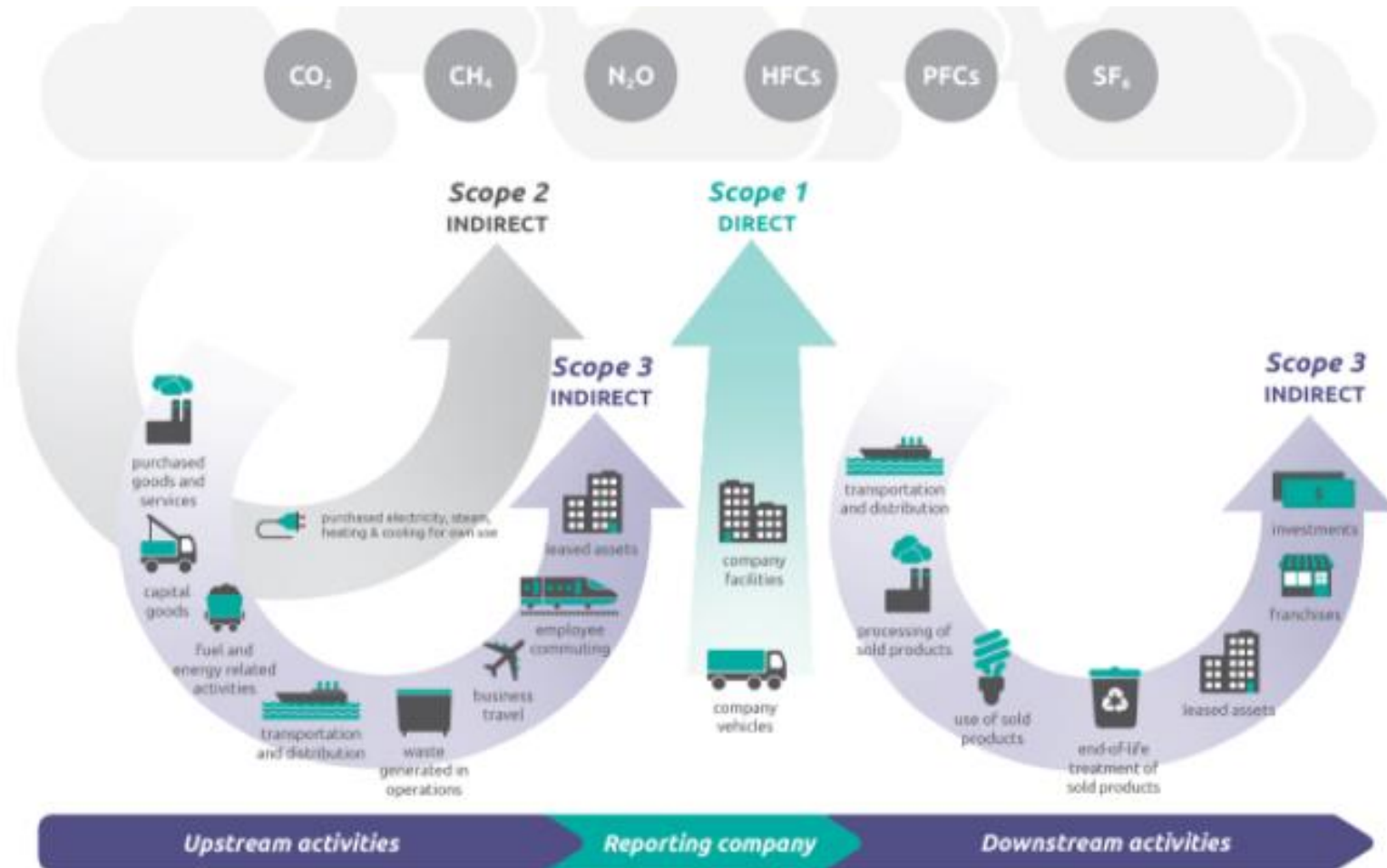
> DESCRIPCIÓN DE ALCANCES 1 Y 2

Scope 1: emisiones GHG directamente producidas por fuentes controladas o de propiedad de la empresa y vinculadas a la consumo de combustibles.

Scope 2: emisiones GHG indirectas asociadas con el consumo de energía.

Emission Factors

Fuel Type	Units	GJ/unit	t CO ₂ -e / GJ	t CO ₂ e/unit
Diesel	L	0.038	0.0708	0.0027
Petrol/Gasoline	L	0.035	0.0671	0.0023
Heavy Fuel Oil	L	0.041	0.0721	0.0029
Natural Gas	GJ	1.000	0.0522	0.0522
Liquified Petroleum Gas	GJ	1.000	0.0600	0.0600
Coal	t	26.742	0.0946	2.5306
Coke	t	31.832	0.0910	2.8955
Biomass	t	12.2	0.0018	0.0220
Biofuel	L	0.033	0.0086	0.0003
Hydrogen	GJ	1.000	0.0000	0.0000



Emission Factors

Scope 1

Fuel Type	Units	GJ/unit	t CO2-e / GJ	t CO2e/unit
Diesel	L	0.038	0.0708	0.0027
Petrol/Gasoline	L	0.035	0.0671	0.0023
Heavy Fuel Oil	L	0.041	0.0721	0.0029
Natural Gas	GJ	1.000	0.0522	0.0522
Liquified Petroleum Gas	GJ	1.000	0.0600	0.0600
Coal	t	26.742	0.0946	2.5306
Coke	t	31.832	0.0910	2.8955
Biomass	t	12.2	0.0018	0.0220
Biofuel	L	0.033	0.0086	0.0003
Hydrogen	GJ	1.000	0.0000	0.0000

Scope 2

Site #	Site Name	Country	Region	GEF (tCO2e/MWh)	GEF (tCO2e/GJ)
12	Antapaccay	Peru	South America	0.228	0.063

Consumos 2019:

Combustible: 29,598,436.64 Gal x 4 USD/Gal = USD 120MM

Energía: 970,185 386.61 kwh x 59.77 USD/MWh = USD 58MM

Línea base (2019) Antapaccay



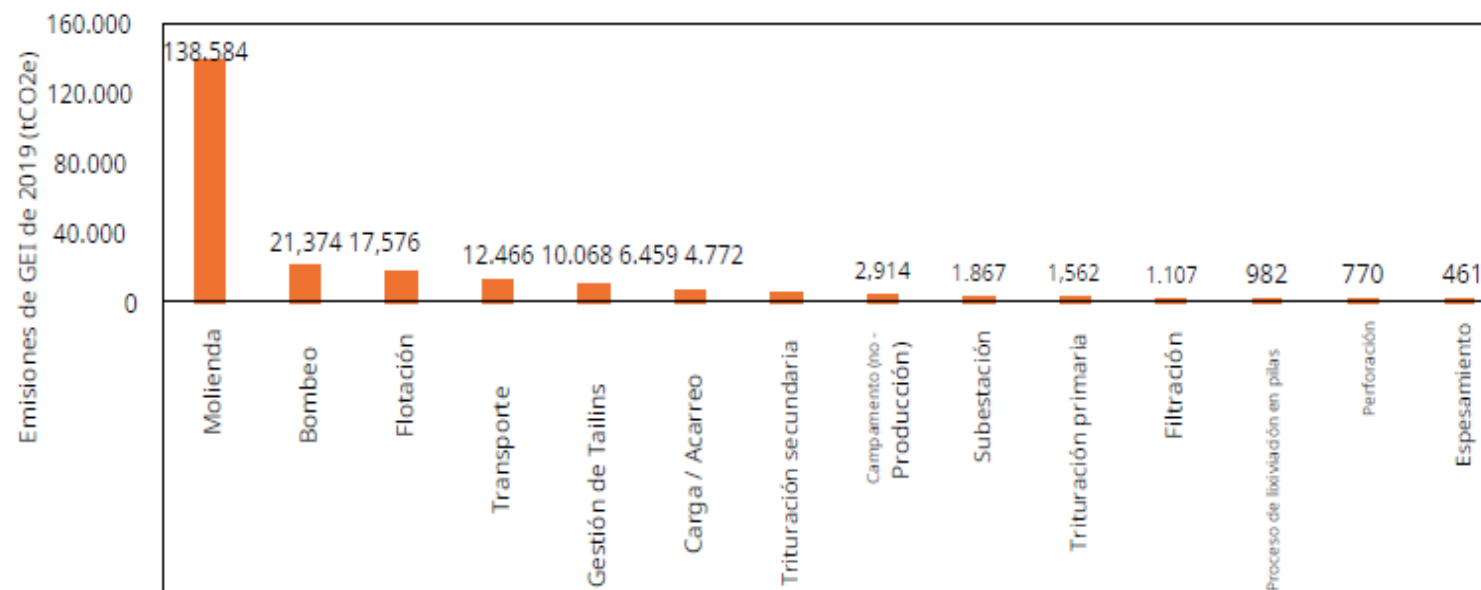
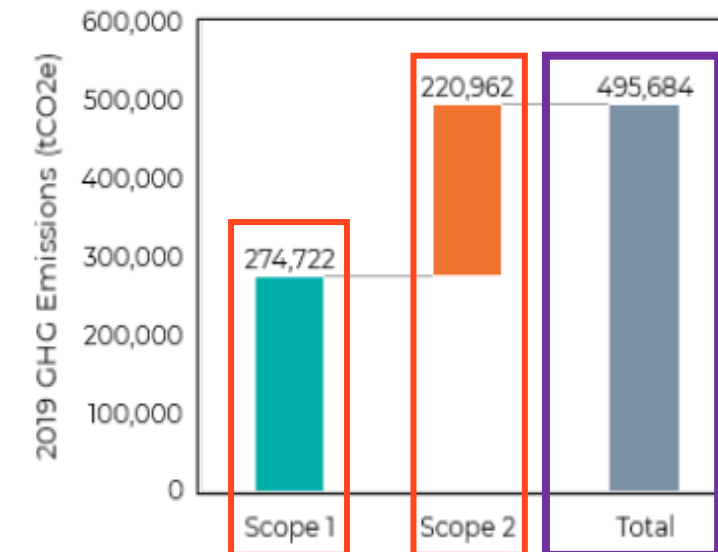
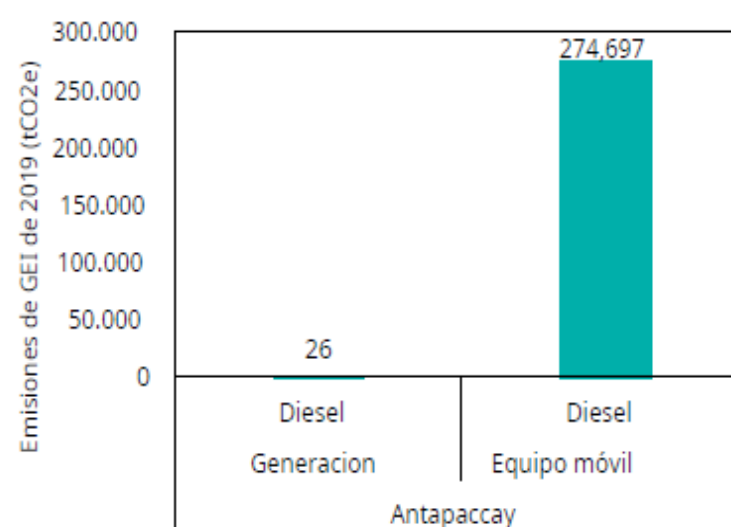
Perfil de emisiones del sitio de línea de base (2019)

Alcance 1 Alcance 2

Métrico	Valor
Sitio	Antapaccay
País	Perú
Activo	Mina a cielo abierto
Producción (2019)	163,230 t Cu
Precios de la electricidad (2019)	59,77 USD / MWh
Factor de emisión de la red (2019)	0,228 tCO ₂ e / MWh

Sitio	Asset	Equipment	Fuel	GHG Emissions (tCO ₂ e)
Antapaccay				
Mina a cielo abierto				
		Generación de energía	Diesel	26
		Equipo móvil	Diesel	274,697
		General / Todos	Electricidad	220,962
Emisiones totales de GEI de Alcance 1 y Alcance 2 (tCO₂e)				495,684

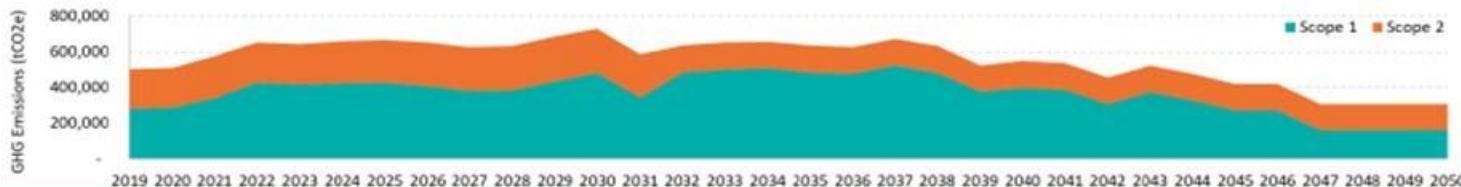
Reducir 15% de



> OPORTUNIDADES IDENTIFICADAS PARA ANTAPACCAY



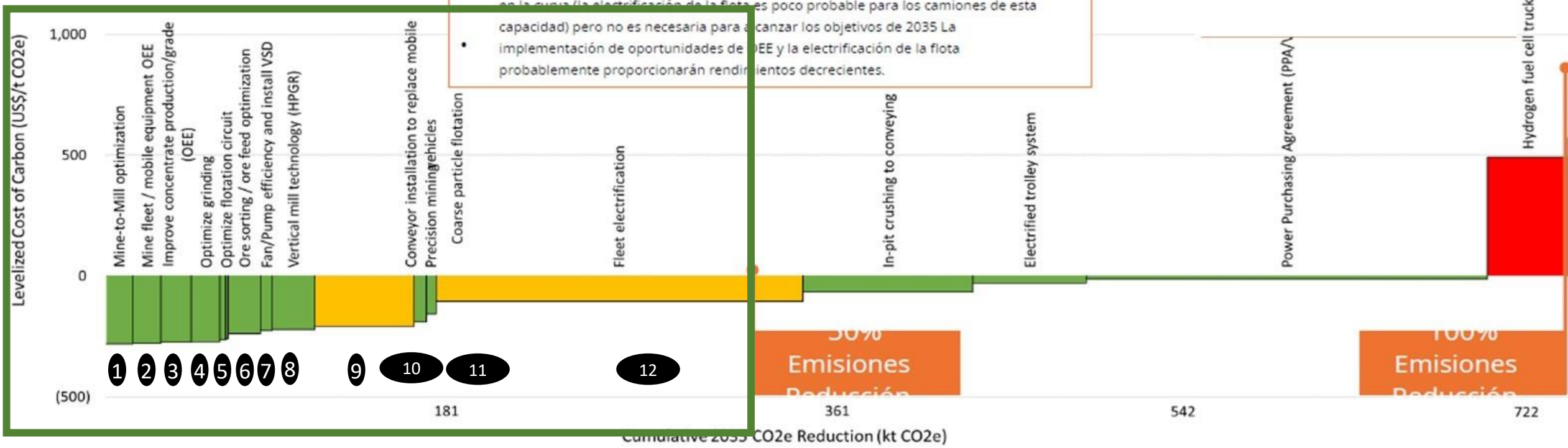
Antapaccay



Parámetro	Valor
Región, País	Sudamerica, Perú
Tipo de activo	OCMine
Año final del activo	2050

Comentarios:

- Se eligió la electrificación de la flota sobre los biocombustibles debido a un menor LCCC, sin embargo, es probable que la disponibilidad e implementación de biocombustibles sea una posibilidad en América del Sur.
- Los camiones híbridos con capacidades regenerativas podrían ser una transición intermedia a la electrificación de la flota.
- Los camiones de celda de combustible de hidrógeno para la minería se consideran en la curva (la electrificación de la flota es poco probable para los camiones de esta capacidad) pero no es necesaria para alcanzar los objetivos de 2035. La implementación de oportunidades de OEE y la electrificación de la flota probablemente proporcionarán rendimientos decrecientes.



Cumulative 2035 CO2e Reduction (kt CO2e)

EN RESUMEN



SAFEWORK

ANTAPACCAY

> RETOS Y OPORTUNIDADES: ENERGÍAS RENOVABLES

- Antapaccay está comprometida en la lucha contra el calentamiento global a través de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la incorporación de tecnología para incrementar la eficiencia energética.
- El 100% de la energía que se consume en Antapaccay es energía renovable, y hemos reducido nuestras emisiones en 40%.
- Convocamos al Estado Peruano, Gobierno Central, Regional y Alcaldías, a Impulsar el ingreso de centrales de generación renovable a partir del año 2026, sobre todo en el Sur del país, buscando alcanzar el incremento al 20% de participación (sin incluir a centrales pequeñas menores a 20 MW). Establecer un mecanismo de promoción para recursos energéticos renovables (RER) provenientes de biomasa, solar térmica y geotermia.



GRACIAS

www.antapaccay.pe



SAFEWORK