



**ANÁLISIS DEL CASO DE ÉXITO DEL PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN  
ENERGÉTICA DE ISLANDIA**

**UNIVERSIDAD EAN  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS  
SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN**

**AUTORES:**

**EDITH JOHANNA SÁNCHEZ ALVARADO  
SANDRA TATIANA LEÓN GÓMEZ  
CARLOS ALONSO VARGAS SOTO**

**TUTOR**

**SANDRA MARCELA DELGADO ORTIZ**

**BOGOTÁ, D.C. 16 DE NOVIEMBRE DE 2020**

## Tabla de Contenido

Tabla de Contenido .....	2
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
2. OBJETIVOS .....	9
2.1 Objetivo general.....	9
2.2. Objetivos específicos .....	9
3. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	10
4. JUSTIFICACIÓN .....	10
5. MARCO TEÓRICO.....	11
5.1 Referentes en el mundo con respecto a energía geotérmica .....	11
5.2 Islandia Tierra de hielo y fuego.....	27
6. ENFOQUE, DISEÑO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACION .....	35
7. DEFINICION DE VARIABLES .....	35
7.1 Factores de éxito en el ámbito mundial .....	35
7.2. Factores de éxito en Islandia.....	37
7.3 Factores de éxito en gestión de Proyectos .....	38
8. ANALISIS Y MEDICION DE VARIABLES.....	41
8.1. Análisis Factores de éxito a nivel mundial .....	41
8.2 Análisis Factores de éxito en Islandia.....	48
8.3 Análisis de los factores de éxito en los proyectos.....	52
8.4 Relación de los factores de éxito de los proyectos.....	54
9 CONCLUSIONES .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Referencias.....	63

## TABLAS

Tabla 1 Las 10 plantas de geotermia más grandes.....	17
Tabla 2 Factores de éxito a nivel mundial .....	36
Tabla 3 Factores de éxito en Islandia.....	37
Tabla 4 Factores de éxito en la gerencia de proyectos.....	39
Tabla 5 Análisis de variables respecto: El mundo, Islandia y Gerencia de proyectos.....	55

## FIGURAS

Figura 1 Capacidad operativa geotérmica por país .....	16
Figura 2 Consumo de energía primaria en Islandia 1940 – 2008 .....	29
Figura 3 Central de vapor seco (izquierda) y flash (derecha).....	32
Figura 4 Distribución tubería agua caliente .....	33
Figura 5 Fases de desarrollo de la geotérmica .....	47

## RESUMEN

En la actualidad hay muchas fuentes de energía, sin embargo, las energías renovables o energías que se obtienen de fuentes naturales nos están indicando que este es el futuro de la humanidad. Destacamos entre las energías renovables la geotermia - energía que puede ser obtenida por el hombre mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra- como una de las fuentes de mayor aprovechamiento en el futuro.

De acuerdo con nuestra investigación la geotermia tiene varias ventajas entre las que resaltamos: su bajo costo de producción, menos generación de dióxido de carbono, producción en todo momento al no depender de variaciones climáticas entre otras, sin embargo, es importante destacar que al no existir yacimientos de fácil acceso y no disponer de la tecnología suficiente, hacen que no se considere la geotermia como una solución definitiva en el proceso de generación de energía.

En el mundo la geotermia ha estado limitada a áreas en las cuales las condiciones geológicas son favorables, se espera un crecimiento en la capacidad que tendrá lugar en los mercados de Europa, África Oriental y del Pacífico Sur, que son las regiones que lideran en la actualidad el crecimiento de energía geotérmica.

De acuerdo con la recopilación de datos de la Asociación de Energía Geotérmica (GEA), hay más de 200 GW de potencial hidrotérmico convencional disponible a nivel mundial, seguramente se registrarán aumentos sustanciales de la capacidad en los próximos cinco años.

Entre los países que lideran la capacidad operativa de energía geotérmica resaltamos a

los Estados Unidos con más de 3,5 GW, seguido de Filipinas (1,9 GW), Indonesia (casi 1,4 GW) y México (más de 1 GW).

Aunque Islandia no está en el top de los países con mayor generación de energía geotérmica, hemos visto en este país aspectos interesantes como su aprovechamiento en casi todo el país, lo que nos hizo enfocar nuestra investigación hacia el proyecto de calefacción en Islandia a través de la energía geotérmica.

Con esta investigación queremos proporcionar a los lectores una idea de las ventajas, limitaciones y las diferentes etapas por las cuales Islandia debió atravesar, con el propósito de posicionar la geotermia como su principal fuente de energía.

**Palabras claves:** Energías renovables, geotermia, generación de energía, geotermia en Islandia, gestión de proyectos.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según relata Halla Hrund Logadóttir, (Logadóttir, La historia de la energía geotérmica en Islandia, 2015) en su crónica sobre la historia de la energía en Islandia, hasta finales de los años 70 el consumo energético de ese país comprendía casi en su totalidad, el uso de combustibles fósiles importados con el fin de ser utilizado en la industria, medios de transporte y consumo familiar; la variación en el mercado de los precios del petróleo empezó a afectar a este país, que no podía soportar económicamente que los gastos de utilización de combustibles fósiles no fueran estables. Adicionalmente detalla la autora (Logadóttir, La historia de la energía geotérmica en Islandia, 2015) su ubicación geográfica tan aislada y cerca al círculo polar ártico, implicaba otro obstáculo para conseguir recursos energéticos acordes económicamente para ese país.

Según estudios realizados en Orkustofnun, el Ente Nacional de Energía de Islandia y descrito en la crónica de Victoria Cunto (Cunto, 2017) donde analiza el caso de Islandia como ejemplo en el aprovechamiento de la energía geotérmica, se ha concluido la relevancia de este tipo de proyectos que enfocan todos sus recursos de investigación en proponer soluciones que disminuyan el impacto ambiental y los costos de energía eléctrica, no sólo para ese país sino para sus vecinos más cercanos

### **Descripción del problema:**

El país necesitaba encontrar fuentes de energías hidroeléctricas y geotérmicas locales, describe Halla Hrund Logadóttir en su artículo (Logadóttir, La historia de la energía geotérmica en Islandia, 2015) , que le permitieran soportar a futuro el desarrollo de sus industrias y abarcar

el servicio energético para un porcentaje importante de la población. Fue así como varios granjeros comenzaron a desarrollar oportunidades de calefacción geotérmica para proveer energía a sus granjas y calentar sus viviendas. A partir de este modelo las industrias y el estado en los años 80, con el conocimiento que ya se tenía en la tecnología de exploración, comenzaron a organizar proyectos estatales y privados enfocados en invertir recursos para la perforación y la investigación geotérmica; logrando que este tipo de energía comenzara a hacer más asequible para las familias y las industrias.

Al ver los excelentes resultados el país se dio cuenta que el alcance de este proyecto podría incluir la posibilidad de generar ingresos atrayendo industrias extranjeras que establecieran su operación desde Islandia, aprovechando los menores costos de consumo de energía, ya que como explica Cunto (Cunto, 2017) en su reporte, quedan obstáculos por sortear debido a las grandes inversiones que deben realizarse y que actualmente son superadas por la energía eólica o solar.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Analizar el caso de éxito del Proyecto de transformación energética de Islandia.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Identificar en la literatura lo referente respecto a los procesos de transformación de energía geotérmica exitosa.
- Revisar información respecto a la generación de energía geotérmica en Islandia.
- Analizar factores de éxito aplicados en la gerencia de proyectos para el caso de transformación de energía en Islandia.

### **3. FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿Cómo logró Islandia de forma exitosa su transformación energética?

### **4. JUSTIFICACIÓN**

La relevancia del tema para analizar este caso de éxito generará alto impacto, puesto que se logrará entregar información importante de los impactos positivos ambientales y sociales en Islandia y entender que acciones tienen potencial de implementación en Colombia y otros países, para cambiar los consumos de combustible fósiles, cambios que contribuyan a combatir los efectos negativos del cambio climático y buscar convertirse en una sociedad sostenible energéticamente.

Desde la parte metodológica este caso permitirá analizar la implementación en el mundo y en Islandia, de proyectos energéticos bajo la aplicación del concepto de Gestión de Proyectos enfatizando en la investigación histórica de los aspectos exitosos y las fortalezas que apoyaron a los países a desarrollar transformación energética.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 Referentes en el mundo con respecto a energía geotérmica

#### Enfoque de energías renovables

Teniendo en cuenta lo que se relata en el capítulo de Experimentando con la Tierra, de la Revista Internacional de Sociología (Revista Internacional de sociología, 2017), en donde mencionan que los combustibles fósiles fueron los encargados de ayudar a la generación de lo que conocemos como mundo moderno, sin embargo, estos mismos tienen la desventaja de ser recursos no renovables que implican cada vez más costos e impactan el medio ambiente; lo cual ha hecho que el ser humano permanezca en constante búsqueda de nuevas formas de satisfacer sus necesidades energéticas y durante los últimos 50 años varias organizaciones y países hayan priorizado investigaciones con este objetivo.

Según lo detallado por Jonas Ketilson y su grupo de trabajo (Kilsen, 2010) el concepto de desarrollo sostenible se introdujo desde 1987 en el Informe Brundtland realizado por la Comisión Mundial de Medio ambiente y desarrollo, apoyado por la ONU, para definir una política de protección ambiental. Este comité definió que el desarrollo sostenible es la capacidad para garantizar las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de futuras generaciones, para satisfacer sus propias necesidades, esta definición empezó a derivar en políticas amplias a nivel mundial y en principios que se convirtieron en pilares para comunidades y empresas.

En esta perspectiva, la energía geotérmica comienza a cobrar relevancia como recurso renovable siendo una de las fuentes más importantes para producción de energía eléctrica. Entre sus ventajas, describe Cesar Chamorro en su artículo (Chamorro, 2008), está su naturaleza no contaminante y permanente siendo un recurso ilimitado, que podrá superar la utilización de otras fuentes de energía como la biomasa, eólica, hidráulica y solar.

## Conceptos Generales

### **Pero ¿qué es la energía geotérmica?:**

Según twenergy, (twenergy, s.f.) la energía geotérmica es una energía renovable que aprovecha el calor del subsuelo para climatizar y obtener agua caliente sanitaria de forma ecológica. Aunque es una de las fuentes de energía renovable menos conocidas, sus efectos son espectaculares de admirar en la naturaleza.

Por definición, y de acuerdo con el manual de geotermia del (Geológico, s.f.) la geotermia es un campo de la ciencia que se dedica al estudio del calor existente debajo de la superficie de la tierra. También se conoce con el mismo nombre al proceso por el cual se extrae la energía geotérmica para su posterior uso como energía eléctrica, principalmente, la energía geotérmica toma el calor natural irradiado por el núcleo de la tierra, conservándolo y transportado a través de rocas incandescentes que entran contacto con fluidos a muy alta temperatura originando sistemas geotérmicos.

La geotermia es una de las fuentes de energía renovables más potentes actualmente, sin embargo, su uso no está muy extendido todavía. En el norte de Europa es donde más se ha desarrollado la tecnología capaz de aprovechar esta energía, países como Japón y Estados Unidos también llevan décadas empleándola, aunque en menor medida. (Geotermia, s.f.)

### ¿Cómo funciona la geotermia?

Lo primero que hay que tener en cuenta es cómo captar la energía geotérmica de la tierra para que pueda ser utilizada posteriormente. De acuerdo con expertos (IGME2, s.f.) Para ello existen diferentes técnicas de captación:

- **Captación horizontal enterrada.** Se trata de un sistema que trabaja a poca profundidad (entre 0,5 y 1,5 metros) y consta de un entramado de tuberías de polietileno, o colectores horizontales, en cuyo interior circula agua con anticongelante.
- **Captación vertical mediante sondas geotérmicas.** Es un sistema que se recomienda cuando no se tiene suficiente espacio como para poder realizar la técnica anterior. Con este sistema las tuberías se colocan en posición vertical hasta profundidades que pueden alcanzar los 150 metros.
- **Captación por ríos o lagos.** Consiste en servirse de las masas de agua que dispongan de aguas termales para introducir en ellas los captadores y realizar allí el contraste de temperatura.

Una vez que la energía geotérmica ha sido captada, el siguiente paso para saber cómo funciona la geotermia es conocer cómo este calor pasa a ser energía. Para realizar este trabajo entra en juego la bomba geotérmica de calor.

Gracias a esta bomba la energía caliente captada pasa a un evaporador donde el calor se mezcla en un circuito con refrigerante para que este último entre en estado gaseoso y pueda acceder al compresor y condensador donde se realiza otro intercambio de calor, esta vez en estado gaseoso que ya permite poder ser utilizada como calefacción o agua caliente.

### **Beneficios de la geotermia**

En su manual de geotermia, (Loksha, 2012) Magnus Gehringer y Victor Loksh explican la importancia de la geotermia basado en su naturaleza renovable y la mínima generación de combustibles fósiles, donde la implementación de una central geotérmica mantiene una producción estable a costos competitivos, lo que le permite generar rentabilidad hacia el futuro.

A nivel ambiental, detallan en el manual (Loksha, 2012) los beneficios son invaluable: las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la generación de energía geotérmica, aunque no siempre son cero, son mucho más bajas que las que se producen por energía generada de combustibles fósiles en ignición.

Adicionalmente como detalla Halla Hrund (Logadóttir, La historia de la energía geotermica en Islandia, 2015) directora de la Escuela Islandesa de energía en su artículo, el uso de la energía geotérmica tiene como ventajas complementarias: la utilización para derretir la nieve de las aceras, calentar las piscinas y suministrar energía para el cultivo de peces, flores y de la industria

de alimentos; aspectos que ayudan a mejorar a costos razonables y desarrollar la economía de las regiones.

La autora, reporta también los usos dermatológicos y cosméticos en los que se derivó la energía geotérmica, visualizado especialmente en la creación del spa geotérmico La Laguna Azul (Logadóttir, La historia de la energía sostenible en Islandia) donde numerosos pacientes de enfermedades de la piel acuden a sus aguas para tratamientos e industrias del sector cosmetológico han instalado sus plantas de producción a su alrededor.

### **Geotermia en el mundo**

A nivel mundial la energía geotérmica ha venido evolucionando y siendo parte fundamental de los planes de desarrollo sostenible de varios países; según describe el artículo (Instituto Geológico y Minero de España, s.f.), los primeros intentos de producción de electricidad con energía geotérmica comienzan con los experimentos en Italia, del Príncipe Gionori Conti entre 1904 y 1905. La primera planta (250 kWe) se construye en 1913. En 1950 se alcanzan los 300 Kwe en Italia, en el yacimiento de Landarello.

De acuerdo con lo investigado por José Roca y publicado en su artículo (Roca, 2016) sobre las plantas de energía geotérmica en el mundo, la recopilación de datos de la Asociación de Energía Geotérmica reporta que hay más de 200 GW de potencial hidrotérmico a nivel mundial y solo se ha aprovechado el 6% de esta disponibilidad, debido a que la capacidad instalada en los



países aún se encuentra en desarrollo. La siguiente gráfica permite ver la capacidad operativa por países.

*Figura 1 Capacidad operativa geotérmica por país*



Fuente (Roca, 2016)

Como refleja la gráfica, la capacidad operativa de Estados Unidos lidera con más de 3.5 GW, seguido de Filipinas (1.9 GW), Indonesia (1.4 GW) y México (Mas de 1 GW).

Revela Roca en su escrito, (Roca, 2016), que esta clasificación de capacidad instalada condujo a la mayoría de estos países a tener en la actualidad las siguientes 10 plantas de geotermia más grandes:



Tabla 1 Las 10 plantas de geotermia más grandes

Clasificación	Nombre	Ubicación	Capacidad
1	Complejo Geotérmico The Geysers	California	1.808 MW
2	Complejo Geotérmico Cerro Prieto	México	820 MW
3	Complejo Geotérmico Larderello	Italia	769 MW
4	Complejo Geotérmico Olkaria	Kenia	540 MW
5	Complejo Geotérmico Makban	Filipinas	458 MW
6	Complejo Geotérmico Salton Sea	California	340 MW
7	Complejo Geotérmico Hellisheidi	Islandia	303 MW
8	Complejo Geotérmico Tiwi	Filipinas	289 MW
9	Complejo Geotérmico Darajat	Indonesia	259 MW
10	Complejo Geotérmico Malitbog	Filipinas	233 MW

Fuente: (Roca, 2016)

De acuerdo con informes presentados por Tecpa (TECPA, 2020), hay más de 200 GW de potencial de utilización del recurso en donde sólo las comunidades y los gobiernos de todo el mundo han aprovechado el 6-7% del potencial mundial total de energía geotérmica, con base al conocimiento geológico y tecnológico actual. Un camino largo que recorrer todavía para que se puedan recibir los beneficios de la utilización de este recurso renovable y que se ve cada vez más necesario, no sólo por evitar daños medioambientales, sino también para contrarrestar problemas

económicos, derivados de las fluctuaciones de los precios del crudo o de las interrupciones en su suministro, con las alternativas convencionales.

Por otro lado, según el informe presentado por Instituto Tecnológico de Massachussets (Instituto Tecnológico de Masachuset) también se habla sobre más de 700 proyectos en desarrollo para generar más de 12,5 GW de energía, procedentes de recursos geotérmicos que apoya la moción a seguir incentivando las capacidades de producción de países; teniendo en cuenta que un proyecto de planta de geotermia puede tardarse de 5 a 10 años desde su fases iniciales hasta su construcción total, se espera que arranquen proyectos para generar 2 GW de potencia en los próximos cuatro años, según datos de una lista de proyectos en construcción ligados a acuerdos de compra de energía a largo plazo (PPA) según los últimos informes, se prevé que el mercado mundial llegue a los 18,4 GW en 2021.

### **Desarrollo en Estados Unidos**

En su investigación sobre la industria geotérmica, (Lynn McLarty Meridian Corporation Alexandria, 1992) el Departamento de energía de Estados Unidos se refiere a que la industria de energía eléctrica en ese país, comenzó aproximadamente en 1960 con la instalación de la planta geotérmica The Geysers en la región de California y se extendió por los siguientes 10 años al trabajar conjuntamente las compañías: Union Oil Company de California, Magma Energy Company y Thermal Power Company con el objetivo de proveer vapor para el sistema de generación eléctrica, centralizado por la Pacific Gas and Electric Company. Esta asociación impulsó el crecimiento de este complejo geotérmico convirtiéndolo en el más grande a nivel

mundial y multiplicando su operación entre los años 1972 a 1984 con 69 instalaciones generadoras alrededor de California, Utah y Nevada (Lynn McLarty Meridian Corporation Alexandria, 1992)

Por otro lado, el Departamento de Energía de los Estados Unidos de acuerdo con su análisis GeoVision (Departamento de Energía , 2019) menciona que este país podrá beneficiarse del enorme potencial de la energía geotérmica con proyección al año 2050 con un aumento de 26 veces de su capacidad de producción para un total de 60 GW, donde menciona que su objetivo es hacer que la energía geotérmica sea más asequible y podría aumentar las opciones de energía para una combinación de generación eléctrica más diversa y para soluciones innovadoras de calefacción y refrigeración para todos los estadounidenses.

Es importante conocer según informe de Jorquera (Jorquera, 2017) que las plantas de energía geotérmica produjeron alrededor de 17.400 millones de kilovatios hora (kWh), o el 0,4% de la generación total de electricidad en los Estados Unidos y aunque la capacidad productora está distribuida en las diferentes ciudades como California con un aporte del 72%, Nevada con un 22%, Utah con un 3% y Hawái, Oregón, Idaho y Nuevo México con un 1% del aporte al país, representa solo el 14% de la generación total de electricidad en los Estados Unidos.

Una de las innovaciones e investigaciones que se promueven en Estados Unidos hace parte de un programa de cinco años, de la Asociación de Invernaderos Geotérmicos (GGP) (Singer, 2018) en Pagosa Springs, Colorado y en coordinación con esa localidad del sudoeste de Colorado, está convirtiendo las aguas termales más profundas del mundo en algo mucho más que un destino turístico: está usando esa fuente de energía renovable para cultivar alimentos para la comunidad

durante todo el año, 3 invernaderos, uno de estos domos lo utilizan para la educación enseñar agricultura sostenible a la próxima generación y en cultivar alimentos todo el año.

## **Evolución en Filipinas**

Filipinas comienza su proceso de transformación siendo un importador de combustibles fósiles, por lo cual queriendo garantizar su seguridad energética a largo plazo, el gobierno decide impulsar el desarrollo de las energías renovables de energía. La energía geotérmica en particular se utiliza en Filipinas para generar electricidad y comúnmente la produce bajo el método de vapor a alta temperatura.

Ahora nos genera una incógnita siendo Filipinas un país con una extensión territorial mucho menor a las comparadas con Estados Unidos o México y que se encuentre en la lista del Top de los países con mayor capacidad de generación de energía geotérmica, la respuesta se da gracias a la ventaja geográfica y decenas de volcanes en su territorio como lo describe Enrique Núñez, director de la ONG Conservation International (Filipinas), 2018); gracias a su posición en el "Cinturón de fuego del Pacífico", una zona de intensa actividad sísmica, lo hacen verse como una verdadera mina de oro energética por el poder calorífico que contienen.

Como lo menciona el autor Jorquera (Jorquera, 2017) Filipinas fue el segundo mayor productor de electricidad geotérmica después de Estados Unidos, con unos 10.000 millones de kWh de electricidad, lo que equivale a aproximadamente el 14% de la producción total de electricidad de Filipinas y al compararlo con Kenia fue el séptimo mayor productor de

electricidad de energía geotérmica con cerca de 5 mil millones de kWh de electricidad, pero tuvo la mayor parte de su generación total de electricidad a partir de la energía geotérmica en un 44%.

Parte de las noticias desalentadoras, es que este archipiélago fue durante tiempo uno de los grandes productores de energía geotérmica durante los años 70's y 80's para caer frente a la crisis del petróleo, pero el sector lleva años deprimido por falta de inversiones y negligencia. Sin embargo, en junio de 2018 el gobierno filipino autorizó nuevos contratos de exploración, según declaró a la AFP Ariel Fronda (Filipinas), 2018), responsable del departamento de energías renovables del ministerio de Energía filipino que continúan con el interés por las energías renovables y recuperar el tiempo perdido, puesto que los siete campos geotérmicos filipinos suministran alrededor del 12% de la energía usada en el archipiélago y el proyecto es duplicar el índice para 2040.

### **Proceso geotérmico en Indonesia**

Indonesia es el país más poblado en el sudeste asiático y uno de los 4 más grandes a nivel mundial detrás de China, India y Estados Unidos, dada su ubicación geográfica donde convergen varias placas tectónicas, ha luchado para generar la suficiente inversión requerida para sacarle provecho a sus recursos renovables, aunque casi el 95% de sus reservas no han sido exploradas.

Como detalla el ministerio de energía y recursos minerales de este país, (US Energy Information Administration, 2015) la capacidad de sus plantas más importantes representa menos del 3% de la capacidad total del país y es ahí donde cobra importancia el reto del país que proyecta lograr incrementar la electrificación a finales del 2025. Aunque, los resultados no han sido los esperados ya que las inversiones se realizan a ritmo diferente de las necesidades, lo que

causa zonas con insuficiencia de abastecimiento eléctrico y muchas leyes regulatorias que obstaculizan la implementación de los proyectos (US Energy Information Administration, 2015).

Por otro lado, según el informe de Mercado Renovables (Energía, 2018) 2018, la Agencia Internacional de Energía (AIE), describe a la región de Asia-Pacífico (excluyendo a China), como la región con el principal crecimiento de aproximadamente 2,000 MW para el período 2018 al 2023. Indonesia tendrá el mayor crecimiento, como consecuencia de la disponibilidad del recurso geotérmico y un potente pipeline de proyectos en construcción, podría crecer adicionalmente en un 20% o 900 MW, dependiendo de lo rápido de la puesta en marcha de los proyectos, principalmente en economías emergentes. Indonesia podría suministrar la mitad del crecimiento potencial.

Indonesia posee cuatro de las diez plantas geotérmicas de mayor capacidad activa a nivel mundial, entre los diez mayores proyectos de energía geotérmica, cuatro se encuentran en Indonesia, lo que representa casi el 47% de la capacidad total de estos proyectos. El país, que es rico en recursos geotérmicos, tiene más de cinco gigavatios (GW) de proyectos en desarrollo en varias etapas. Según el periódico de energía en el escrito elaborado por José Roca (Roca, 2016) y Global Data estiman que Indonesia se convertirá en el mercado más grande para el 2027, superando a EEUU. La planta geotérmica indonesia Gunung Salak se ha mantenido como el líder indiscutible en la lista de los principales proyectos geotérmicos, con una capacidad activa de 375 megavatios (MW).



## Crecimiento de la energía geotérmica en México

Las prácticas para aprovechar la energía geotérmica comenzaron en México desde 1959 en el campo de Pathe en Hidalgo, que en la actualidad ya no opera. La CFE (Comisión Federal de Electricidad) mencionó (Petroquimex Y. C., 2018) al país con un potencial geotérmico de 13,4 GW del cual se utiliza menos del 1 % de acuerdo con la capacidad instalada en los 5 campos geotérmicos, para producir la energía eléctrica de todo México.

De acuerdo con el informe de la Agencia Internacional de Energía (IEA), México ocupa el cuarto lugar, a nivel mundial, en producción de energía geotérmica, con una capacidad instalada de 958 mega watts (MW) que aporta 7% de toda la producción mundial de esta fuente,

Acorde con Rubén Peláez Zapata de PetroQuiMex (Petroquimex R. P., 2017) menciona que México cuenta con los recursos geotérmicos suficientes para producir toda la energía eléctrica del país, una frase poderosa entendiendo la demanda energética y se lamenta que no se le haya dado la debida atención en el pasado, tal vez por intereses políticos, la relativa “abundancia” de petróleo “barato” en su momento o, aún más importante, la falta de visión para invertir en energías limpias.

Adicional el autor relaciona el término para la geotermia como una fuente “inagotable” de energía, por lo que se deduce que gracias a que México es un país beneficiado con muchas manifestaciones térmicas a lo largo y ancho del territorio nacional, adicional a que existe un cinturón volcánico que va del Océano Pacífico hasta el Golfo de México, donde se considera que tienen una infinidad de producto bruto que se ha explotado con ese potencial.

Otro aspecto relevante de acuerdo con Ankit Mathur, Director de Práctica de Energía en GlobalData (Roca, 2016) comenta: “México tiene el segundo mayor número de proyectos en la lista de los diez principales proyectos geotérmicos. Sin embargo, es probable que el mercado geotérmico de México sea testigo de un escaso crecimiento hasta 2030, con sólo tres o cuatro proyectos en preparación en la etapa inicial de desarrollo aun así por los esfuerzos realizados por los gobiernos recientes como del sexenio de Felipe Calderón en noviembre de 2012, propuso la incorporación de 2 gigawatts de nueva capacidad geotérmica durante el periodo 2012-2020. Con esos 2 gigawatts se reduciría hasta en 13 por ciento la necesidad de importación de gas natural y permitiría reducir 8.4 millones de toneladas de dióxido de carbono para el año 2020, que claramente aportará a los objetivos y llamados del cambio climático, pero que los esfuerzos deben ser mayores y contundentes teniendo en cuenta el potencial de explotación que tiene este país.

### **Dificultades para países en desarrollo**

Según el director de la Asociación de Energía Geotérmica, Karl Gawell (Gawell) una de las dificultades de los países en poder desarrollar y asegurar un crecimiento constante de la industria geotérmica, es que los países sean estables en los temas de financiamiento y aportes de incentivos fiscales para las energías renovables y de igual manera promover políticas coherentes con las necesidades de la industria y del país, para un crecimiento sostenible en el tiempo y que pueda promover los avances tecnológicos, un reto totalmente amplio para los países en desarrollo



y que no tienen suerte con la continuidad de las políticas encaminadas a la contribución de emergencia climática que tanto promueven.

Las barreras para el crecimiento del sector han sido un régimen de política desfavorable, la falta de acceso a la financiación y los riesgos de inversión asociados.

Finalmente, en el Manual de Geotermia ESMAP (ESMAP, 2012) coincide con los aspectos mencionados por Gawell, donde estas barreras afectan el apetito de los inversionistas por el riesgo de los proyectos geotérmicos y así pues la disponibilidad y el costo del capital comercial de tales proyectos. Muchos de los factores de riesgo son los mismos que los que enfrenta cualquier proyecto de generación de electricidad conectado a la red eléctrica, tales como el riesgo de finalización y retraso, riesgo de tomadores principales, riesgo de demanda o precio de mercado, riesgo operativo y riesgo normativo. Es por ello que, para los proyectos geotérmicos, la incertidumbre en cuanto al tiempo necesario para completar el programa de perforación de los pozos de producción y reinyección es un factor principal que afecta el nivel de riesgo que toman los financistas. En consecuencia, los inversionistas de capital y deuda exigen un rendimiento de capital más alto para compensar los riesgos de un proyecto geotérmico.

### **Casos exitosos**

Aun no siendo Kenia e Islandia, junto con Salvador y Costa Rica protagonistas del TOP 10 de centrales geotérmicas, estos países generan al menos un 15 % de su demanda anual de electricidad mediante centrales geotérmicas, este protagonismo relevante lo han logrado debido a la integridad en que han desarrollado sus procesos de energía renovable. Su objetivo se amplió

a nivel de comunidad, buscando no sólo tener las mayores plantas geotérmicas con capacidad instalada, sino generando una utilización integral de sus recursos para la comunidad y la industria.

Luego de analizar los países más importantes en cuanto al aporte al incremento de la capacidad mundial de energía eléctrica, nos concentraremos en analizar el caso de Islandia ya que según lo que referencia en el artículo (Instituto Geológico y Minero de España, s.f.), Islandia fue el país pionero en la implementación de este modelo de energía sustentable desde la década de los años 20, con iniciativas de calefacción en invernaderos. En 1930 establecen el primer sistema para suministrar calor a 70 casas y luego en la década de los 50 desarrollan iniciativas a mayor escala para el aprovechamiento de la energía geotérmica de baja temperatura donde países como Italia, Nueva Zelanda, Japón siguen la misma línea de implementación y poco a poco se fueron incorporando países como Hungría, Kenya, la URSS, Francia, Filipinas, Turquía y EEUU hasta tener una mayor expansión a partir de 1985 hasta la actualidad, con alrededor de 58 países con aprovechamientos de este tipo de energía.

Otro de los hechos importantes en Islandia de acuerdo con el Departamento de Energía en Estados Unidos la generación de energía geotérmica se enfoca en Islandia, donde este recurso natural representa un 25% de la producción de electricidad del país y donde 90% de las viviendas están calentadas geotermalmente.

## 5.2 Islandia tierra de hielo y fuego

Ubicado en el noroeste de Europa, por su ubicación es un país con gran actividad volcánica y geológica y es en esta combinación de geología y ubicación al norte la que confiere al país su amplio acceso a las energías renovables.

De acuerdo con la (UN, s.f.), la isla se encuentra en la dorsal meso atlántica, entre las placas tectónicas de Eurasia y América del Norte, una zona volcánica muy activa que impulsa sus sistemas geotérmicos. Los glaciares cubren el 11% del territorio del país y el deshielo estacional alimenta los ríos glaciales, que discurren desde las montañas hasta el mar y contribuyen a garantizar los recursos hidroeléctricos de Islandia, otras de los grandes potenciales con los que cuenta este país es la energía eólica, que permanece prácticamente sin explotar.

Según las naciones unidas, (UN, s.f.), en la actualidad, la economía de Islandia, que abarca desde el suministro de calor y electricidad a viviendas unifamiliares hasta la satisfacción de las necesidades de las industrias de alto consumo energético, está impulsada principalmente por energía verde procedente de fuentes hidroeléctricas y geotérmicas. La única excepción es la dependencia de los combustibles fósiles para el transporte, hoy en día es una economía de mercado con impuestos bajos y se ubica entre los países más desarrollados y acaudalados del mundo.

De acuerdo con (UN, s.f.), en Islandia, el valor de los bienes exportados en la balanza de pagos se estimó en 53,8 mil millones de coronas islandesas (ISK) en mayo de 2020 y el valor de

los bienes importados se estimó en 51,3 mil millones ISK, con un superávit en la balanza comercial de bienes en la balanza de pagos por 2.500 millones de ISK, en este mismo el mismo mes, la exportación de servicios se estimó en 20.600 millones de ISK y la importación de servicios en 20.200 millones de ISK, esto quiere decir que el superávit en la balanza comercial de servicios se estimó en 400 millones de ISK. (Iceland S. , 2020).

Durante las últimas décadas se han visto grandes cambios en el consumo de energía en Islandia, a principios de siglo, la turba doméstica de baja calidad era el principal recurso energético, sin embargo, con el inicio de la Segunda Guerra Mundial, fue el carbón el mineral más importado, convirtiéndose en la fuente de energía más importante, seguida del petróleo, hoy en día, casi el 100% de la electricidad que se consume en este pequeño país de 330.000 habitantes proviene de la energía renovable. Además, 9 de cada 10 viviendas se calientan directamente mediante energía geotérmica. La historia de la transición en Islandia del uso de combustibles fósiles al de otro tipo de fuentes puede servir como inspiración a otros países que intentan aumentar su porcentaje de energía renovable. (Vefsafn.IS, s.f.)

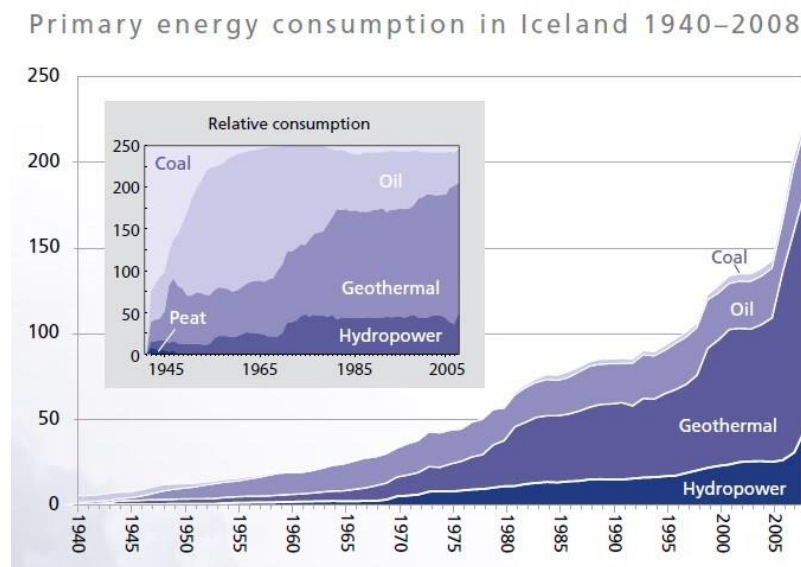
### **La Energía Geotérmica en Islandia**

La energía geotérmica engloba todos los aprovechamientos que se pueden lograr empleando el calor que reside en el interior de la tierra, desde aquellos de procedencia más antigua como los baños termales, hasta los más tecnológicos como la producción de energía eléctrica y climatización.

Esta energía proviene en un 20% de la acreción planetaria y el 80% restante tiene como origen la desintegración radiactiva de isótopos de larga vida media que se encuentran en el manto terrestre. El planeta nos proporciona 87 kW por metro cuadrado de media, lo que nos proporciona, en términos globales, 44,2 billones de vatios, una cantidad considerable de energía que se puede aprovechar en tecnologías beneficiosas con el medio ambiente.

A mediados del siglo XX, el 85% de la energía eléctrica en Islandia procedía de combustibles fósiles; hoy en día ese mismo porcentaje (85%) corresponde a energía de origen geotérmico. Con esto se consigue una generación más limpia, con energías renovables y precios bajos, debido a la baja dependencia del exterior.

*Figura 2 Consumo de energía primaria en Islandia 1940 – 2008*



Fuente: (Energía, s.f.)

La isla se encuentra situada sobre una dorsal oceánica que separa las placas de Eurasia de Norteamérica. Según (Energía, s.f.) en su artículo de energía geotérmica, las placas de Islandia

actualmente se están alejando a razón de 2,5 cm cada año, por lo que la superficie de Islandia está creciendo paulatinamente. Estas condiciones son propicias para el magmatismo que genera unas altas temperaturas en el subsuelo, que permite tener yacimientos de agua y vapor con temperaturas de hasta unos 400 °C en los reservorios más profundos.

Islandia es un referente mundial en el empleo de centrales geotérmicas para la producción de energía eléctrica. Sus cinco centrales –Nesjavellir, Reykjanes, Hellisheiði, Krafla y Svartsengi, producen la mayor parte de la demanda de su sistema eléctrico. La mayor parte de las plantas de energía de Islandia son propiedad de Landsvirkjun, (Landsvirkjun, s.f.) compañía nacional de electricidad y el principal proveedor de electricidad del país.

### **Principales usos de la energía geotérmica en Islandia**

Los principales usos de la energía geotérmica son la calefacción de los edificios, con un 45,4 % del consumo geotérmico total, y la producción de electricidad, con un 38,8 %. Alrededor del 85 % de las casas del país se calientan con esta energía. (Iceland E. i., s.f.)

Recordemos que las plantas de energía geotérmica usan el vapor para producir electricidad, el vapor proviene de depósitos de agua caliente que se encuentran a unas pocas millas o más debajo de la superficie de la tierra, el vapor gira una turbina que activa un generador, que produce electricidad.

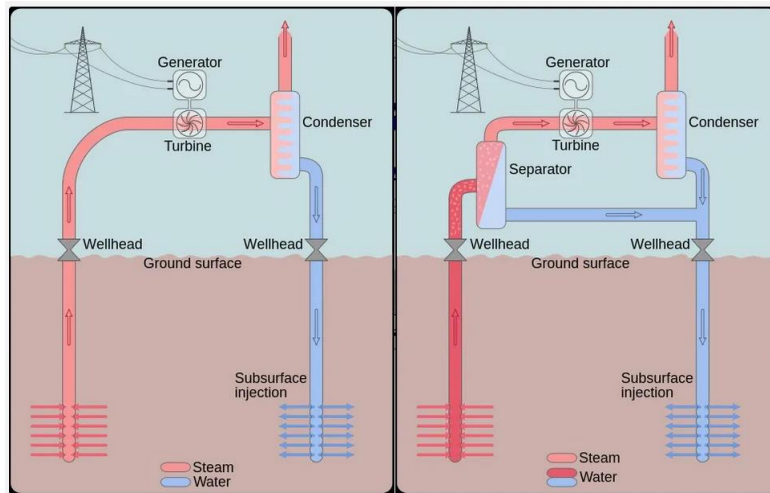


De acuerdo con la AIN, (Energía, s.f.) en Islandia las centrales para la producción de energía emplean dos tipologías básicas para la producción de electricidad: vapor seco y separación flash o flash de vapor

**Vapor seco:** Las plantas de energía de vapor seco se extraen de los recursos subterráneos de vapor. El vapor se canaliza directamente desde los pozos subterráneos a la planta de energía, donde se dirige a una unidad de turbina / generador. Es decir, las centrales de vapor seco emplean directamente el vapor extraído de los pozos para pasarlo por la turbina y producir energía eléctrica.

**Flash de vapor:** Las plantas de energía de vapor flash son las más comunes y usan depósitos geotérmicos de agua con temperaturas superiores a 360 ° F (182 ° C). Esta agua muy caliente fluye a través de pozos en el suelo bajo su propia presión. A medida que fluye hacia arriba, la presión disminuye y parte del agua caliente hierve en vapor. El vapor se separa del agua y se usa para alimentar una turbina / generador. El agua sobrante y el vapor condensado se inyectan nuevamente en el depósito, lo que lo convierte en un recurso sostenible.

Figura 3 Central de vapor seco (izquierda) y flash (derecha).



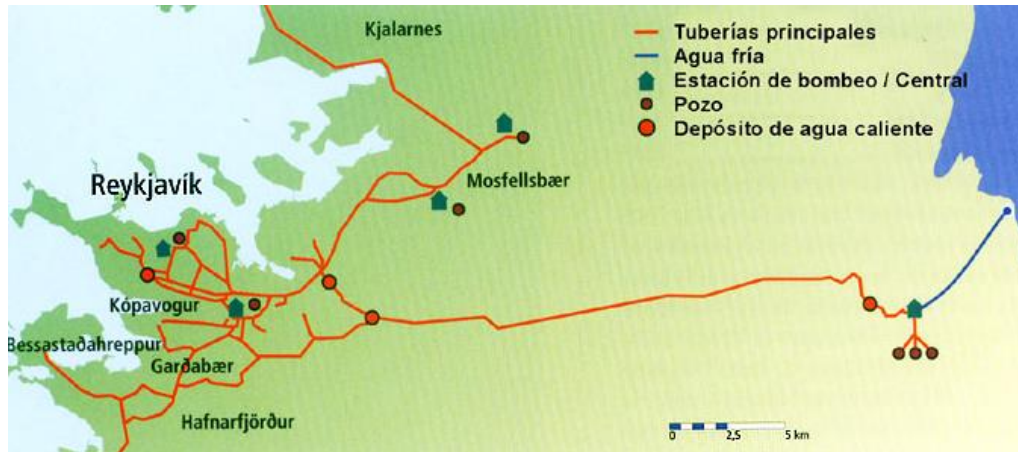
Fuente: (Energía, s.f.)

Una aplicación muy interesante de la energía geotérmica es la climatización, para la producción tanto de calor como de frío.

En Islandia existen una red de tuberías aisladas, de unos 700 km de longitud, que conectan las captaciones geotérmicas y el calor residual de las centrales geotérmicas de energía eléctrica de la isla con las ciudades, gran parte de los ciudadanos de Islandia dispone de calefacción y agua caliente de procedencia geotérmica, distribuida por tuberías al igual que en agua fría o cualquier suministro de uso común. Los 23 Km de distancia de la captación a las ciudades de Reykjavik, etc., se cubren con una tubería de 90 cm de diámetro y puede transportar 6.7 millones de litros a 100° con una pérdida de calor por conductividad de 2° (una obra magistral y eficiente)



Figura 4 Distribución tubería agua caliente



Fuente: (Moliner, s.f.)

Además de esta red de distribución de agua caliente, se puede emplear la tecnología de bomba de calor para producir el calor necesario para las necesidades tanto de calefacción como de agua caliente sanitaria (ACS) para una vivienda. Este tipo de máquinas es reversible y se puede emplear en la época estival para refrigerar la vivienda, manteniendo siempre la temperatura ideal en la estancia. La bomba de calor en Islandia se emplea en las zonas rurales en las que la red de distribución de agua caliente no llega.

Islandia es un ejemplo del empleo de la energía geotérmica en el mundo. Su situación en medio de un borde divergente de placas continentales hace que la actividad magmática de la isla sea intensa, propiciando temperaturas elevadas en el subsuelo. Esta condición permite la generación de energía eléctrica y térmica para cubrir gran parte de las necesidades del país y haciendo de éste un referente en la generación con energías renovables. (TRADE, s.f.)

Islandia es un recordatorio de que los países desarrollados y ricos no son los únicos que pueden superar sus barreras internas y en términos de costos para conseguir una transición verde. Posiblemente sea más fácil implantar nuevas soluciones energéticas allí donde los sistemas de electricidad no estén afianzados por completo y las partes interesadas puedan incrementar su movilización para cambiar el *statu quo*.

La buena noticia es que el mundo nunca ha estado tan preparado como ahora para emprender el futuro cambio. Constantemente surgen tecnologías nuevas y mejoradas, así como mejores planes de financiación. La cooperación y la difusión de conocimientos técnicos a nivel mundial resulta cada vez más fácil e inmediata. La combinación de estos factores con las numerosas enseñanzas extraídas del pasado, al igual que en el caso de Islandia, demostrará ser una potente herramienta que permitirá a los países disponer de una vía más sostenible.

Por último, queda claro que los países de todo el mundo, tanto ricos como pobres, necesitarán un liderazgo sólido a todos los niveles para lograr la futura transición energética. Tales líderes necesitarán ejemplos significativos que impulsen a la gente a actuar. Islandia es un país comprometido con la continuidad de la difusión de sus conocimientos y experiencia y dispuesto a asumir con orgullo dicha función; al mismo tiempo, el país seguirá aprendiendo y contribuyendo con entusiasmo a garantizar nuestro futuro sostenible común. (ORKUSTONFNUN, s.f.)

## **6. ENFOQUE, DISEÑO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACION**

De acuerdo con César Bernal (Bernal, 2010) en su libro -Metodología de la investigación- donde define que la investigación documental consiste en un análisis de la información escrita sobre un determinado tema, con el propósito de establecer relaciones, diferencias, etapas, posturas o estado actual del conocimiento respecto al tema objeto de estudio.

El siguiente estudio de investigación se enfocará bajo un enfoque cualitativo de tipo no experimental y transversal, al recolectar la información en un momento único y bajo un estudio descriptivo, ya que busca especificar detalladamente los factores de éxito del proyecto de transformación energética a nivel mundial y en Islandia

## **7. DEFINICION DE VARIABLES**

En el estudio que se hace del Proyecto de Transformación Energética, como caso de éxito en Islandia y objetivo de este informe, se analizaron datos históricos y técnicos para dar respuesta a la pregunta de investigación, para este capítulo el enfoque está en definir las variables que resaltan los factores de éxito en el ámbito mundial, en Islandia y en el ámbito especializado de la Gestión de Proyectos y cómo estas tres dimensiones, convergen en un resultado compatible.

### **7.1 Factores de éxito en el ámbito mundial**

Analizando las experiencias del sector a nivel global se identificaron las siguientes variables que han demostrado diferentes estudios realizados por (ESMAP, 2012) resaltando los factores más importantes para el éxito de la implementación de alternativas geotérmicas.

*Tabla 2 Factores de éxito a nivel mundial*

FACTORES DE ÉXITO A NIVEL MUNDIAL		
NOMBRE	DESCRIPCION	FUENTE
<b>DISPONIBILIDAD DE DATOS DE RECURSOS GEOTÉRMICOS</b>	El gobierno tiene una responsabilidad muy importante en garantizar toda la información disponible, consolidada y confiable sobre los cambios o comportamientos geotérmicos de los países, puesto que es el primer factor clave de éxito para que instituciones externas puedan analizar la información y determinen el potencial de recursos y oportunidades de inversiones de exploración que a la final será beneficioso para los países. De lo contrario, podrán fracasar con inversiones costosas en fases de exploración inicial sin recibir un beneficio o rentabilidad al tener resultados no exitosos de exploración de energía geotérmica.	(ESMAP, 2012)
<b>LAS INSTITUCIONES</b>	Las instituciones son factores clave para el desarrollo de proyectos geotérmicos, puesto que son los primeros impulsores y motivadores de iniciativas de energías limpias en los países, así mismo, el objetivo de las instituciones será brindar el acompañamiento, controles y garantías necesarias para los posibles inversores puedan tener un marco claro de institucionalidad que los respalde en cada una de las fases de desarrollo de proyectos y es aquí donde se deciden roles claros, quienes serán los responsables por las fases de exploración, responsabilidades del gobierno y el ente regulador como garante de las partes.	(Subir K. Sanyal, 2016)
<b>POLÍTICAS Y NORMATIVAS DE APOYO</b>	Los países que bajo sus planes de gobierno y políticas públicas logran crear sistemas o de instrumentos de acompañadas de normativas que apoyen la implementación de proyectos electricidad renovable y la creación de mecanismos para reducir los riesgos asociados en las primeras fases son otro factor clave que logrará capturar la atención de grandes inversionistas para el desarrollo de proyecto geotérmicos en el país.	(ESMAP, 2012)

<b>FINANCIACIÓN PARA EL DESARROLLADOR DEL PROYECTO</b>	La movilización de capital en la fase de proyectos es uno de los factores clave para el desarrollo, en esta parte contar con el compromiso del gobierno como principal jugador a través de sus políticas públicas, donantes internacionales e instituciones financieras. El correcto mix del sector público como privado logrará que el riesgo financiero para este tipo de proyectos se pueda controlar, puesto que se consideración inversiones altas en todas las fases del proyecto hasta su culminación.	(ESMAP, 2012)
--	---	---------------

Fuente (Propia)

## 7.2. Factores de éxito en Islandia

En el cuadro a continuación se describen los principales factores de éxito que se identificaron como fortalezas de Islandia para lograr su transformación energética.

*Tabla 3 Factores de éxito en Islandia*

<b>FACTORES DE ÉXITO EN ISLANDIA</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>FUENTE</b>
<b>UBICACIÓN GEOGRÁFICA</b>	Islandia se encuentra en la dorsal meso atlántica, entre las placas tectónicas de Eurasia y América del Norte, zona volcánica muy activa que impulsa sus sistemas geotérmicos. Esta ubicación le resulta para Islandia ser uno de los lugares, tectónicamente, más activos del mundo, contando con más de 200 volcanes y más de 600 manantiales de agua caliente, además de unos 20 campos de alta temperatura de vapor de al menos 150 °C, lo que le permiten aprovechar la energía geotérmica.	(UN, s.f.)
<b>IMPACTO EN EL AMBIENTE</b>	La geotermia es una forma de energía renovable comercialmente comprobada, esta puede suministrar electricidad y calor relativamente barato, dejando una baja huella de carbono, lo que reduce la dependencia de un país en los combustibles fósiles y sus emisiones de CO <sub>2</sub> , Se ha comprobado que en la geotermia las emisiones de gases invernadero son casi nulas o al menos muy inferiores al uso de otras fuentes energéticas, en especial los combustibles fósiles, lo que la convierte en una energía limpia.	(ESMAP, 2012)



<p><b>EXPERIENCIA REQUERIDA</b></p>	<p>Islandia es un país comprometido con la continuidad de la difusión de sus conocimientos y experiencia y dispuesto a asumir con orgullo dicha función; al mismo tiempo, el país seguirá aprendiendo y contribuyendo con entusiasmo a garantizar nuestro futuro sostenible común, desde 1979, más de 1.000 expertos de todo el mundo han realizado cursos sobre energía geotérmica en Islandia, a través de programas de capacitación geotérmica de las Naciones Unidas e instituciones de enseñanza superior, como la Escuela Islandesa de Energía de la Universidad de Reykjavik.</p>	<p>(Logadóttir, La historia de la energía geotermica en Islandia, 2015)</p>
<p><b>CONFIANZA EN EL GOBIERNO</b></p>	<p>Islandia tiene el honor de ser la primera economía de energía limpia del mundo. Sus gobernantes son firmes defensores del desarrollo sostenible. De alguna manera ellos intentan convencer al mundo que el cambio a una energía alternativa no es tan costoso como se piensa. El papel de liderazgo en Islandia lo han compartido la empresa eléctrica estatal y las empresas privadas de perforación. A hora los islandeses disfrutan de sus servicios de electricidad y calefacción mucho más baratos con lo que resaltamos que Islandia no solo es un ejemplo en cuanto al desarrollo sostenible, sino que también ofrece un modelo de educación de los más avanzados de Europa y del mundo.</p>	<p>(Logadóttir, La historia de la energía sostenible en Islandia)</p>
<p><b>CULTURA NACIONAL</b></p>	<p>Como explica el doctor Brad Donovan, cónsul honorario de Islandia en México, la necesidad fue lo que los motivó a desarrollar un sistema de aprovechamiento geotérmico. “Tuvimos que ser muy creativos con la tecnología para lograrlo y esto nos ayudó a tener un nivel de vida muy bueno. El uso de energías renovables ha contribuido al desarrollo económico comunitario”. Los ejemplos de aplicación de energía geotérmica sobran, podemos destacar: aguas termales pueden usarse con fines de calefacción en edificios (una de las grandes aplicaciones en la nación europea, donde nueve de cada 10 viviendas la utilizan).</p>	<p>(Rodriguez, 2016)</p>

Fuente (Propia)

### 7.3 Factores de éxito en gestión de Proyectos

Una de las definiciones de proyecto, de acuerdo con lo publicado por el método PRINCE2 (PRINCE2, 2019) es “un ambiente de gestión que es creado con el propósito de entregar uno o

más productos de negocio de acuerdo con un caso de negocio definido”, y su mejor forma de implementación es basándose en la Gerencia de Proyectos que tal como se describe en PMBOK 2017 (PMBOK, 2017)“ es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo” El cumplimiento de los objetivos definidos en los proyectos, tiene como protagonistas principales, una serie de factores de éxito que tanto las organizaciones y los gestores de proyectos deben presentar como fortaleza primordial para apoyar el buen término de lo que se requiere.

A continuación, se definen unos factores de éxito primordiales en la Gestión de Proyectos y que se relacionan directamente con nuestro objeto de investigación, buscando conectar el concepto general con lo aplicado en la transformación energética en el mundo y especialmente en Islandia.

*Tabla 4 Factores de éxito en la gerencia de proyectos*

FACTORES DE ÉXITO EN LA GERENCIA DE PROYECTOS		
NOMBRE	DESCRIPCION	FUENTE
LIDERAZGO	Según la guía PM BOK el concepto de liderazgo supone direccionar los esfuerzos de un grupo de personas hacia un mismo objetivo y lograr que trabajen como equipo;	(PMBOK, 2017)
COMPROMISO	“el compromiso es lo que transforma una promesa en realidad, es la palabra que habla con valentía de nuestras intenciones, es la acción que habla más alto que las palabras, es hacerse al tiempo cuando no lo hay, es cumplir con lo prometido cuando las circunstancias se ponen adversas, es el material con el que se forja el carácter para poder cambiar las cosas, es el triunfo diario de la integridad sobre el escepticismo. Comprometerse y mantener los compromisos, son la esencia de la proactividad”	(Lehman, 2009)
EFICIENCIA	Cohen y Franco definen la eficiencia como “la relación entre costos y productos obtenidos	(Ernesto Cohen, 2005)

<b>EXPERTICIA</b>	La experiencia es la forma de conocimiento que se produce a partir de estas vivencias u observaciones. ... Otros usos del término refieren a la práctica prolongada que proporciona la habilidad para hacer algo, al acontecimiento vivido por una persona y al conocimiento general adquirido por las situaciones vividas.	(RAE española)
<b>EMPODERAMIENTO</b>	Es la capacidad para asumir una responsabilidad con un profundo sentido de compromiso y autonomía personal	(Buol, s.f.)

Fuente (Propia)



## 8. ANALISIS Y MEDICION DE VARIABLES

### 8.1. Análisis Factores de éxito a nivel mundial

#### **Disponibilidad de datos de recursos geotérmicos:**

Primer factor clave para el éxito del desarrollo de proyectos de geotermia, como lo menciona (ESMAP, 2012) indiscutiblemente es el garantizar toda la información disponible, consolidada y confiable sobre los cambios o comportamientos geotérmicos del país , como por ejemplo, datos sísmicos, eventos, fracturas, datos de perforaciones profundas en detalle de temperatura, presión, fallas, permeabilidad, así mismo como información sobre los recursos de agua subterránea para el desarrollo geotérmico, ya que el agua subterránea no debería contaminarse con los fluidos de los yacimientos geotérmicos entre otra. El nivel de información que se tenga tendrá una connotación inversamente proporcional, tanto para el gobierno como para los inversionistas, puesto que entre menos información se tenga de los comportamientos del país el nivel de riesgo de implementación del proyecto es más alta, el riesgo se reduce gradualmente a medida que la base de información de los recursos se fortalece en el proceso de exploración y desarrollo.

Así mismo (Subir K. Sanyal, 2016) menciona que el gobierno del país tiene como responsabilidad el tener a disposición todo este tipo de información a disposición de desarrolladores e inversionistas potenciales, un modelo robusto y confiable de calidad de información permite un mejor entendimiento de las posibles ubicaciones de los yacimientos y su tamaño y condiciones de recarga, así como la ubicación de los suministros poco profundos de agua subterránea. El gobierno debería hacer todos los esfuerzos

por adquirir la mejor experiencia geológica y geofísica disponible para obtener e interpretar correctamente tal información.

### **Las instituciones**

El segundo elemento clave para el éxito de un proyecto de geotermia es mencionado por (ESMAP, 2012) como el marco institucional y la fortaleza de las organizaciones e instituciones desde la concepción de la estructura del marco legal para el uso y derecho de los recursos geotérmicos, comenzando con la definición de derechos de propiedad para proporcionar una base para clara para las instituciones.

Generalmente el derecho de titularidad del recurso es el estado, por otro en muchos países han evolucionado diversas formas de participación del sector privado en la exploración, desarrollo y explotación del recurso. Los gobiernos o instituciones reguladoras otorgan los derechos de exploración y explotación geotérmica en áreas particulares por medio de concesiones, arrendamientos, licencias y contratos, como se menciona en el informe técnico (ESMAP, 2012) el otorgamiento de estos derechos debería basarse en los siguientes tres principios: Un marco normativo y legal que sea claro; responsabilidades institucionales bien definidas, así como procedimientos transparentes, competitivos y no discriminatorios, que incluyen medidas adecuadas para controlar las prácticas especulativas.

Al momento de analizar el estudio de (Subir K. Sanyal, 2016) expresidente GeothermEx y los informes realizados por (ESMAP, 2012) la experiencia de países que han tenido éxito en desarrollo de energía geotérmica señala los siguientes factores comunes:

- a) Una organización nacional (o empresa) dedicada a la exploración y el desarrollo geotérmico capaz de manejar proyectos de infraestructura a gran escala congruente con normas internacionales y de la industria. Algunos ejemplos: menciona la Geothermal Development Company (GDC) de Kenia, Pertamina Geothermal Energy Corporation (PGE) en Indonesia, Energy Development Corporation (EDC) en Filipinas y la empresa eléctrica estatal integrada (CFE) en México.
- b) Un ministerio o en su defecto departamento de gobierno similar que se muestre comprometido y dotado del personal adecuado, a cargo del sector energético y cuyas funciones incluyan planificación explícita para el desarrollo de energía geotérmica.
- c) Un ente regulador cuyas funciones incluyan la aplicación de políticas energéticas renovables del país y equilibrar los intereses de generadores y consumidores.

### **Políticas y normativas de apoyo**

El tercer elemento clave del desarrollo exitoso de energía geotérmica es la presencia de políticas de apoyo para atraer inversionistas privados como lo relaciona en el texto de (ESMAP, 2012), en muchos casos alrededor del mundo los gobiernos usan una amplia gama de instrumentos de políticas y normativas para apoyar la implementación de electricidad renovable y la creación de mecanismos para reducir los riesgos asociados en las primeras fases y sobre todo porque van acompañadas de sus políticas públicas y planes de gobiernos y sobre todo los países con solidas agendas de desarrollo de energía renovable han introducido ya sea tarifas de alimentación u obligaciones de cuota, tales como normas para carteras renovables como parte de su política base.

Se debe prestar atención a los enfoques que faciliten la financiación para la fase de perforación de prueba, ya que esta constituye la clave para reducir el riesgo a un nivel que se vuelva más atractivo para la financiación privada y que lo detallaremos en el cuarto factor de éxito clave, que lo desarrollaremos más adelante.

Por otro lado, en el Estudio comparativo global de estrategias para la mitigación del riesgo de (Subir K. Sanyal, 2016) se enfocan principalmente en la aclaración de los planes de mitigación creados por el gobierno para ofrecerles a los inversionistas privados diferentes alternativas utilizadas en la práctica global de energía e industrias apoyadas por el Banco Mundial, alguna de ellas:

- a) El gobierno asume el riesgo total asociado con los recursos y los aspectos del emprendimiento geotérmico, siendo el actor principal como desarrollador exclusivo del proyecto para las fases de exploración, confirmación del recurso, construcción y operación de la planta de generación, puede ser que también lo realice a través de empresas de propiedad estatal u otros organismos respaldados por el gobierno.
- a) Perforación bajo un esquema de costos compartidos, esto con el fin tener una movilización activa de la inversión privada mediante un mecanismo en el cual una parte, o la totalidad, del riesgo de perforación es asumido por el sector público.
- b) Constituir una póliza de seguro de recurso geotérmico que distribuye los riesgos de exploración en una cartera de proyectos y por último:
- c) Los incentivos fiscales aplicadas a las etapas iniciales de los proyectos muy utilizadas como la exoneración de aranceles ó créditos fiscales lo que reducen la exposición o

riesgo financieros de los desarrolladores durante las actividades de perforación exploratoria.

### **Financiación para el desarrollador del proyecto.**

Esta última etapa coincide los autores (Subir K. Sanyal, 2016) y (ESMAP, 2012) en que los proyectos de mayor éxito dependerán de las principales alianzas para la recolección de financiación dando una mezcla del compromiso del gobierno que se incluyen en las políticas públicas, donantes internacionales ó instituciones financieras que constituye un elemento esencial del éxito en la movilización clave de capital.

Algunos países han tomado medidas específicas para manejar las opciones de financiación asociados a los riesgos y movilizar la inversión necesaria para la perforación exploratoria y confirmación del recurso geotérmico. Estas medidas principalmente se dividen entre el sector público y el sector privado, teniendo en cuenta que de manera estratégica las cargas queden asociadas a su capacidad, responsabilidades y que sea el mejor actor preparada para cada etapa del ciclo del desarrollo geotérmico.

Iniciaremos con el rol del gobierno definido por (ESMAP, 2012) y como lo vimos en el punto anterior el tercer clave de éxito es que el gobierno apoye y desarrolle políticas públicas claves, también son actores financieros claves para las fases iniciales del proyecto que son las más costosas y las de mayor riesgo y donde asume la totalidad del riesgo actuando como desarrollador único del proyecto en las fases de exploración, confirmación del recurso, construcción y operación de la planta de generación y a través de empresas de propiedad estatal u

otros organismos respaldados por el gobierno. El gobierno como única entidad nacional implementa y conjunto con cualquier otro subsidio de donantes y préstamos de entidades internacionales. Algunos países que se han desarrollado bajo este esquema en la fase completa de un proyecto geotérmico donde todo el riesgo lo lleva el gobierno como Kenia, Etiopía y Costa Rica.

Tabla 5 Cantidad de campos geotérmicos liderados por el Gobierno

Cantidad de campos geotérmicos liderados por el Gobierno		
País	Cantidad de Campos	Capacidad Instalada (MW)
Islandia	6	664
Indonesia	5	417
Filipinas	5	608
México	4	980
Costa Rica	2	177
El salvador	2	149
Nueva Zelanda	2	220
Nicaragua	1	70
Francia	1	15
Turquía	1	15
Etiopía	1	8
Kenia	1	290
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>3.613</b>

Fuente: (Subir K. Sanyal, 2016)

En tanto que los desarrolladores privados tienden a ingresar en el proyecto en fases posteriores y el desarrollo del proyecto es individualizada por más de una entidad pública o entidades privadas y en diferentes fases. Para el caso de los inversiones privados según (Subir K. Sanyal, 2016) hay que tener mucho cuidado con los costos de capital donde se debe considerar



cuidadosamente, ya que los financistas podrían exigir una prima alta por los riesgos implicados en los casos que un país esté pensando en obtener una financiación del sector privado para proyectos geotérmicos, que para este caso el financiar la deuda por lo regular cubre la mayor parte de los requisitos de capital comúnmente entre un 60% al 70% del costo total del proyecto, sin embargo, y exijan unas tasas de rendimiento relativamente altas sobre su capital invertido de un 20% al 30%.

A continuación, presentamos una tabla donde se muestra los casos en que la inversión privada se ha responsabilizado de la inversión o como en país como Islandia de una mezcla de inversión del gobierno y privada.

Figura 5 Fases de desarrollo de la geotérmica

FASE DESARROLLO INDUSTRIA GEOTÉRMIA						
Inspección topográfica preliminar	Exploración	Perforación de Prueba	Desarrollo de campo	Ingeniería	Construcción	O&M
Chevron (EE.UU.), Enel (Italia)						
CFE (México), EDC (Filipinas)				Power Eng (USA), Mannvit (Islandia)	Mitsubishi (Japon) UTC Power (USA, Italia)	CFE, EDC
West-JEC (Japón), Geo (Alemania), SKM (Nueva Zelandia) ISOR (Islandia)		ThermaSource (USA), Iceland Drilling Co. (Islandia)		Ormat (Israel, USA)		
Reykjavik Energy (Islandia), PT Pertamina (Indonesia)						

Fuente: (ESMAP, 2012)

Como vemos en la figura anterior el desarrollo totalmente privado que encabeza una empresa petrolera internacional, ejemplo de Chevron en philipinas cuenta con los recursos para financiar el proyecto usando las utilidades provenientes de los hidrocarburos y para asumir todo



el riesgo desde la exploración hasta la generación de energía, modelo también aplicados en Australia e Italia.

Por último, un modelo intermedio se encuentra Islandia, indonesia y México más de una empresa estatal o más de un nivel del gobierno están involucrados en el suministro de fondos para el desarrollo geotérmico, en tanto que el papel del sector privado es limitado.

## 8.2 Análisis Factores de éxito en Islandia

### Ubicación geográfica de Islandia:

Islandia tierra de tierra del fuego y el hielo, como lo define (UN, s.f.) la combinación de geología y ubicación en Europa del norte le confiere al país un amplio acceso a las energías renovables, la isla se encuentra en la dorsal meso atlántica, entre las placas tectónicas de Eurasia y América del Norte, zona volcánica muy activa que impulsa sus sistemas geotérmicos. Esta ubicación le resulta para Islandia ser uno de los lugares, tectónicamente, más activos del mundo, contando con más de 200 volcanes y más de 600 manantiales de agua caliente, además de unos 20 campos de alta temperatura de vapor de al menos 150 °C, lo que le permiten aprovechar la energía geotérmica. Explica Halla Hrund en su artículo (Logadóttir, La historia de la energía sostenible en Islandia) que la Isla es de las más ricas en fuentes itálicas y áreas geotérmicas en todo el mundo, las principales áreas de altas temperaturas son Torfajökull al este del volcán Hekla y Grímsvötn en el glaciar Vatnajökull, actualmente hay más de 250 zonas geotermales , aproximadamente, 800 fuentes termales. Algunas son manantiales con importantes chorros o géiseres; el más famoso

de ellos es el Gran Geysir en Haukadalur en Islandia meridional, dentro de la más turísticas podemos destacar la laguna cerca de Reikiavik llamada Bláa lónið ("Laguna azul").

### **Impacto con el ambiente, sostenibilidad.**

Según (Rodríguez, 2016), la geotermia es una forma de energía renovable comercialmente comprobada, esta puede suministrar electricidad y calor relativamente barato, dejando una baja huella de carbono, lo que reduce la dependencia de un país en los combustibles fósiles y sus emisiones de CO<sub>2</sub>. Islandia es un claro ejemplo, para otras naciones, en materia de aprovechamiento de los recursos renovables y específicamente de la geotermia, sus beneficios directos son numerosos, entre ellos, se cuentan la independencia de las fuentes de energía fósiles, la eliminación del riesgo de transmisión de toxinas, el calor en ausencia de torres de enfriamiento, la obtención de calefacción, refrigeración, agua potable con un mismo sistema y la poca afectación del paisaje, al no tener elementos externos visibles en cuanto a infraestructura, además de contar con un recurso disponible todo el tiempo, independientemente de las condiciones meteorológicas.

Se ha comprobado que en la geotermia las emisiones de gases invernadero son casi nulas o al menos muy inferiores al uso de otras fuentes energéticas, en especial los combustibles fósiles, lo que la convierte en una energía limpia, con argumentos como estos el Programa de Asistencia para la Gestión del Sector Energético, (ESMAP, 2012) del Banco Mundial ha estado proporcionando fondos para capacitación y asistencia técnica para apoyar a los países a desarrollar planes para diversificar su suministro de energía y cambiar a opciones de tecnología de baja huella de carbón o cero huella de carbón, incluida la geotermia.

## **Experiencia adquirida, contribución de Islandia para el mundo**

Según el artículo de UN (Logadóttir, La historia de la energía sostenible en Islandia), Islandia es un país comprometido con la continuidad de la difusión de sus conocimientos y experiencia y dispuesto a asumir con orgullo dicha función; al mismo tiempo, el país seguirá aprendiendo y contribuyendo con entusiasmo a garantizar nuestro futuro sostenible común, en los últimos decenios, Islandia ha estado prestando asistencia técnica en materia de energía geotérmica y proporcionando formación sobre energía renovable.

Desde 1979, más de 1.000 expertos de todo el mundo han realizado cursos sobre energía geotérmica en Islandia, a través de programas de capacitación geotérmica de las Naciones Unidas e instituciones de enseñanza superior, como la Escuela Islandesa de Energía de la Universidad de Reykjavik., con lo que la industria energética de Islandia ha participado en proyectos geotérmicos en más de 50 países y mantiene una labor muy activa en todo el mundo. Un ejemplo de dicha colaboración es la construcción del sistema geotérmico de calefacción centralizada de ciudades más grande del mundo, situado en China, que abastece a más de 1 millón de usuarios.

## **Confianza en el gobierno, No Corrupción- Ética**

Islandia tiene el honor de ser la primera economía de energía limpia del mundo como lo define (Logadóttir, La historia de la energía geotérmica en Islandia, 2015) Sus gobernantes son firmes defensores del desarrollo sostenible. De alguna manera ellos intentan convencer al mundo que el cambio a una energía alternativa no es tan costoso como se piensa.

Islandia es uno de los países más seguro, más limpio y verde del planeta, la educación ambiental de la ciudadanía es ejemplar y cada uno de los habitantes es en sí mismo un guardián del patrimonio ambiental, y los sistemas de monitoreo permanente de sus riquezas naturales es único y permite conocer en tiempo real cualquier tipo de deterioro, con lo que se resalta que en Islandia hay una cultura, no solo ambiental, sino también general y una educación de primer nivel, que los índices de corrupción son irrisorios, que los habitantes de la isla se sienten orgullosos de lo que son y que la protección ambiental es prioridad de todos.

El papel de liderazgo en Islandia lo han compartido la empresa eléctrica estatal y las empresas privadas de perforación, mientras que el liderazgo en investigación y exploración ha pertenecido a la institución propiedad del gobierno llamada Iceland GeoSurvey (Islenskar Orkurannsoknir) o ÍSOR. Ahora los islandeses disfrutan de sus servicios de electricidad y calefacción mucho más baratos con lo que resaltamos que Islandia no solo es un ejemplo en cuanto al desarrollo sostenible, sino que también ofrece un modelo de educación de los más avanzados de Europa y del mundo. Y todo ello gracias al progreso en esta materia.

### **Islandia, Cultura como país.**

Como explica el doctor Brad Donovan (Rodriguez, 2016), cónsul honorario de Islandia en México, la necesidad fue lo que los motivó a desarrollar un sistema de aprovechamiento geotérmico. “Tuvimos que ser muy creativos con la tecnología para lograrlo y esto nos ayudó a tener un nivel de vida muy bueno. El uso de energías renovables ha contribuido al desarrollo económico comunitario”.

Islandia dio sus primeros pasos en este sector energético al usar el calor natural emanado por la tierra para el cultivo de plantas en invernaderos y el calentamiento de piscinas en pequeña escala.

Los ejemplos de aplicación de energía geotérmica sobran, podemos destacar: aguas termales pueden usarse con fines de calefacción en edificios (una de las grandes aplicaciones en la nación europea, donde nueve de cada 10 viviendas la utilizan). Entre otros usos se encuentran al descongelar vialidades, en granjas de pesca o en procesos industriales, como en la pasteurización de la leche y la manufactura de productos para cuidado personal. A su vez, las comunidades agrícolas islandesas han logrado aprovechar los sistemas geotérmicos para beneficiarse del agua que se calienta de forma natural para el cultivo de hortalizas y hongos en invernaderos, mientras se realizan investigaciones en el campo tecnológico para desarrollar sistemas locales a escala.

Además, más de un centenar de albercas públicas mantiene una temperatura confortable gracias a la energía geotérmica, con lo que se concluye que la cultura de país y la capacidad de ser creativos ha llevado al pueblo islandés a desarrollar un alto nivel de vida, llevándolos a ganar el premio de capital verde europea.

### **8.3 Análisis de los factores de éxito en los proyectos**

#### **Liderazgo**

Una de sus cualidades más importantes, de acuerdo con lo descrito por Oscar Úbeda en su artículo 9 cualidades de liderazgo (PMP, PMI Madrid España, s.f.), debe ser la de ser visionario, un líder que habilita a las personas a aplicar por su propia cuenta, a sentirse identificados y proyectarse con esa visión en el futuro. Según la publicación de PMCD (Cartwright, 2007) un

líder idóneo tiene la capacidad de emplear su preparación en proyectos y sus actitudes personales para incrementar las posibilidades de cumplir los requerimientos.

### **Compromiso**

A nivel empresarial lo define (Lehman, 2009) como parte de la ejecución de proyectos, este valor impacta directamente en resultados exitosos ya que reflejan la contribución personal de cada miembro del proyecto a su ejecución. Las personas son el activo estratégico mas importante, es labor de una gerencia de proyectos obtener el mejor provecho del potencial de cada participante de un objetivo. Identificarse con las metas de una tarea hace que se realicen a gusto y que el compromiso sea una habilidad que fluye sin obligación.

### **Eficiencia**

María Moliner (Moliner M. , 2017), parece sugerir que la eficiencia califica la manera en que los objetivos sean realizados; señalando que la eficiencia “se aplica a lo que realiza cumplidamente la función a que está destinado”. A nivel de implementación, los 3 elementos de triple restricción: tiempo, presupuesto y alcance se identifican como elementos de validación de la eficiencia en la ejecución exitosa de los proyectos; como lo detalla Galvan y Garcia en su investigación. (Esthela Galvan, 2018).

### **Experticia**

La experiencia es el camino de la vida humana con todo lo que ella conlleva: ilusiones, frustraciones, decepciones, dolor. Esta trascendencia del ser humano aparece en lo que **Gadamer** (Gadamer, 1993) denomina buen juicio que implica un momento de autoconocimiento que va forjando al propio ser humano. El conocimiento aplicado es una



fortaleza utilizada por el ser humano para implementar mejores prácticas y aplicar lecciones aprendidas en sus procesos aprendidos, lo que lo lleva a lograr resultados exitosos.

### **Empoderamiento**

Empoderar como lo define (Buol, s.f.) es la habilidad de un líder que promueve la participación de su grupo de trabajo, haciendo que estos hagan contribuciones importantes, sean creativos e innovadores, asuman riesgos, y quieran sentirse responsables de sus actos y decisiones. Implica conocer de forma reflexiva la problemática y sentirse responsable de crear opciones para solucionar o mejorar las condiciones en la vida, en las empresas o en los países.

## **8.4 Relación de los factores de éxito de los proyectos, reflejados en Islandia y en el mundo**

El objetivo primordial de esta investigación es identificar las relaciones entre los factores de éxito de los 3 escenarios que se describieron en el análisis de las variables: transformación energética en el **mundo**, en **Islandia** y la **Gestión de Proyectos**.

La tabla a continuación visualiza la afinidad de estos elementos y aunque podría plantearse coincidencias entre todos los factores, se establecieron los que generan mayor impacto y nos lleva a determinar las siguientes conclusiones:



Tabla 5 Análisis de variables respecto: El mundo, Islandia y Gerencia de proyectos

ANÁLISIS DE VARIABLES RESPECTO: EL MUNDO, ISLANDIA Y LA GERENCIA DE PROYECTOS					
	ISLANDIA				
MUNDO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	IMPACTO EN EL AMBIENTE	EXPERIENCIA REQUERIDA	CONFIANZA EN EL GOBIERNO	CULTURA NACIONAL
DISPONIBILIDAD DE DATOS DE RECURSOS GEOTÉRMICOS	LIDERAZGO				
INSTITUCIONES EFICACES Y DEDICADAS		EMPODERAMIENTO			COMPROMISO
POLÍTICAS Y NORMATIVAS DE APOYO		COMPROMISO		LIDERAZGO	
ACCESO A FINANCIACIÓN IDÓNEA			EFICIENCIA		

Fuente (Propia)

El **liderazgo** es un factor de éxito primordial en este proyecto de transformación energética, que fue aplicado al tomar acciones por los guías y dirigentes involucrados, aprovechando sus ventajas de ubicación geográfica y conocimiento de los recursos geotérmicos para desarrollar mejoras tanto en sus viviendas, comunidades e industrias. Así como orientar las políticas de estado para reforzar este objetivo y definir como primordial para el gobierno como representante y director principal todo lo relacionado a la evolución de la geotermia en Islandia.

Al analizar en Islandia como logra ser exitoso en su desarrollo de energía geotérmica planteamos que la convergencia entre factores de éxito de cada una de las aristas analizadas desde punto de vista del mundo, país y gestión de proyectos convergen en que Islandia sea el mayor productor

de energía renovable per cápita del mundo, con unos 500kw por persona del año. Esto se da de acuerdo con que el liderazgo contundente del gobierno aprovecha su posición geográfica privilegiada en la zona volcánica muy activa del mundo, como lo son las placas tectónicas de Eurasia y América del Norte. Luego las habilidades de Liderazgo y compromiso del gobierno en crear y plantear políticas de gobierno que impulsan a que por generaciones exista y prevalezca el desarrollo de proyectos geotérmicos, viendo así la importancia desde los primeros años en poder tener la disponibilidad de información y estadística de los comportamientos de cambios geotérmicos a través de los años siendo confiable, certera y han hecho que a la final el nivel de riesgo o incertidumbre por parte de los inversores baje y crezca el nivel de entidades interesadas en invertir con el objetivo de aumentar sus rendimientos, a bajo nivel de riesgo al fracaso.

El **compromiso** se ve reflejado tanto en sus gobernantes, como en todos los habitantes y su comportamiento como cultura local, donde su filosofía de sostenimiento los lleva a exigir y hacer propio todas las doctrinas relacionadas con el aprovechamiento de la geotermia, siendo parte de su diario vivir, sus ideas de desarrollo empresarial y su proyección ante el mundo. Todos están comprometidos y es que la cultura islandesa ha ganado el respecto porque ha tenido un buen ejemplo de sus líderes, esto se ve en una economía de mercado, con impuestos bajos comparados con otros miembros de la OCDE, logrando un estado de bienestar que provee asistencia sanitaria universal y educación superior gratuita a sus ciudadanos. Es uno de los países más acaudalados, y en 2009 fue clasificado por la Organización de las Naciones Unidas como el noveno país más desarrollado del mundo, Islandia posee una sociedad desarrollada y

tecnológicamente avanzada, hay un fuerte sentido de comunidad y altos niveles de compromiso cívico: el 98% de las personas creen conocer a alguien en quien pueden confiar cuando lo necesiten, la tasa más alta de la OCDE, donde el promedio es de 89%. La participación electoral, una medida de la participación ciudadana en el proceso político, fue del 79% durante elecciones recientes, cifra mayor que el promedio de la OCDE del 68%.

En general, los islandeses están más satisfechos con su vida y que en un estado donde se piensa en todos con garantías para una buena vida, el compromiso por salir adelante es de todas las partes. Al pedirles que calificaran su satisfacción general ante la vida en una escala de 0 a 10, los islandeses le otorgaron una calificación promedio de 7.5, cifra mucho mayor que el promedio de la OCDE de 6.5.

La **eficiencia** se ve relacionada en dar el mejor uso de los recursos utilizando los conocimientos especializados y generar garantías que le permiten al sector financiero nacional y mundial apalancar los proyectos de Islandia, ya que reflejan resultados de rentabilidad y sostenibilidad. Es así como Islandia con aportes directos del Gobierno logra llevar un acceso a la financiación eficientemente recursos en las diferentes etapas del proyecto, como por ejemplo la empresa estatal Reykjavik Energy quien con su recorrido y experiencia desde principios de 1900 comenzó como un negocio de agua y luego la compañía luego promovió la calefacción de distrito geotérmica a principios de 1930 y ahora es probablemente uno, si no el mayor proveedor de calefacción de distrito geotérmico. Con esa historia y antecedentes, se ha ganado una experiencia increíble con el trabajo constante que continúa para comprender los recursos y la

tecnología lograron realizar el 90% de las etapas del proyecto más grande de geotermia en Islandia, enfocadas a exploración, las pruebas de perforación, los desarrollos de campo, las fases de ingeniería, construcción y el cierre.

La **experticia** llevó a Islandia a lograr resultados exitosos, la historia muestra como desde la percepción inicial de sus habitantes para aprovechar el calor de la tierra y la recolección de información de datos geotérmicos que los llevó a realizar pruebas en varios frentes para su utilización conveniente, si bien es cierto Islandia ha implementado varios proyectos de utilización de la geotermia en el país, hoy en día ellos mismos declaran estar aprendiendo y es que con nuevos proyectos, plantas y utilización de la geotermia cada vez son nuevas experiencias que se adquieren en el aprovechamiento de este tipo de energía.

Islandia esta activa en el proceso de búsqueda de nuevos proyectos en Europa, incluida la participación en licitaciones para proyectos de perforación en el Reino Unido, Alemania y los Países Bajos, las empresas islandesas participantes en estos procesos licitatorios por su experiencia logran importantes posiciones en los procesos de asignación de proyectos.

Para todo gerente de proyecto es importante conocer y en lo posible tener experiencia respecto al proyecto que lidera, los gerentes de proyecto exitosos de alguna manera logran desarrollar ciertas habilidades a través de la experiencia; conocimiento del negocio, la capacidad de demostrar el valor o la contribución del proyecto a la empresa, y el desarrollo de algunas competencias personales.

El **empoderamiento** es el factor de éxito que hace permanecer a Islandia como ejemplo para el mundo, al relacionar la fortaleza a nivel mundial que tiene la presencia de instituciones eficaces y dedicadas y específicamente en Islandia que estas entidades tengan como objetivo primordial mejorar el impacto en el medio ambiente y el deber vinculante de cada ser humano con el planeta, demuestra que el compromiso de estas instituciones en el país no sólo a investigar, sino a compartir enseñanzas hacia el mundo y la firme proposición de establecerse como modelo de desarrollo sostenible, hace que Islandia establezca un precedente para el resto del mundo. Empoderar como factor de éxito en Islandia dio facultad a toda la población desde sus instituciones y su comunidad, a desarrollar procesos enfocados en el aprovechamiento de los recursos energéticos y específicamente la geotermia como energía renovable.

## 9 CONCLUSIONES

De acuerdo con el estudio realizado, se puede afirmar que la energía geotérmica, ha ayudado a Islandia a crecer económicamente, dada su abundancia y bajo coste ha estimulado la actividad manufacturera, fomentar la creación de empresas tecnológicas y desempeñar un papel fundamental en el desarrollo del país.

La energía geotérmica es una fuente de energía renovable, aprovecha el calor que existe en el subsuelo de nuestro planeta. Sus principales aplicaciones se dan en nuestra vida cotidiana: en los procesos de climatización, obtención de agua caliente y producir energía eléctrica. Los recursos geotérmicos de alta temperatura (más de 100-150° C) se utilizan para generar energía eléctrica, mientras que aquellos con temperaturas menores son óptimos para los sectores industrial, servicios y residencial.

Los países que deseen desarrollar aplicaciones de la energía geotérmica para la alimentación y la agricultura pueden beneficiarse de plataformas internacionales como la Alianza Geotérmica Mundial, que comparte experiencias y conocimientos sobre soluciones técnicas, normativas, reguladoras y financieras y explora oportunidades de cooperación.

Con el análisis del caso de estudio, se evidencia que el principal inconveniente que se opone a la utilización a gran escala de estas energías renovables es de tipo económico, el costo de las perforaciones crece de manera exponencial a medida que aumenta la profundidad.

Las energías renovables cobran cada vez más, mayor relevancia en nuestro planeta porque: no contaminan, son recursos inagotables y proporcionan sistemas de desarrollo no centralizados, la geotermia es una energía renovable permite producir energía eléctrica a bajo costo, generar empleos y contribuye con las disminuciones de contaminación por la quema de combustibles fósiles, protegiendo los recursos naturales.

El análisis de la energía geotérmica a nivel mundial lleva a concluir que es importante para todos los países, enfocar sus esfuerzos hacia el futuro en desarrollar procesos sostenibles que generen nuevas fuentes de energías renovables y cambios en la conciencia desde los gobiernos hasta cada uno de sus habitantes. Es importante que la coherencia entre la creación de grandes plantas de energía geotérmica en países con capacidad fuerte de financiamiento esté acompañada de un trabajo de entendimiento hacia el impacto al medio ambiente en la comunidad a su alrededor.

Por otro lado, se concluye que factores clave de éxito al analizar el mercado mundial para el desarrollo geotérmico son: La disponibilidad de datos de recursos geotérmicos provenientes de fuentes confiables, por otro lado las instituciones efectivas y dedicadas con roles específicos para



el apoyo basándose en principios a través de un marco legal claro con responsabilidades institucionales bien definidas, y procedimientos transparentes y no discriminatorios, que incluyan medidas adecuadas para controlar las prácticas especulativas entre las partes de inversión y el gobierno, las regulaciones y políticas de apoyo que sean suficientemente robustas para dar continuidad a los planes de desarrollo país y garantía a los inversionistas, y por último el acceso a la financiación adecuada.

Así como se analizaron los factores clave de éxito indirectamente se lograron evidenciar los principales retos o barreras que conllevan este tipo de mega obras como lo son las barreras a la inversión, donde los donantes, las instituciones de financiación internacional y las entidades financieras para asuntos climáticos asumen un papel muy importante para el apoyo o gobiernos que estén con planes de gobierno enfocados al desarrollo de energía renovables sostenibles que requieran ser apoyadas con inyección de capital.

La aplicación de la metodología de investigación permitió resolver la formulación del problema de este informe, donde podemos concluir que Islandia logró realizar su transformación energética de forma exitosa desde el enfoque de la Gerencia de Proyectos, al integrar capacidades de líderes comprometidos, instituciones eficaces con objetivos claros hacia el desarrollo sostenible, aprendiendo y compartiendo su experiencia hacia el mundo y una comunidad empoderada y enfocada en utilizar los recursos energéticos para su permanencia en el planeta a largo plazo.

## Referencias

1. ARIAS, M., ARRATIA, A., & XURIGUERA, R. (2012). *Forecasting with Twitter Data*. Barcelona, Cataluña, España.
2. Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación, Tercera Edición*.
3. Buol, P. (s.f.). *Gestión por competencias, Diccionario de competencias*.
4. Cartwright, C. &. (2007). *Project Management competency development framework*.
5. Chamorro, C. (2008). *Energía eléctrica a partir de recursos geotérmicos. Estado actual y perspectivas a nivel mundial*. Obtenido de Dyna.
6. Cunto, V. (2017). *Islandia Meca de la Geotermia*.
7. Departamento de Energía . (2019). *Geovisión del Departamento de Energía 2019*, .
8. Energía, A. (s.f.). <http://www.ainenergia.com>. Obtenido de Energía, AIN.
9. Energía, A. I. (2018). *Renewables*.
10. Ernesto Cohen, R. F. (2005). *Gestión y Política Pública*.
11. ESMAP. (2012). *Manual de Geotermia Cómo planificar y financiar la generación de electricidad*.
12. Esthela Galvan, J. E. (2018). *La eficiencia y su relación con el éxito de un proyecto*. Filipinas), S. T. (2018). *AFP France*. Obtenido de Filipinas apuesta fuerte por la geotermia para recuperar el tiempo perdido.
13. FODA-DAFO. (s.f.). <https://foda-dafo.com/>.
14. Gadamer, H. G. (1993). *Experiencia e Historicidad en la Hermeneutica*. Vol 2.
15. Gawell, K. (s.f.). *Asociación de energía geotérmica*.
16. Geológico, I. (s.f.). <http://www.igme.es/>. Obtenido de <http://www.igme.es/>: [http://www.igme.es/Geotermia/Ficheros%20PDF/Manual\\_Geotermia\\_2,5.pdf](http://www.igme.es/Geotermia/Ficheros%20PDF/Manual_Geotermia_2,5.pdf)
17. Geotermia, M. d. (s.f.). *Manual de Geotermia*. Obtenido de M-Geotermia: [http://www.igme.es/Geotermia/Ficheros%20PDF/Manual\\_Geotermia\\_2,5.pdf](http://www.igme.es/Geotermia/Ficheros%20PDF/Manual_Geotermia_2,5.pdf)
18. Goodfellow, Bengio, & Courville. (2016). *Deep Learning*. The MIT Press.
19. GOOGLE - Buscadores. (s.f.). [https://docs.google.com/viewer?url=http://www.google.es/webmasters/docs/guia\\_optimizacion\\_motores\\_busqueda.pdf&pli=1](https://docs.google.com/viewer?url=http://www.google.es/webmasters/docs/guia_optimizacion_motores_busqueda.pdf&pli=1).
20. Hall, C. (1992). *Neural Net Technology: Ready for Prime-Time?* IEEE Expert.
21. Hubspot - Objetivos - SMART. (s.f.). <https://blog.hubspot.es/marketing/5-ejemplos-de-metas-inteligentes-para-tu-empresa>.
22. Iceland, E. i. (s.f.). <http://wayback.vefsafn.is>. Obtenido de [http://wayback.vefsafn.is/wayback/20091118135958/http://www.res.is/is/page/energy\\_in\\_iceland](http://wayback.vefsafn.is/wayback/20091118135958/http://www.res.is/is/page/energy_in_iceland)
23. Iceland, S. (2020). <https://statice.is/>. Obtenido de <https://statice.is/publications/news-archive/external-trade/monthly-balance-of-trade-in-goods-and-services-for-may-2020/>
24. IGME. (s.f.). <https://ingeoexpert.com/>. Obtenido de <https://ingeoexpert.com/>: <https://ingeoexpert.com/2018/06/08/que-es-la-geotermia/?v=42983b05e2f2>

25. IGME2. (s.f.). *http://www.igme.es*. Obtenido de <http://www.igme.es:https://ingeoexpert.com/2018/06/08/que-es-la-geotermia/?v=42983b05e2f2>
26. Instituto Geológico y Minero de España. (s.f.). *La geotermia en el mundo*.
27. Instituto Tecnológico de Masachuset. (s.f.). *Informe de Yaiza Martinez*.
28. Jorquera, C. (2017). Mapa actualizado de la generación de electricidad geotérmica en U.S. *Revista investigaciones geotermia. Piensa en geotermia*.
29. Kilsen, J. (2010). World Geothermal Congress.
30. Landsvirkjun. (s.f.). Obtenido de <https://www.landsvirkjun.com/>:  
<https://www.landsvirkjun.com/>
31. Lehman, S. (2009). *A que estoy comprometido*. Obtenido de <https://liderazgocreativo.com>.
32. Logadóttir, H. H. (2015). *La historia de la energía geotermica en Islandia*.
33. Logadóttir, H. H. (s.f.). *La historia de la energía sostenible en Islandia*.
34. Loksha, M. G. (2012). *Manual de Geotermia*.
35. Lynn McLarty Meridian Corporation Alexandria. (1992). *The U.S Geothermal Indsutry: Three decades of growth*. Washington D.C. : vol 14.
36. Marketing, IEBS. (Julio de 2019). <https://www.iebschool.com/blog/plan-de-marketing-digital/>.
37. Marsland, S. (2009). En *Machine Learning: An Algorithmic Perspective*. CRCPRES.
38. Marsland, S. (2009). *Machine Learning: An Algorithmic Perspective*. CRC Press.
39. Moliner, M. (2017). Diccionario de uso del español.
40. Moliner, P. G. (s.f.). <http://mogarpe.blogspot.com>. Obtenido de <http://mogarpe.blogspot.com/2011/09/energias-renovables-en-islandia.html>
41. ORKUSTONFNUN. (s.f.). <https://nea.is>. Obtenido de National Energy Authority: <https://nea.is/the-national-energy-authority/publications/>
42. Petroquimex, R. P. (2017). Geotermia en Mexico, un potencial de Energia Inagotbale. *REvista de la industria energética*.
43. Petroquimex, Y. C. (2018). *Estado de la energía geotermica en Mexico*.
44. PMBOK. (2017). *PMBOK 2017*.
45. PMP, O. U. (s.f.). *PMI Madrid España*. Obtenido de Las 9 cualidades de Liderazgo del Jefe de Proyecto.
46. PMP, O. U. (s.f.). *PMI Madrid España*. Obtenido de Las 9 cualidades de liderazgo del Jefe de Proyecto.
47. PRINCE2, M. (2019). *METODOPRINCE2*.
48. RAE española, A. d. (s.f.). *Real academia española*.
49. Revista Internacional de sociologia. (2017). Experimenting with earth, Geothermics, non-knowledge and energy transition and experiments in the wild. *Revista Internacional de sociologia*, Volume 75, Issue 4 Article number 079.
50. Reykjavik, O. (s.f.). *Björnsson, Sveinbjörn*. Obtenido de [https://nea.is/media/utgafa/GD\\_loka.pdf](https://nea.is/media/utgafa/GD_loka.pdf)
51. Roca, J. A. (27 de 06 de 2016). Las 10 mayores plantas geotérmicas del mundo. *Periódico de la energía, secciones renovables*.

52. Rodríguez, I. (2016). La geotermia en Islandia un modelo a seguir. *Energy Management Magazine*.
53. Singer, D. (2018). *La ciudad de los EEUU que utiliza la energía geotérmica para producir alimentos*. Obtenido de BBC NEWS MUNDO.
54. Subir K. Sanyal, A. R.-T. (2016). Estudio comparativo global de estrategias para la mitigación del riesgo en los recursos geotérmicos. *Serie de Conocimiento 024/16*, 6-54.
55. TECPA. (2020). *La energía geotérmica*.
56. Torres, C. A. (2010). *Metodología de la Investigación, Tercera Edición*. Bogota: Pearson Educación.
57. TRADE, W. E. (s.f.). <https://www.worldenergytrade.com>. Obtenido de WORLD ENERGY TRADE: <https://www.worldenergytrade.com/energias-alternativas/agua-y-vapor/islandia-aprovecha-al-maximo-la-energia-geotermica>
58. twenergy. (s.f.). <https://twenergy.com/>. Obtenido de <https://twenergy.com/energia/energia-geotermica/que-es-la-energia-geotermica-que-aplicaciones-tiene-108/>
59. UN, N. U. (s.f.). <https://www.un.org>. Obtenido de <https://www.un.org/es/chronicle/article/la-historia-de-la-energia-sostenible-en-islandia-un-modelo-para-el-mundo>
60. US Energy Information Administration. (2015). *US Energy Information Administration*.
61. Vefsafn.IS. (s.f.). *Vefsafn*. Obtenido de is: <http://wayback.vefsafn.is/wayback/20041027162820/eng.idnadarraduneyti.is/minister/speeches/nr/1226>