



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**Sector Energético en Kazajistán:  
Situación y Oportunidades**

Autor: D. Marcos Sáenz Niño  
Tutor: D. Alfonso Horrillo Güemes

Valladolid, Abril, 2018





## Resumen

Kazajistán es un país desconocido en la mayoría de aspectos, que cuenta con unos recursos energéticos que lo sitúan como un gran productor.

En los últimos años ha estado desarrollando e implementando un plan para modernizar el país en todos los sentidos, siendo el cambio de modelo energético uno de los puntos más interesantes. Para ello necesita de tecnología e inversión extranjera.

El objetivo de este trabajo es ofrecer información que permita a los inversores conocer Kazajistán de una manera detallada y analizar algunos posibles proyectos de implantación de tecnologías energéticas.

## Abstract

Kazakhstan is an unknown country in most aspects, which because of its energetic resources stands out as a great producer.

In the most recent years has been developing and implementing a plan to refresh the country in all ways, being the update of the energetic model one of the most interesting points. For this, they need both foreign technology and investment.

The aim of this thesis is to provide with information to investors so they can know Kazakhstan in a detailed way and to analyze some possible energy technologies implementing projects.





Dedicado a todos a quienes he conocido  
en este camino, tanto en España  
como en Asia Central.

Посвящается всем, кого я повстречал  
в пути, - как в Испании,  
так и в Центральной Азии.

Испанияда, сондай ақ Орта Азияда  
менің жолымда кездескен  
барлық адамдарға арналады.





## Índice

Índice .....	7
Capítulo 1: Introducción .....	1
1.1 Objeto .....	3
1.2 Alcance.....	3
1.3 Metodología.....	3
1.4 Organización del documento .....	4
Capítulo 2: Sector y Políticas Energéticas.....	7
2.1 Introducción .....	9
2.2 Organización del sector.....	9
2.3 Consumo de energía .....	10
2.4 Sector eléctrico .....	12
2.5 Eficiencia Energética .....	22
2.6 Compromiso institucional, el Plan Verde.....	26
Capítulo 3: Energías Fósiles y Nuclear .....	31
3.1 Introducción .....	33
3.2 Petróleo .....	33
3.3 Gas natural .....	40
3.4 Carbón .....	46
3.5 Energía Nuclear.....	51
Capítulo 4: Energías Renovables .....	59
4.1 Introducción .....	61
4.2 Energía Solar .....	61
4.3 Energía Eólica.....	70
4.4 Energía Hidroeléctrica.....	80
4.5 Biomasa .....	87
Capítulo 5: Análisis económico de proyectos.....	95
5.1 Introducción .....	97
5.2 Eólica terrestre .....	97



5.3	Eólica marina.....	102
5.4	Solar fotovoltaica .....	107
5.5	Rehabilitación de viviendas .....	111
5.6	Planta de biogás.....	115
Capítulo 6: Conclusiones .....		121
6.1	Situación social y política .....	123
6.2	Sector energético.....	124
6.3	Potencial energético .....	124
6.4	Viabilidad de proyectos.....	126
6.5	Conclusión final.....	127
Capítulo 7: Bibliografía .....		129
Capítulo 8: Anexos.....		137
8.1	Anexo 1: Introducción a Kazajistán.....	139
8.2	Anexo 2: Cálculos económicos .....	149









## Capítulo 1: Introducción





## 1.1 Objeto

El objetivo de este trabajo es ser una guía que sirva para conocer Kazajistán, el sector de la energía y las oportunidades relacionadas. Debe acercar el país a las empresas extranjeras que busquen oportunidades fuera de los países en los que ahora operan.

Tiene que ser especialmente detallado en lo referente al sector de las energías renovables, mostrando el plan gubernamental hasta el año 2050.

Se busca también plasmar todo el potencial visto en el país y servir de memoria de la experiencia durante varios meses en Kazajistán.

La recopilación de bibliografía es un objetivo que surgió a mediado que se avanzó en la redacción del TFM. Las más de setenta fuentes bibliográficas consultadas y referenciadas proporcionan no sólo un respaldo y validez de los datos, sino también una base para seguir profundizando en el conocimiento de Kazajistán.

## 1.2 Alcance

El alcance de este TFM es realizar una evaluación del sector de la energía en Kazajistán, evaluar las posibles oportunidades de negocio para empresas extranjeras.

El informe debe tener una información y estructura tal que sea posible cumplir el objetivo del Trabajo de Fin de Máster.

## 1.3 Metodología

La metodología de este trabajo fin de máster busca darle una conexión con la realidad de Kazajistán y su sector energético y evitar ser una simple recopilación de datos. Para ello se ha mantenido el contacto con el país, a través de visitas y de contactos.

Durante la elaboración del informe se ha ido realizando una recopilación exhaustiva de bibliografía. Dentro de ella se encuentran informes de diversas agencias y asociaciones, legislación del país, noticias, bases de datos climáticas, económicas y sociales, revistas y publicaciones, estudios económicos y proyectos de ingeniería, entre otros.

A partir de la base bibliográfica, se realizó la explicación de la situación del país y un análisis de las distintas fuentes de energía. Para en caso de las energías tradicionales no hubo mucha



dificultad ya que tienen un grado de desarrollo elevado, pero en el caso de las renovables hubo que realizar un trabajo de campo mayor y buscar información a través de contactos.

Partiendo de toda esta información se ha hecho un estudio de oportunidades detectadas por las características que hacen destacar al país. Ciertas oportunidades identificadas inicialmente se han visto luego respaldadas por el estudio, mientras que de otras se aprecia la no viabilidad económica.

La experiencia personal en el país es una fuente de información importante. Se ha estado en el país en dos ocasiones entre 2016 y 2017.

La primera viviendo y trabajando durante dos meses en 2016. En esa ocasión aún no estaba definido el tema del TFM siquiera, pero se aprovechó para ir recopilando ideas y contactos.

Con motivo de la Expo sobre energías renovables, que aconteció en el verano de 2017, se visitó Astaná por segunda vez y asistió varios días al recinto ferial. De esta manera fue posible ampliar la red de contactos y obtener informes e información de calidad.

Una gran parte de la información recopilada proviene y ha sido contrastada por los contactos en Kazajistán. La red de contactos es diversa en todos los sentidos, por su nacionalidad hay tanto kazajos como extranjeros. En lo referente a su profesión, entre ellos se encuentran analistas políticos, consultores de negocio, empresarios de la construcción, abogados y profesionales de todo tipo de sectores.

#### 1.4 Organización del documento

Este TFM está organizado de manera que sea posible entender todos los capítulos, de manera que la información previa necesaria se haya visto ya en capítulos anteriores.

Todo comienza con una presentación de los objetivos del trabajo, donde también se explica la metodología seguida.

A continuación, se pasa al sector energético, detallando su tamaño, infraestructura y organización. El siguiente paso es explicar el Plan Verde que tiene el gobierno para cambiar el país y modernizarlo, con todo lo que eso significa para el sector energético. En ese mismo capítulo se habla también de la eficiencia energética.

Seguidamente se empiezan a ver diversos tipos de energías, empezando por las cuatro no renovables, agrupando petróleo, gas, carbón y nuclear en un mismo capítulo.



Por otro lado, se agrupan las cuatro grandes energías renovables: solar, eólica, hidroeléctrica y la biomasa.

Se ha realizado también un análisis económico de diversas propuestas de proyectos. Se evalúan diversos indicadores y se da una opinión sobre la viabilidad de los proyectos.

El siguiente apartado es el de conclusiones, donde se hace una breve revisión de todo el trabajo y se explican las conclusiones a las que se ha llegado.

Por último, se lista la bibliografía consultada y citada en este informe. Se incluyen también dos anexos, el primero es una introducción al país y el segundo todos los datos del apartado de análisis económico.







## Capítulo 2: Sector y Políticas Energéticas





## 2.1 Introducción

Kazajistán es un país con abundancia de recursos naturales, especialmente mineros y energéticos. Su sector energético está muy influenciado por estas características. La producción de energía primaria es aproximadamente el doble que el consumo de la misma y se destina a la exportación. La producción ha crecido a ritmos muy elevados de manera continua desde el comienzo de siglo.

La eficiencia energética es un aspecto descuidado, el clima muy frío y hay una cultura de derroche de energía. Todo influye en que el país tenga unos consumos energéticos muy elevados, teniendo una intensidad energética notablemente más elevada que países de características similares.

El sector eléctrico se prepara para cambiar, la entrada de las energías renovables dentro de la generación eléctrica y la ampliación y remodelación de las infraestructuras de generación y transporte serán puntos importantes en los años venideros.

## 2.2 Organización del sector

La regulación, vigilancia y control del sector se realiza a través de tres agentes principales. Por un lado, están la administración presidencial de Kazajistán y el Gobierno de la República de Kazajistán. Dentro del gobierno están involucrados diversos comités a través de cinco ministerios (Tabla 2.1). Por el otro lado está el comité auditor encargado de revisar el funcionamiento del sector.



Ministerio	Comités
Ministerio de la Energía	Comité de Control Ecológico e Inspección Estatal para el sector del Petróleo y Gas
Ministerio de Finanzas	Comité de Control de la Energía Nuclear Departamentos de Ecología y Energías Renovables
Ministerio de Economía	Comité de Activos Estatales
Ministerio de Inversiones y Desarrollo	Comité de Regulación de Monopolios de Recursos Naturales y de Desarrollo de la Competencia
Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y Ministerio de Educación	Comité de Desarrollo Industrial y Seguridad
	-

Tabla 2.1 – Ministerios y comités encargados de la regulación, vigilancia y control del sector eléctrico y energético. (KazEnergy, 2015)

La redacción de las políticas está al cargo del Presidente de la República de Kazajistán, actualmente Nursultan Nazarbayev, del Parlamento de Kazajistán y del Gobierno de la República de Kazajistán, a través de los ministerios de la Energía, de Inversiones y Desarrollo, de Finanzas y de Economía.

### 2.3 Consumo de energía

Por la abundancia de recursos, Kazajistán es un país que tiene un gran consumo de energía primaria en referencia al tamaño de su economía. Buena parte del crecimiento económico que ha tenido se ha basado en la fácil disposición que tiene de recursos.

El consumo de energía primaria ha crecido de manera continua y constante desde la caída de la Unión Soviética. En los últimos años el crecimiento ha sido de bastante más de un 20% y salvo en años concretos, y debido a motivos económicos, el consumo no ha bajado.

De los 47'4 millones de toneladas equivalentes de petróleo que se consumieron en 2006 se pasó a 63 millones en sólo diez años (Gráfico 2.1). El pico del consumo se dio en 2014 cuando el país requirió 66'4 millones de toneladas equivalentes de petróleo.

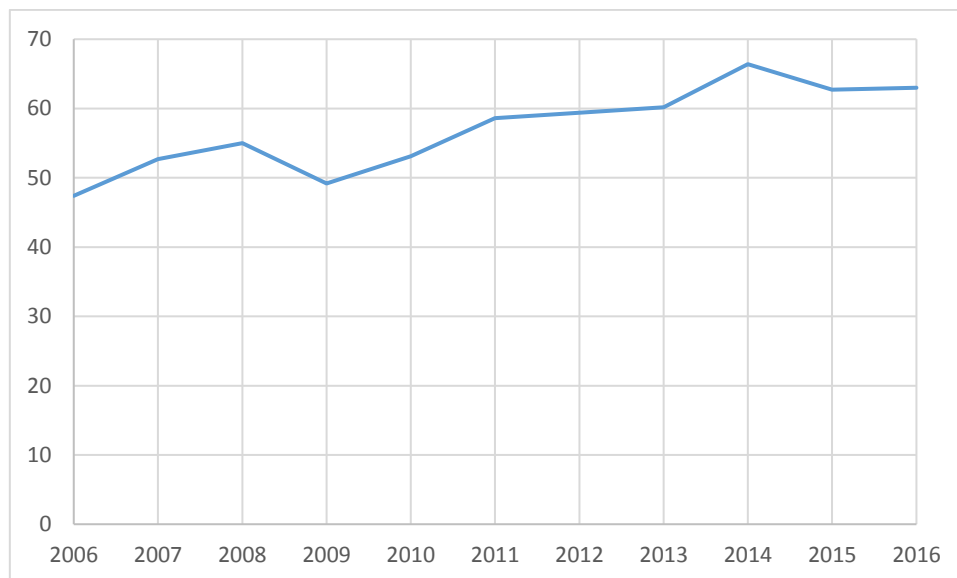


Gráfico 2.1 – Consumo de energía primaria en Kazajistán en millones de toneladas equivalentes de petróleo (2006-2016). (British Petrol, 2017)

Este consumo de energía conlleva un fuerte impacto medioambiental. Puesto que la mayor parte de la energía proviene de fuentes fósiles y el país tiene una muy alta intensidad energética, las emisiones de gases de efecto invernadero son elevadas.

En las emisiones de CO<sub>2</sub> se aprecia cómo estas siguen de manera perfectamente sincronizada la energía que consumió el país. Kazajistán aumentó de 2006 a 2016 sus emisiones de este gas de 157'7 miles de millones a 207'2 miles de millones de toneladas (Gráfico 2.2). La máxima cantidad de dióxido de carbono se emitió en 2014 y llegó a los 225 miles de millones de toneladas.

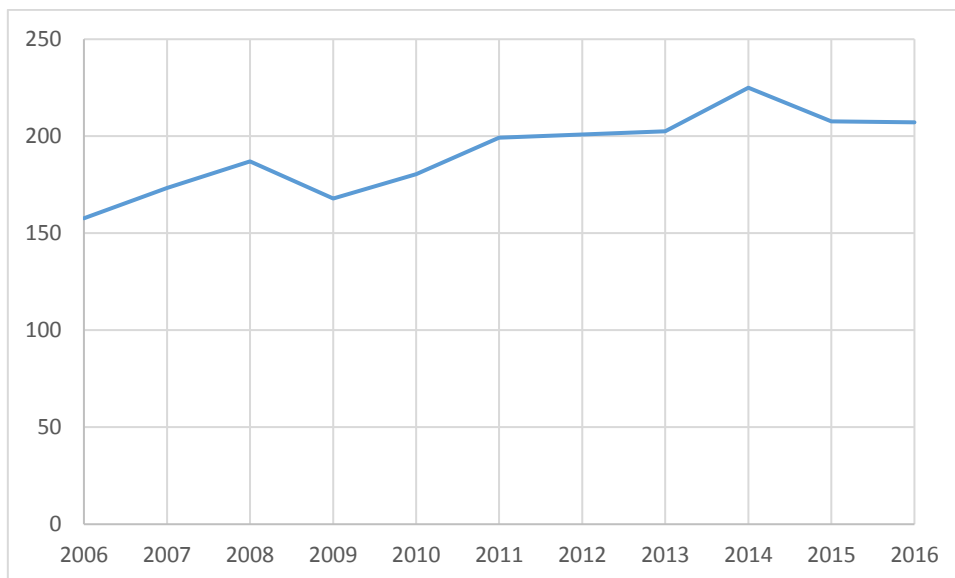


Gráfico 2.2 - Emisiones anuales de dióxido de carbono la atmósfera en Kazajistán en miles de millones de toneladas (2006-2016). (British Petrol, 2017)

## 2.4 Sector eléctrico

La generación de electricidad en Kazajistán se lleva a cabo por agentes tanto públicos como de capital privado. Hay 76 plantas de generación de gran tamaño en el país. La distribución la realiza primero una empresa pública a alta tensión y luego entran en juego empresas más pequeñas.

### 2.4.1 Generación eléctrica

Kazajistán es un gran consumidor de electricidad, y la mayor parte de esta proviene de las centrales situadas en los Oblast del norte y centro del territorio. La generación está localizada, como norma general, en las zonas en las que abunda el carbón.

#### 2.4.1.1 Volumen de generación

La generación en el país ha crecido en los últimos años, siendo necesaria para impulsar y soportar el crecimiento económico del país. Desde 2006 no ha dejado de crecer (Gráfico 2.3). Se notó una bajada en 2009, pero salvo por ese bache, no ha habido bajadas y el crecimiento ha sido prácticamente constante.

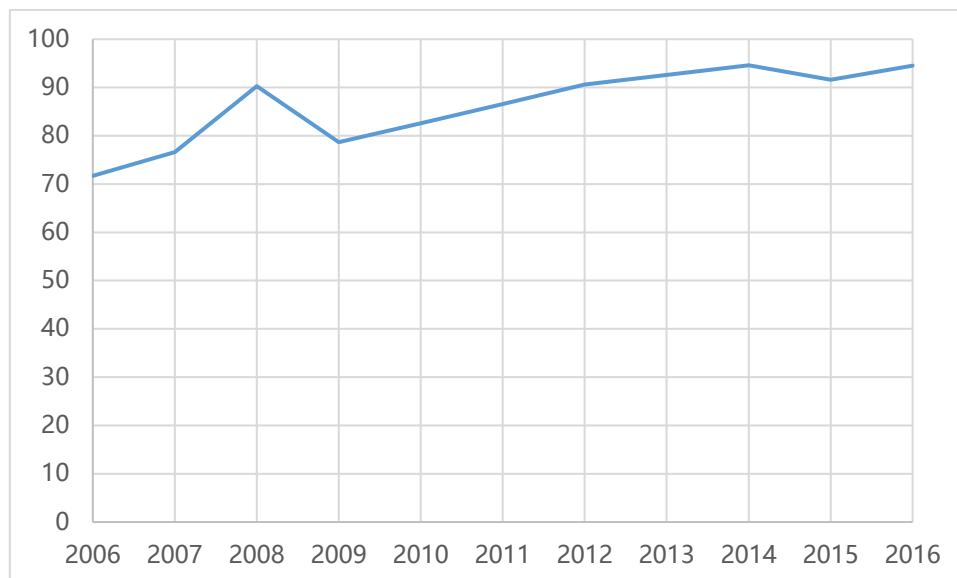


Gráfico 2.3 – Electricidad generada anualmente en Kazajistán en teravatios-hora (2006-2016). (British Petrol, 2017)

Con las previsiones del gobierno para las próximas décadas (Gobierno de la República de Kazajistán, 2013), la electricidad generada seguirá subiendo hasta duplicar el valor actual en tres décadas.

#### 2.4.1.2 Mix de generación

El mix de generación eléctrica del país tiene sólo tres fuentes de generación. Aunque en el pasado, durante la extinta Unión Soviética, hubo una central nuclear, en la actualidad toda la energía eléctrica proviene del carbón, del gas y de las centrales hidroeléctricas. Existen otras fuentes energéticas, pero tienen tan poca producción que son despreciables y se descartan. La producción se ha duplicado entre 1999 y 2013 (Gráfico 2.4).

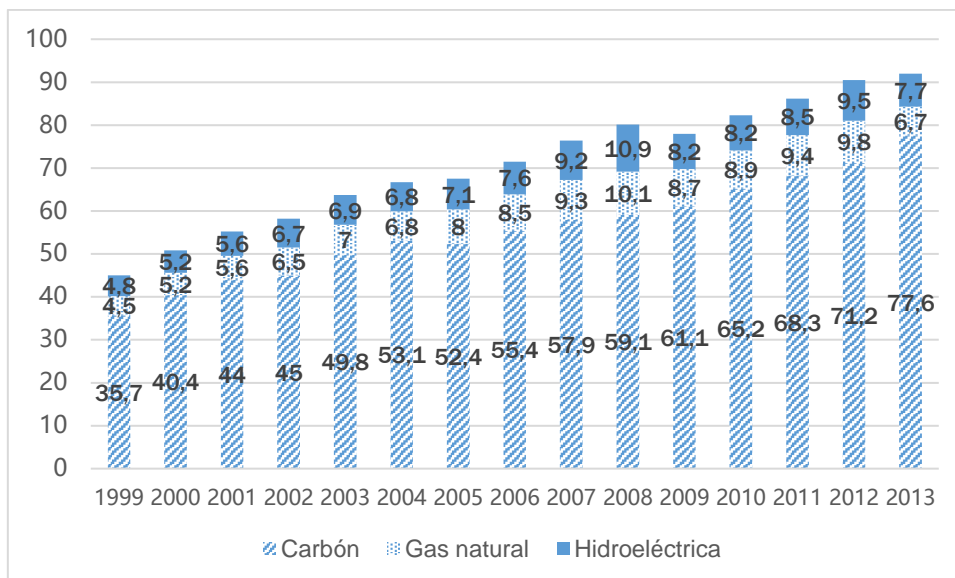


Gráfico 2.4 – Mix de generación eléctrica de Kazajistán entre 1999 y 2013 (En teravatios hora). (Kazakhstan Electricity Grid Operating Company, s.f.)

La generación por carbón supone la inmensa mayoría de la producción eléctrica. En los últimos quince años, ha producido de media el 78'58% del total. El año que más importancia tuvo fue en 2013, cuando supuso casi el 85%, teniendo la fracción más pequeña en 2008, cuando sólo fue el 74%. Esto se debe a que las centrales pueden pararse y dando preferencia a otras fuentes.

Tanto la hidroeléctrica como la generación por gas han tenido porcentajes muy similares. De media están ligeramente por encima del 10'5% cada uno. No hay tampoco muchas fluctuaciones, ya que han podido ir creciendo junto con la demanda.

En los últimos dos años el empieza a cambiar, ya que entran las renovables dentro del mix (Tabla 2.2). La producción en 2017 superó por primera vez los 100 teravatios hora.

Fuente	2016 (TWh)	2016 (%)	2017 (TWh)	2017 (%)
Centrales térmicas de carbón	75,0	79,4%	82,4	80,5%
Hidroeléctrica	11,6	12,3%	11,2	10,9%
Centrales térmicas de gas	7,5	7,9%	8,4	8,2%
Plantas eólicas y solares	0,4	0,4%	0,4	0,4%
Total	94,5	100,0%	102,4	100,0%

Tabla 2.2 – Mix de generación en 2016 y 2017. (Kazakhstan Electricity Grid Operating Company, s.f.)





### 2.4.1.3 Plantas de generación de energía térmica

Salvo por la parte del mix eléctrico correspondiente a las energías renovables, que no llega al diez por ciento y que es en su práctica totalidad de origen hidráulico, el resto proviene de las centrales térmicas. Estas trabajan con carbón y gas, por orden de consumo.

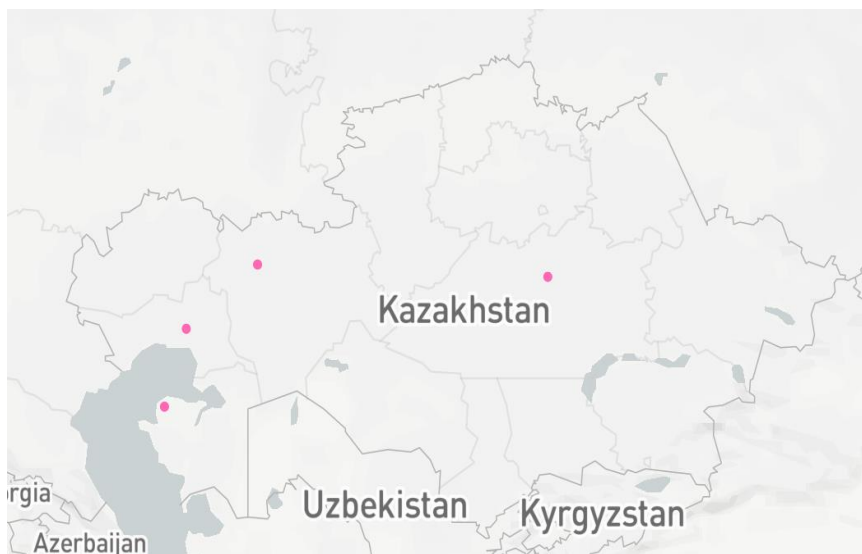
Las centrales térmicas se encuentran en las zonas de producción de los combustibles, es decir, en la zona norte para el caso del carbón, en la zona oeste para el caso del petróleo y también hay al sur por pura necesidad de consumo, ya que con la instalación actual no es viable producir todo en las zonas de extracción (Ilustración 2.1).



Ilustración 2.1 - Plantas de generación de energía térmica existentes en Kazajistán en 2016. (Energydata.info, s.f.)

Puesto que Kazajistán es un país con una gran natalidad y en plena expansión económica e industrial, es necesario que las instalaciones de generación crezcan en la misma medida que la demanda eléctrica.

En el país había cuatro proyectos de centrales térmicas en construcción en 2016 (Ilustración 2.2). Estas están una en Karagandá, otra en Aktau y las dos últimas al norte del Caspio.



*Ilustración 2.2 - Plantas de generación de energía térmica pendientes de construir en Kazajistán en 2016.  
(Energydata.info, s.f.)*

El objetivo del gobierno es no construir más centrales de este tipo a no ser que sean de gas. Hay que tener en cuenta que con el aumento de capacidad y producción que están teniendo las energías renovables y más que tendrán en el futuro, deja de ser necesario construir más plantas de este tipo para satisfacer la demanda.

#### 2.4.2 Transporte y distribución

Debido al diferente reparto de la población y de los recursos energéticos, la red de transporte y transformación deben suplir esas distancias. Toda la distribución a alta tensión está gestionada por la empresa KEGOC.

La distribución a baja tensión se reparte entre distintas empresas regionales. Unas treinta empresas de este tipo se encargan de transportar la electricidad por líneas de menos de 220 kV.

##### 2.4.2.1 Líneas de alta tensión

La red eléctrica de Kazajistán tiene una forma peculiar y no tiene una distribución típica. Puesto que la mayoría de centros de generación se encontraban en el norte, especialmente en el Oblast de Karagandá, mientras que la población se concentraba principalmente en el sur, las redes tienen a seguir esa dirección (Ilustración 2.3).



Ilustración 2.3 - Redes de 220, 500 y 1.150kV existentes en Kazajistán en 2016. (Energydata.info, s.f.)

En la actualidad la zona oeste no está completamente conectada al resto de la red eléctrica, por lo que se está realizando un proyecto de ampliación. Se está también realizando una nueva línea que conecte norte y sur (Ilustración 2.4), ya que la mayor parte del transporte de energía sigue esa dirección y sentido.



Ilustración 2.4 - Redes de 220, 500 y 1.150kV pendientes de construir en Kazajistán en 2016. (Energydata.info, s.f.)

### 2.4.2.2 Subestaciones de transformación

Casi todas las subestaciones de transformación están asociadas a las grandes líneas de alta tensión que hay en el país. Por eso mismo, su distribución prácticamente coincide con la de las anteriormente vistas.

Estas líneas se concentran principalmente al norte del país y al sur, estando bastante agrupadas (Ilustración 2.5). En la franja central no hay salvo las asociadas a las líneas que conectan norte y sur.

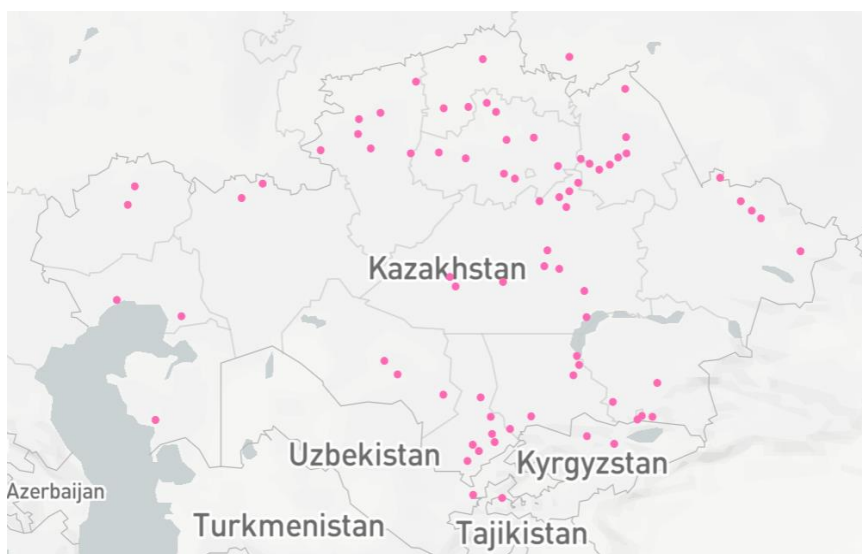


Ilustración 2.5 - Subestaciones de transformación de 220, 500 y 1150kV existentes en Kazajistán en 2016. (Energydata.info, s.f.)

Los nuevos proyectos de estaciones transformador coinciden con los de nuevas líneas. No obstante hay proyectos destinados a ampliar la capacidad en zonas ya conectadas por líneas existentes (Ilustración 2.6).

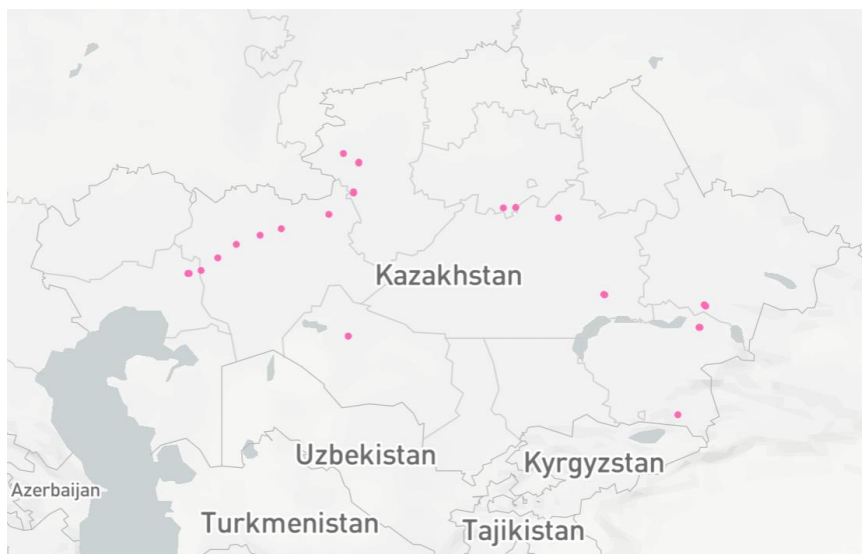


Ilustración 2.6 - Subestaciones de transformación de 220kV pendientes de construir en Kazajistán en 2016. (Energydata.info, s.f.)

### 2.4.3 Creación de una nueva planta

A la hora de realizar una inversión, la instalación de una planta generadora de electricidad es una opción válida. Con el fomento que se pretende dar a las renovables hay bastante documentación sobre los aspectos a considerar.

#### 2.4.3.1 Seguridad de la inversión

Al plantearse la entrada en un país desconocido y con una historia reciente tan cambiante surgen dudas. Kazajistán es extremadamente seguro en lo referente a protección a los inversores.

Según los indicadores del banco mundial, este es el país que más protege a los inversores en todo el mundo. En el indicador Doing Business que realiza anualmente, ha subido desde la posición número diez al primer puesto en los últimos cuatro años (Banco Mundial, s.f.).

#### 2.4.3.2 Proceso

El proceso de implementación de una instalación generadora de energía renovable sigue los siguientes pasos:

1. Obtención del terreno en el que se edificará la instalación.
2. Desarrollo de toda la documentación del proyecto y pasar la examinación de las autoridades competentes.
3. Construcción y conexión a la red.



4. Firma del contrato de compra de energía eléctrica por el Centro Financiero y de Contabilidad.

#### 2.4.3.3 Documentación y normativa

Existen cuatro normativas principales que deben ser cumplidas para todas las instalaciones (Gobierno de la República de Kazajistán, s.f.).

Código Sanitario:

- Fue aprobado el 18 de septiembre de 2009 y está registrado con el número 196-IV (Gobierno de la República de Kazajistán, 2009).
- Su procedimiento de aplicación está definido por la norma: "Sobre la aprobación de las Normas para la realización de peritajes sanitarios y epidemiológicos" Registrado en el Ministerio de Justicia de la República de Kazajistán el 20 de noviembre de 2009 No. 5862 (Gobierno de la República de Kazajistán, 2009).

Código Ecológico de la República de Kazajistán:

- Su aprobación fue formalizada el 9 de enero de 2007 con código No. 212 (Gobierno de la República de Kazajistán, 2007).
- La aplicación está detallada en " Sobre la aprobación de las normas para la conducción de la pericia ecológica del Estado " registrado en el Ministerio de Justicia de la República de Kazajistán el 1 de agosto de 2007 No. 4844 (Gobierno de la República de Kazajistán, 2007).

Ley Urbanística:

- Su nombre es "Sobre la actividad de arquitectura, urbanismo y construcción en la República de Kazajistán" Ley de la República de Kazajistán del 16 de julio de 2001 N ° 242 (Gobierno de la República de Kazajistán, 2001).
- Las reglas para el examen previo (estudios de viabilidad), el proyecto (diseño y cálculo), la documentación para la construcción, independientemente de la fuente de financiación, así como la aprobación de proyectos en construcción está definido en el "Decreto de inversión pública" del Gobierno de la República de Kazajistán del 19 de agosto de 2002 No. 918 (Gobierno de la República de Kazajistán, 2002).

Ley del Sector Eléctrico de la República de Kazajistán:

- Esta ley fue aprobada el 9 de julio de 2004, su número de registro es 588 (Gobierno de la República de Kazajistán, 2004).



- El reglamento de aprobación viene definido por la resolución del Gobierno de la República de Kazajstán fechada el 19 de junio de 2013 No. 625 y de título "Sobre la Aprobación de las Normas de la Red Eléctrica" (Gobierno de la República de Kazajstán, 2013).

#### 2.4.4 Tarifas eléctricas

El mercado eléctrico está dividido entre venta al por mayor y al por menor. La diferencia entre unos y otros la marca la cifra de 1 MW. El mercado está centralizado por la empresa pública Kazakh Operator of Electric Power and Capacity Market (KOREM).

##### 2.4.4.1 Tarifas para energías renovables

En verano de 2014 el Gobierno de la República de Kazajstán aprobó las tarifas fijas para cuatro tipos de energía renovable (KazCham, 2015):

- Energía eólica: 22'68 tenge por kWh.
- Energía solar 34'61 tenge por kWh.
- Energía hidroeléctrica (centrales pequeñas): 16'71 tenge por kWh.
- Energía de biomasa: 32'33 tenge por kWh.

Estos precios se revisan y se ajustan con la inflación, al haber sido todos los años positiva, las tarifas a día de hoy son mayores a las anunciadas. Estas tarifas tienen una validez de quince años.

##### 2.4.4.2 Tarifas de transmisión

El coste de la transmisión está tarifado en función del decreto aprobado el 16 de mayo de 2014 (Kazakhstan Electricity Grid Operating Company KEGOC, s.f.). La empresa que tiene la distribución es KEGOC y es la que da el servicio y cobra a los productores por ello.

Las tarifas que cobra se dividen en tres conceptos y son directas al número de kWh transmitidos por la red. Son las siguientes:

- Costes de transmisión de electricidad: 1'954 tenge por kWh.
- Costes técnicos de mantenimiento y consumos de la red: 0'182 tenge por kWh.
- Costes de equilibrado de la red: 0'083 tenge por kWh.



## 2.5 Eficiencia Energética

### 2.5.1 Introducción

En términos generales, Kazajistán no destaca en absoluto por su eficiencia energética. No es un problema único, sino una mezcla de muchos factores y por tanto su resolución no es ni rápida y sencilla, ni tampoco barata.

El país sufre en muchos sentidos por lo extenso que es. Si bien en algunos sentidos es beneficioso, puesto que la extensión proporciona también recursos naturales y minerales, a nivel energético es un problema. Las bajas temperaturas que provoca la estepa provocan que el país deba gastar mucha energía térmica y las inmensas extensiones de terreno, que el transporte sea caro e ineficiente, el transporte de energía eléctrica no es una excepción.

Con la caída de la Unión Soviética y el colapso de la administración, muchas instalaciones e infraestructuras públicas dejaron de recibir el mantenimiento adecuado por falta de medios humanos y económicos. Esto ha redundado en un mal estado y en ineficiencias altas.

Por último, nunca ha existido una idea de la ineficiencia energética como un problema. La población tiende a ser derrochadora de energía, al igual que la industria. La energía no está bien administrada y por su bajo precio no es algo que haya preocupado al país.

### 2.5.2 Intensidad energética

La intensidad energética del país ha disminuido notablemente en los últimos años. Desde 1999 se ha reducido casi a la mitad (Gráfico 2.5), causado por la mejora de la eficiencia y capacidad al aumentar la producción industrial y al aumento de la importancia del sector servicios como generador de riqueza.



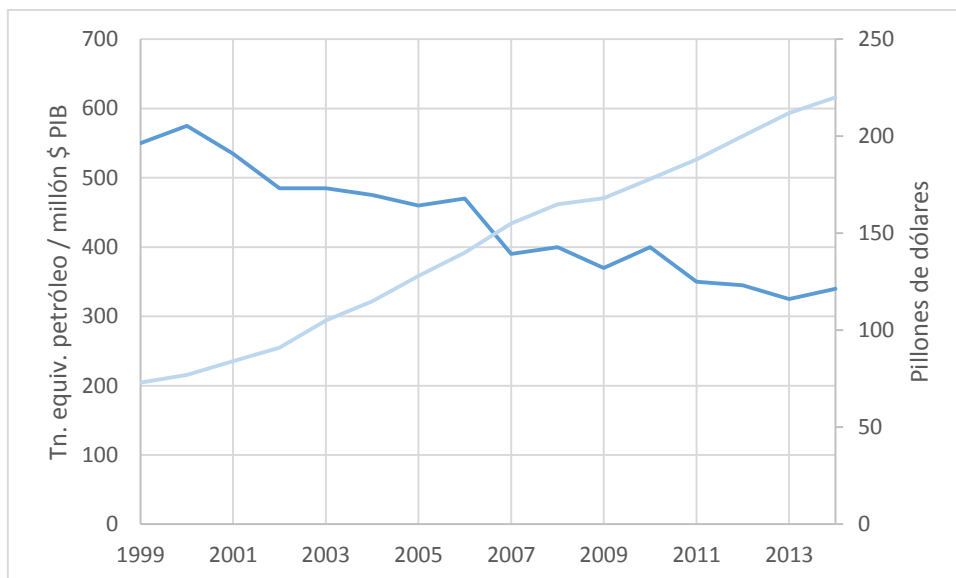


Gráfico 2.5 - Intensidad energética y PIB del Kazajistán en los años 1999-2014. En escala izquierda y azul oscuro, intensidad energética y en escala derecha y azul claro, PIB. (IHS Energy, s.f.)

Kazajistán tiene mucho potencial para seguir disminuyendo su intensidad energética. Las proyecciones muestran que el país puede llegar a conseguir una reducción del 48% en el periodo hasta 2040 (Gráfico 2.6).

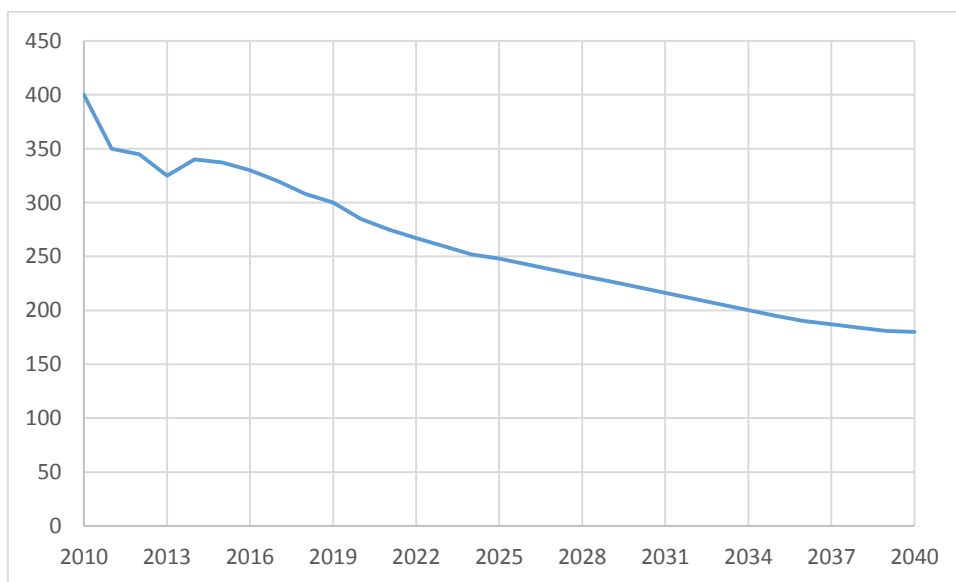


Gráfico 2.6 - Previsión de la intensidad energética de Kazajistán en toneladas equivalentes de petróleo por cada millón de dólares de PIB (2010-2040). (IHS Energy, s.f.)



Las reducciones están proyectadas que sean por cambios estructurales, la implementación de nuevas tecnologías de proceso, mejoras en el sector de la construcción y sus estándares, y una transición de los sistemas de calefacción central a otros más eficientes con calderas individuales. Aun con todo esto, se espera que la economía kazaja siga teniendo una intensidad energética elevada.

Las causas de esta alta intensidad energética son principalmente las ineficiencias. El alto consumo en las centrales de generación por el uso de tecnologías obsoletas, pérdidas en la red eléctrica de distribución, pérdidas en los sistemas de calefacción central de hasta el 40% y aislamientos de baja calidad o directamente inexistentes en las viviendas.

### 2.5.3 Sector eléctrico

El sector eléctrico en Kazajistán sufre el hecho de que el 72% de los centros de generación se encuentren en el norte mientras que gran parte de la demanda está en el sur, siendo necesario el transportar electricidad a destinos lejanos. La longitud de las líneas está entre los 500 y los 1.500 km. Las pérdidas por efecto corona se ven aumentadas por las bajas temperaturas que se alcanzan en la estepa kazaja y llegan a ser un 30% de las pérdidas totales de la transmisión. También afecta el hecho de que el desgaste de la red alcanza el 60% en ciertas líneas.

A nivel de generación, el mayor problema es el alto consumo causado por ser la mayoría de plantas de carbón. Las plantas del país no están preparadas para las variaciones en el consumo eléctrico que se producen y son incapaces de adaptarse de manera eficiente (U.S. Energy Information Administration).

En la distribución se pierde entre el 11 y el 13 por ciento de la energía que pasa por las líneas. Equipos obsoletos y deteriorados, ausencia de un estándar en los dispositivos, una edad media de las líneas de casi cuarenta años y una infrautilización de los transformadores son los principales problemas.

### 2.5.4 Calefacción

El 80% de las calefacciones centrales de Kazajistán funcionan con carbón, un 13% utiliza gas y el 7% restante utiliza derivados del petróleo. Estas instalaciones son bastante viejas, siendo un 41% de ellas mayores a 30 años y dos tercios del total necesita mantenimiento correctivo o modernización (KazEnergy, 2013).

Algunas de estas plantas trabajan con cargas térmicas menores a las de diseño, por lo que no trabajan en su punto de máxima eficiencia y consumen más de lo que debieran. Además del desgaste de las calderas, la red de distribución da problemas. La vida de una tubería aislada es de unos 25 años, en Kazajistán el 70% tienen más de 20 años, por lo que están bastante



deterioradas. Las pérdidas en la distribución se estiman entre un 18 y un 42% dependiendo de la región y la ciudad en concreto.

#### 2.5.5 Industria

Tras la generación eléctrica, la industria es el segundo sector que más energía primaria consume (25%) de todo Kazajistán. Las industrias que más energía demandan son la minera, metalúrgica, extracción de petróleo y gas, refinado de petróleo y gas, plantas químicas, industria mecánica e industria de materiales de construcción. Expertos aseguran que pueden conseguirse ahorros de entre el 5 y el 20 por ciento en el consumo de energía (KazEnergy, 2015).

El sector metalúrgico es el que más energía demanda en toda la industria, teniendo más del 90% de su consumo energético debido a la tecnología de procesos. El coste de actualizar o reemplazar la maquinaria es del mismo orden de magnitud que la construcción de una nueva planta industrial, por lo que es muy complicado conseguir ahorros en metalurgia.

En la minería, la eficiencia energética se puede conseguir actualizando equipos modernos y sistemas que optimicen el consumo durante la extracción, transporte y proceso del mineral.

En el sector de la extracción de petróleo y gas, hay mucho margen de ahorro ya que son grandes e ineficientes consumidores de energía. Nuevos equipos y tecnologías, sistemas de gestión de las instalaciones y recuperación de calor son las principales medidas que se pueden tomar. Evitar el quemado de los subproductos gaseosos también ahorraría energía.

Por último, el transporte de hidrocarburos es muy ineficiente. Como la mayoría de tuberías fueron construidas en periodo soviético, hoy en día están desfasadas y mal mantenidas. No sólo pueden ponerse al día los sistemas de bombeo, si uno también el aislamiento ya que es necesario mantener el petróleo a alta temperatura y en este país son comunes las temperaturas menores de  $-40^{\circ}\text{C}$  (KazEnergy, 2015).

#### 2.5.6 Edificación y sector doméstico

El sector doméstico consume un 25% de la energía en Kazajistán. El consumo medio por hogar ( $270 \text{ kWh/m}^2$ ) es más del doble que en Europa ( $100\text{-}120 \text{ kWh/m}^2$ ) y más alto también que en Rusia ( $210 \text{ kWh/m}^2$ ) (KazEnergy, 2015).

Dejando factores climáticos a un lado, el 32% de las viviendas necesitan reparaciones y un 2% debieran ser demolidas. El 70% de las viviendas fueron construidas entre 1950 y 1970 y no cumplen ningún tipo de estándar moderno en cuanto a aislamiento o eficiencia. Para viviendas de nueva construcción, la Ley de Ahorro de Energía y Eficiencia Energética especifica que hay que utilizar materiales eficientes energéticamente, sistemas de control de



la calefacción y sistemas de medida (Gobierno de la República de Kazajistán, 2012). Para viviendas ya existentes, se exigen los mismos estándares que para las nuevas si son remodeladas.

La iluminación ofrece también potencial para el ahorro energético, en Kazajistán el 13% de la energía se utiliza para iluminar, elevándose hasta un 39% en el sector residencial y un 19% en el sector servicios (KazEnergy, 2015). El país importa casi todas sus bombillas del extranjero, y de estas, más del 80% son incandescentes. Actualmente hay limitaciones a la importación de ese tipo de bombillas, pero no para las LED u otro tipo más eficiente.

### 2.5.7 Oportunidades

El principal problema para realizar inversiones es el convencer de la rentabilidad de las mismas, aunque pueda estar demostrado el beneficio de estas. Esto se acentúa por el bajo precio de la energía, ya que de media los hogares kazajos gastan unos cincuenta euros mensuales en este sentido.

A nivel de aislamiento es donde surgen la mayoría de posibilidades de negocio. Por una parte, se construyen muchas viviendas nuevas y por otra, las antiguas se están arreglando progresivamente, especialmente en el centro de las ciudades.

No sólo aislamiento de viviendas, también de conductos de transporte y distribución de agua caliente para calefacción. El estado de los aislamientos es lamentable y es cuestión de tiempo hasta que la administración decida renovarlos, si no lo propone una empresa privada antes.

El país necesita de consultoría de eficiencia energética. Ya hay diversas empresas prestando estos servicios en el país y con las medidas del gobierno está demostrando ser un servicio en expansión.

En lo referente a iluminación, se están realizando importantes inversiones, pero desafortunadamente el mercado está dominado por las empresas de iluminación chinas. Dado que ofrecen un producto de suficiente calidad y a un precio muy bajo, no es rentable entrar en ese sector a no ser que se consiga colocar el producto a través de un agente comercial.

## 2.6 Compromiso institucional, el Plan Verde

### 2.6.1 Introducción

En el 30 de mayo de 2013 se aprobó, por decreto presidencial, el concepto de transición a una economía verde para Kazajistán, también conocido como el Plan Verde.



Es de sobra conocido el gran potencial del país en todos los sentidos, minero, energético, industrial y gracias a los recursos naturales de los que dispone está en una muy buena posición respecto al resto de países de la extinta Unión Soviética, especialmente si se compara con sus vecinos de Asia Central.

Pese a estos recursos y capital de los que dispone, el crecimiento y desarrollo ha sido decepcionantes frente a lo que podía haber llegado a ser. Ya no se trata del pleno desarrollo, sino de hacer frente a las ineficiencias y derroches para mantener el nivel del país.

Tal es la importancia de este problema que el presidente Nazarbayev se involucró personalmente y con ello se consiguió el compromiso del gobierno y las instituciones. El Plan Verde va mucho más allá de una transición energética o económica, también tiene como objetivo formar a la población y asegurar la cultura kazaja.

### 2.6.2 Objetivos

La economía kazaja tiene el doble de intensidad energética que la media de la OECD y es un 12% más intensiva que la rusa. Eso es insostenible para 2050, cuando se espera que el producto interior bruto se haya quintuplicado. Para ello la intensidad energética debe reducirse en un 25% para 2030 y un 40% en 2050.

El potencial de ahorros energéticos de entre tres y cuatro mil millones de dólares por año, pudiendo llegar a entre seis y diez mil millones en el año 2030.

Los objetivos concretos son cinco (Tabla 2.3), repartidos en dos categorías:



Sector	Objetivo	2020	2030	250
Eficiencia energética	Reducción de la intensidad energética del producto interior bruto respecto de los niveles de 2008	25%	30%	50%
	Porcentaje de energías alternativas en el mix de producción eléctrica	Al menos 3% para solar + eólica	30%	50%
Sector energético	Porcentaje de electricidad generada por gas respecto del total	20%	25%	30%
	Gasificación de regiones	Akmola y Karaganda	Regiones norte y este	
	Reducción de las emisiones de CO <sub>2</sub> en la producción eléctrica		-15%	-40%

Tabla 2.3 Metas e indicadores de objetivos para la Economía Verde. (Gobierno de la República de Kazajistán, 2013)

### 2.6.3 Supuestos de la transición energética

El coste de la generación de la energía eléctrica se espera que se duplique en 2030 y triplique en 2050 respecto al de 2012 (Tabla 2.4).

Año	Coste en KZT (límite inferior)	Coste en KZT (límite superior)
2012	3	5
2030	7	9
2050	10	14

Tabla 2.4 Coste de la generación de energía eléctrica por kWh en Tenge kazajo. (Gobierno de la República de Kazajistán, 2013)

La inversión total en el sector energético habrá alcanzado un importe de entre 40 y 55 miles de millones de dólares en 2030 y de entre 90 y 130 mil millones en 2050. Esto incluye todo: inversiones en plantas nuevas, puestas a punto y remodelaciones, instalaciones y equipos nuevos, etc.



La electricidad generada por centrales de carbón seguirá siendo la misma hasta 2030, no se contempla el cierre, pero sí la actualización de las tecnologías, consiguiendo de esta manera una reducción del consumo de carbón de entre un 10 y un 20 por ciento.

La importancia del gas es clave, su consumo para generación eléctrica se duplicará antes de 2030.

La energía nuclear entrará en el mix eléctrico, tanto en 2030 como en 2050 representará entre el 7 y el 8 por ciento de la electricidad generada.

A pesar de duplicarse la generación eléctrica, las emisiones de CO<sub>2</sub> se reducirán en más de un diez por ciento.

#### 2.6.4 Medidas

El plan detalla una serie de medidas bastante detalladas y que cada una se centra en un problema y sector en concreto. Las medidas marcadas son las siguientes.

Para infraestructuras ya existentes:

- Realizar una auditoría técnica y energética de todas las plantas de generación antes de 2020. Con ello, determinar el plan de modernización.
- En el caso de plantas de carbón, tener todas reformadas para 2020, reduciendo las emisiones de sulfuros, óxidos de nitrógeno y partículas para cumplir con los estándares actuales.

Para plantas nuevas será necesario que cuenten con la tecnología más moderna disponible a nivel de consumo y emisiones.

Para viejas plantas de carbón se tiene planeada una sustitución progresiva por nuevas, a excepción de en las ciudades donde se cambiará la tecnología por la de gas, el cual estará disponible y barato gracias al compromiso del gobierno de:

- Mantener la política de producción de gas en explotaciones de hidrocarburos.
- Implementar un plan a largo plazo para el suministro doméstico, aumentando el consumo.

Las energías renovables se desarrollarán mediante la construcción de campos solares y eólicos. Los marcadores son:

- 3% de generación por sol y viento para el total de la energía eléctrica en 2020.
- 10% de generación por sol y viento para el total de la energía eléctrica en 2030.



- Una vez conseguida rentabilidad y competitividad respecto a las fuentes energéticas convencionales, implementación a gran escala. Esto se espera entre 2020 y 2030.
- 50% de generación de la energía eléctrica por fuentes alternativas y renovables (eólica, solar, hidroeléctrica y nuclear) en 2050.

Diversificar la generación eléctrica creando centrales nucleares y que así se cree una competitividad entre las distintas fuentes y mantener la industria minera del uranio. La energía nuclear llegará a tener una potencia instalada de 1'5 GW en 2030 y 2 GW en 2050. Para conseguir cumplir con los estándares de seguridad se tomarán las siguientes medidas:

- Crear comités especiales de regulación de la energía atómica.
- Implementar una cadena completa de tratamiento de residuos nucleares.

Invertir en la creación de una infraestructura gasística en las regiones del norte, este y sur. Esto es necesario para permitir el cambio de centrales de carbón a centrales de gas. En este caso el objetivo principal es medioambiental y sanitario, evitar todas las consecuencias de las centrales de carbón.

Cambiar las centrales generadoras de electricidad por carbón a otras de gas en las ciudades grandes como Astaná, Almaty y Karagandá y asegurar la construcción de otras nuevas para permitir condiciones sanitarias adecuadas.

### 2.6.5 Conclusiones

Este plan demuestra que Kazajistán toma consciencia de país desarrollado y está dispuesto a llegar a serlo. Es una hoja de ruta muy ambiciosa pero el país está en el momento idóneo para hacerlo.

Tiene recursos económicos, una parte de la población con formación universitaria y experiencia internacional y compromiso institucional.

El plan sienta no sólo los precedentes y la intención, sino una hoja de ruta detallada y con objetivos.





## Capítulo 3: Energías Fósiles y Nuclear





### 3.1 Introducción

Dentro de los países con más reservas mineras, Kazajistán destaca. No sólo es donde más elementos de la tabla periódica distintos se pueden encontrar, sino también destaca por su fácil accesibilidad y las explotaciones mineras abundan a lo largo y ancho de su geografía.

De entre las riquezas que tiene el subsuelo kazajo están combustibles fósiles. En la época soviética se fomentó el desarrollo de la industria de extracción y pronto se le dio uso al carbón extraído. La zona del Oblast de Karagandá floreció con una industria minera de muy gran tamaño y que ha soportado el grueso de la generación de energía en el país desde entonces.

Si bien se conocía el potencial que podría llegar a tener el mar Caspio en la producción de hidrocarburos, no fue hasta la década de los noventa cuando se produjo el verdadero desarrollo.

La energía nuclear tuvo unos años de desarrollo en el país durante la Unión Soviética, pero tras el cierre de la única central nuclear no ha tenido importancia en la generación eléctrica. Los recursos naturales son inmensos, siendo uno de los mayores productores y teniendo grandes reservas, por lo que el gobierno quiere revivir esta fuente de energía.

### 3.2 Petróleo

#### 3.2.1 Introducción

Kazajistán es el decimoséptimo productor de petróleo a nivel mundial, con aproximadamente el 2% del total de la producción. La producción se ha triplicado desde finales de los años noventa.

A nivel de reservas, está en el puesto doce. La mayoría de ellas están en la zona del Caspio y el oeste, el 97%. De estas, en cinco campos petrolíferos se encuentra el 70% de las reservas nacionales. En la costa y dentro del Caspio hay aún mucho potencial y se descubren nuevos depósitos periódicamente.

Se busca potenciar pequeños proyectos de extracción para tener una producción estable y no depender sólo de los grandes proyectos. Para ello hay nuevas normativas fiscales.

El sector tiene un problema, la exportación a precio competitivo. Los costes se ven aumentados por las grandes distancias a las que debe transportarse el producto y al pasar las rutas de distribución por terceros países, Kazajistán no tiene verdadera independencia en este sentido. Por ello se quiere realizar una red de distribución en todos los sentidos y direcciones.



De los países CIS, Kazajistán es el segundo productor y espera que en el periodo hasta 2040, siga aumentando su producción.

### 3.2.2 Organización del sector

El último dato sobre el sector petrolífero en Kazajistán nombró 135 empresas como las que están relacionadas con la extracción de crudo. Hay de todo tipo, desde empresas estatales, empresas privadas, capital extranjero y también kazajo y de todo tipo de tamaños, dentro de que todas del sector tienen cierto volumen. Las cinco mayores empresas son responsables del 72% de la producción.

El transporte de petróleo puede realizarse a través de los oleoductos que hay en el país. Estos, en su mayoría, son propiedad de KazTransOil, y el resto son propiedad de consorcios en los que KazTransOil está presente.

El resto de transporte de petróleo se realiza por mar, en el Caspio, por tren o por carretera. Salvo la última, en la que hay muchas más empresas privadas, el transporte por mar o por tren tienen un gran control estatal, tanto regulatorio como operativo, puesto que controlan la mayoría de empresas.

Las tres principales refinerías están bajo propiedad de KMG, aunque la refinería situada en Shymkent es parte de un consorcio de KMG con la Corporación Nacional China del Petróleo. Además de estas tres grandes, hay más de treinta de pequeño tamaño y producción de baja calidad enfocadas principalmente a la exportación.

La venta y distribución de productos derivados del petróleo se puede considerar un mercado en competencia y hay más de cuatro mil estaciones de venta por todo el país. Las tres principales empresas de venta de gasolina tienen sólo el 16% de todas las totales.

### 3.2.3 Reservas

Kazajistán dispone de reservas de petróleo por toda su geografía. En total se han identificado más de quince cuencas en las que hay este combustible fósil. Salvo en una parte de la zona central, que coincide con las reservas de carbón, en la práctica totalidad del resto del país hay crudo.

La parte más importante de las reservas es la que se encuentra en el mar Caspio. Todas las reservas del Caspio y de las zonas terrestres colindantes ocupan más del 90% del petróleo total del que dispone Kazajistán.

El aumento más importante en las reservas probadas fue cuando se reestudiaron y se volvió a analizar y explorar la zona del Caspio. En 2007 se produjo el hallazgo más importante, que



multiplicó por más de tres las reservas conocidas. En la actualidad se cifran en unos treinta mil millones de barriles (Gráfico 3.1).

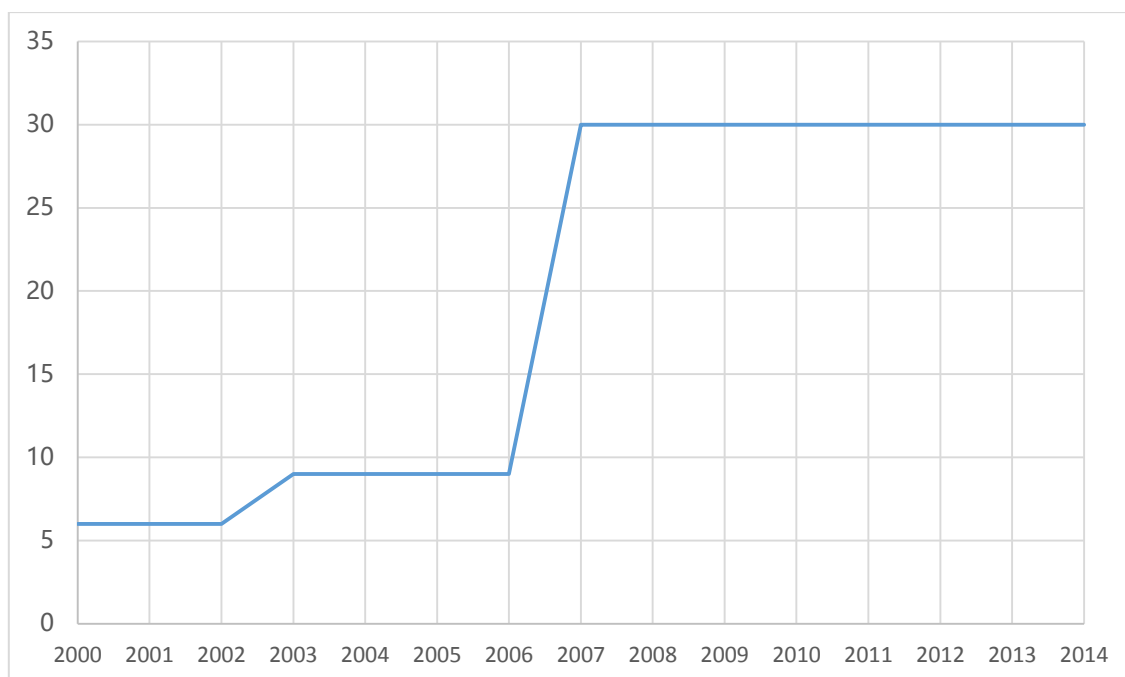


Gráfico 3.1 – Reservas probadas de petróleo en Kazajistán en los años 2006 a 2014 en miles de millones de barriles. (British Petrol, 2017)

#### 3.2.4 Producción petróleo

Kazajistán es un gran productor de petróleo, enfocando la producción en la exportación. En función de cuánto crudo sea capaz de colocar en el mercado está su producción, por lo que se ve muy influenciada por las condiciones del mercado.

La producción del país tuvo una bajada en los años 2009 y 2010, pero desde que se recuperó en 2011 no ha parado de crecer (Gráfico 3.2). El pico se produjo en 2015 y en 2016 se mantuvo en unas cifras muy similares, superando los 1.800.000 barriles diarios.

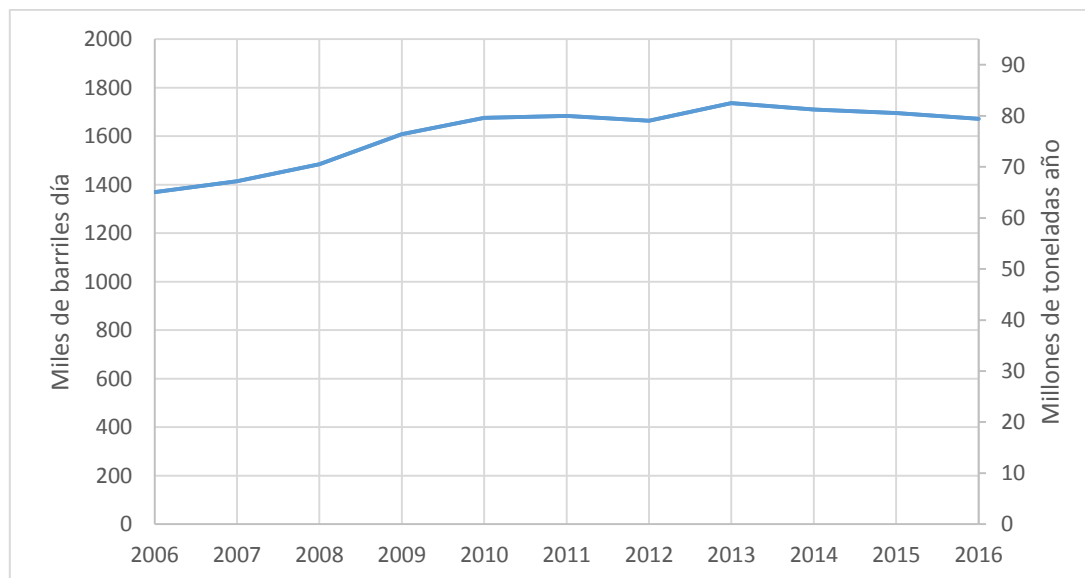


Gráfico 3.2 – Producción de petróleo en Kazajistán por año (2006-2016). (British Petrol, 2017)

### 3.2.5 Consumo petróleo

El consumo de petróleo ha experimentado una subida muy grande en las últimas décadas. Con la caída de la Unión Soviética, comenzó su uso masivo como combustible, al tener reservas y mucha producción, puesto que comenzaba la exportación y el gobierno lo utilizaba como fuente de ingresos.

En los últimos diez años el consumo tuvo un incremento estable hasta 2014 (Gráfico 3.3). En ese año el país entró en una fuerte recesión fruto de la caída global del precio del petróleo.

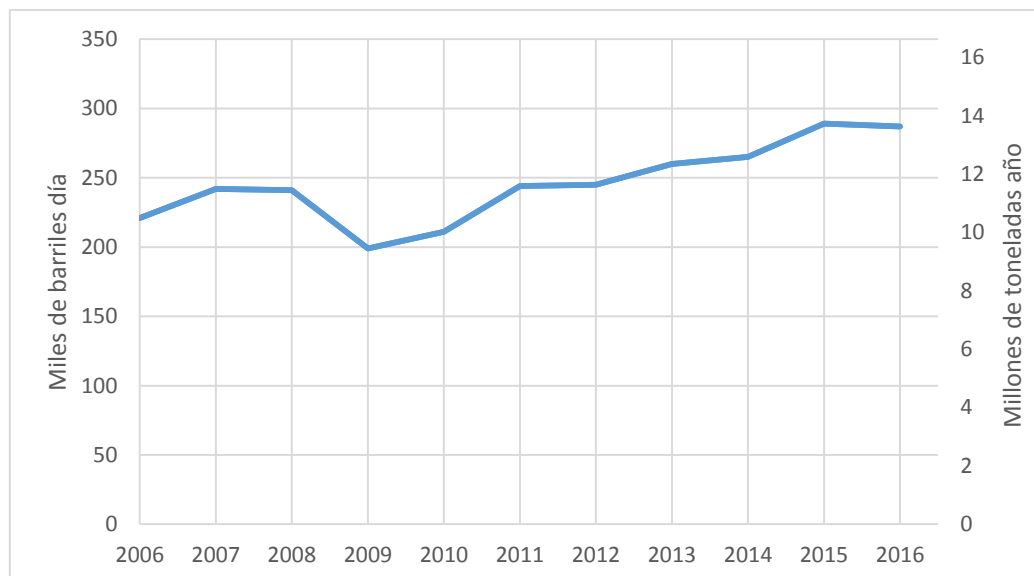


Gráfico 3.3 – Consumo de petróleo en Kazajistán por año (2006-2016). (British Petrol, 2017)

### 3.2.6 Evolución precio

El precio del petróleo ha variado mucho en los últimos treinta años. Alcanzó un máximo histórico con la crisis del petróleo de 1971 y a partir de ahí se mantuvo por debajo de esa marca.

A partir del año 2000 empezó a subir de manera drástica (Gráfico 3.4). Tuvo una caída en 2009 pero repuntó al año siguiente alcanzando un nuevo máximo, superando los 110 dólares por barril. A partir de ese pico de 2011 bajó ligeramente, pero fue en 2014 cuando se derrumbó por completo, perdiendo más de la mitad de su valor y acabando por los 40 dólares el barril.

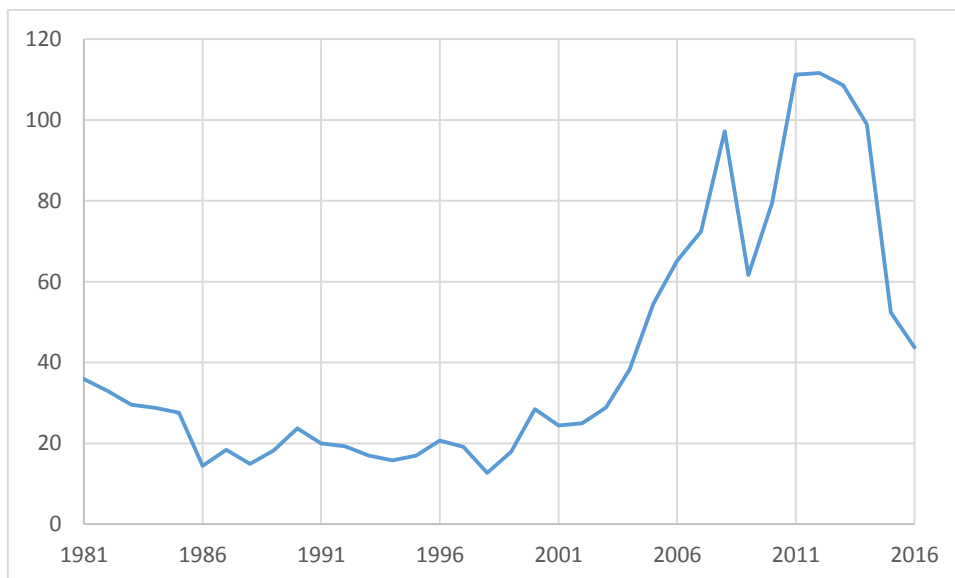


Gráfico 3.4 – Evolución precio barril de Brent en \$ con la inflación ajustada (1981 a 2016). (British Petrol, 2017)

Las previsiones para los próximos años no auguran una nueva subida a los niveles que se habían alcanzado en los últimos cinco años, pero tendrán una ligera subida. Como exportador que es, Kazajistán ha perdido una importante fuente de ingresos con la bajada de precios.

### 3.2.7 Refinado de petróleo

En los últimos diez años, la producción de las refinerías kazajas ha aumentado en más de cincuenta mil barriles diarios (Gráfico 3.5). En 2006 se encontraba alrededor de los 250.000 barriles por día, se mantuvo en esos valores hasta 2010, cuando aumentó mucho. El pico se situó en 2014, por encima de los 350.000 barriles diarios, y por encima de la capacidad de producción teórica del país.



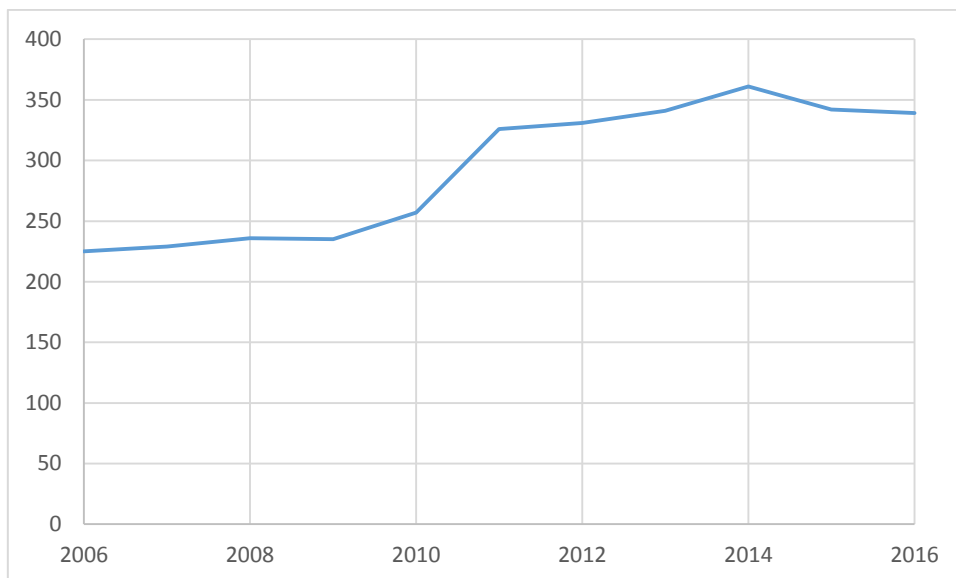


Gráfico 3.5 - Producción de las refinerías kazajas en miles de barriles día (2006-2016). (British Petrol, 2017)

Por su parte, la capacidad de refinado no puede variar tanto, ya que abrir una nueva instalación requiere de inversiones millonarias. La capacidad es una línea plana salvo que nuevas inversiones empiecen a funcionar o a cierres de plantas (Gráfico 3.6). El 2013 entró en funcionamiento un nuevo proyecto, ampliando la capacidad hasta los 350.000 barriles diarios.

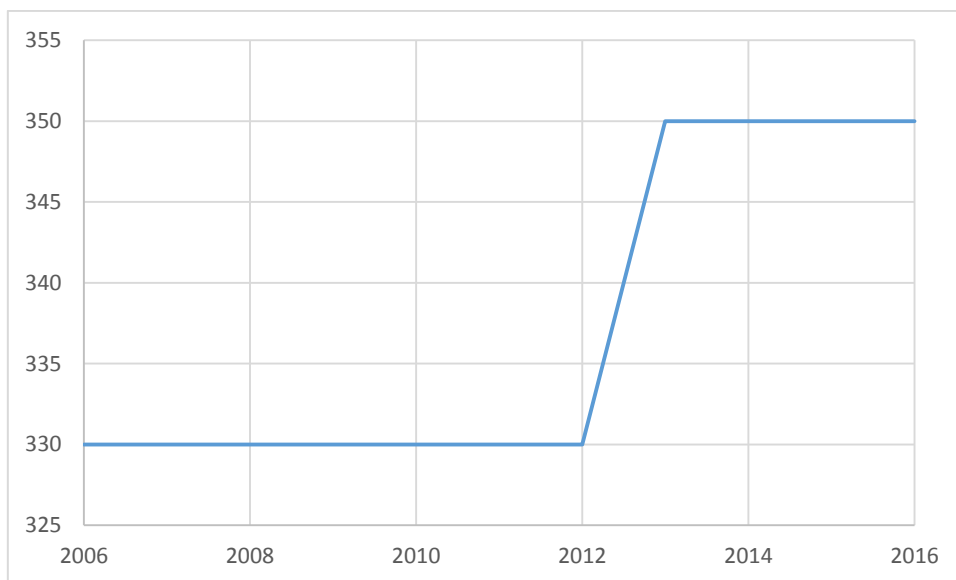


Gráfico 3.6 - Capacidad máxima de las refinerías kazajas en miles de barriles día (2006-2016). (British Petrol, 2017)



La capacidad seguirá aumentando puesto que el país quiere cubrir por completo su demanda interna de hidrocarburos refinados. Inversores extranjeros están entrando en juego, especialmente desde China. Para 2030 el país debiera ser autosuficiente en refinado (Tengri News, 2012).

### 3.2.8 Oportunidades

El sector del petróleo está muy desarrollado, lleva décadas de crecimiento y hay muchas partes que entran a formar parte del negocio. Por ello y las ingentes cantidades de dinero necesarias como inversión para empezar un proyecto, es muy complicado entrar.

Al ser un sector tan estratégico, el propio gobierno del país lo regula y las barreras de entrada se complican.

No obstante, existen posibilidades de negocio para empresas enfocadas a la investigación y prestación de servicios, así como consultorías de ingeniería.

## 3.3 Gas natural

### 3.3.1 Introducción

El gas natural en Kazajistán tiene un puesto secundario frente al petróleo. La producción de gas se realiza de manera conjunta con la de crudo y muchas veces se sacrifica este gas reinyectándolo a los depósitos para maximizar la producción de petróleo.

El consumo de gas está en aumento por el tirón del sector doméstico, pese a que de momento en este grupo de consumidores el principal combustible es el carbón.

El país tiene notables reservas de gas, lo que no significa que vaya a convertirse en un producto para la exportación. Parte de la producción se manda a Rusia y a China, pero la mayoría es consumo interno. La exportación es complicada puesto que se encarece por lo costoso del transporte a gran distancia y la dificultad de acoplar la producción con la demanda a miles de kilómetros.

Como el precio del gas es menor, se utiliza también para intentar cubrir la demanda de refinados ligeros del petróleo en épocas de falta de capacidad de las refinerías.

### 3.3.2 Organización del sector

En julio de 2014 había 64 empresas produciendo gas dentro de Kazajistán. Como la mayor parte del gas reinyectado a las reservas para producir gas líquido y controlar la producción de petróleo, la mayor parte de la producción la controlan los principales productores de crudo.



Salvo por algunos gaseoductos de pequeño tamaño y que tienen como principal función la de conectarse al circuito principal de distribución, el resto están controlados por KazTransGas, una subsidiaria de la empresa estatal encargada del petróleo. Los gasoductos que conectan Asia Central con China están financiados y controlados por capital chino y por KazTransGas.

Las plantas de tratamiento y procesado de gas tienen un capital más diversificado. Normalmente cada productor dispone de su propia planta de tratamiento.

### 3.3.3 Reservas

El gas ha estado mucho tiempo considerado un producto de segunda, ya que el objetivo principal de las exploraciones era obtener petróleo y no gas. De igual manera, el gas siempre está asociado a un depósito de petróleo. Es muy complicado encontrar un depósito sólo de gas en territorio kazajo.

Sólo ha sido recientemente cuando se ha empezado a tomar en serio la obtención de gas y a cuantificar el total de las reservas (Gráfico 3.7). Como se encuentran en una zona geográfica bastante concreta es más sencillo cuantificarlas que en el caso del petróleo.

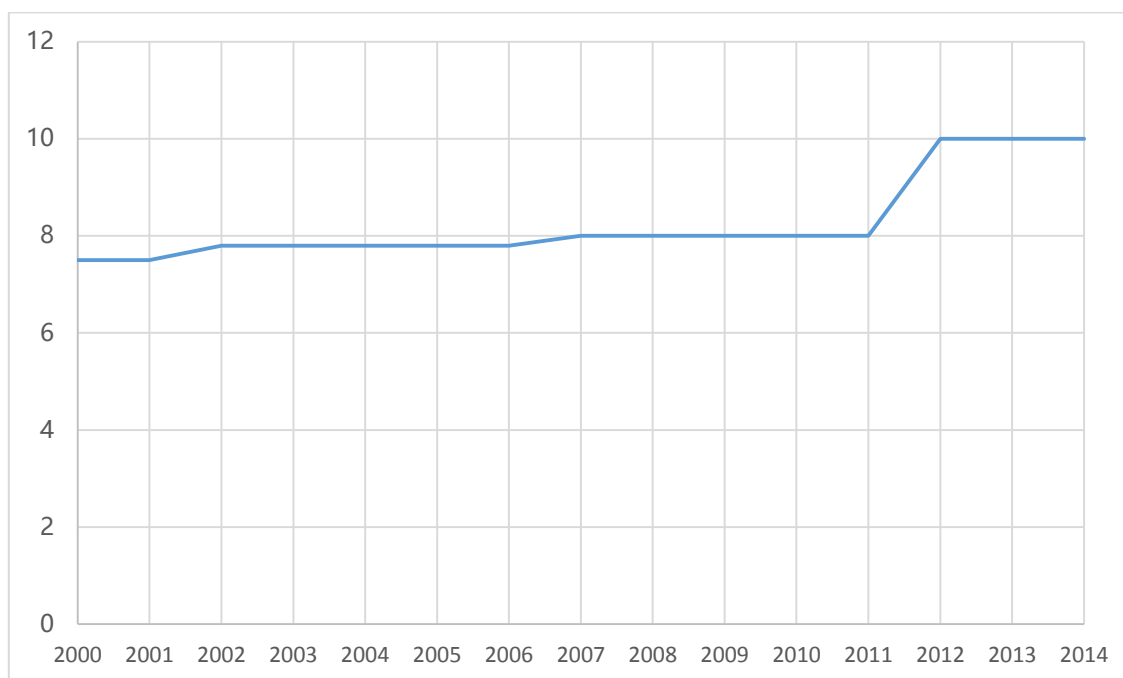


Gráfico 3.7 – Reservas probadas de gas en Kazajistán en los años 2006 a 2014 en miles de millones de barriles de petróleo equivalentes. (British Petrol, 2017)

### 3.3.4 Producción

La producción de gas no ha parado de crecer en los últimos años (Gráfico 3.8). El crecimiento ha sido no muy alto, pero al ser constante en el tiempo ha conseguido que la producción haya aumentado un 50% en los últimos diez años.

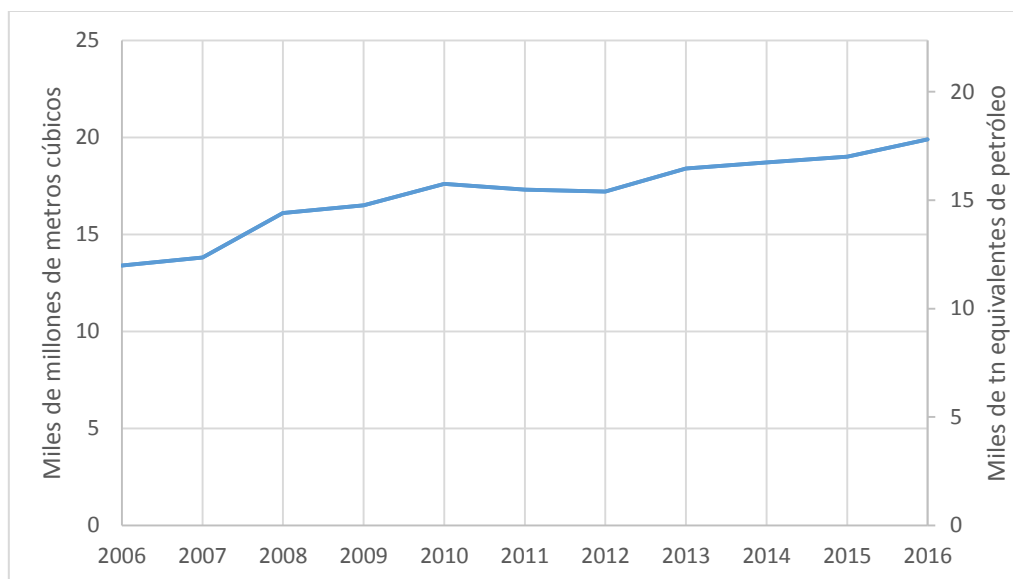


Gráfico 3.8 - Producción anual de gas natural en Kazajistán (2006-2016). (British Petrol, 2017)

Dados los esfuerzos del gobierno por potenciar el consumo interno, tanto industrial, como de generación eléctrica y también el doméstico, la producción seguirá aumentando. Hay diversos proyectos en marcha para poder tener esa capacidad de extracción, además de estar realizándose normativas para evitar la quema del gas que aparece en la extracción de petróleo.

La mayor parte de la producción del país se destina al consumo nacional, apenas un tercio de lo extraído se vende y envía al exterior. En este segundo caso, la producción se destina a Europa y a China.

### 3.3.5 Consumo

El consumo de gas en Kazajistán también se ha visto incrementado entre 2006 a 2016 (Gráfico 3.9). Si bien sufrió un estancamiento y pequeña reducción entre 2007 y 2009, desde 2010 ha crecido todos los años hasta la actualidad.

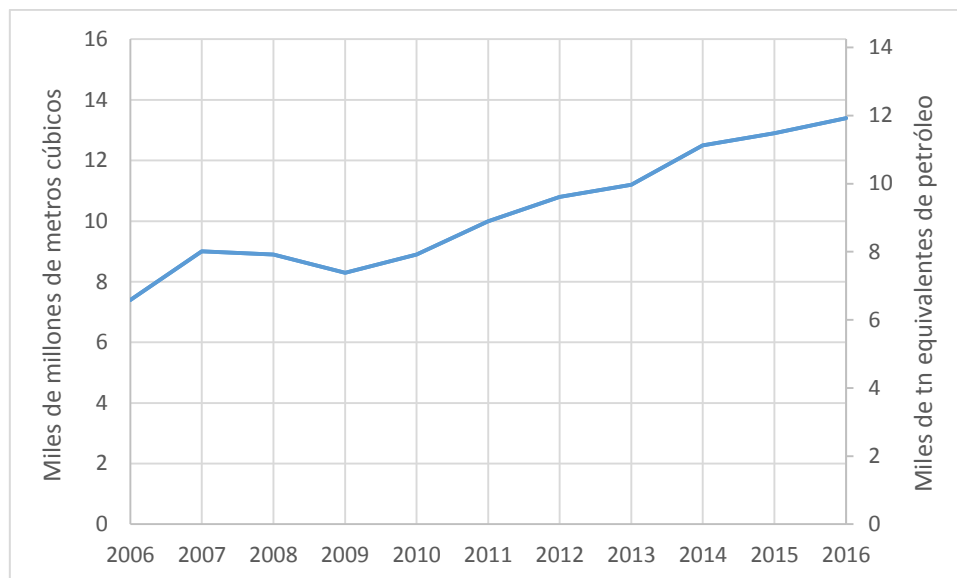


Gráfico 3.9 – Consumo anual de gas natural en Kazajistán (2006-2016). (British Petrol, 2017)

La evolución total se traduce en que en 2016 se consumió en gas casi 14 miles de millones de metros cúbicos de gas, frente a los algo más de siete que fueron consumidos en 2006. Es un aumento que se acerca al 100%.

El consumo seguirá aumentando con las medidas que el gobierno está tomando de sustituir las centrales de carbón por centrales de gas, reconvirtiendo la instalación de quemado. También se está fomentando el que pequeños usuarios y hogares utilicen gas como combustible habitual, por lo que han de realizar una gran inversión en la distribución.

### 3.3.6 Precio

El precio del gas natural ha seguido una evolución muy fuertemente relacionada con la del petróleo, la cual se ha visto en el apartado 3.2.6 Evolución precio. Casi independientemente del mercado de gas natural, las tendencias han sido muy similares.

Se muestran a continuación los datos de treinta años, desde 1986 hasta 2016 para seis mercados diferentes (Gráfico 3.10). Se aprecia que desde el inicio de la serie hasta aproximadamente el año 2000 los precios varían, pero no sobrepasan los 4 dólares por cada btu. A partir de ese año empiezan a subir, duplicándose cada aproximadamente tres años hasta llegar a un pico el 2008, una fuerte bajada al año siguiente y otra subida en 2011 para tocar el límite, casi cinco veces lo que valía una década atrás. La caída del precio del petróleo de 2014 arrastró también al gas, aunque en este caso la bajada se notó especialmente al año siguiente.

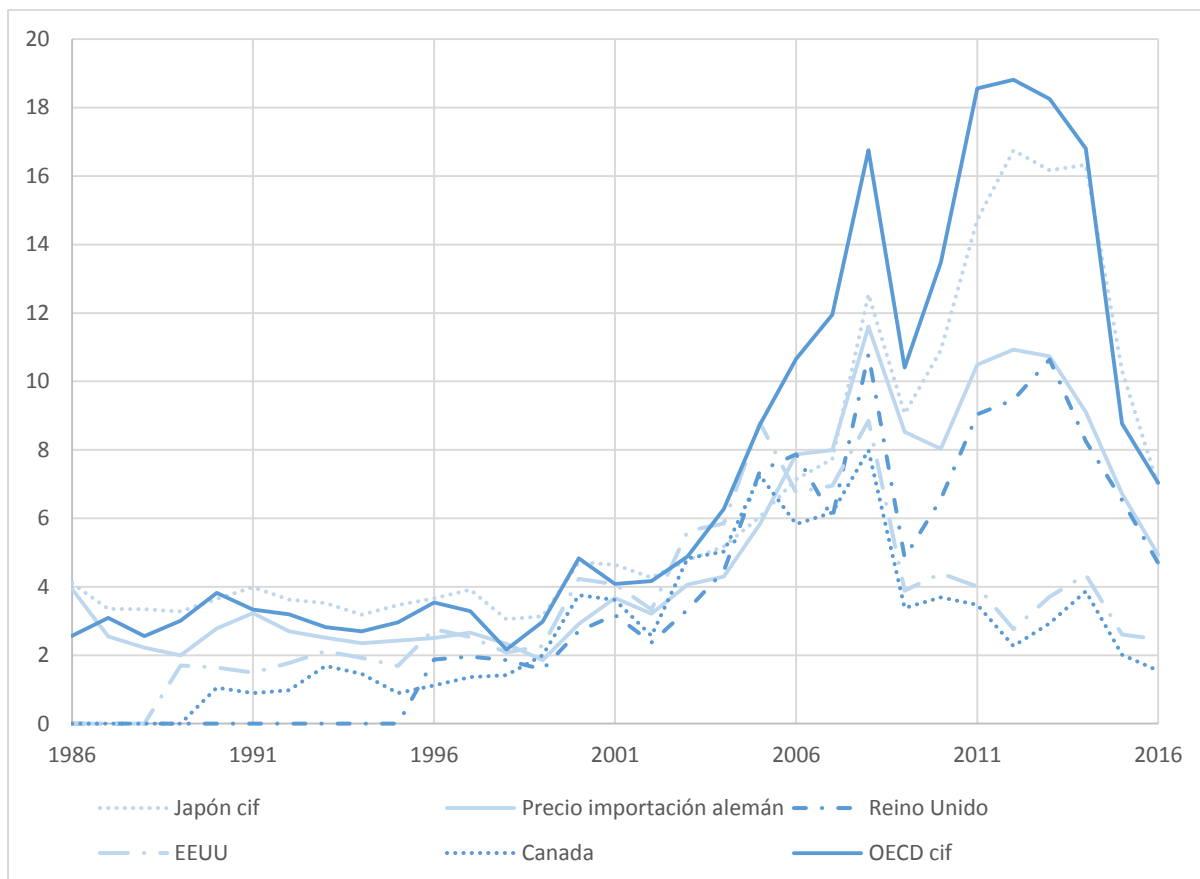


Gráfico 3.10 - Precio del gas para cada btu en dólares, con la inflación ajustada (1986-2016). Azul oscuro continuo, OECD cif; azul oscuro raya punto, Reino Unido; azul oscuro puntos, Canadá; azul claro continuo, precio importación alemán; azul claro raya punto, Estados Unidos y azul claro punto, Japón cif. (British Petrol, 2017)

### 3.3.7 Transporte

Kazajistán dispone de seis gasoductos para el transporte interno de gas natural y para el movimiento del mismo hacia otros países. Sus características son las siguientes (Tabla 3.1):

Gasoducto	Longitud (km)	Capacidad (miles millones m <sup>3</sup> /año)
Asia Central - Centro	3.758	60
Makat - Norte del Cáucaso	371	25
Orenburg Soyuz - Novopskov	848	60
Bukhara - Ural	1.304	80
Tashkent - Almaty	583	3,2
Kazajistán - China (dos sentidos)	1.300	30

Tabla 3.1 - Oleoductos kazajos, longitud y capacidad máxima. (Secretaría de la Carta de la Energía, 2013)



Los gasoductos (Ilustración 3.1) se concentran principalmente por la zona del Caspio, para unir al país con Rusia y sus grandes canalizaciones que se dirigen a Europa. Un oleoducto cruza el país hacia el este y se encuentra con el gasoducto que une Omsk con Turkmenistán.

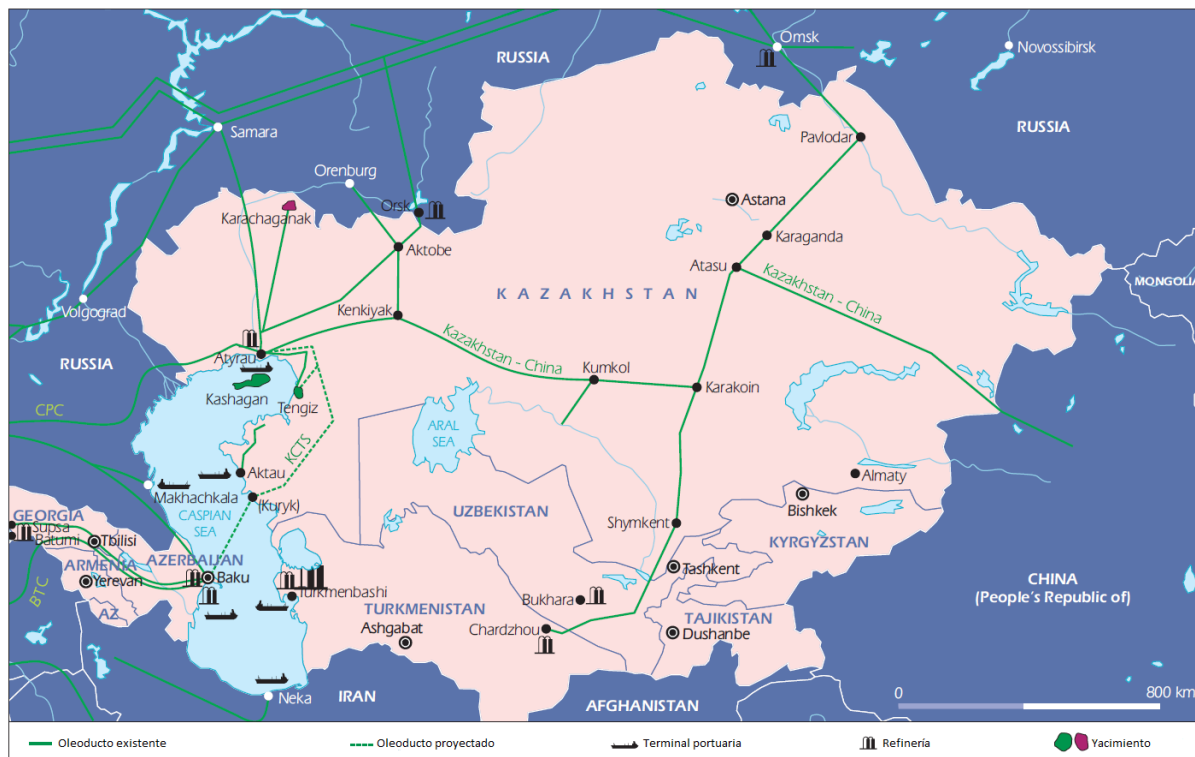


Ilustración 3.1 - Situación de los gasoductos, yacimientos y otras infraestructuras. (Agencia Internacional de la Energía, 2015)

En general la infraestructura de canalización de gas de Kazajistán es bastante precaria. Actualmente cumple con su función, pero está muy limitada en cuanto a capacidad. Se esperan ampliaciones y expansiones para poder acomodar la demanda prevista en el país, especialmente tras el aumento de consumo por parte del sector de generación eléctrica y el consumo doméstico.

### 3.3.8 Oportunidades

El sector del gas natural es otro complicado, al igual que el del petróleo. Una fuerte regulación y control estatal, empresas grandes y asentadas y un oligopolio complican el entrar al país como productor de gas.

Las oportunidades residen en el ámbito de los servicios de ingeniería, el diseño y construcción de plantas de extracción y refino e infraestructuras de transporte y distribución.



Puesto que el sector está en plena expansión y que cuenta con un fuerte apoyo estatal de cara a su política medioambiental y energética, de entre los combustibles fósiles, el gas es el que más oportunidades ofrece de cara a empresas e inversores.

### 3.4 Carbón

#### 3.4.1 Introducción

Kazajistán es un gran productor de carbón, buena parte para consumo propio dentro del país. El cuatro por ciento del carbón en el mundo está en reservas kazajas, lo cual las hace las octavas más grandes del mundo y da para trescientos años de producción. A nivel de calidad no es un carbón especialmente bueno por su gran humedad, presencia de impurezas y contenido de cenizas.

El 60% de la energía consumida en Kazajistán tiene su origen en el carbón, pero esto bajará con el tiempo. Entre el 25 y el 30 por ciento de la producción se exporta, con destino principal Rusia.

El consumo irá descendiendo anualmente con la entrada de nuevas fuentes de energía al mix de producción y haciendo de esta manera que el carbón no sea tan necesario.

#### 3.4.2 Organización del sector

En Kazajistán hay doce grandes productores de carbón, tanto privados como públicos, que son responsables del 98% de la producción total del país. La empresa privada Eurasian Resources Group controla el 30% del carbón producido, la estatal Samruk-Energo un 20% y la empresa rusa RUSAL otro 20%. La práctica totalidad del carbón de coque es producido y consumido por AcelorMittal para la producción de acero.

El transporte es un monopolio de la empresa nacional de transportes KTZ. Todo el carbón transportado, tanto dentro como con destino al extranjero pasa por los trenes de KTZ.

#### 3.4.3 Reservas

Las reservas probadas de este país se cifran en 33.600 millones de toneladas, lo que equivale al 4% de las reservas totales mundiales. Al ritmo de consumo actual no se acabarían hasta dentro de trescientos años. El carbón bituminoso y sub-bituminoso es el 64% de las reservas, con un total de 21.500 millones de toneladas. El resto de las reservas están compuestas de lignito.

Las grandes cuencas se encuentran en el centro del país (Ilustración 3.2). De ahí proviene la mayoría de la producción y casi todas las reservas (Tabla 3.2). Por el resto de la geografía se





reparten el resto de las explotaciones y vetas, aunque no hay ninguna en la zona oeste y sudoeste. En la frontera con China también hay muchas reservas en número, pero no contienen tanto carbón como las del centro del país.

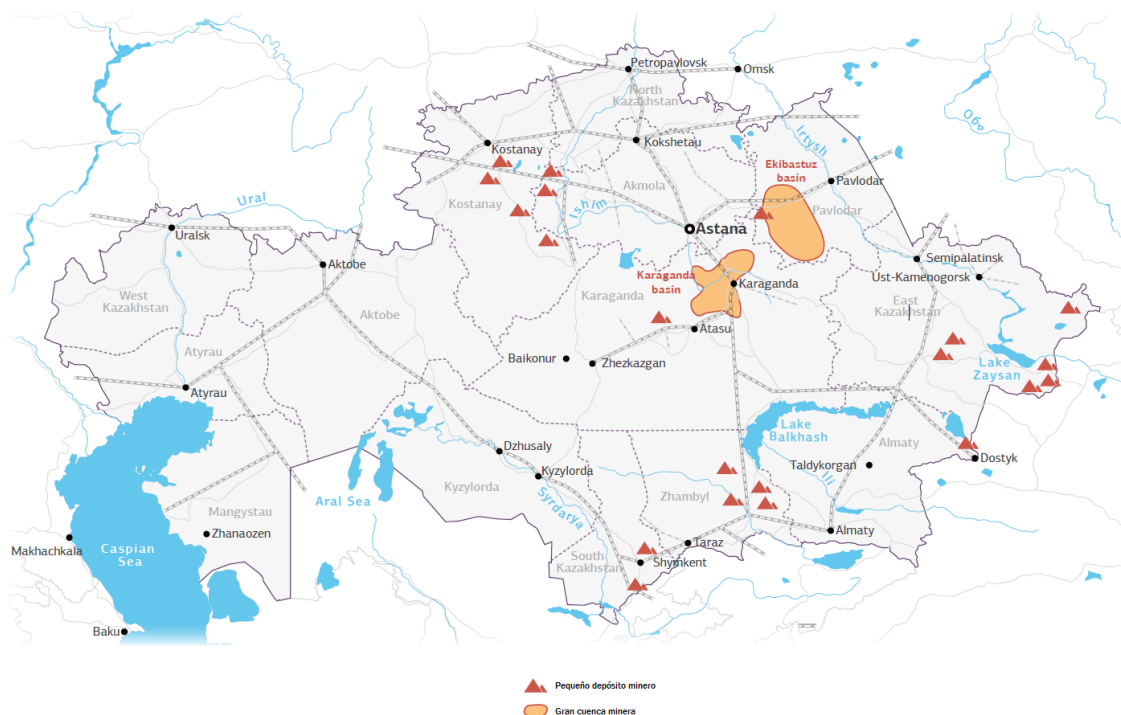


Ilustración 3.2 – Localización de las reservas de carbón en Kazajistán. (KazEnergy, 2015)

Cuenca minera	Reservas (en millones de toneladas)
Ekibastuz	12.500
Karaganda	9.300
Turgay	5.800
Otras	6.000

Tabla 3.2 – Reservas de carbón kazajo por cada cuenca minera. (KazEnergy, 2015)

### 3.4.4 Producción

La producción de carbón en Kazajistán se ha mantenido bastante constante en los últimos diez años (Gráfico 3.11). El pico se produjo en los años 2012 y 2013, cuando se extrajeron más de 50 millones de toneladas equivalentes de petróleo. A partir de ahí ha ido disminuyendo.

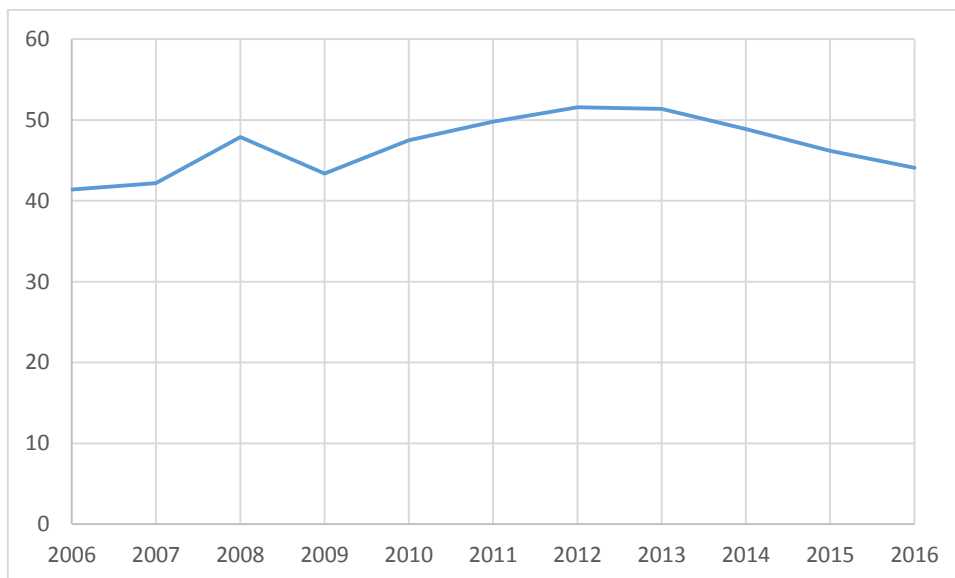


Gráfico 3.11 - Producción anual de carbón en Kazajistán en millones de toneladas equivalentes de petróleo (2006-2016). (British Petrol, 2017)

El país está perdiendo capacidad de producción, ya que las minas están a poco rendimiento y los equipos tienen un desgaste considerable. No obstante, esto no debiera ser un problema ya que no se espera que el consumo aumente.

De lo producido, la inmensa mayoría, más de un 75% se destina a consumo propio y sólo lo restante se exporta al extranjero.

#### 3.4.5 Consumo

Gran parte del consumo de carbón proviene de las centrales de generación eléctrica, localizadas principalmente en la zona central y norte del país. El resto del consumo es industrial y doméstico, ya que el carbón es muy utilizado entre los hogares.

Puesto que el grueso del consumo es utilizado para generación de electricidad, el consumo está relacionado también con la producción industrial. En los años de los que se muestra la serie, de 2006 a 2016 (Gráfico 3.12), el consumo subió hasta 2014, donde la crisis que sufrió Kazajistán se reflejó en sus industrias y provocó la bajada del consumo. En ese punto se consumieron 41 millones de toneladas equivalentes de petróleo.

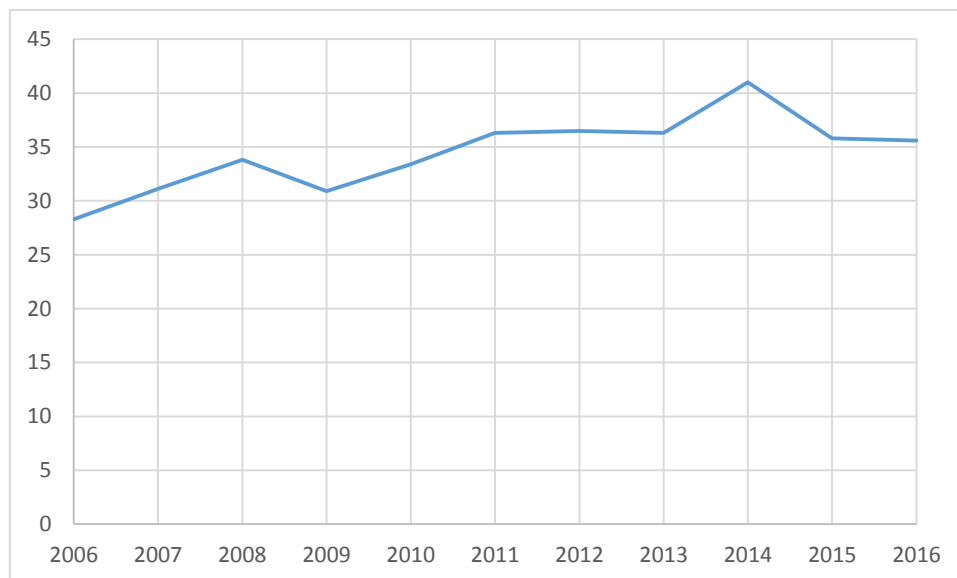


Gráfico 3.12 - Consumo anual de carbón en Kazajistán en millones de toneladas equivalentes de petróleo (2006-2016). (British Petrol, 2017)

Con la política energética del gobierno kazajo y su Plan Verde, el consumo de carbón está destinado a ir disminuyendo con el tiempo, puesto que se quiere eliminar su uso tanto en la generación eléctrica como en los hogares.

#### 3.4.6 Precio

El precio del carbón a nivel mundial ha subido de media un 50% entre 2006 y 2016 (Gráfico 3.13). En otro tipo de combustibles hay más diferencias de precios entre mercados, pero para el carbón se tienen valores muy similares. Las variaciones de precio son muy grandes, con subidas y bajadas que duplican y disminuyen a la mitad el precio.

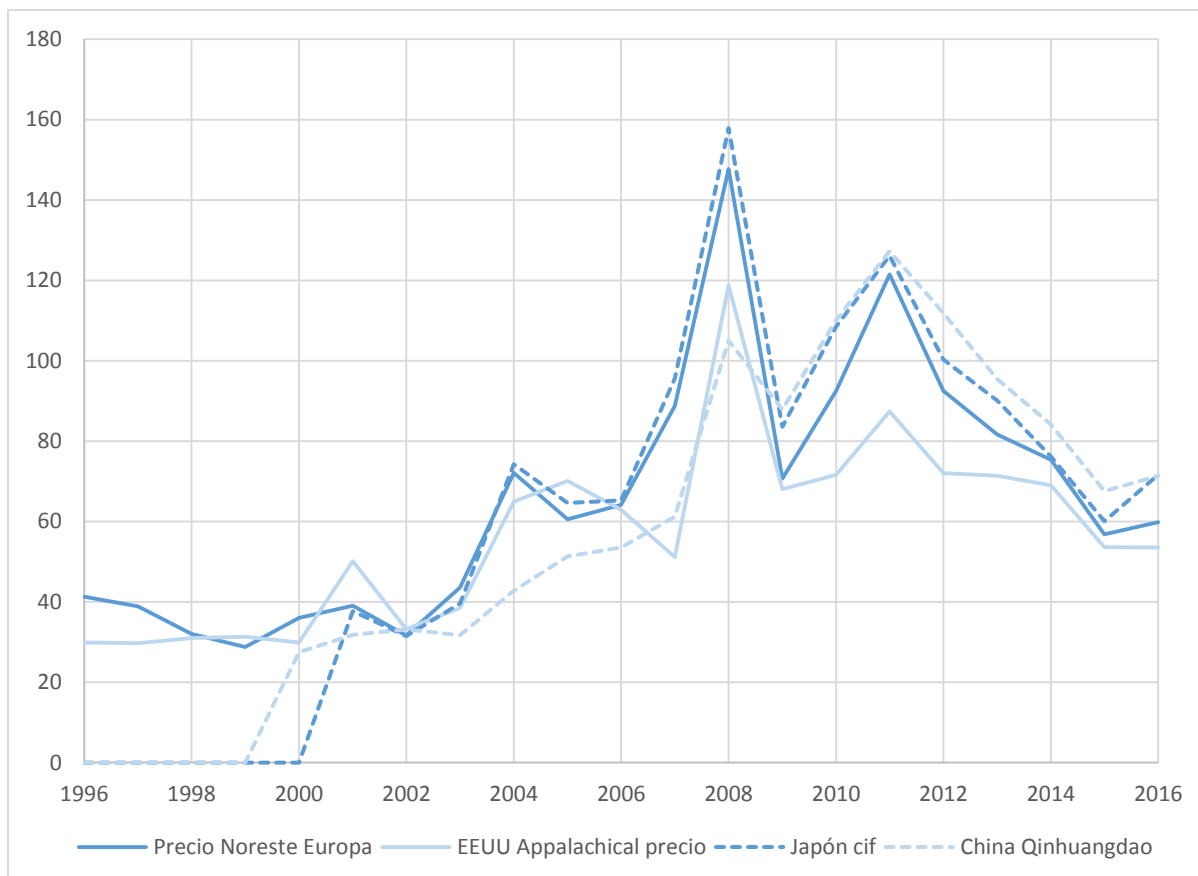


Gráfico 3.13 - Precio con la inflación ajustada de la tonelada de carbón en los principales mercados en dólares (1986-2016). Azul oscuro continuo, precio noreste de Europa; azul oscuro discontinuo, Japón cif; azul claro continuo, EEUU Appalachical y azul claro discontinuo, China Qinhuangdao. (British Petrol, 2017)

El precio de mercado subió de manera constante hasta el máximo histórico que tuvo lugar en 2008. Tras una bajada rápida y una subida grande, pero no de récord, ha ido bajando hasta situarse en unos sesenta dólares por tonelada de carbón.

### 3.4.7 Oportunidades

El sector del carbón tiene poco que ofrecer para inversores extranjeros. Muy fuertes barreras de entrada, con inversiones millonarias y sin disponer de una infraestructura de transporte liberalizada son las principales trabas, pero hay otras.

Un sector que funciona como oligopolio, con una fuerte presencia estatal, una producción condicionada por el consumo nacional y este último encontrándose en disminución y con todas las previsiones indicando que no volverá a aumentar son indicadores de que este sector no permitirá recuperar inversiones.



## 3.5 Energía Nuclear

### 3.5.1 Introducción

Actualmente el país no dispone de capacidad para generar electricidad a gran escala, aunque el país tuvo una central nuclear operando en entre los años 1973 y 1999. A día de hoy, produce un tercio de la producción global, que exporta principalmente a China, pero también a la Unión Europea, Corea del Sur y los EE.UU.

Cuenta con la ventaja de tener la mayoría de sus depósitos en terrenos arenosos, por lo que la extracción es mucho más sencilla, respetuosa con el medio ambiente y barata que si fuese en localizaciones de rocas.

A diferencia de con otros recursos energéticos, Kazajistán ha conseguido encontrar importadores dispuestos a comprar uranio kazajo y expandirlo tan rápido como crezca la producción. Las previsiones son que independientemente, la demanda a nivel mundial crezca bajo casi cualquier escenario económico, pero al depender Kazajistán tanto de China como comprador, puede que se encuentre con problemas una vez el país acabe de ampliar sus inventarios de uranio.

Kazajistán no está presente en todas las etapas del ciclo de fabricación de combustible nuclear. La extracción y un procesado primero se realizan en territorio kazajo, pero el refinado debe ser realizado en Rusia antes de que vuelva para el acabado final y el empastillado.

### 3.5.2 Organización del sector

La empresa de control estatal KazAtomProm es el agente principal, pero la minería se realiza mediante proyectos conjuntos entre KazAtomProm e inversores extranjeros, siendo el resultado de estos proyectos el 70% de la producción total de Kazajistán.

Para el tratamiento del óxido de uranio, Kazajistán necesita de la tecnología extranjera y por ello ese proceso se lleva a cabo en las instalaciones de propiedad de la Agencia Nacional Atómica, de KazAtomProm y de TVEL (Rusia), situadas en territorio ruso.

### 3.5.3 Reservas

Kazajistán es el cuarto país con más reservas de uranio del mundo, teniendo casi cuatrocientas mil toneladas de uranio (Tabla 3.3), un 8% del total mundial. Sólo se encuentran por delante Australia, los Estados Unidos de América y Canadá, con respectivamente 1.200.000, 500.000 y 400.000 toneladas de uranio.



	Coste de extracción			
	< 40\$/kgU	< 80\$/kgU	< 130\$/kgU	< 260\$/kgU
Toneladas en Kazajistán	20.400	199.700	285.600	373.000
% total Kazajistán	5,5%	53,5%	76,6%	100%
Reserva en años	8,5	20,3	62	76,9
Total mundial	507.400	1.211.600	3.698.900	4.587.200
% mundial	4,0%	16,5%	7,7%	8,1%

Tabla 3.3 - Reservas confirmadas en Kazajistán, 2015. (Agencia Internacional de la Energía Atómica, Agencia de la Energía Nuclear de la OECD, 2014)

Si se tienen en cuenta las reservas que refinadas dan un coste por kilo de uranio de 80\$ (el equivalente a 68\$ por kilo de  $U_3O_8$ , Kazajistán es el segundo país con más reservas, teniendo 200.000 toneladas. Únicamente le superaría Canadá, con 300.000 toneladas.

Considerando las reservas inferidas de uranio (Tabla 3.4), el país sube sus reservas hasta el medio millón de toneladas, un 17% del total mundial, y viéndose superado otra vez por Canadá, con 600.000 toneladas. De estas reservas, Kazajistán es el país con más reservas inferidas con coste de extracción menor de 80\$ por kilo, con 300.000 toneladas, el 42% de las reservas mundiales.

	Coste de extracción			
	< 40\$/kgU	< 80\$/kgU	< 130\$/kgU	< 260\$/kgU
Toneladas en Kazajistán	68.900	316.000	393.700	502.500
% total Kazajistán	13,7%	62,9%	78,3%	100%
Reserva en años	2,9	12,5	36,9	51,1
Total mundial	175.500	745.100	2.204.000	3.048.000
% mundial	39,3%	42,4%	17,9%	16,5%

Tabla 3.4 - Reservas inferidas en Kazajistán, 2015. (Agencia Internacional de la Energía Atómica, Agencia de la Energía Nuclear de la OECD, 2014)

#### 3.5.4 Producción de uranio

La extracción de uranio en Kazajistán ha crecido increíblemente en el siglo XXI. De las 3.300 toneladas anuales en 2003 a 23.100 toneladas en 2014 (Gráfico 3.14), un crecimiento medio de 19'4% anual. Como resultado de eso, en 2009 el país se puso a la cabeza en la producción mundial y ha seguido aumentando su cuota desde entonces, pasando del 28% en 2009 al 41% en 2014.

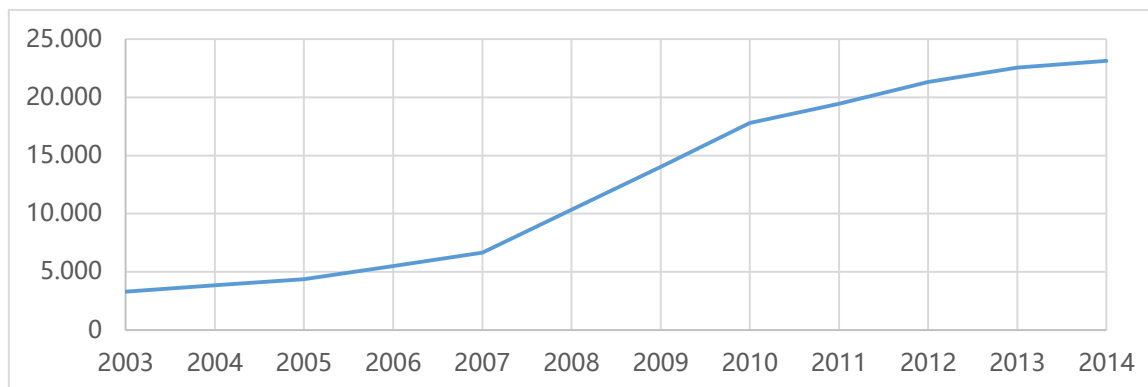


Gráfico 3.14 - Producción anual de uranio en toneladas (2003-2014). (Agencia Internacional de la Energía Atómica, Agencia de la Energía Nuclear de la OECD, 2014)

### 3.5.4.1 Depósitos

De los 74 depósitos de uranio conocidos, 19 están siendo o bien explotados en la actualidad o tienen un plan para empezar a hacerlo. Los más grandes son, ordenados por capacidad máxima de producción:

- 5.000 toneladas anuales: Kharana Norte, y Moinkum.
- 4.000 toneladas anuales: Budenovskoye, Inkai y Mynkuduk.
- 2.000 toneladas anuales: Zarechnoye.
- 1.000 toneladas anuales: Karamurun y Akdala.

La producción de cada uno fue en 2014 (Tabla 3.5):

Productor	Depósito	Producción
JV Inkai LLP	Inkai 1+2+3	1.930,3
KATCO LLP	Moiynkum Sur	2.089,5
	Tortkuduk	2.019,9
JV Betpak-Dala LLP	Inkai 4	2.001,5
Karatau LLP	Buderovskoye 2	2.083,6
PE Ortalyk LLP	Central Mynkuduk	1.805,8

Tabla 3.5 - Producción anual de los principales depósitos de uranio en Kazajistán en 2014 (en toneladas de uranio). (Instituto Kazajo de Petróleo y Gas, s.f.)



### 3.5.4.2 Tecnología de extracción

Del total de la producción anual, el 99% se extrae de depósitos de roca arenisca utilizando de lixiviación in situ con un método desarrollado en la URSS a mediados de los años 70. Para ello se inyecta en el terreno una disolución que contiene un 1-2% de ácido sulfúrico y que puede llegar hasta unos 750 metros de profundidad con la tecnología actual. El producto resultante contiene menos de un 0,1% de uranio. Posteriormente se retira el uranio y se recicla parte del ácido.

Esta técnica tiene un bajo impacto en el medio ambiente y un coste directo muy bajo, ya que no es necesario ni realizar extracción de roca ni construir una mina propiamente dicha, por lo que esa parte de costes se reduce mucho, pudiendo llegar a ser incluso cero.

#### 3.5.4.2.1 Impacto medioambiental

El procedimiento de extracción utilizado en Kazajistán es muy poco agresivo con la superficie del terreno, sin necesitar vertederos de roca, apenas se producen emisiones de gas radón y no hay polvo tóxico generado. La solución ácida se recicla también.

El mayor riesgo es la contaminación de aguas subterráneas. Para evitar esto se realiza una monitorización de las presiones en toda la instalación y así poder encontrar gradientes de presión que indiquen fugas. Cuando el depósito se agota, los pozos se cierran y se realizan tratamientos para devolver el agua subterránea restante a sus estándares previos al comienzo de la explotación.

#### 3.5.4.2.2 Debilidades y posibilidades de mejora

Puesto que el 80% del uranio kazajo se encuentra en depósitos de arenisca, la lixiviación in situ es la técnica perfecta para su extracción. Esto tiene un gran inconveniente, la gran dependencia del suministro de ácido sulfúrico.

Para extraer una tonelada de uranio en Kazajistán se necesitan entre 70 y 80 kilos de ácido, totalmente desproporcionado si se compara con los 3 kilos necesarios de media en Australia. Este consumo tan abultado es responsable de entre el 15 y el 20 por ciento del coste operativo. Causa también una enorme necesidad de suministro, un incendio en una planta de producción de ácido en 2007 causó un mal suministro hasta bien entrado 2009. Siendo consciente de este problema, Kazajistán ha construido recientemente una planta de elaboración de ácido que cubre por completo las necesidades de la industria extractora.

Como la extracción de hidrocarburos y la industria metalúrgica generan grandes cantidades de subproductos sulfurosos, estos pueden ser tratados para producir el tan necesitado ácido





sulfúrico. Entre los campos petrolíferos de Tengiz y Kashagan se producen 2.300 toneladas anuales de sulfuros y en Kashagan otras 1.200.

### 3.5.4.3 Exportaciones

Al no poseer reactores nucleares, Kazajistán exporta toda su producción, la mayoría con contratos comerciales a largo plazo. China es su principal importador, vendiéndole el 56% del total de su producción y dentro del país, la Corporación General China de la Energía Nuclear y la Corporación China de la Industria Nuclear. En Francia el principal cliente es Electricite de France y en Corea del Sur KEPCO. Las ventas por destino son (Gráfico 3.15):

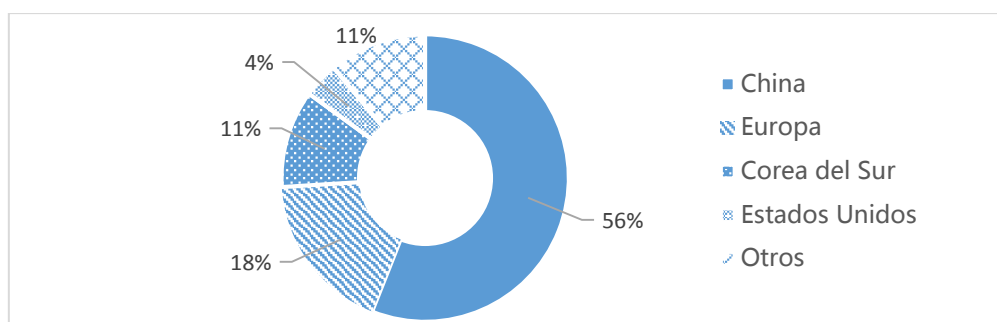


Gráfico 3.15 – Exportaciones de uranio kazajo en 2013 por destino. (Agencia Internacional de la Energía Atómica, Agencia de la Energía Nuclear de la OECD, 2014)

China ha crecido de manera descontrolada, aumentando con ello su demanda de energía eléctrica. De las 2.000 toneladas consumidas en 2010 a las 7.000 en 2015, se espera que no pare hasta las 13.000 en 2020. Aun así, China ha importado entre los años 2010 y 2014 unas 80.000 toneladas, de media 16.000 toneladas anuales, el 70% provenientes de Kazajistán. Además, la producción china ha sido de 6.000. Con estos cálculos se estima que China ha creado un inventario de unas 65.000 toneladas, pudiendo superar ya las 70.000.

Si bien la producción de electricidad en China por centrales nucleares crece t se espera que llegue a 58 GW en 2020 (19 GW en 2014), llegará un punto en el que el país cubra sus inventarios y empiece a reducir las importaciones.

### 3.5.4.4 Perspectivas de futuro

De las reservas aseguradas a nivel global, aquellas que tienen un coste de extracción menor a 40\$ por kilo constituyen un 11% del total. Al ritmo de consumo igual al actual se dispone de nueve años hasta que se agoten. Si se añaden las reservas inferidas, esta ratio aumenta a doce años. Considerando las reservas con un coste de extracción menor a 80\$, se tiene producción para 22 y 35 años para las reservas aseguradas e inferidas respectivamente.



#### 3.5.4.4.1 Producción y consumo

Desde el inicio del consumo de uranio para fines comerciales de generación de energía eléctrica, la producción siempre ha superado a la demanda comercial, pues una parte de la producción se destinaba para fines militares. Con la caída de la Unión Soviética y el desmantelamiento del armamento nuclear, entró otra fuente de combustible nuclear al mercado, por lo que, aunque entre los años 1989 y 1992 la demanda aumentó de 50.000 a 60.000 toneladas anuales de uranio, la producción bajó de 60.000 a 35.000 toneladas.

En los años finales del desmantelamiento, el uranio enriquecido de categoría militar (con un contenido de uranio 235 del 85 al 90 por ciento) cubría entre el 13 y el 19 por ciento de la demanda comercial de uranio. Al final del Acuerdo Megatones a Megavatios, el 90% del uranio proviene de producción primaria.

#### 3.5.4.4.2 Precio uranio

En el mercado global, las ventas de uranio con contratos comerciales a corto o medio plazo no superan el 15% del total. La mayoría de las ventas son con contratos a largo plazo, que suelen tener un precio de unos 25'8\$ por kilo mayor que el precio a corto plazo. El precio histórico a corto plazo se muestra en el Gráfico 3.16.

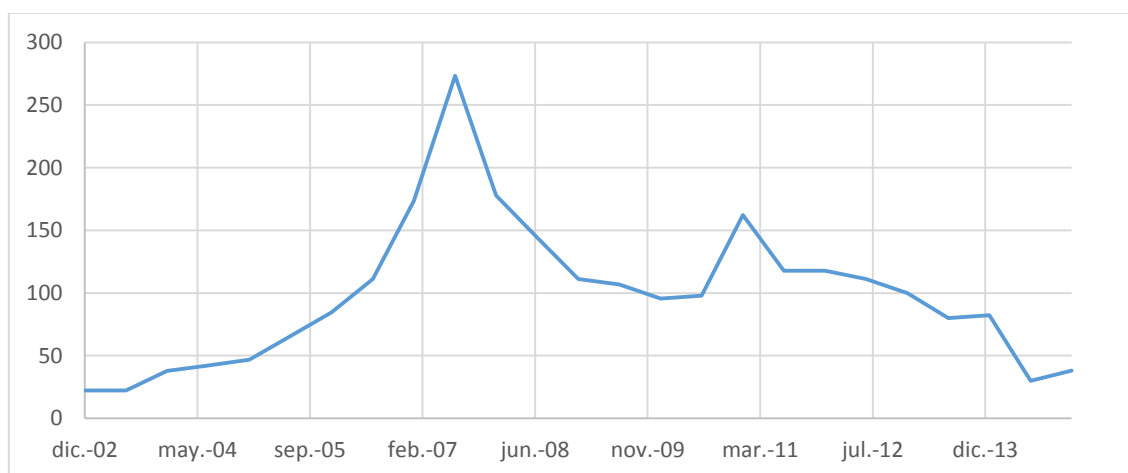


Gráfico 3.16 – Precio del uranio en dólares por kilo (2002-2015). (Uranium Miner, s.f.)

El exceso de oferta durante los años noventa hasta el 2001 provocó que el precio medio fuese de 18\$ por kilo de uranio. En 2002 comenzó una subida en el precio causada por las expectativas de mayor importancia de la energía nuclear en la generación eléctrica, la bajada de inventarios y reservas de combustible nuclear y la apreciación del dólar.



El máximo llegó en junio de 2007 con 350\$ por kilo, pero la crisis financiera posterior y el accidente nuclear de Fukushima provocaron que el precio bajase de manera casi constante. En la actualidad el precio supera los 30\$, pero no llega a ser rentable para la construcción de nuevas minas.

#### *3.5.4.5 Oportunidades*

El país es un productor muy importante, con capacidad y reservas suficientes como para asegurar su posición. Con la demanda aumentando y acuerdos comerciales, no hay nada que indique que la industria nuclear kazaja vaya a echar el freno.

No obstante, cuenta con una debilidad muy importante y que evita que tengan el control completo sobre su producción: el refinado y enriquecimiento del uranio.

Kazajistán es consciente del enorme lastre que esto le es para su negocio y en la búsqueda de la independencia de su industria nuclear, necesitaría una tecnología de la que no dispone.





## Capítulo 4: Energías Renovables





## 4.1 Introducción

Las energías renovables en Kazajistán son el punto pendiente de su sector energético. Frente al gran desarrollo tecnológico que ha tenido la extracción de recursos fósiles, las renovables no han tenido importancia alguna.

La energía hidroeléctrica sí que ha sido de gran importancia desde hace décadas. Su gran desarrollo ocurrió durante la Unión Soviética, sufriendo una bajada de su capacidad a la caída de esta.

La estepa ofrece grandes posibilidades para el resto de energías renovables. Los vientos son muy fuertes y las velocidades medias son de las mejores del mundo. La planicie recibe una gran insolación, aunque las bajas temperaturas anuales son un factor que juegan en la contra. Los recursos agrícolas, forestales y ganaderos proveen de una cantidad notable de material orgánico, que puede ser utilizado para generar energía mediante biomasa.

## 4.2 Energía Solar

### 4.2.1 Introducción

La superficie de Kazajistán extensa y llana, la estepa está limpia de vegetación y por sus características climáticas es una zona dura para vivir. Para cierto tipo de energías renovables, como es el caso de la eólica, es idónea, pero en el caso de otras, tiene ciertas peculiaridades que ponen a prueba las tecnologías.

Por espacio y terreno en el que construir plantas solares, el país no podría ser mejor. Terrenos llanos en los que apenas es necesario realizar obra para obtener la máxima radiación posible y suelos fáciles de trabajar y más para este tipo de instalaciones.

El mayor inconveniente de Kazajistán es su clima. No es problema de falta de radiación, la latitud está comprendida entre 41° y 55° norte y por ello el ángulo de incidencia de la luz solar es bueno, pero las condiciones ambientales y meteorológicas juegan en contra del rendimiento.

Las temperaturas mínimas, que en ocasiones están por debajo de los 40° Celsius ponen a prueba la energía termosolar. En pocos países hay temperaturas tan bajas, pero eso no significa que no sea viable.

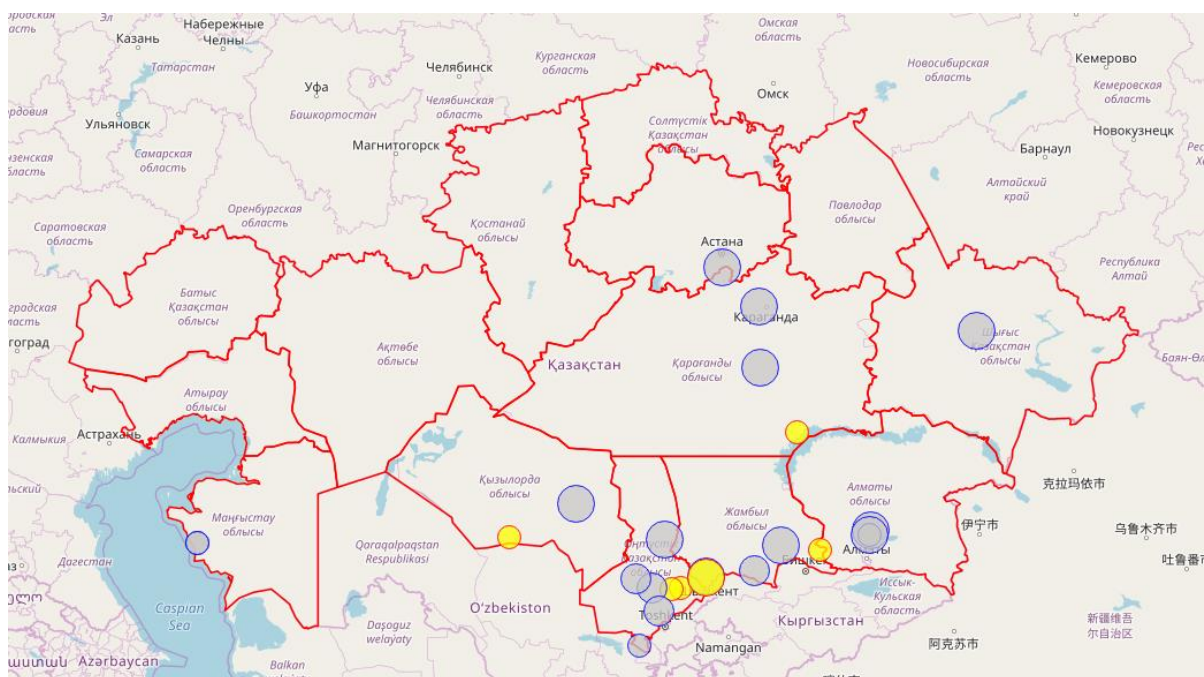
Para la energía fotovoltaica la nubosidad que tiene el país en los meses de invierno es lo que más dificulta el rendimiento energético y económico de las plantas de este tipo.

#### 4.2.2 Producción

Kazajistán es de los países que menos desarrollada tiene la energía solar. Con otros tipos de energía renovable ocupa una posición atrasada, pero con la solar es más notable el retraso de años de inversión.

Pese a tener una gran extensión, una población de casi dos decenas de millones de habitantes y un producto interior bruto notable para la zona, las plantas de energía solar en funcionamiento en el año 2017 eran menos de diez. Hay más proyectos en marcha, con la meta en tener 713'5 MW solares instalados para 2020 (Petrova, 2018).

Tanto los proyectos construidos como los que se encuentran en marcha se concentran en la zona sur del país, pero es posible encontrar alguno en la zona centro, en los Oblast de Akmola y Karagandá (Ilustración 4.1).



*Ilustración 4.1 – Proyectos solares en Kazajistán en 2017. (Amarillo, ya construidos; gris, en construcción). (Ministerio de Energía de la República de Kazajistán, s.f.)*

Los proyectos actuales tienen una potencia total que no llega a 60 MW instalados. La mayor parte de esta potencia fue dada de alta en el año 2015 y es que hasta 2012 no se tuvo la primera instalación funcionando en Kazajistán.



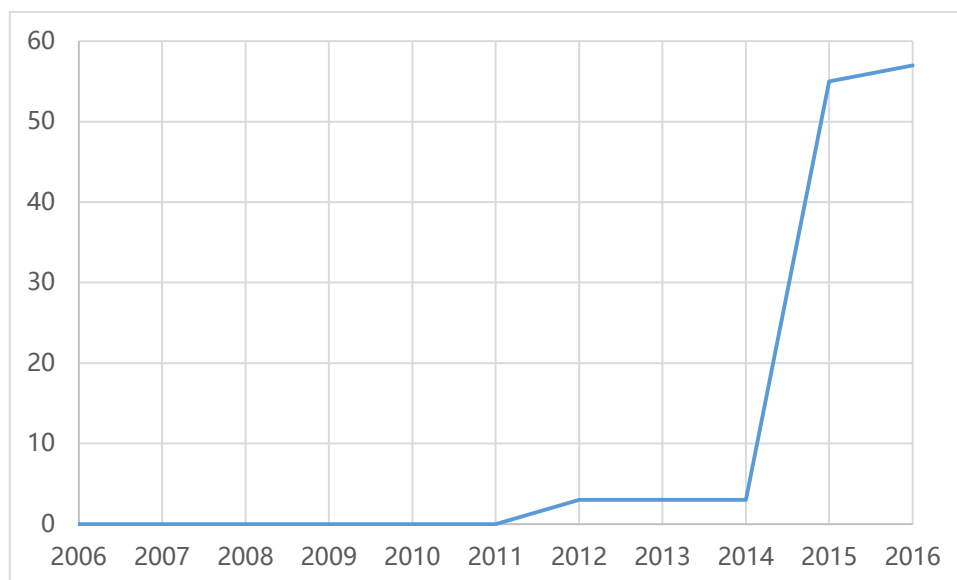


Gráfico 4.1 – Potencia total instalada en Kazajistán entre 2006 y 2016 (en MW). (International Renewable Energy Agency, 2017)

### 4.2.3 Potencial solar

El potencial del país no es tan grande como el de otros, aunque eso no significa que sea en absoluto despreciable. Dispone de ciertas características que permiten el desarrollo de este tipo de energía renovable.

#### 4.2.3.1 Condiciones ambientales

Al provenir la energía solar de la radiación solar, es especialmente importante tener en cuenta las condiciones ambientales que afectan a la cantidad de radiación que llega a la superficie terrestre.

Especialmente importantes son las horas de sol y la nubosidad para conocer cuánta energía toca el suelo. La temperatura media del aire afecta a temas operativos de las instalaciones y por tanto a su rendimiento.

##### 4.2.3.1.1 Horas de sol

El país tiene entre dos mil doscientas y tres mil horas de sol al año en función de la zona. En ciertos puntos pueden incluso superarse las tres mil horas de irradiación solar por año, con los rendimientos que eso conlleva.

La irradiancia media anual se encuentra entre 1.300 y 1.800 kWh por metro cuadrado. Por su parte, la irradiación media diaria entre 3'8 y 5'2 kWh por metro cuadrado (Ilustración 4.2), siendo en julio de entre 6'4 y 7'5 kWh por metro cuadrado.

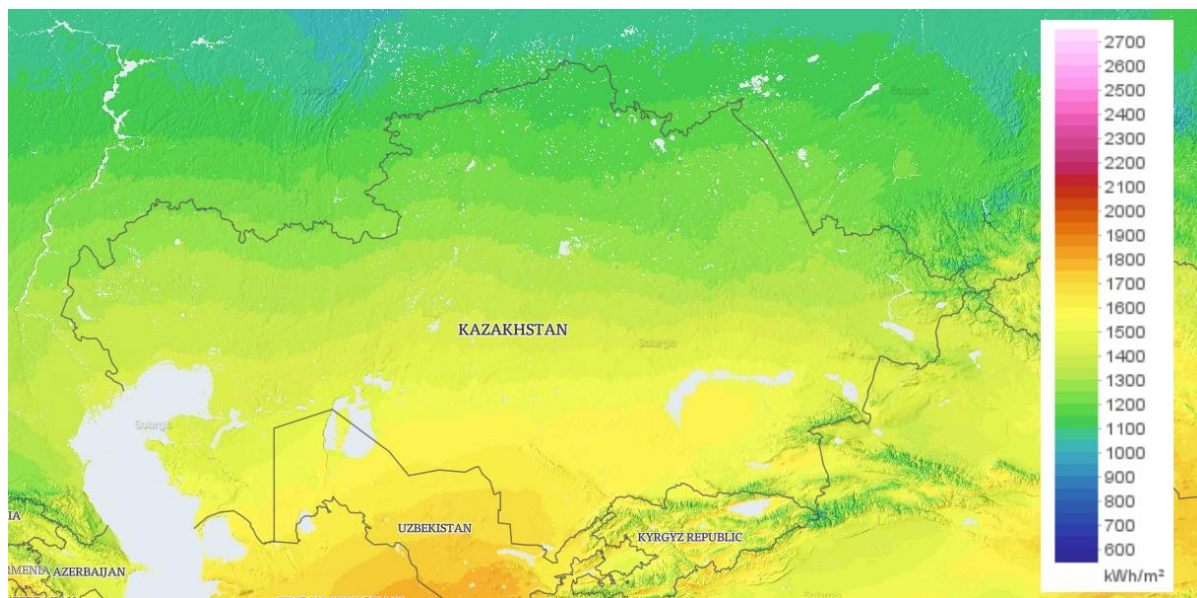


Ilustración 4.2 – Radiación media anual en suelo kazajo en kWh/m<sup>2</sup>. (Global Solar Atlas, s.f.)

#### 4.2.3.1.2 Nubosidad

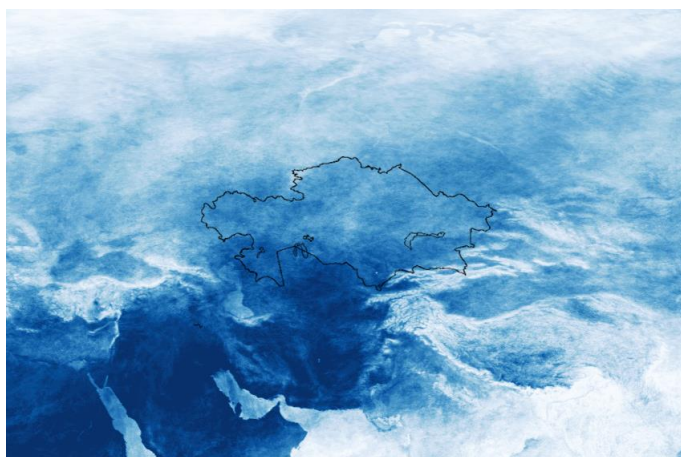
La nubosidad en el país es muy variable, en función de la época del año se pasa desde cielos bastante despejados a completamente cubiertos. La geografía del país define sus fronteras y eso hace que haya diferencias de nubosidad entre Kazajistán y los países colindantes.

En primavera los cielos están cubiertos, pero no excesivamente. La nubosidad es menor que la de otros países de la región (Ilustración 4.3).



*Ilustración 4.3 – Nubosidad media en marzo en Kazajistán (azul oscuro equivale a 0, blanco equivale a 1). (National Aeronautics and Space Administration, s.f.)*

En la época veraniega es complicado encontrar nubes, por lo que el cielo apenas está cubierto y se consiguen las máximas irradiaciones (Ilustración 4.4).



*Ilustración 4.4 – Nubosidad media en junio en Kazajistán (azul oscuro equivale a 0, blanco equivale a 1). (National Aeronautics and Space Administration, s.f.)*

En otoño se produce una diferencia notable entre el norte y el sur del país. Al norte se producen notables precipitaciones y el cielo suele estar cubierto, al sur aún no se ha producido esa cobertura (Ilustración 4.5)



*Ilustración 4.5 – Nubosidad media en septiembre en Kazajistán (azul oscuro equivale a 0, blanco equivale a 1).  
(National Aeronautics and Space Administration, s.f.)*

En invierno es casi imposible encontrar una parte del país que no esté la mayor parte del tiempo con nubes (Ilustración 4.6).



*Ilustración 4.6 – Nubosidad media en diciembre en Kazajistán (azul oscuro equivale a 0, blanco equivale a 1).  
(National Aeronautics and Space Administration, s.f.)*

#### 4.2.3.1.3 Temperatura

Kazajistán es un país con un clima continental muy acusado. En el norte las temperaturas oscilan entre los -40 y 40 °C, mientras que en el sur no son tan exageradas las diferencias y la temperatura en invierno es mayor.

La temperatura media del aire varía mucho de norte a sur (Ilustración 4.7). En la zona norte se encuentra próxima a los cero grados centígrados. Esto supone complicaciones para los





sistemas de energía solar térmica. En el sur las temperaturas medias superan los diez grados, llegando a unos quince en la parte más sur.

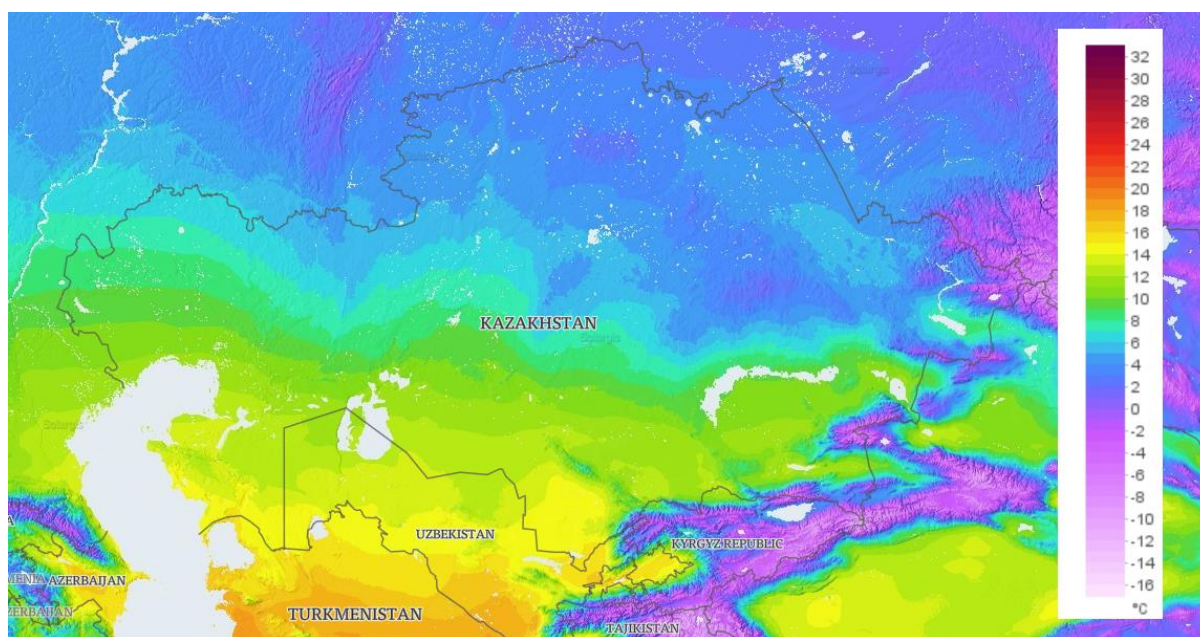


Ilustración 4.7 – Temperatura media anual del aire en grados Celsius. (Global Solar Atlas, s.f.)

#### 4.2.3.2 Potencial fotovoltaico

Combinando las horas de sol, la latitud y otras condiciones climáticas relevantes, Kazajistán no se postula como el país con mayor potencial solar de cuantos hay por la zona.

No obstante, en la zona sur se consiguen alrededor de 1.500 kWh/wKp de potencial fotovoltaico (Ilustración 4.8). En el norte esta cifra baja a unos 1.050 en la frontera con Rusia cercana a Omsk y unos 1.200 de media en el Oblast de Akmola y por tanto cerca de Astaná.

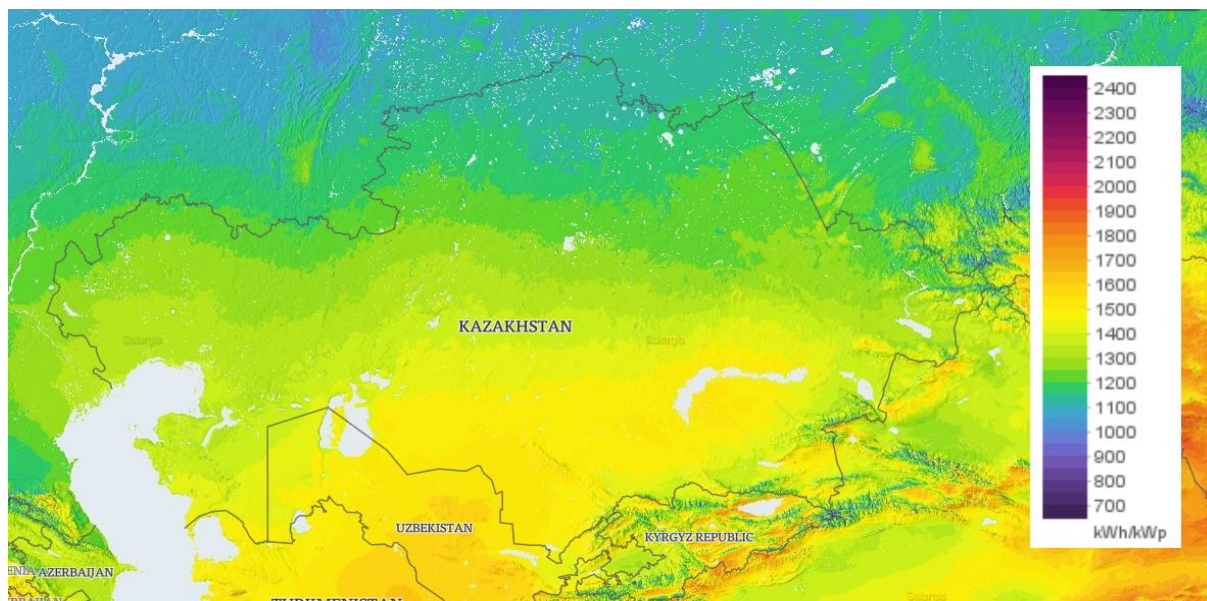


Ilustración 4.8 – Mapa del potencial fotovoltaico de Kazajistán en kWh/kWp. (Global Solar Atlas, s.f.)

#### 4.2.3.3 Potencial termosolar

Dado lo frío del país, cabría esperar que la energía termosolar fuese una tecnología inviable y que por eso no fuese una opción válida. Con los parámetros adecuados pueden salvarse los escollos que pone el clima.

Diversos estudios muestran que es viable realizar instalaciones termosolares (Greenpeace, ESTIA, Solarpaces, 2005). La zona menos indicada es la parte central norte y noroeste, ambas en la frontera con Rusia. En esas partes del país el potencial energético medio está por debajo de los 1.600 kWh/m<sup>2</sup>año y dificulta el retorno de la inversión. En el resto del país se tienen unos 2.000 kilovatios hora por cada metro cuadrado y año, un potencial suficiente para el uso residencial (Ilustración 4.9).

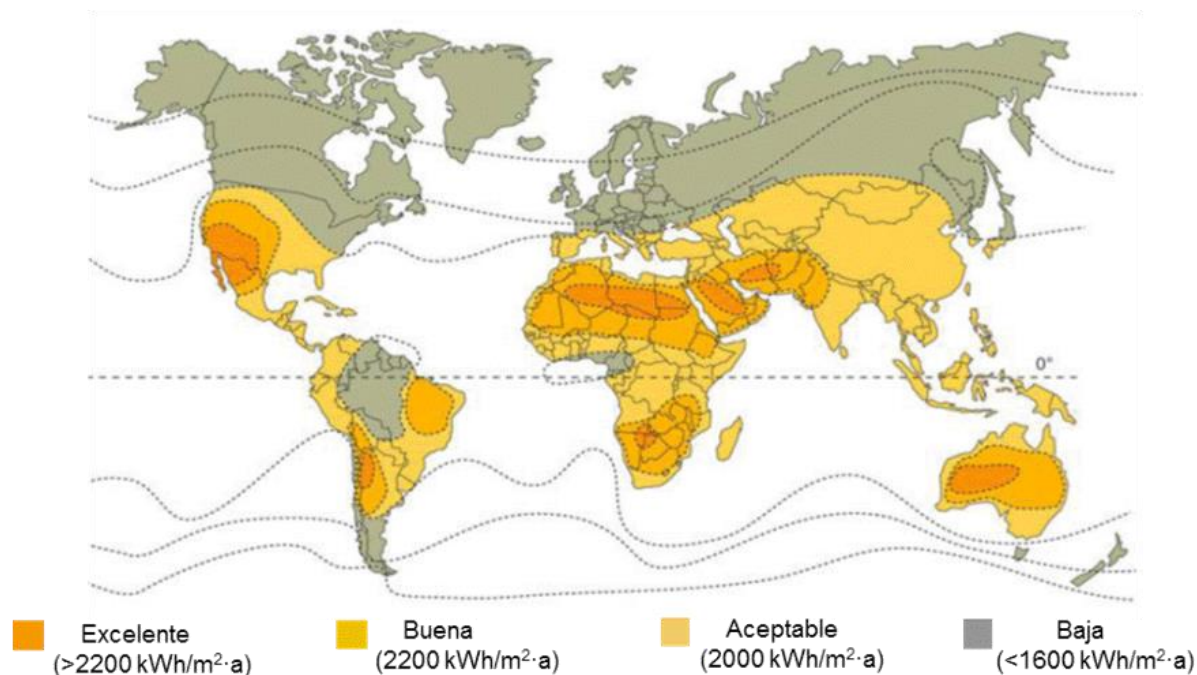


Ilustración 4.9 – Mapa del potencial termosolar a nivel mundial en kWh/m<sup>2</sup>·año. (Greenpeace, ESTIA, Solarpaces, 2005)

#### 4.2.4 Fabricación

Es prácticamente desconocido el trabajo que está realizando Kazajistán para comenzar la producción de paneles fotovoltaicos. Dentro de las reservas mineras de las que dispone el país de Asia Central, se encuentra una gran cantidad de materias primas silíceas idóneas para la producción de paneles. Estas reservas se estiman en 85 millones de toneladas.

La capacidad de extracción de los minerales utilizados está en 10.000 toneladas anuales, mientras que tras el proceso y refinado se tiene una capacidad de producción de producto silíceo intermedio de 3.200 toneladas (KazAtomProm, 2017).

Kazajistán lleva tiempo exportando materia prima, productos intermedios procesados y celdas solares, pero no ha llegado a producir paneles a gran escala (Tengri News, 2012) aunque hay varios proyectos en activo para ser proveedores (Urazova, 2014). Actualmente se está intentando dar el paso final y ya hay diversas empresas con capital extranjero que están invirtiendo en la fabricación. El capital que ha llegado proviene principalmente del Reino Unido y de Francia.



#### 4.2.5 Oportunidades

Por ser de las energías renovables con menor coste de inversión, la energía solar abre un muy amplio abanico de proyectos en los que puede ser utilizada y de los que algunos de ellos son prometedores.

El país cuenta con una situación adecuada para el desarrollo de este tipo de energía, aunque no sea el país que vaya a dar más rendimiento en este sentido. Tanto o más importante es la disponibilidad de terreno a precios muy bajos.

Por el plan del gobierno de incentivar la producción de electricidad con paneles fotovoltaicos esta es una forma de producción que tiene un gran potencial de desarrollo. Los objetivos gubernamentales ponen unos objetivos bastante altos con lo cual las inversiones tendrán apoyo desde las instituciones y hay compromiso de comprar la energía.

De igual manera, el país tiene recursos minerales e una cierta infraestructura de producción de paneles fotovoltaicos. Existe la posibilidad de considerar la producción in situ de los componentes para las instalaciones, algo completamente inviable en otros países de la región.

Dado el gran crecimiento que tiene la población de Kazajistán, el sector inmobiliario está en auge. La crisis de 2014 y el final de la Expo lo lastraron, pero hay suficiente demanda como para que no pare de crecer. En muchas zonas del país el suministro de gas es pobre y no tiene vistas de mejorar. La energía solar térmica es una opción viable para dotar de energía térmica a los hogares y así evitar depender del gas en bombonas.

Existen también muchas viviendas en zonas remotas que se pueden beneficiar de una instalación termosolar de agua caliente sanitaria. La inversión es bastante baja y eso entra dentro de las posibilidades de la población del país.

### 4.3 Energía Eólica

#### 4.3.1 Introducción

Kazajistán es el noveno país más grande del mundo, extendiendo su superficie por casi tres millones de kilómetros cuadrados. A nivel de energía eólica, es casi ideal ya que dispone de aire denso, con muy altas velocidades y terreno muy barato.

Como a todas las energías renovables salvo a la hidroeléctrica, el que el país sea un productor de hidrocarburos ha resultado muy dañino puesto que no se ha investigado e invertido en este tipo de energías.





Pese a todo el potencial, hasta hace cinco años Kazajistán no tenía molinos de cierto tamaño. Ahora intentan recuperar el tiempo perdido pero el punto de partida sigue siendo casi el principio. Cuando las inversiones y los proyectos empiecen a materializarse y se ponga en evidencia la rentabilidad de la energía eólica, esta despegará y quedará fuera de toda duda su importancia futura en el mix energético del país.

#### 4.3.2 Producción

La producción en el país ha sido testimonial y sigue siéndolo (Gráfico 4.2), pero a partir de 2015 entraron en funcionamiento nuevos parques eólicos que llevaban planificados unos años y con eso subió la producción.

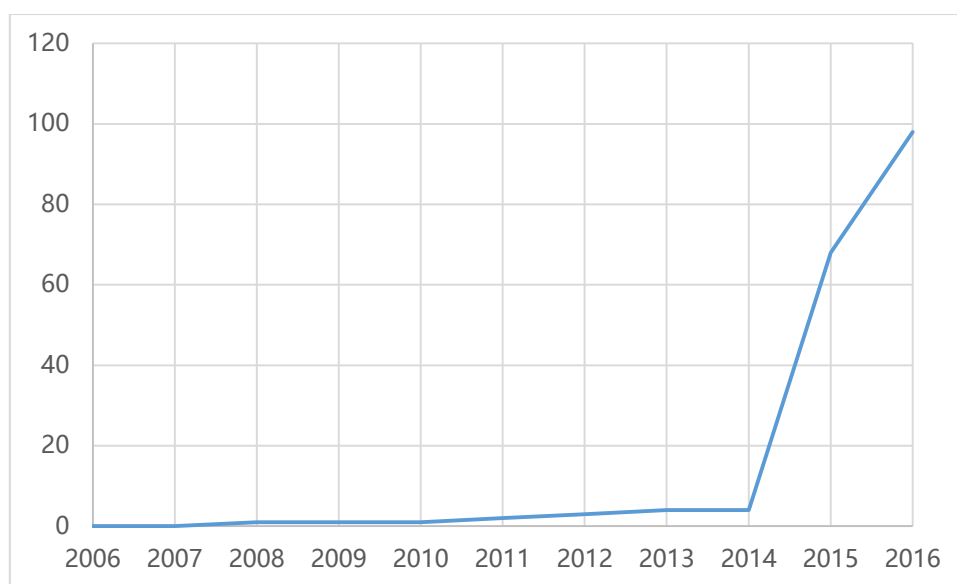


Gráfico 4.2 – Potencia instalada en Kazajistán en el periodo de 2006 a 2016 (en MW). (International Renewable Energy Agency, 2017)

Poco más se puede decir más allá de la capacidad que está planificada para dentro de unos años. Para cumplir con los objetivos del gobierno, en 2020 deberán estar en funcionamiento las suficientes plantas como para tener instalados 1.787 MW de aerogeneradores (Petrova, 2018).

#### 4.3.3 Potencial eólico

El potencial del país es inmenso. Características inherentes a la estepa, como el frío extremo, su localización alejada de cualquier mar, su práctica ausencia de accidentes geográficos y su viento.

#### 4.3.3.1 Condiciones ambientales

En la mayoría de energías renovables, el factor ambiental es el que más influye en el rendimiento que pueden tener.

Kazajistán destaca por un clima frío y mucho viento, con velocidades medias muy elevadas. Todo esto redonda en condiciones idóneas y poco comunes para este tipo de fuente energética.

##### 4.3.3.1.1 Temperatura

Gracias a las bajas temperaturas que hay en el país, la densidad del aire es mayor que en otros países. En comparación con países como España, la diferencia de densidades es de alrededor de un diez por ciento (Ilustración 4.10). Ese diez por ciento se traduce directamente en un aumento de la energía cinética que lleva el aire.

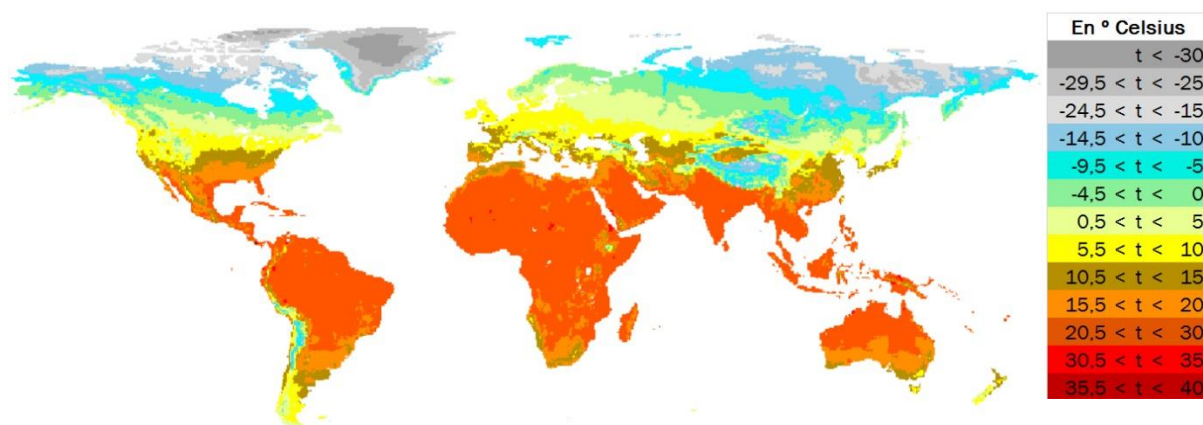


Ilustración 4.10 – Temperatura media anual (en ° Celsius). (El Dorado Weather, s.f.)

Aunque una menor temperatura ambiente se traduce aire más denso y en mayor densidad energética, las temperaturas extremas por debajo de los treinta grados bajo cero pueden afectar a la operatividad de la maquinaria.

##### 4.3.3.1.2 Viento

Kazajistán es famoso por su infinita estepa. Es una estepa con mucha extensión y apenas tiene elevación. Estas características provocan que casi siempre haya viento. Salvo en las zonas más montañosas, es común encontrar un fuerte viento en cualquier época del año.

Aunque es posible encontrar vientos provenientes de todas las direcciones, en las zonas con mayor velocidad media tiene a estar muy direccionado. Un ejemplo de ello es la zona de Akbakay, con vientos con origen al este (Ilustración 4.11).

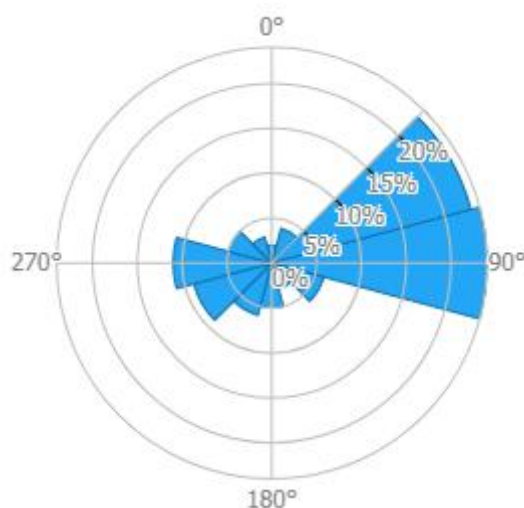


Ilustración 4.11 – Rosa de los vientos en Akbakay, en tanto por ciento del tiempo y ángulo. (Global Wind Atlas, s.f.)

El país tiene unas velocidades medias muy altas a 50m de altura (Ilustración 4.12), en más del ochenta por ciento de su extensión hay vientos de más de seis metros por segundo y en alrededor del veinte por ciento, superiores a siete metros por segundo. En la zona de la costa del mar Caspio llegan a superarse los ocho y ya dentro del mar, toda la zona norte tiene medias de nueve metros por segundo.

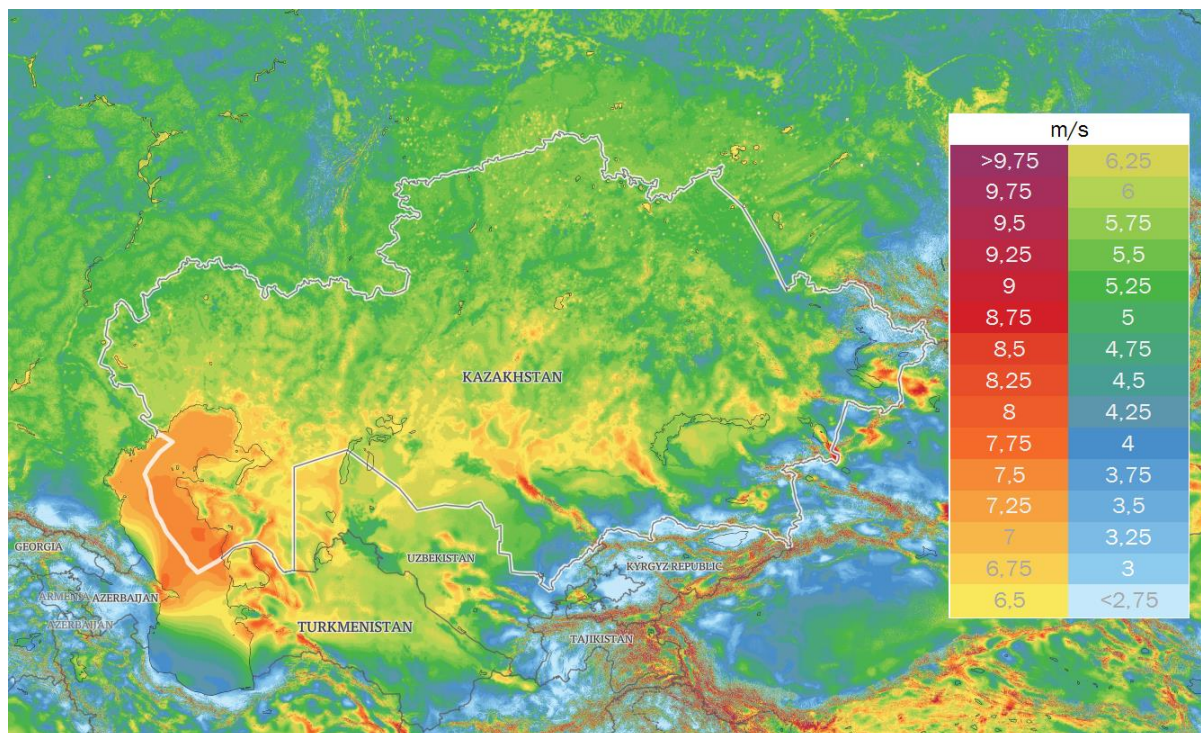


Ilustración 4.12 – Velocidad media del viento a 50 metros de altura. (Global Wind Atlas, s.f.)

A cien metros de altura las velocidades son muy superiores (Ilustración 4.13). El 85% de la superficie del país tiene vientos de más de siete metros por segundo y casi el cuarenta por ciento los tiene de más de siete metros y medio por segundo. Las velocidades medias pico superan los ocho metros y esto es en más del diez por ciento del territorio.



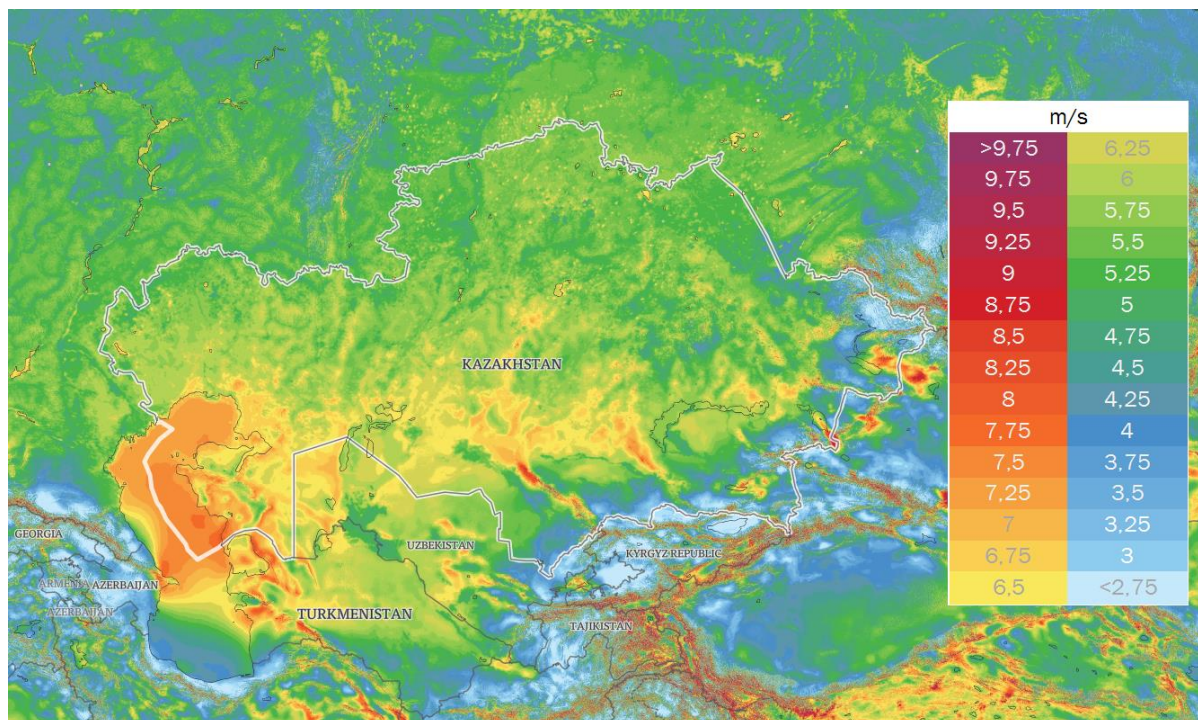


Ilustración 4.13 – Velocidad media del viento a 100 metros de altura. (Global Wind Atlas, s.f.)

Es una zona con velocidades excepcionalmente altas. Sólo se igualan en lugares del mundo que tengan grandes superficies planas como el centro de los Estados Unidos, Mongolia, el Sahara y Australia.

#### 4.3.3.2 Densidad energética

Estas condiciones ambientales propias de Kazajistán y su estepa provocan que el aire tenga unas características y velocidad no tan fáciles de encontrar a lo largo del mundo. Estas características se traducen en una densidad de potencia elevada, que en la mayor parte del territorio supera los 200 vatios por metro cuadrado a 50 metros de altura (Ilustración 4.14).

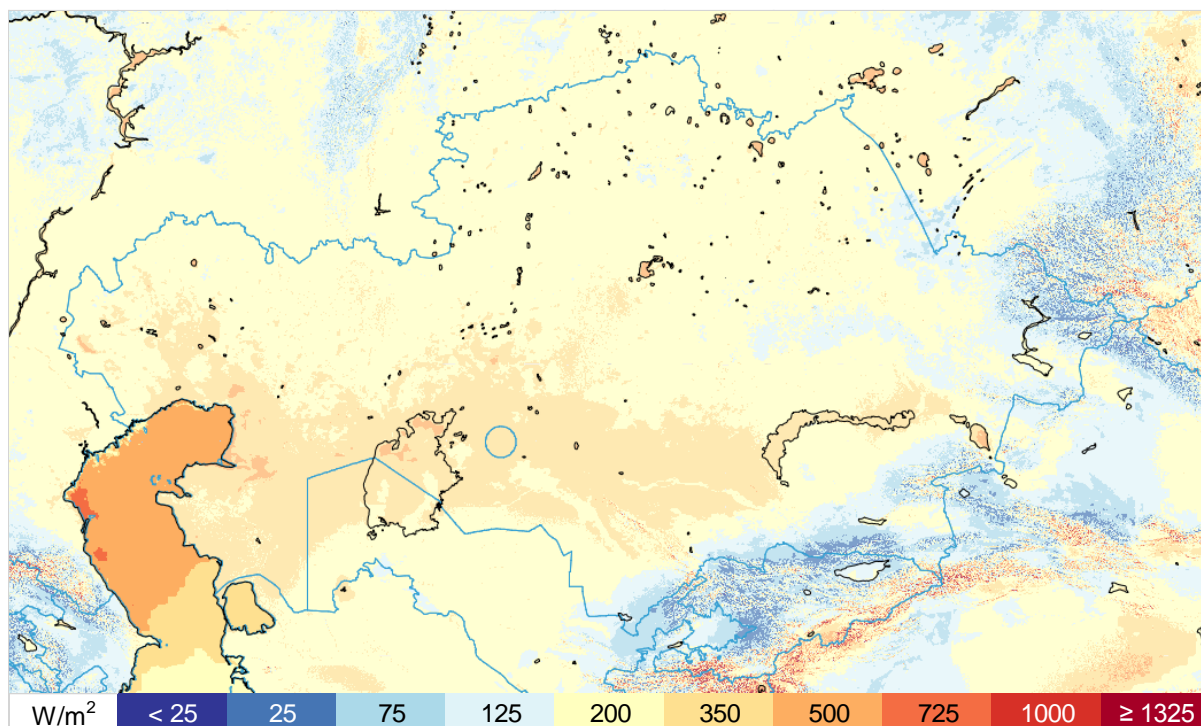


Ilustración 4.14 - Densidad de potencia media en Kazajistán en  $W/m^2$  a 50m de altura. (Global Wind Atlas, s.f.)

Una parte notable dispone de densidades de potencia mayores a 350 vatios por metro cuadrado y en la parte norte del mar caspio se superan los 500 vatios por metro cuadrado sin ningún tipo de dificultad.

Comparativamente con el resto del mundo, las densidades de potencia en Kazajistán se encuentran entre las mejores del mundo, únicamente siendo igualadas en las llanuras del norte de América, en Australia y en Mongolia y el norte de África (Ilustración 4.15).

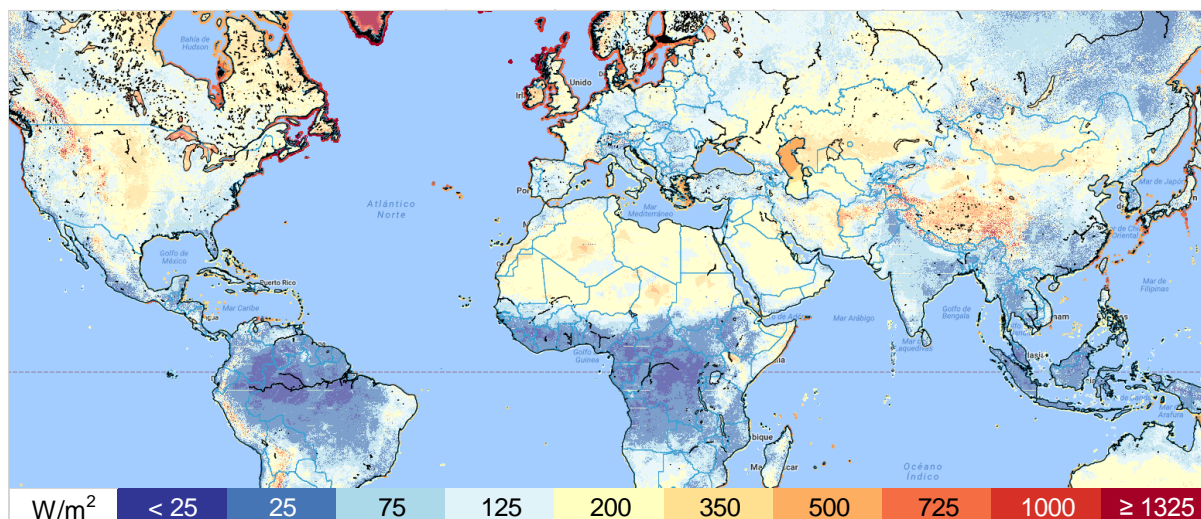


Ilustración 4.15 - Densidad de potencia media a nivel mundial en W/m<sup>2</sup> a 50m de altura. (Global Wind Atlas, s.f.)

#### 4.3.3.3 Energía eólica terrestre

La mayor parte del potencial eólico del país se encuentra en su superficie terrestre. Desde hace más de una década se lleva estudiando y se han realizado diversos mapas eólicos a lo largo de toda la extensión del país (International Renewable Energy Agency, 2012).

Se han redactado también proyectos tipo en base a criterios de inversión, velocidad del viento y disponibilidad de terreno para dar una idea de cuáles serían los tamaños óptimos de parque eólico (Tabla 4.1).



Lugar	Velocidad media (m/s a 50 m de altura)	Propuesta de proyecto (MW)	Capacidad anual (MWh)
Ciudad de Astaná (Oblast de Akmola)	6,48	20-50	2.800
Ciudad de Arkalik (Oblast de Kostanai)	6,93	20-50	2.800
Puerto de Djungar (Oblast de Almaty)	9,7	50	3.800
Fuerte Shevchenko (Oblast de Mangystau)	7,83	20-50	3.635
Ciudad de Ereymentay (Oblast de Akmola)	7,79	50	3.610
Ciudad de Karakalinks (Oblast de Karaganda)	6,29	50	1.790
Pueblo de Zhuzhymdik (Oblast del sur de Kazajistán)	7,06	50	3.070
Pueblo de Korday (Zhambyi)	5,72	20	2.040
Pueblo de Karabatan (Oblast de Atyarau)	7,15	50	3.480
Corredor Shekik (Oblast de Almaty)	7,8	300	-

Tabla 4.1 – Ejemplos de proyectos eólicos elaborados en diversos lugares de Kazajistán. (Wind Energy Kazakhstan, s.f.)

Como puede observarse, hay multitud de proyectos diferentes, variando en tamaño y producción y por tanto en inversión y rentabilidad. La mayoría de proyectos a día de hoy son de gran tamaño.

#### 4.3.3.4 Energía eólica marina

En la zona norte del mar Caspio hay unas densidades energéticas excepcionales, incluso para la media de Kazajistán. En cualquier punto del mar, la densidad energética supera a la media de la densidad energética terrestre.

Aunque se denomina mar, el Caspio es en realidad un lago enorme. Por su origen geológico, la zona sur tiene profundidades de hasta un kilómetro, pero en el tercio norte son mucho menores, siendo de menos de quince metros por segundo (Ilustración 4.16).



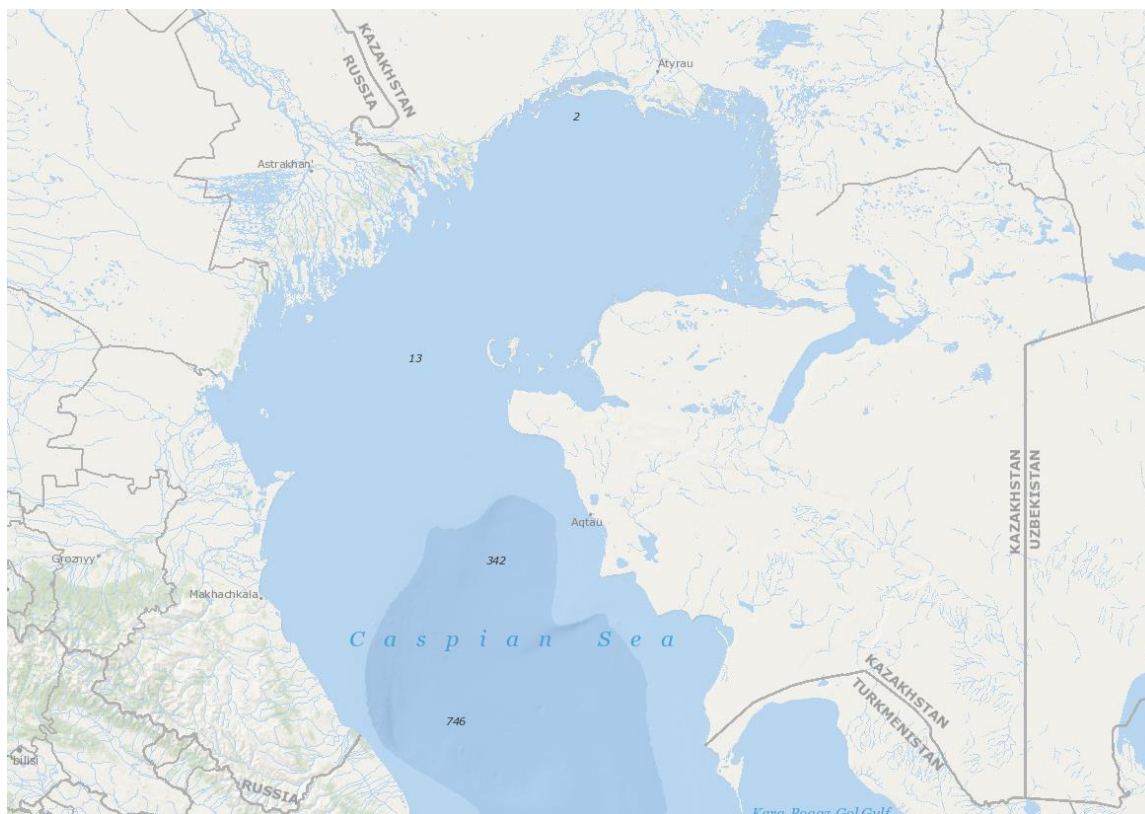


Ilustración 4.16 – Mapa batimétrico del norte del mar Caspio, profundidades en metros. (National Centers for Environmental Information, s.f.)

Esto abre importantes posibilidades de cara al desarrollo de la energía eólica marina. La profundidad es muy baja comparada con otras costas en las que hay molinos, de menos de quince frente a los treinta en los que se tiende a operar en Europa.

#### 4.3.4 Oportunidades

De todas las energías renovables, la que más potencial tiene en lo referente a generación eléctrica es sin duda la energía eólica. Es también la que más se desarrollará en los próximos treinta años.

El país dispone de una estepa en la que no es necesario realizar una gran inversión para acondicionar el terreno, aunque los costes de transporte sean mayores que en otros lugares del mundo. No obstante, las características climáticas que se dan en este tipo de terreno y en esta zona de Asia Central aseguran grandes rendimientos.

El coste de una instalación eólica es conocido y la rentabilidad de la inversión está probada en otros países. Kazajistán da unas condiciones del aire y de viento que se encuentran dentro de las mejores a nivel global.



Es posible también la realización de instalaciones eólicas marítimas en el norte del mar Caspio. No hay ninguna de este tipo, pero diversos factores indican que hay un gran potencial.

Si en el suelo de Kazajistán ya hay velocidades medias muy altas y densidades energéticas excelentes, las disponibles en el mar son mucho más grandes. La profundidad a la que se encuentra el fondo marino es de unos quince metros, lo que permitiría la instalación. Puesto que en la zona hay instalaciones petrolíferas y gasísticas, hay conocimiento sobre la construcción de estructuras ancladas al fondo marino y se dispone de una flota de barcos adaptados para esa tarea.

#### 4.4 Energía Hidroeléctrica

##### 4.4.1 Introducción

De todas las fuentes energéticas consideradas como renovables, la energía hidroeléctrica es la única que ha tenido un verdadero desarrollo en Kazajistán, un desarrollo que tuvo lugar durante la época en la que el país pertenecía a la Unión Soviética.

En la actualidad, las centrales hidroeléctricas del país producen el 8% de la energía eléctrica que consume el país. Algo muy notable teniendo en cuenta la nula inversión que ha recibido el sector en las últimas décadas y el poco interés que despierta frente a otras energías renovables cuya inversión y tiempo de puesta a punto son menores.

Algo difícil de encontrar en otros lugares es la cantidad de centrales ya construidas de todos los tamaños y que sorprendentemente se encuentran fuera de servicio.

##### 4.4.2 Capacidad

La capacidad total de generación instalada en 2014 era de 7'78 TWh proveniente de las quince centrales hidroeléctricas con una capacidad total de 2'248 GW (International Hydropower Association, 2017). Las más grandes son (Tabla 4.2):

Planta	Capacidad MW	Río
Bukhtyrma	750	
Shulbinsk	702	Irtys
Ust-Kamenogorsk	315	
Kapshagai	364	Ili
Moinak	300	Charyn
Shardarinskaya	104	Syrdarya

Tabla 4.2 – Principales centrales hidroeléctricas de Kazajistán. (Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo, 2011)



Las centrales de gran potencial están localizadas en unas zonas geográficas muy concretas (Ilustración 4.17). Un grupo al norte de Kirguistán, en la provincia de Almaty, y las otras al noreste, cerca de la frontera con China y Rusia.



Ilustración 4.17 – Localización de las principales centrales hidroeléctricas kazajas. (Samruk Energo, 2013)

Los proyectos de pequeña y mediana escala son interesantes por su bajo coste, fiabilidad y menor impacto medioambiental, lo que redundaría en menores costes globales y mayor rentabilidad. Hay multitud de proyectos ya desarrollados por toda la geografía de Kazajistán (Tabla 4.3):

Región	Número de proyectos	Capacidad proyectada MW	Producción anual GWh
Kazajistán Este	68	349	1700
Provincia de Almaty	no disponible	1762	8700
Kazajistán Sur	112	421	1800
Provincia Zhambyl	77	175	700
<b>Total</b>	<b>257</b>	<b>2707</b>	<b>12900</b>

Tabla 4.3 – Proyectos hidroeléctricos construidos de escala pequeña o mediana en Kazajistán en 2013. (Ministerio Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo, 2013)



#### 4.4.3 Producción

La producción eléctrica de las centrales kazajas se ha mantenido bastante constante a lo largo de los últimos diez años (Gráfico 4.3), manteniéndose entre las 1'6 y las 1'8 millones de toneladas equivalentes de petróleo. En los últimos dos años se ha producido un despunte en la producción y se ha llegado en ambos años a las 2'1 millones de toneladas equivalentes de petróleo.

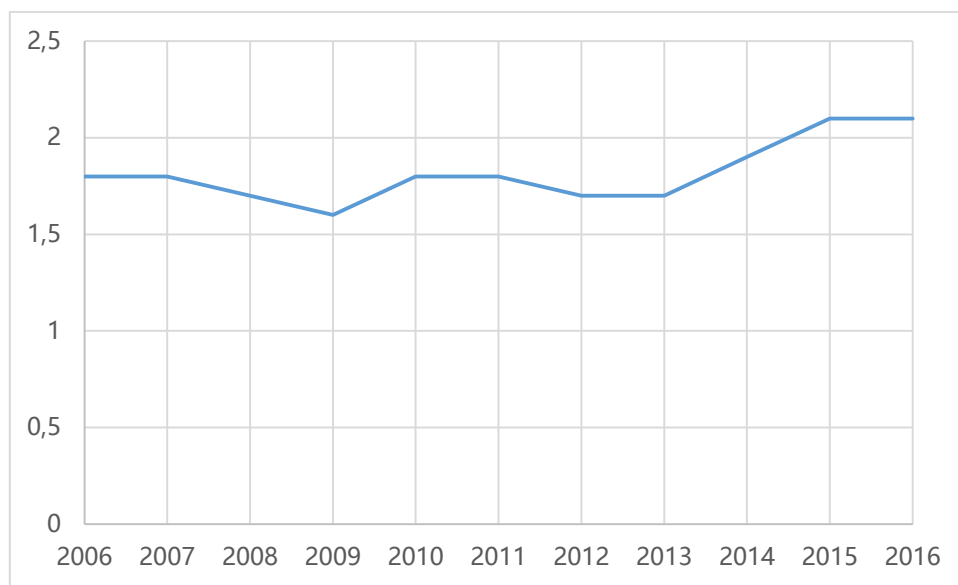


Gráfico 4.3 - Energía producida anualmente por las centrales hidroeléctricas kazajas en millones de toneladas equivalentes de petróleo (2006-2016). (IHS Energy, s.f.)

La mayoría de la potencia instalada proviene de centrales de más de diez megavatios, siendo de 2.603 MW a finales de 2015 (Gráfico 4.4).

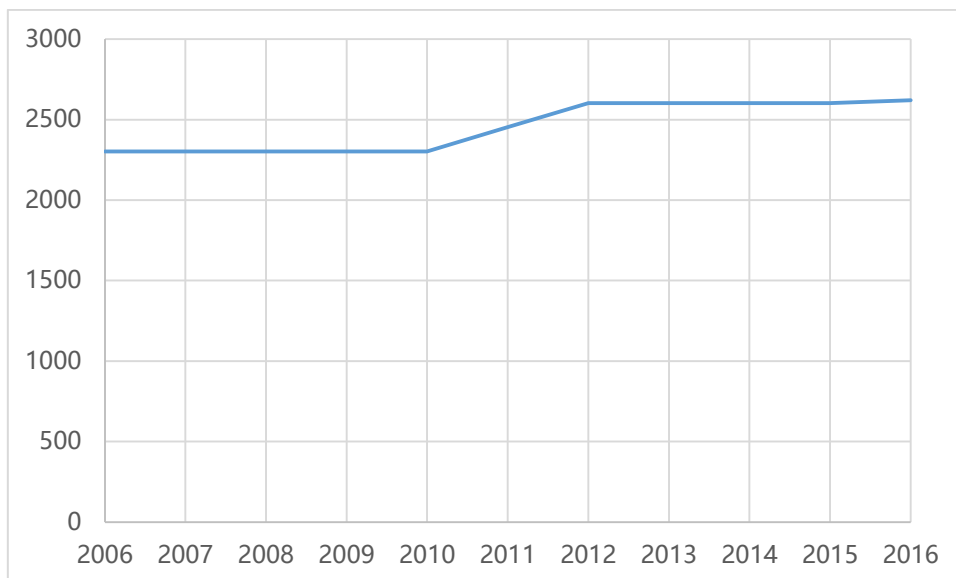


Gráfico 4.4 – Potencia instalada (en MW) en centrales hidroeléctricas de más de 10 MW en Kazajistán (2006-2016). (International Renewable Energy Agency, 2017)

Las centrales de entre uno y diez megavatios han duplicado su potencia instalada desde 2006 a 2015 (Gráfico 4.5). La potencia disponible en 2015 fue de 77 MW.

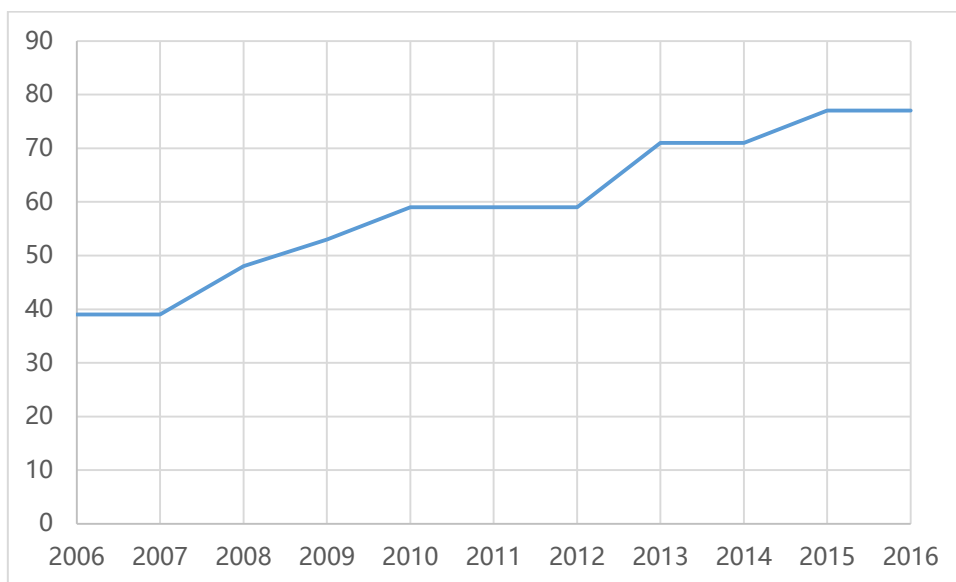


Gráfico 4.5 – Potencia instalada (en MW) en centrales hidroeléctricas de entre 1 y 10 MW en Kazajistán (2006-2016). (International Renewable Energy Agency, 2017)



Las centrales de menor tamaño no tienen apenas importancia dentro de toda la potencia hidroeléctrica (Gráfico 4.6). Los datos son escasos, pero todo indica que no hay más de 2MW instalados.

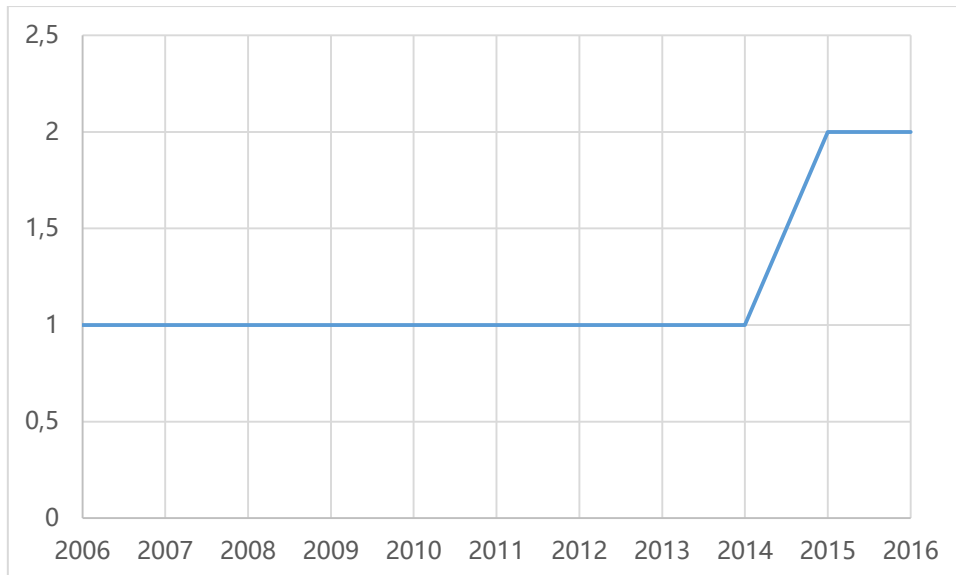


Gráfico 4.6 – Potencia instalada (en MW) en centrales hidroeléctricas de menos de 1 MW en Kazajistán (2006-2016). (International Renewable Energy Agency, 2017)

#### 4.4.4 Potencial

Una de las grandes ventajas que tiene este país es las grandes superficies deshabitadas y sin cultivo de las que dispone, por lo que el impacto ambiental no es un factor de tanta importancia como en otros lugares del mundo. Dispone de muy poca pendiente por la mayoría del territorio a la vez que zonas montañosas en la zona este (Ilustración 4.18).





Ilustración 4.18 – Mapa de la geografía de Kazajistán y sus principales ríos. (CAWater-Info, s.f.)

El potencial teórico del país es de 110.000 GWh por año, pero económicamente sólo sería rentable la producción de unos 35.000 GWh anuales (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1993). Los informes que dan estos valores tienen más de un par de décadas de antigüedad, pero al ser una tecnología desarrollada, siguen dando una aproximación bastante fiable.

Fuentes más recientes citan ese potencial en 27.000 GWh por año y eso sitúa a Kazajistán en el tercer país con más capacidad para la energía renovable de todos los que forman el CIS.

#### 4.4.4.1 Potencial en desarrollo

Durante el año 2016 la capacidad instalada nueva fue de unos escuetos 22 MW, lo que da una idea de los proyectos en marcha actualmente (International Hydropower Association, 2017).

#### 4.4.4.2 Rehabilitación de centrales

Hay más de 450 centrales hidroeléctricas de pequeño tamaño pero el 90% de ellas están cerradas (Moon-Hee, 2011). Con todas abiertas se llegaría a una capacidad de producción de unos 6 TWh. El motivo del abandono fue la pésima gestión que tuvo Kazajistán a la caída de la Unión Soviética, por lo que, aunque desfasadas y necesitadas de mantenimiento, estructuralmente pueden encontrarse en buen estado.



#### 4.4.5 Inversiones

El coste de una nueva planta hidroeléctrica (Tabla 4.4) se encuentra ligeramente por debajo de dos millones de dólares por megavatio para plantas grandes, es decir, mayores de 300 megavatios y de entre dos y cuatro millones por megavatio para plantas medianas y pequeñas (menores de 300 M).

Es posible también realizar una puesta a punto y actualizar los equipos tecnológicos de las centrales existentes, aumentando su capacidad de generación entre un 5 y un 20%. Estas remodelaciones requieren una inversión mucho menor, son más rápidas y sencillas desde el punto de vista técnico.

<u>Categoría</u>	<u>Potencia</u>	<u>Almacenamiento</u>	<u>Inversión Millones \$/MW</u>
Pequeña	< 10 MW	Directamente del río	2-4
Mediana	10-100 MW	Directamente del río	2-3
Mediana	100-300 MW	Presa y embalse	2-3
Grande	> 300 MW	Presa y embalse	< 2

Tabla 4.4 - Clasificación de los sistemas hidroeléctricos e inversiones según tipo. (Agencia Internacional de la Energía, 2010)

##### 4.4.5.1 Costes de generación

Es complicado asignar un valor medio al coste de generación de electricidad para plantas nuevas, ya que varía mucho. Como valor orientativo, debiera estar entre 50 y 100\$ por megavatio hora.

Es importante recalcar que el coste de generación depende en gran medida de la energía total producida anualmente, ya que algunas plantas trabajan en picos de potencia y otras de manera continua, con lo que tienen distinto coste marginal. Como la mayoría del coste de generación está asociado a la depreciación de los activos, este disminuye cuanto más se alarga la vida útil de la central. Muchas plantas con más de medio siglo de antigüedad siguen siendo rentables hoy en día.

##### 4.4.5.2 Costes de operación y mantenimiento

Con la tecnología disponible comercialmente hoy en día, el coste de mantenimiento y operación se estima entre 5 y 20\$ por megavatio hora para plantas medianas y grandes, siendo aproximadamente el doble para centrales hidroeléctricas pequeñas.





#### 4.4.6 Oportunidades

Kazajistán tiene un importante potencial de desarrollo de la energía hidroeléctrica, no obstante, invertir en el sector no es tan sencillo como en otros, puesto que las inversiones son notables y tienen un impacto fuerte en los cauces fluviales.

Diversos informes (International Renewable Energy Agency, 2017) citan la hidroeléctrica como la energía renovable con menores costes de producción. Con esto, el mayor coste que tiene son las amortizaciones de la inversión realizada.

Los grandes proyectos hidroeléctricos del país están ya bajo estudio, en ejecución o realizados. Las zonas para la realización de estas instalaciones son de sobra conocidas desde hace décadas y por tanto no hay muchas, por no decir apenas ninguna, oportunidades de negocio que sean viables.

Pero el atractivo del país no reside en los proyectos grandes, sino en los medianos y pequeños. En pocos lugares del mundo hay tantas centrales cerradas y cuya puesta a punto puede realizarse de manera sencilla y barata. Por la baja inversión global que tendrían este tipo de proyectos son una oportunidad muy interesante y que es accesible a inversores no dispuestos a realizar una gran obra civil.

Son inversiones que no requieren mucho capital y que no van a producir grandes retornos si se comparan con las grandes, pero al minimizar las amortizaciones derivadas de la inversión, pueden tener unas rentabilidades que las hagan interesantes. La tecnología es ampliamente conocida y tampoco es cara, la parte más complicada de la obra está realizada y la parte a considerar es únicamente la parte de generación, transformación y conexión a la red.

### 4.5 Biomasa

#### 4.5.1 Introducción

El uso de la biomasa como calefacción en Kazajistán se ha realizado durante toda la historia del país. Es una curiosa coincidencia que la madera que arde a mayor temperatura es un arbusto que crece en el sur del país.

Por su mera extensión, el país dispone de unos recursos impresionantes. Aunque se utilice biomasa en cierta medida, su uso difiere mucho de ser eficiente o a gran escala. La mayor parte del volumen utilizado son restos de la actividad maderera y de la agricultura, pero incluso los productos de estas actividades no se aprovechan adecuadamente.



En la última década se han empezado a desarrollar proyectos para la generación eléctrica a través de este tipo de energía renovable. Aunque no es probable que se desarrolle demasiado, en ciertos sectores tiene un nicho de mercado.

#### 4.5.2 Capacidad

Es muy complicado conocer la capacidad total instalada en el país. La mayoría de los proyectos son pequeños y para suministrar energía a una zona muy concreta, por lo que no suelen aparecer en estadísticas.

Los primeros proyectos desarrollados en el país tuvieron financiación extranjera. Entre ellos se encuentran las plantas prototipo para mostrarle este tipo de energía al país, el Centro de Formación de la Biomasa en Karaga y el Centro de Educación en Biomasa de Kazajistán Central.

La primera planta de gran tamaño en operación está en Vostok, una población del Oblast de Kostanay. Tiene una potencia de generación eléctrica de 360 kW. Fue instalada en 2011 y tiene una capacidad anual proyectada de 3 GWh (ZORG Biogas, 2011). Consta de dos digestores de 2.400 m<sup>3</sup> cada uno capaces de procesar cuarenta toneladas diarias de residuos ganaderos y agrícolas y hasta una tonelada diario de restos de matadero.

En el sur de Kazajistán hay proyectos para aprovechar las aguas residuales urbanas de Shymkent y procesar de ellas biogás. El principal objetivo es el depurado de las aguas, pero de manera paralela está la generación de electricidad. El total de 14 proyectos tendrán una capacidad total de 184 MW cuando se completen (Strategy 2050, 2017).

#### 4.5.3 Producción

Al igual que la capacidad, saber cuál ha sido la producción de biomasa o de energía derivada de la misma no es tarea fácil.

No existen estadísticas fiables ya que buena parte del uso de los residuos agrícolas son desechados y no se realiza ningún tipo de aprovechamiento energético de ellos. Vuelven como abono al terreno en el que se han cultivado.

Hay cierta producción de bioetanol, que se destina mayoritariamente a la exportación. En el norte del país, la empresa Biokhim, de origen ruso, dispone de una planta capaz de producir 4.400.000 litros de este combustible anualmente (Plantations International, 2016).

A nivel de producción forestal, hay 1.890 toneladas de residuos madereros que son generados cada año. El sector de la agricultura produce 1.5 millones de toneladas de residuos orgánicos también aprovechables.



#### 4.5.4 Potencial

El potencial que tiene el país proviene principalmente de su gran extensión. Se tienen 765.000 km<sup>2</sup> dedicados a la agricultura, 100.000 km<sup>2</sup> son bosques 100.000 km<sup>2</sup> y 1.850.000 km<sup>2</sup> los ocupan pastos de la estepa.

##### 4.5.4.1 Agricultura

Kazajistán es un productor de trigo, centeno, maíz, cebada, avena, mijo, trigo sarraceno, arroz y legumbres. Estos cultivos se producen principalmente en verano, aunque según sea la especie se pueden adelantar o retrasar una estación (Tabla 4.5).

Cultivo	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Trigo		X	X	
Centeno		X	X	
Maíz			X	X
Cebada		X	X	
Avena			X	X
Mijo			X	X
Trigo sarraceno		X	X	
Arroz			X	X
Legumbres		X	X	X

Tabla 4.5 – Cultivos en Kazajistán y sus temporadas. (United States Department of Agriculture, s.f.)

Rendimiento medio de grano de 1'348 toneladas por hectárea en 2016 (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) lo que equivale a unos entre 9 y 10 toneladas de residuos orgánicos por hectárea.

El país produce anualmente 2.341.000 toneladas de cebada. Las plantaciones se concentran principalmente al norte del territorio, donde el clima es más apropiado para este tipo de cultivos (Ilustración 4.19).

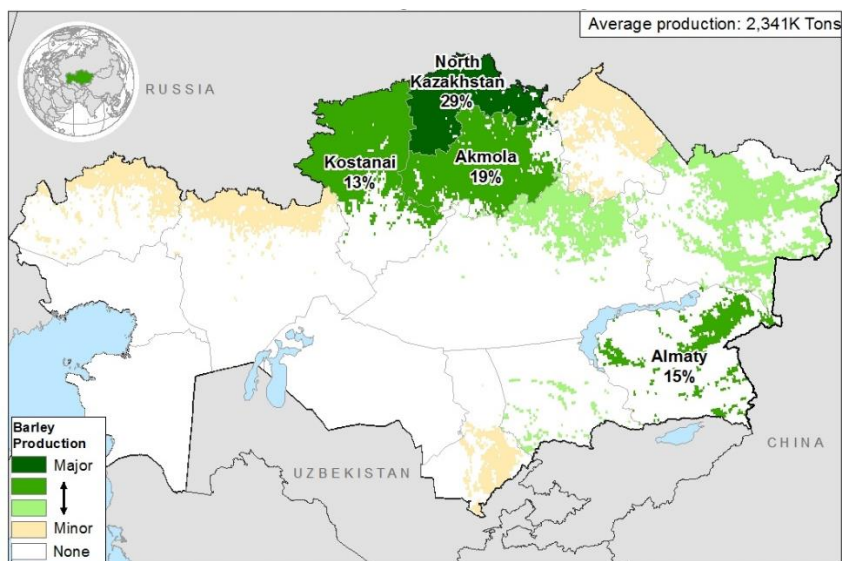


Ilustración 4.19 – Mapa de producción de cebada en Kazajistán. (United States Department of Agriculture)

Los cultivos de maíz se concentran en el este del territorio de Kazajistán (Ilustración 4.20). Anualmente se cosechan 594.000 toneladas de grano, que se usan principalmente para la fabricación de piensos.

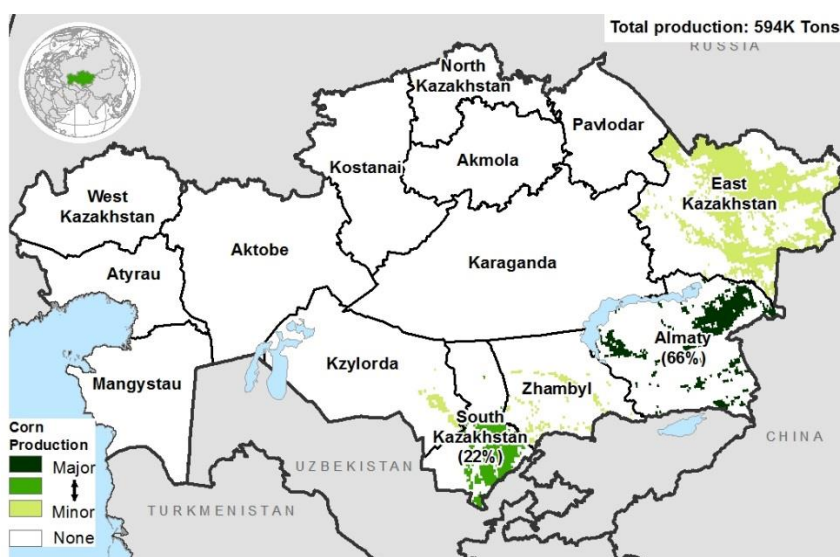


Ilustración 4.20 – Mapa de producción de maíz en Kazajistán. (United States Department of Agriculture)

La avena no es un cultivo demasiado popular en Kazajistán. La producción es de sólo 236.000 toneladas, bastante menos que del resto de cereales. Los Oblast Norte, de Kostanai y de Akmola tienen la mayoría de la producción, aunque en los territorios del este también hay cultivos (Ilustración 4.21).

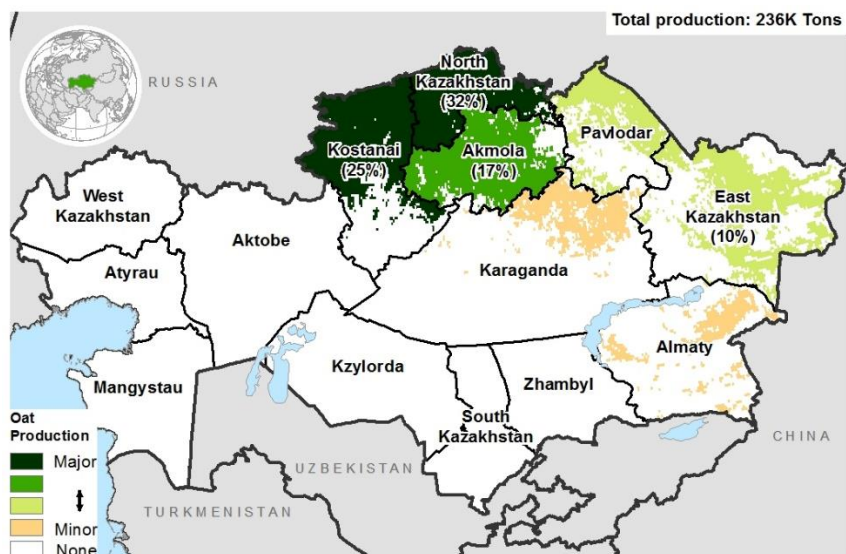


Ilustración 4.21 – Mapa de producción de avena en Kazajistán. (United States Department of Agriculture)

La producción de arroz en Kazajistán se concentra en el sur, en los cauces fluviales. El 84% de las 368.000 toneladas de producción media anual provienen de la región de Kzylorda, estando el resto de la cosecha en Almaty y en el Oblast Sur (Ilustración 4.22).

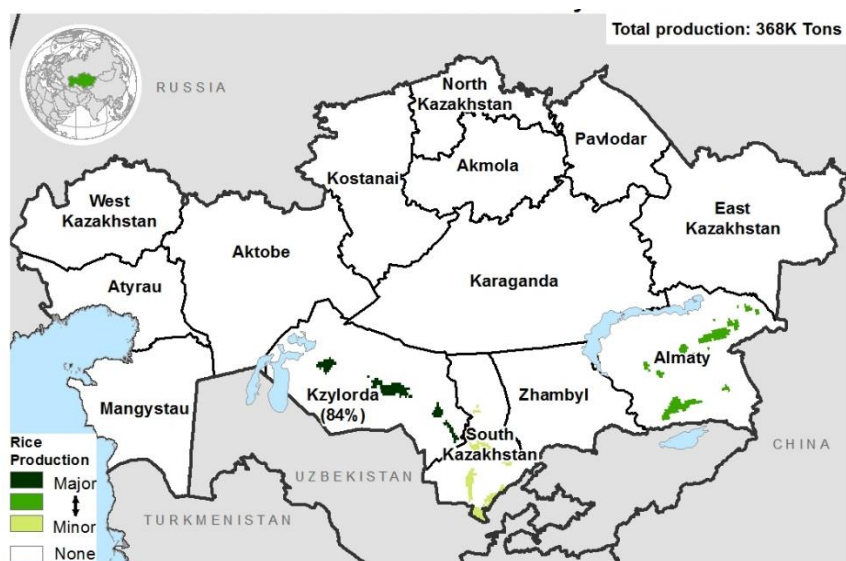


Ilustración 4.22 – Mapa de producción de arroz en Kazajistán. (United States Department of Agriculture)



La distribución del terreno cultivado de girasol es completamente distinta a la de otros cultivos. Aunque la mitad de las 271.000 toneladas que produce el país provienen del Oblast Este, el resto se reparten a lo largo de la frontera con Rusia y al sur (Ilustración 4.23).

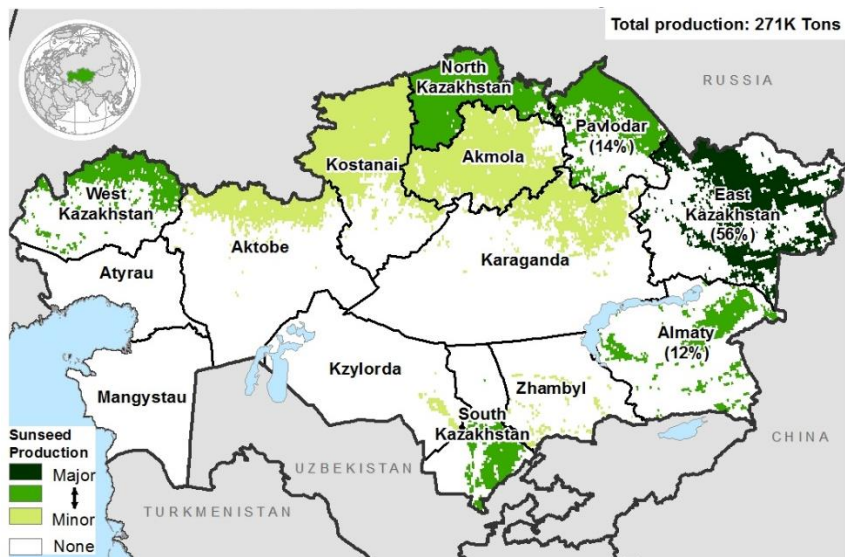


Ilustración 4.23 – Mapa de producción de girasol en Kazajistán. (United States Department of Agriculture)

El cultivo que tiene mayor producción en el país es el trigo. De media se consiguen unas 14.650.000 toneladas de este tipo de grano al año. El cultivo está muy centrado en los Oblast del norte, teniendo entre el Oblast Norte, Kostanay y Akmola más de tres cuartos de la producción total (Ilustración 4.24).

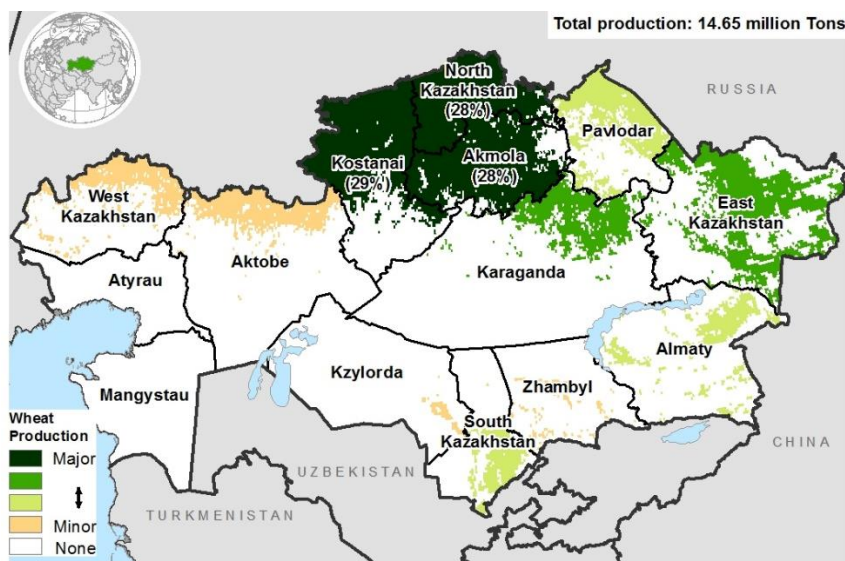


Ilustración 4.24 – Mapa de producción de trigo en Kazajistán. (United States Department of Agriculture)



Los residuos se desaprovechan en gran medida, sólo un 10% del total es utilizado. La mayoría de lo utilizado es como alimento para el ganado, pero se desconoce cuánto se utiliza como fuente de calor.

#### 4.5.4.2 Ganadería

Hay gran potencial energético, más a sabiendas que 400.000 hogares tienen ganado, caballos u ovejas.

Por sus enormes estepas en las que crece el pasto, Kazajistán fue un estado satélite soviético en el que se fomentó y desarrolló la ganadería. A finales de la época comunista contaba con diez millones de cabezas de ganado. Tras la caída de la URSS este número se redujo en un 60%, pero desde finales de los noventa va en aumento, lenta pero constantemente (Gráfico 4.7).

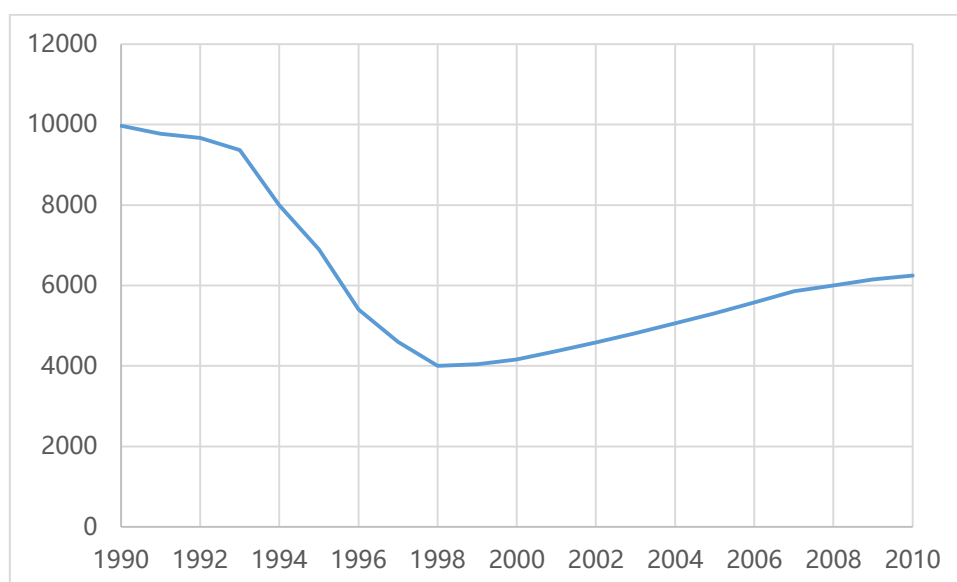


Gráfico 4.7 – Cabezas de ganado en Kazajistán entre 1990 y 2010 (en miles de cabezas). (Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan Committee on Statistics, s.f.)

#### 4.5.4.3 Explotaciones forestales

Los bosques ocupan el 1% de la superficie del país. En los últimos años se ha ido produciendo una reducción del tamaño de los mismos. Una reducción lenta pero continua, a lo largo de dos décadas se han reducido un 33% (Mongabay, s.f.).



Los bosques no tienen una variedad muy grande. Aunque el país sea muy extenso, los ecosistemas lo son también. La mayor parte de los bosques están compuestos por coníferas (Tabla 4.6) y se localizan al norte.

<b>Tipo</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Porcentaje</b>
Coníferas	239.000.000	65,7%
Planifolios	125.000.000	34,3%

Tabla 4.6 – Volumen de los bosques por tipo de árboles. (Mongabay, s.f.)

Al localizarse en el norte, pueden ser utilizados en esa zona, que es precisamente de las más frías del país. Aunque los bosques son por completo de propiedad privada, hay empresas tanto públicas como privadas encargadas de su explotación y anualmente se extraen unos 600.000 m<sup>3</sup> de madera.

#### 4.5.5 Oportunidades

En el caso de la biomasa se da la misma situación que con la mayoría de energías renovables. Kazajistán dispone de potencial suficiente como para que tengan un peso importante dentro de la generación de energía, eléctrica o térmica, pero no se aprovecha adecuadamente.

Con una población creciente, la producción agrícola y ganadera está creciendo en consonancia. Los residuos de estas actividades se desperdician sin conseguir obtener ningún tipo de rédito energético de ellos.

Si bien el país cuenta con bastantes residuos orgánicos provenientes de la ganadería y de aguas residuales, las plantas de fermentación no parecen ser la dirección adecuada en la que realizar las inversiones. Al entrar en algunos casos dentro de la competencia de la administración del lugar, es bastante complicado conseguir sacar uno de estos proyectos adelante.

Por la baja inversión que suponen, la ingente cantidad de materia vegetal que se produce a causa de la tala y explotación de los bosques y de la agricultura, las calderas de biomasa y los generadores de electricidad basados en esta tecnología son mucho más interesantes. No hay ningún tipo de legislación especial que regule este combustible y es fácil entrar en el mercado, mercado poco desarrollado y con tecnología local poco eficiente.





## Capítulo 5: Análisis económico de proyectos





## 5.1 Introducción

En este apartado se realizará un estudio de viabilidad económica de los distintos proyectos que se han propuesto a lo largo del trabajo. Tan importante como el apartado técnico lo es el apartado económico.

En concreto se evaluarán las siguientes propuestas:

- Parque eólico terrestre.
- Parque eólico marino.
- Instalación fotovoltaica.
- Rehabilitación de viviendas.
- Planta de biogás.

Aunque se han propuesto más ideas de negocio, han sido descartadas por diversos motivos. Por ejemplo, la energía solar de baja temperatura se ha considerado como no rentable ya que la energía térmica por una fuente u otra es tan barata que descarta cualquier inversión.

Todos los proyectos se han calculado a treinta años, suponiendo que las tarifas sigan estando ligadas a la inflación. Es importante tener en cuenta que pasados quince años desde la publicación de las tarifas el gobierno deja de garantizarlas y lo que pase en ese momento no se conoce ni se puede predecir.

A continuación, se realizarán las introducciones a los proyectos propuestos. No se entrará en gran detalle puesto que todos los cálculos se encuentran en el Anexo 2: Cálculos económicos. Ahí están disponibles todas las tablas utilizadas y los datos tenidos en cuenta. Se enumeran los diversos parámetros tanto técnicos como económicos que han sido necesarios para realizar los cálculos.

Es muy importante darse cuenta que estos cálculos son orientativos, una aproximación que da una idea general sobre si el proyecto puede o no ser rentable, pero en absoluto tienen una precisión suficiente como para realizar decisiones finales. El ampliar los cálculos es una posible continuación de este trabajo de fin de máster.

## 5.2 Eólica terrestre

### 5.2.1 Introducción

Se plantea el estudio económico de un proyecto de generación eléctrica eólico. La situación de esta planta sería en el suelo kazajo, la ubicación es indiferente ya que hay vientos fuertes en todo el territorio. En concreto, esta planta estaría situada en un terreno con velocidades medias anuales de 6,75 metros por segundo.

Se propone un lugar accesible para la realización de las obras, es decir, en la estepa. El proyecto constará de veinte turbinas, como se explicará a continuación. El proyecto constará de un personal de 15 trabajadores, todos ellos indirectos.

### 5.2.2 Detalles técnicos

El parque eólico está compuesto de veinte turbinas de gran potencia. Estas estarán situadas a más de cien metros sobre el suelo ya que es donde se encuentran vientos con velocidades medias superiores a los ocho metros por segundo.

Se ha buscado un modelo capaz de trabajar con gran rango de velocidades, como hay también velocidades bajas, el mejor es el modelo V136-4.2 MW del fabricante Vestas (Gráfico 5.1).

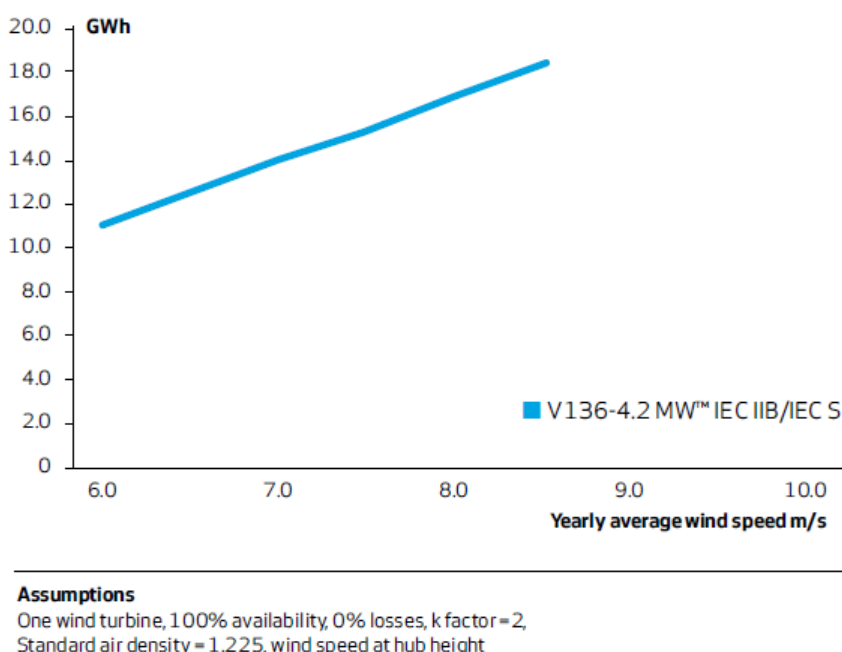


Gráfico 5.1 – Ejemplo de producción anual de una turbina eólica de gran diámetro en función de la velocidad media. (Vestas, s.f.)

Como es posible utilizar turbinas de otros fabricantes, se ha utilizado el coste medio de una turbina de estas características. Este coste depende de la potencia de la turbina y de la altura a la que está instalada (VDMA, 2017).

### 5.2.3 Inversión

La inversión no consta únicamente de veinte turbinas eólicas, necesita también instalaciones auxiliares, obra civil y un proyecto de ingeniería.



Las turbinas acaparan la mayor parte de la inversión, siendo los equipos eléctricos la segunda gran partida. La obra civil, tanto de cimentación como de accesos e instalaciones auxiliares va en tercer lugar. Debe tenerse en cuenta también la transformación y la conexión a la red y el estudio del proyecto.

El presupuesto total es de 124.314.000 euros (Tabla 5.1). Con todo esto, el precio por kW instalado es de 1.479 euros.

Apartado	Concepto	Precio	Unidades	Total	Años amor.
Aerogeneradores	Turbinas 4,2 MW	4.704	20	94.080	10
Equipos eléctricos	Equipos eléctricos	4.725	1	4.725	10
Obra civil	Cimentación	17.500	1	17.500	25
	Accesos y caminos de entrada	3.300	1	3.300	25
Inf. Eléctrica	Red de media tensión 20kV	1.250	1	1.250	15
Documentación y proyecto	Proyecto	975	1	975	25
	Estudio geotécnico	1.029	1	1.029	25
	Diseño cimentaciones	225	1	225	25
	Dirección facultativa	750	1	750	10
	Seguridad y salud	150	1	150	10
	Control de calidad	195	1	195	10
	Documentación	135	1	135	10
Total	Total			<b>124.314</b>	
	k€/kW			1,479929	

Tabla 5.1 – Presupuesto del parque eólico terrestre en miles de euros.

#### 5.2.4 Indicadores económicos

A lo largo de la vida del proyecto surgen figuras de interés. Los ingresos totales del proyecto alcanzan los 1.531.085.000 euros. Una cifra verdaderamente notable, pero comprensible dada la magnitud del proyecto.

Los gastos se dividen en tres categorías, los costes de la red provenientes del transporte y distribución de la energía generada, los costes de los operarios indirectos del proyecto y los gastos operativos.

El resultado operativo es de 1.277.729.000 euros, un 83'45% de los ingresos. Una vez se aplican amortizaciones, intereses e impuestos a los beneficios, el beneficio neto es de 906.323 euros, lo que corresponde al 59'19% de lo ingresado (Tabla 5.2).



<b>Resultado (k€)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>1.531.085</b>
<b>TOTAL MAT.</b>	<b>0</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>0,00%</i>
<b>TOTAL C.RED</b>	<b>-149.801</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>9,78%</i>
<b>TOTAL C.PERS.</b>	<b>-8.231</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>0,54%</i>
<b>TOTAL G.OPER.</b>	<b>-95.324</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>6,23%</i>
<b>RES.OPERATIVO</b>	<b>1.277.729</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>83,45%</i>
<b>BAII</b>	<b>1.153.415</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>75,33%</i>
<b>BAI</b>	<b>1.132.903</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>73,99%</i>
<b>B° NETO</b>	<b>906.323</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>59,19%</i>

Tabla 5.2 – Resultados del proyecto del parque eólico terrestre a lo largo de toda su vida, en miles de euros.

Los flujos de caja son negativos los dos primeros años, puesto que es cuando se realizan las inversiones. En estos años la producción no es completa puesto que aún no están instalados todos los aerogeneradores. A partir del segundo año la producción es constante y el flujo de caja aumenta puesto que las tarifas eléctricas están ligadas a la inflación (Gráfico 5.2).

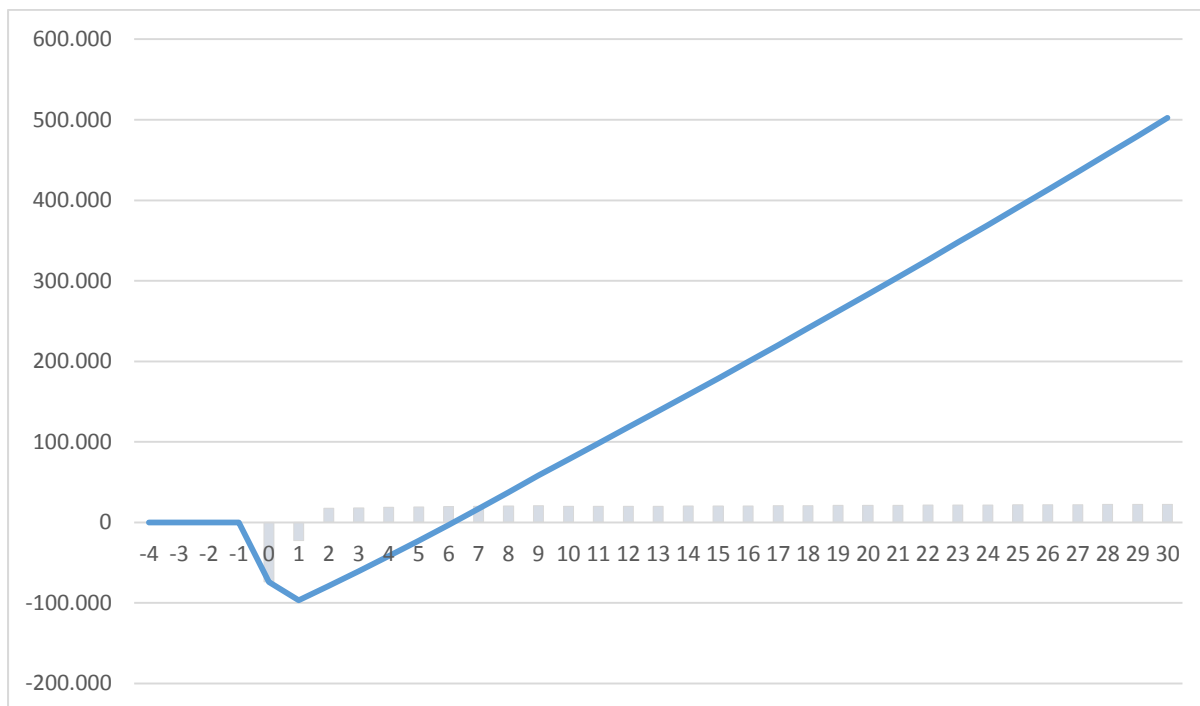


Gráfico 5.2 – Flujo de caja (barras) y valor actual neto (línea) del parque eólico terrestre en miles de euros.

El proyecto recupera la inversión una vez han pasado seis años desde la primera inversión. La tasa interna de retorno se sitúa por encima del 7% una vez han pasado doce años y al final del proyecto supera ligeramente el 17'50% (Gráfico 5.3).

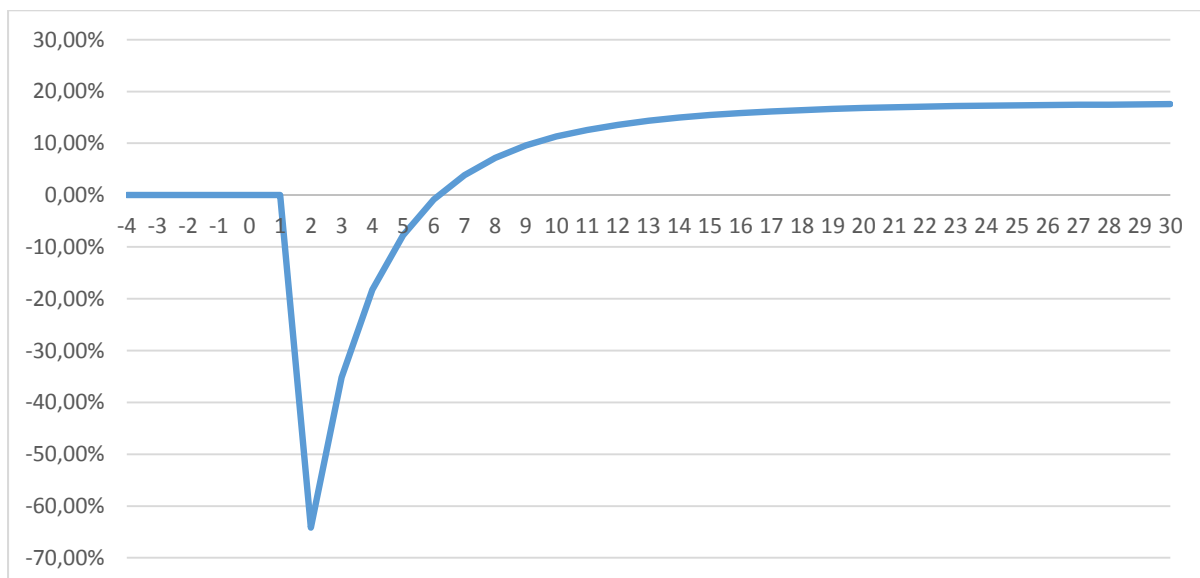


Gráfico 5.3 – Tasa Interna de Retorno del parque eólico terrestre.



### 5.2.5 Conclusiones

En general, el proyecto es interesante, pero se ve afectado por unas tarifas no muy altas. El retorno de la inversión es de seis años. Comparando la tasa interna de retorno con la de otros proyectos en países dentro de Europa (Renewables First), se observa que es similar.

Los ahorros conseguidos por la mano de obra barata, menor coste en la obra civil y precios fijos, se contrarrestan con el coste del transporte. Es conveniente un estudio más detallado de este tipo de proyectos.

## 5.3 Eólica marina

### 5.3.1 Introducción

Se desea conocer la viabilidad económica de un proyecto de generación eléctrica mediante turbinas eólicas situadas en el norte del mar Caspio, siendo por lo tanto un proyecto marino.

Las altas velocidades medias del viento hacen suponer que puede ser un proyecto interesante. Las velocidades medias son de más de un metro por segundo superiores a las terrestres. Se utilizarán para los cálculos nueve metros por segundo.

### 5.3.2 Detalles técnicos

Dadas las altas velocidades del viento en el país, se necesitan turbinas capaces de trabajar a altas velocidades medias. Se ha considerado como ejemplo el modelo V117-4.2 MW del fabricante Vestas (Gráfico 5.4). Es capaz de trabajar hasta a 10 m/s de velocidades medias anuales.



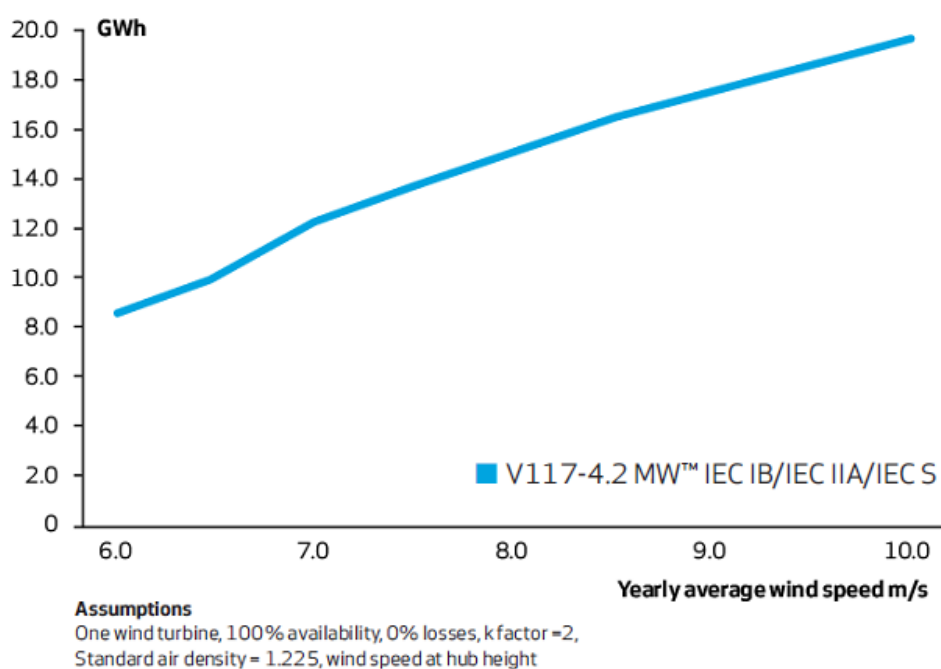


Gráfico 5.4 – Ejemplo de producción anual de una turbina eólica de diámetro medio en función de la velocidad media. (Vestas, s.f.)

Su diámetro de 117 metros es más pequeño que otros modelos disponibles y por eso puede trabajar a mayores velocidades medias que otros cuyo tamaño es superior.

El proyecto marítimo es muy similar al terrestre, cuenta con turbinas del mismo diámetro y altura y la diferencia principal es en la cimentación y las instalaciones.

### 5.3.3 Inversión

Puesto que el proyecto es el mismo que en el apartado anterior, el presupuesto tendrá los mismos conceptos, pero debe tenerse en cuenta que ciertas partidas serán muy superiores.

Los equipos eléctricos aumentan su valor, ya que deben estar preparados para trabajar a mayor rendimiento y en condiciones de humedad y salinidad. La otra partida que aumenta mucho es la de obra civil. Al estar situado en el mar, este parque eólico debe estar adecuadamente anclado al lecho marino para evitar accidentes.

Las inversiones a realizar suben a los 169.344.000 euros (Tabla 5.3). Es un aumento considerable respecto al proyecto terrestre. En este caso el precio del kilovatio instalado es de 2.015 euros.



Apartado	Concepto	Precio	Unidades	Total	Años amor.
Aerogeneradores	Turbinas 4,2 MW	4.704	20	94.080	10
Equipos eléctricos	Equipos eléctricos	23.625	1	23.625	10
Obra civil	Cimentación	43.750	1	43.750	25
	Accesos y caminos de entrada	825	1	825	25
Inf. Eléctrica	Red de media tensión 20kV	1.875	1	1.875	15
Documentación y proyecto	Proyecto	1.463	1	1.463	25
	Estudio geotécnico	1.544	1	1.544	25
	Diseño cimentaciones	338	1	338	25
	Dirección facultativa	1.125	1	1.125	10
	Seguridad y salud	225	1	225	10
	Control de calidad	293	1	293	10
	Documentación	203	1	203	10
Total	Total			<b>169.344</b>	
	k€/kW			2,015994	

Tabla 5.3 – Presupuesto del parque eólico marítimo en miles de euros.

#### 5.3.4 Indicadores económicos

En los treinta años considerados de proyecto, los ingresos son de 1.588.921.000 euros. Es un aumento muy ligero respecto del proyecto terrestre.

El coste de transmisión por la red sigue siendo el mismo, por lo que el porcentaje no cambia. En este concepto se gastan 155 millones de euros. El resto de costes son también similares.

Este proyecto tiene un resultado operativo que se queda en 1.295.335.000 euros, casi el 80% de lo ingresado por venta de electricidad.

Descontando amortización, intereses e impuestos a los beneficios, el beneficio neto se queda en 878.383.000 euros, un 55'28% (Tabla 5.4).



<b>Resultado (k€)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>1.588.921</b>
<b>TOTAL MAT.</b>	<b>0</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>0,00%</i>
<b>TOTAL C.RED</b>	<b>-155.459</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>9,78%</i>
<b>TOTAL C.PERS.</b>	<b>-8.231</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>0,52%</i>
<b>TOTAL G.OPER.</b>	<b>-129.896</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>8,18%</i>
<b>RES.OPERATIVO</b>	<b>1.295.335</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>81,52%</i>
<b>BAII</b>	<b>1.125.992</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>70,87%</i>
<b>BAI</b>	<b>1.098.050</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>69,11%</i>
<b>B° NETO</b>	<b>878.383</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>55,28%</i>

Tabla 5.4 – Resultados del proyecto del parque eólico marítimo a lo largo de toda su vida, en miles de euros.

A nivel de flujos de caja, estos son mayores que en el equivalente terrestre. Los ingresos superan a los del homólogo, pero también las inversiones y los desembolsos iniciales. Las mayores inversiones lastran la recuperación de la inversión, que no ocurre hasta pasados diez años (Gráfico 5.5).

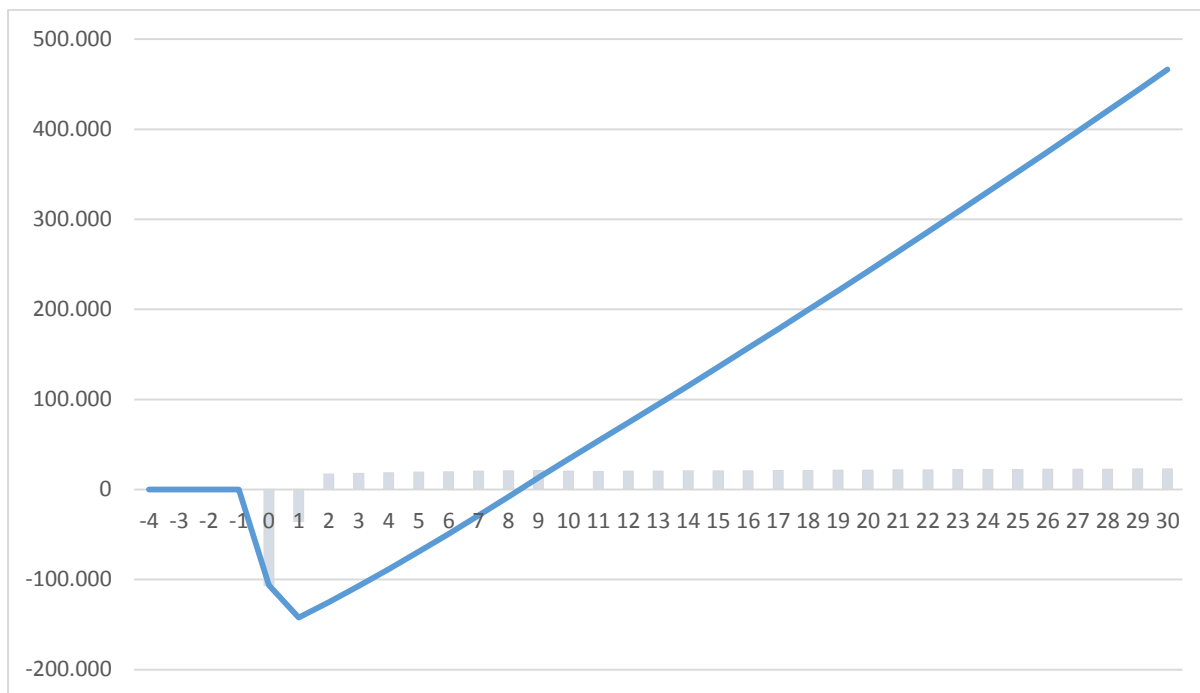


Gráfico 5.5 – Flujo de caja (barras) y valor actual neto (línea) del parque eólico marítimo en miles de euros.

Como cabe esperar con estos datos, el TIR del proyecto es menor. Al final de los treinta años es de un 12'31%, dos puntos porcentuales por debajo (Gráfico 5.6). Es muy apreciable el lastre que suponen las inversiones adicionales.

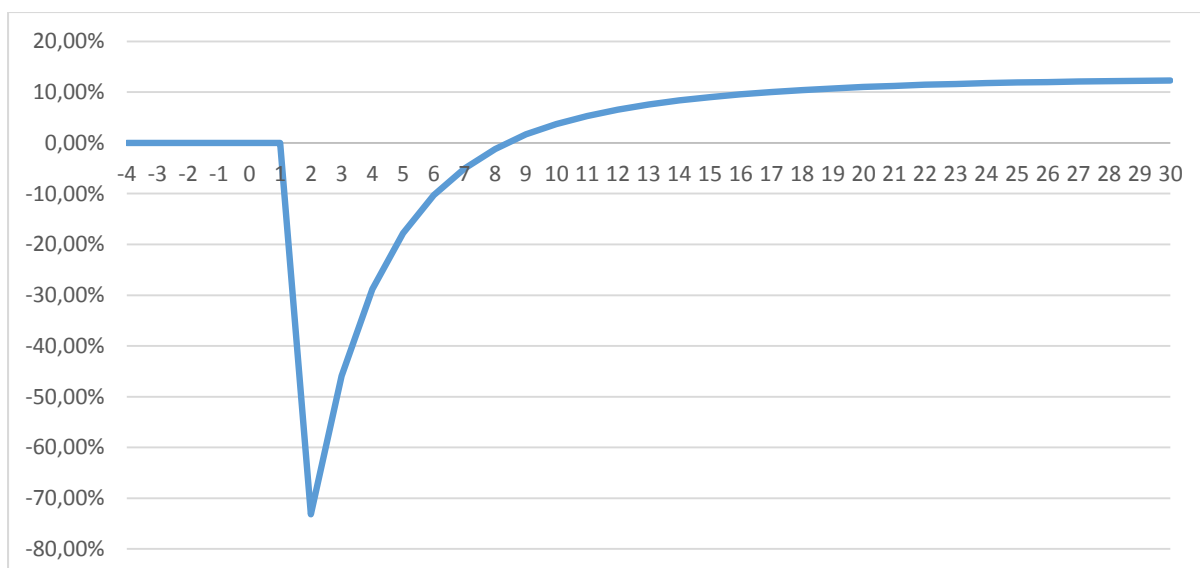


Gráfico 5.6 – Tasa Interna de Retorno del parque eólico marítimo.



### 5.3.5 Conclusiones

Dadas las similitudes con el proyecto de la planta en tierra firme, se compararán unos con el otro. Este proyecto tiene una producción mayor, pero no tanto. Mientras que en tierra se pueden encontrar zonas con velocidades muy altas, en el mar son bastante más uniformes.

No obstante, las inversiones aumentan en más de un 40%. El retorno de la inversión es bastante peor, el valor actual neto respecto de la inversión inicial es menos, se tiene peor TIR.

Estos cálculos son bastante imprecisos, pero dan una idea de la viabilidad del proyecto. Si se consiguiese bajar la inversión sería sin duda un proyecto muy interesante y por tanto se recomienda revisar el apartado de obra civil y proyecto para intentar reducir esas partidas y aumentar la rentabilidad global de la inversión.

## 5.4 Solar fotovoltaica

### 5.4.1 Introducción

Kazajistán es un país con una irradiación media en su conjunto. Por su extensión, hay grandes diferencias entre el norte y el sur. La planta que se va a considerar estará en la zona más apropiada, al sur del país.

### 5.4.2 Detalles técnicos

Para todos los cálculos de este proyecto se han utilizado los datos del Global Solar Atlas, herramienta de la ONU (Global Solar Atlas, s.f.). Ahí se tienen los datos de irradiación, ángulos y temperaturas para el punto que se desee dentro del mapa global.

Se ha seleccionado un punto en el sur de Kazajistán con unas condiciones promedio, ni es el mejor ni tampoco el peor, pero las variaciones dentro de la región sur tampoco son muy elevadas. Se ha desestimado realizar el proyecto en la zona norte puesto que tiene menor irradiación y la mayor parte de la población se concentra al sur del país.

La planta tendrá una potencia total instalada de 42.576 kW, siendo esta una planta de gran tamaño. Para esta zona, teniendo en cuenta las condiciones ambientales, se tienen unos 1.478 kWh generados al año por cada kW instalado de potencia. Realizando los cálculos, la planta generaría 63.139 GWh anuales.

Los paneles considerados tienen una degradación aproximada de un 25% a lo largo de treinta años. Puesto que esta degradación no es lineal, se ha modelado mediante una función cuadrática.



### 5.4.3 Inversión

La base de las inversiones en este proyecto son los paneles solares. Tanto los paneles como tal como las estructuras metálicas en las que están colocados. El importe de ambas se sitúa en 18.163.000 euros, casi dos tercios del total de la inversión.

La obra civil para este tipo de instalaciones es amplia pero no especialmente cara en comparación con el tamaño que ocupa la instalación. Se ha presupuestado para este concepto una partida de 2.523.000 euros.

Los equipos eléctricos tienen valor presupuestado de 8.665.000 euros. Esto incluye tanto los inversores asociados a los paneles, como la instalación de seguridad y las redes de baja y media tensión.

La dirección del proyecto, toda la documentación y los costes de tener el proyecto llave en mano se calculan en 218.000. El total del presupuesto es de 29.569.000 euros (Tabla 5.5).

Apartado	Concepto	Precio	Unidades	Total	Años amor.
Paneles solares	Módulos, potencia total 42.756 kW	13.499	1	13.499	15
	Estructuras de soporte	4.663	1	4.663	15
Equipos eléctricos	Inversores	3.581	1	3.581	15
Obra civil	Obra completa	884	1	884	25
	Línea de evacuación	1.639	1	1.639	25
Inf. Eléctrica	Red de baja tensión	3.214	1	3.214	15
	Red de media tensión	1.305	1	1.305	15
	Instalación de seguridad	566	1	566	15
Proyecto	Proyecto	103	1	103	10
	Dirección facultativa	35	1	35	10
	Control de calidad	45	1	45	10
	Puesta en marcha	35	1	35	10
Total	Total			<b>29.569</b>	
	k€/kW			0,69157	

Tabla 5.5 – Presupuesto del proyecto fotovoltaico en miles de euros.

### 5.4.4 Indicadores económicos

Con la potencia instalada y las condiciones ambientales, este proyecto ingresaría en concepto de la venta de la electricidad generada 392.354.000 euros a lo largo de sus treinta años de vida.



De entre todas las energías renovables, la solar es la que mayor precio de venta tiene y por tanto los consumos de red y sus costes tienen menor peso. En este concepto se gastan 25.156.000 euros. Restando también los costes de personal y los gastos operativos se obtiene un resultado operativo de 338.813.000 euros, lo que equivale al 86'35% de los ingresos.

Una vez se han sustraído las amortizaciones, impuestos al beneficio y los intereses del préstamo, el proyecto ofrece un beneficio neto de 243.492.000 euros. Esto es el 62'06% de lo ingresado (Tabla 5.6).

<b>Resultado (k€)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>392.354</b>
<b>TOTAL MAT.</b>	<b>0</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>0,00%</i>
<b>TOTAL C.RED</b>	<b>-25.156</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>6,41%</i>
<b>TOTAL C.PERS.</b>	<b>-5.487</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>1,40%</i>
<b>TOTAL G.OPER.</b>	<b>-22.898</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>5,84%</i>
<b>RES.OPERATIVO</b>	<b>338.813</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>86,35%</i>
<b>BAII</b>	<b>309.244</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>78,82%</i>
<b>BAI</b>	<b>304.365</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>77,57%</i>
<b>B° NETO</b>	<b>243.492</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>62,06%</i>

Tabla 5.6 – Resultados del proyecto del proyecto fotovoltaico a lo largo de toda su vida, en miles de euros.

Los flujos de caja calculados son altos en comparación con la inversión. De esta manera, antes del quinto año ya se ha conseguido el retorno de la inversión. A partir de ahí el VAN sigue aumentando a un ritmo casi constante (Gráfico 5.7).

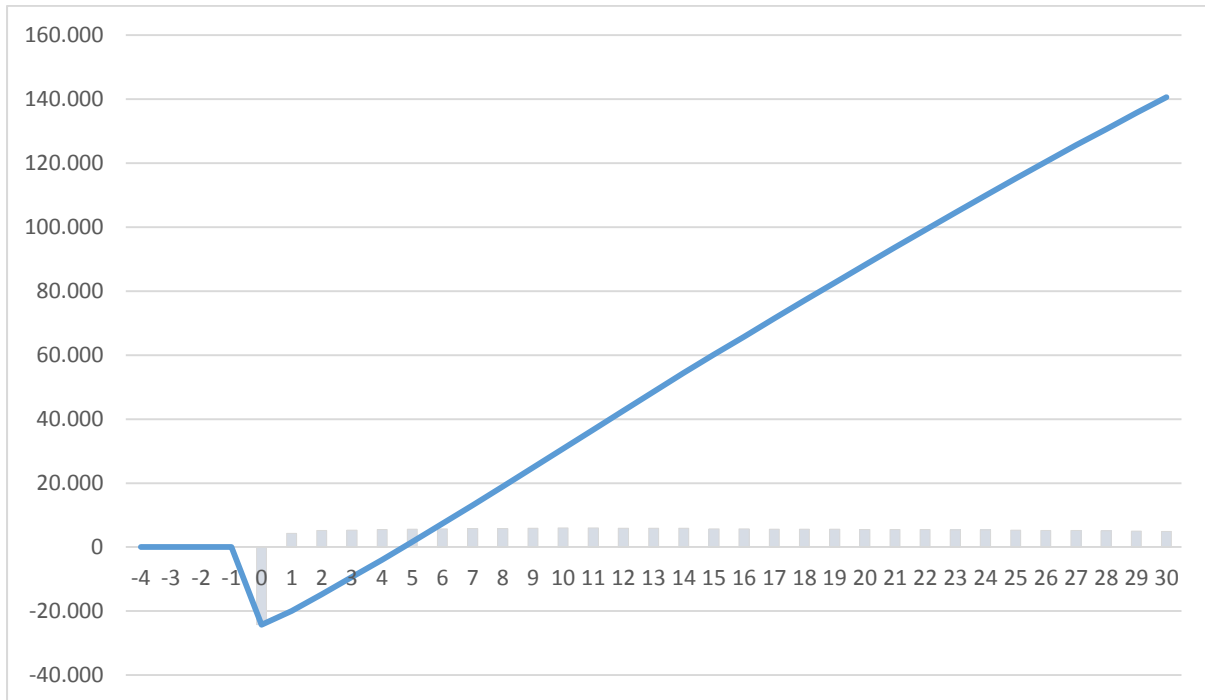


Gráfico 5.7 – Flujo de caja (barras) y valor actual neto (línea) del proyecto fotovoltaico en miles de euros.

La tasa interna de retorno es bastante buena, situándose en torno al 22% al final de los treinta años de proyecto (Gráfico 5.8). Como los paneles sufren una degradación y no tienen tanto rendimiento como al principio, los ingresos no siguen aumentando y el TIR se mantiene prácticamente constante.

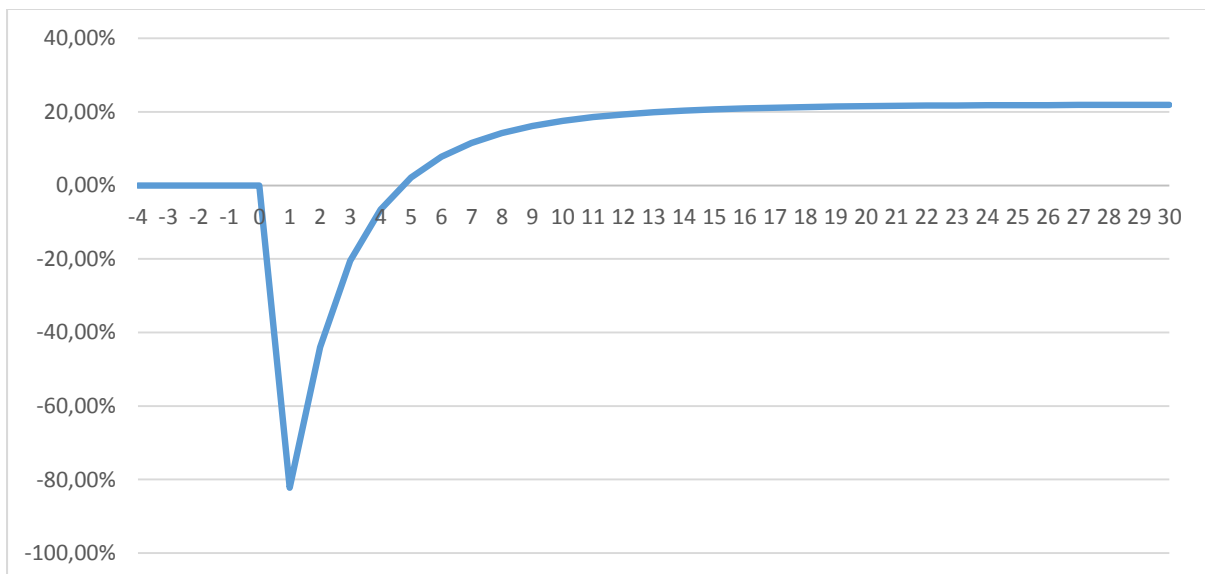


Gráfico 5.8 – Tasa Interna de Retorno del proyecto fotovoltaico.





#### 5.4.5 Conclusiones

Este proyecto ofrece una alta rentabilidad y es especialmente interesante por el ratio entre la inversión y el retorno. Es completamente escalable a la inversión que se desee realizar por lo que permite la entrada a inversores con menor capital.

El dato más notable es lo rápido que se recupera la inversión. Los treinta millones se recuperan en menos de cinco años.

### 5.5 Rehabilitación de viviendas

#### 5.5.1 Introducción

En Kazajistán las temperaturas son especialmente bajas en invierno. Prácticamente en todo el país pueden encontrarse mínimas de veinte grados bajo cero. Este es uno de los factores que hacen que la intensidad energética sea tan alta.

Se evaluará un proyecto de asilamiento para una vivienda promedio con el objetivo de que la energía que se consume en calefacción sea la equivalente a la que hay en Suecia.

#### 5.5.2 Detalles técnicos

Se considerará un aislamiento insuflado para las fachadas y paneles de aislamiento de pared, techo y suelo también. La vivienda tiene 100 metros cuadrados de superficie. Se utilizará también un termostato para sustituir el sistema todo o nada que hay en la actualidad y que supone unas pérdidas directas de un 20% de la energía.

El consumo para calefacción en Kazajistán para viviendas residenciales es de 270 kWh/m<sup>2</sup>. Este consumo debe bajar a 135 kWh/m<sup>2</sup>, es decir, la mitad.

#### 5.5.3 Inversión

La inversión para este proyecto se ha dividido en cuatro partidas: aislamiento, calefacción, ejecución y proyecto. Al ser una vivienda, todo estará amortizado al máximo tiempo posible, en este caso serán veinticinco años.

El aislamiento de la vivienda costará 3.600 euros, el termostato y ajuste de la calefacción 150, la mano de obra va incluida en el material y los 200 euros son de retoques finales, el proyecto y permisos otros 80 euros, siendo una inversión total de 4.030 euros (Tabla 5.7).



Apartado	Concepto	Precio	Unidades	Total	Años amor.
Aislamiento	Paneles de aislamiento	3,000	1	3,000	25
	Aislamiento insuflado	0,600	1	0,600	25
Calefacción	Termostato	0,050	1	0,050	25
	Sistema de regulación de calefacción	0,100	1	0,100	25
Ejecución	Mano de obra	0,200	1	0,200	25
Proyecto	Proyecto	0,050	1	0,050	25
	Permisos	0,030	1	0,030	25
Total	Total			<b>4,030</b>	

Tabla 5.7 – Presupuesto de la rehabilitación de una vivienda en miles de euros.

#### 5.5.4 Indicadores económicos

El resultado de la rehabilitación de la vivienda es un ahorro a lo largo de treinta años de 8.820 euros, lo que no llega a trescientos euros anuales. Sólo se evalúa el impacto económico, no entran en valoración diversos aspectos de comodidad y funcionalidad de la vivienda.

Ya que no hay ningún tipo de costes, sólo hay que restar las amortizaciones y los intereses para obtener el beneficio neto, que es de 4.125 euros (Tabla 5.8).



<b>Resultado (k€)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>8,820</b>
<b>TOTAL MAT.</b>	<b>0,000</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>0,00%</i>
<b>TOTAL C.RED</b>	<b>0,000</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>0,00%</i>
<b>TOTAL C.PERS.</b>	<b>0,000</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>0,00%</i>
<b>TOTAL G.OPER.</b>	<b>0,000</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>0,00%</i>
<b>RES.OPERATIVO</b>	<b>8,820</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>100,00%</i>
<b>BAII</b>	<b>4,790</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>54,31%</i>
<b>BAI</b>	<b>4,125</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>46,77%</i>
<b>B° NETO</b>	<b>4,125</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>46,77%</i>

Tabla 5.8 – Resultados de la rehabilitación de una vivienda.

El valor actual neto de la inversión es bastante bajo, al final de la vida del proyecto no llega siquiera a los mil euros. La inversión tarda casi 26 años en retornar su valor, algo lógico teniendo el carácter que tiene de rehabilitación de un bien inmueble (Gráfico 5.9).

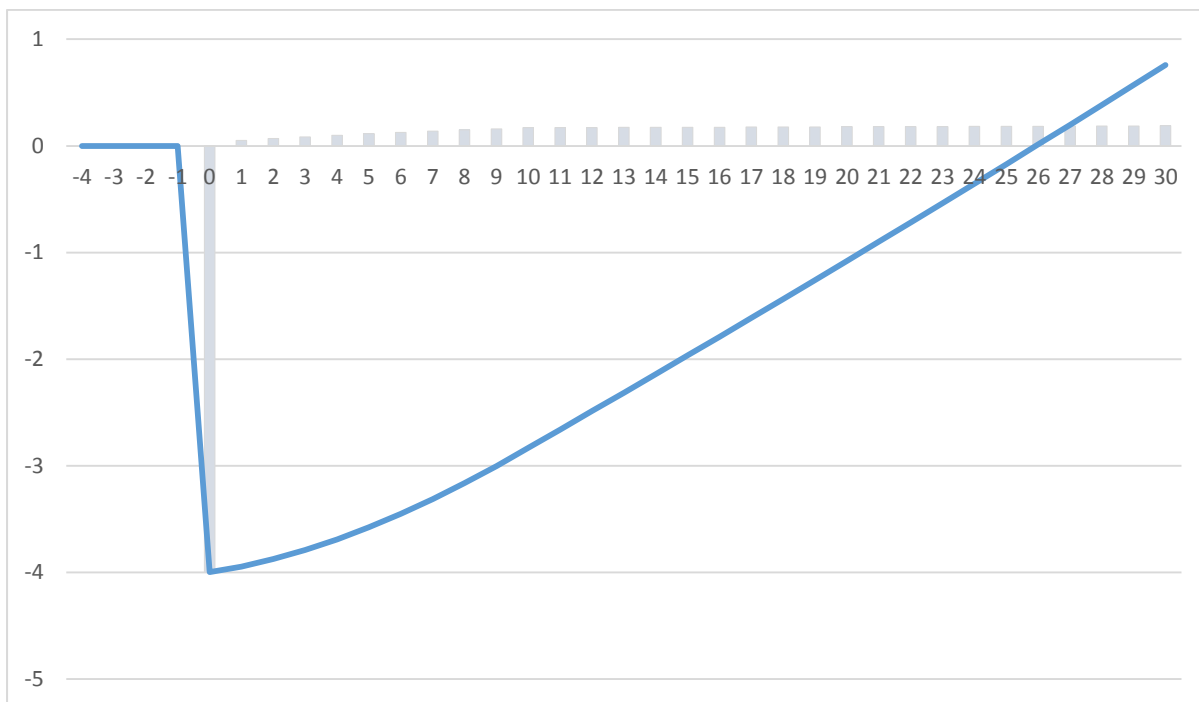


Gráfico 5.9 – Flujo de caja (barras) y valor actual neto (línea) de la rehabilitación de una vivienda.

Asociado al bajo valor actual neto, la tasa interna de retorno es muy baja. Una inversión tan larga no es rentable por motivos puramente económicos (Gráfico 5.10).

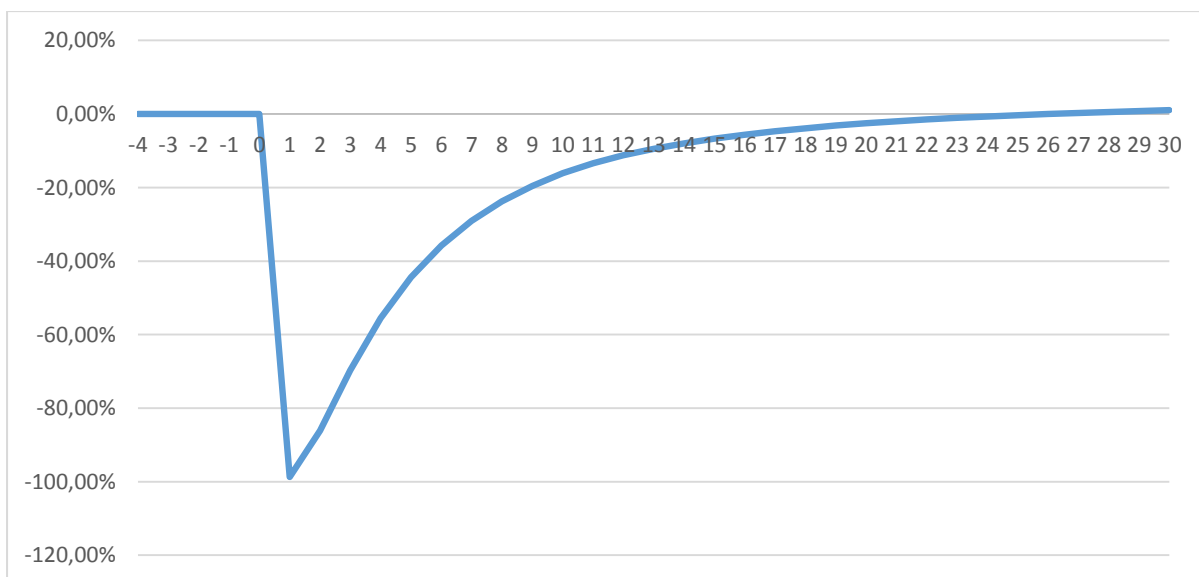


Gráfico 5.10 – Tasa Interna de Retorno de la rehabilitación de una vivienda.



### 5.5.5 Conclusiones

El rehabilitar una vivienda es una inversión que sólo tiene sentido si se hace por más motivos que el económico. El precio tan bajo de la energía térmica hace que no sea posible conseguir buenos retornos de lo invertido.

Si se realiza junto con otra reforma de la vivienda, el coste puede ser menor. Lo más recomendable es cambiar el sistema de gestión de la calefacción ya que tiene un impacto económico notable. Deben considerarse posibles subvenciones en el caso de que se plantee este proyecto.

No obstante, colocar productos de aislamiento en el mercado, aunque complicado por la competencia que viene desde China, es perfectamente posible.

## 5.6 Planta de biogás

### 5.6.1 Introducción

Se realizará un estudio de una planta de generación de biogás por fermentación de purines con gran aporte de material orgánico agrícola, para simplificar los cálculos, los ingresos serán únicamente por venta de electricidad y no de energía térmica.

La ganadería está en expansión en el país, lo cual asegura residuos suficientes como para alimentar las plantas que pudieran surgir de este tipo de energía. Se añadirá también material para ayudar con la fermentación.

### 5.6.2 Detalles técnicos

La planta a considerar constará de dos digestores, cuyo volumen total suma  $4.021 \text{ m}^3$ . Con estas características, se espera una producción diaria de  $5.066 \text{ m}^3$  de biogás proveniente de la fermentación de residuos ganaderos y de material agrícola.

La potencia eléctrica instalada es de  $500 \text{ kW}$  y la térmica asociada de  $379 \text{ kW}$ , de los cuales se utiliza para el propio proceso aproximadamente dos tercios.

Aplicando un factor de utilización de un 90% y trabajando todo el año menos quince días utilizados para mantenimiento, se espera que la planta sea capaz de generar  $3.780 \text{ MWh}$  cada año.

### 5.6.3 Inversión

El proyecto dispone de un presupuesto dividido en cinco partidas: reactores biológicos, equipos eléctricos, obra civil, infraestructura eléctrica y proyecto. La partida más cuantiosa



es la primera, que alcanza los 1.553.000 euros y que contiene la maquinaria de producción del gas.

Los equipos eléctricos para generar electricidad a partir del gas se calculado en 300.000 euros, la conexión a la red en 135.000. Esta es una instalación de poca potencia y por tanto las inversiones no son muy altas.

Todo lo referente a la obra civil está presupuestado en 102.000 euros, mientras que el apartado de proyecto tiene una inversión de 125.000 euros.

Con todo esto, el coste total de la planta es de 2.215.000 euros, 4.430 euros por kilovatio instalado (Tabla 5.9).

Apartado	Concepto	Precio	Unidades	Total	Años amor.
Reactor biológico	Planta de biogás	1.553	1	1.553	15
Equipos eléctricos	Equipo de generación	300	1	300	15
Obra civil	Movimiento de tierras	11	1	11	15
	Obras depósitos	56	1	56	25
	Obras zona aprovechamiento calor	35	1	35	25
Inf. Eléctrica	Punto de conexión	135	1	338	15
Proyecto	Proyecto	65	1	65	15
	Estudio geotécnico	30	1	30	15
	Diseño cimentaciones	15	1	15	10
	Seguridad y salud	5	1	5	10
	Documentación	10	1	10	10
Total	Total			<b>2.418</b>	
	k€/kW			4,835675	

Tabla 5.9 – Presupuesto de la planta de generación de biogás en miles de euros.

#### 5.6.4 Indicadores económicos

El proyecto generará unos ingresos por la venta de la energía proveniente del biogás de 24.592.000 euros. La electricidad proveniente de la biomasa es de las que mejor están pagadas, casi al nivel de la fotovoltaica. No se puede vender energía térmica ya que parte buena parte de ella se reutiliza en el proceso.

En este caso hay consumo de material, que es el coste de transportar los purines y el precio que se paga por ellos. El coste de materiales es de 6.148.000 euros y el coste del personal asciende a 1.646.000 euros. Las tasas a la red eléctrica son de un total de 1.688.000 euros.



Restando el resto de gastos operativos, el resultado operativo es de 12.021.000 euros, un 48'88%. Finalmente esto se traduce en 7.535.000 euros de beneficio neto, el 30'64% de lo ingresado (Tabla 5.10).

<b>Resultado (k€)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>24.592</b>
<b>TOTAL MAT.</b>	<b>-6.148</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>-25,00%</i>
<b>TOTAL C.RED</b>	<b>-1.688</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>6,86%</i>
<b>TOTAL C.PERS.</b>	<b>-1.646</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>6,69%</i>
<b>TOTAL G.OPER.</b>	<b>-3.089</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>12,56%</i>
<b>RES.OPERATIVO</b>	<b>12.021</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>48,88%</i>
<b>BAlI</b>	<b>9.806</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>39,87%</i>
<b>BAI</b>	<b>9.440</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>38,39%</i>
<b>B° NETO</b>	<b>7.535</b>
<i>% respecto de ingresos</i>	<i>30,64%</i>

Tabla 5.10 – Resultados del proyecto de la planta de generación de biogás a lo largo de toda su vida, en miles de euros.

El retorno de la inversión no es especialmente bueno. Pese a que la energía proveniente de biomasa está bien remunerada en comparación con otro tipo de energías, la inversión requerida es bastante alta y el precio del kilovatio instalado triplica el de otras energías. La inversión tarda casi doce años en ser recuperada (Gráfico 5.11).

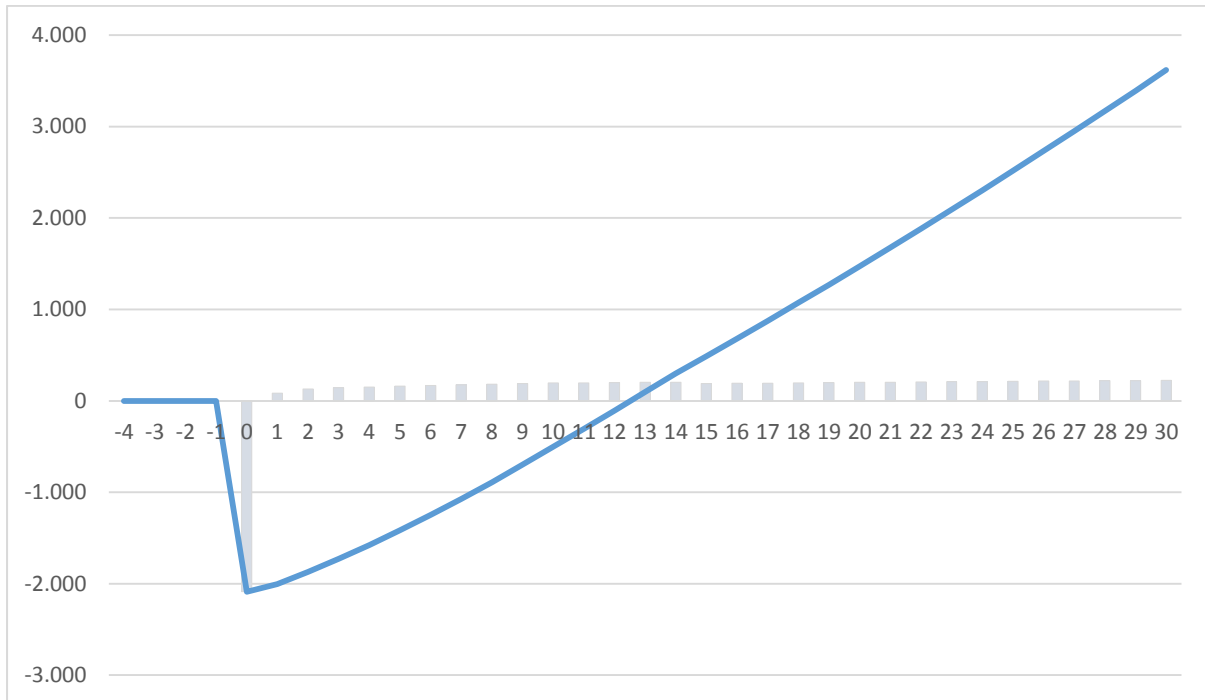


Gráfico 5.11 – Flujo de caja (barras) y valor actual neto (línea) de la planta de generación de biogás en miles de euros.

El TIR de este proyecto no es especialmente bueno, situándose en torno al 5% a partir del vigésimo año (Gráfico 5.12). Es muy complicado obtener rentabilidad con unas inversiones proporcionalmente tan altas, acabando la tasa interna de retorno en un bajo 7'32%.

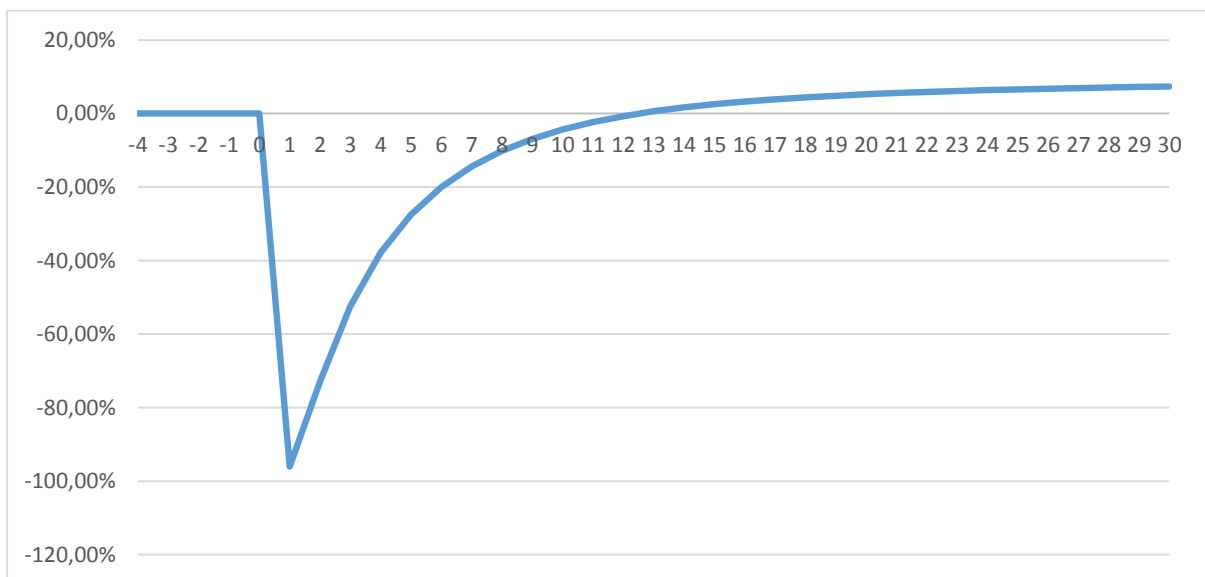


Gráfico 5.12 – Tasa Interna de Retorno de la planta de generación de biogás.





### 5.6.5 Conclusiones

Este tipo de proyectos no ofrecen una alta rentabilidad. Las inversiones son especialmente altas por kilovatio eléctrico instalado.

El interés por plantas de generación de biogás surgirá en el caso de que el gobierno central o alguna entidad local colabore con la inversión o se comprometa a pagar un precio por los servicios prestados en el caso de que se utilice para depuración de aguas.





## Capítulo 6: Conclusiones





A lo largo de este trabajo y sus anexos se ha presentado a Kazajistán desde los números que lo definen como el país que es. De esta manera se acerca el país a aquellos que no lo conociesen. Se han presentado cada uno de los apartados siguiendo una estructura muy similar en todos ellos, de manera que sea fácil entenderlos tanto individualmente como en su conjunto.

Ha sido muy importante revisar tanto los datos como las conclusiones con los contactos, de manera que se tengan varios puntos de vista acerca de las fuentes y de las propuestas, con objeto de validarlas y que se tenga un contacto directo con el país.

La recopilación de bibliografía ha sido una parte fundamental e indispensable. Sin las fuentes consultadas y la información que contienen, no hubiese sido posible elaborar este documento. Este listado da también un buen punto de partida para seguir profundizando en el país o centrarse en un aspecto en concreto del sector energético.

Además de la búsqueda y catalogación de fuentes, el mayor valor añadido de este trabajo fin de máster el análisis y síntesis de toda la información recopilada. Se ha buscado darle dos puntos de vista al sector energético y a las propuestas: uno desde la perspectiva ingenieril y otro desde la económica. Esto ha permitido evaluar las distintas propuestas, haciendo visible donde hay oportunidades de negocio y descartando otras.

A continuación se encuentran las conclusiones de todo el trabajo realizado.

## 6.1 Situación social y política

La diversidad de etnias y la manera en que viven y trabajan juntas es complicada de encontrar en otros lugares del mundo y esto le confiere al país un carácter propio característico. No obstante, hay que saber que el choque cultural con occidente es fuerte y a nivel de negocios es más apreciable.

La corrupción está muy presente, pero para el punto de partida en el que estaba, la mentalidad del pueblo kazajo y la cantidad de dinero a disposición de los gobernantes y administraciones, se ha realizado un trabajo bastante bueno.

El legado soviético está presente, pero eso no ha lastrado en absoluto al país. Desde la caída de la Unión Soviética ha ido desarrollándose y creciendo, aprovechando adecuadamente sus recursos e invirtiendo en infraestructuras y educación. El gobierno, liderado por el presidente Nursultan Nazarbayev, ha redactado un plan para cambiar en todos los sentidos el país y



realizar cambios a nivel económico, energético y social. Es pronto para ver si serán efectivos y se consiguen vencer las barreras contra las que se encontrará.

## 6.2 Sector energético

La energía es el principal componente de la economía kazaja. No sólo por las ingentes cantidades que se consumen a causa de la baja eficiencia en este sentido del país en su conjunto, sino también porque los recursos energéticos son la mayor parte de las exportaciones.

### 6.2.1 Sector eléctrico

El sector eléctrico sufre las consecuencias de haber tenido una concepción de estado centralizado durante la Unión Soviética y haber sufrido esta una fractura hace tres décadas. Está anticuado, sufre un desequilibrio geográfico y no da abasto para la demanda que se le va a someter en los próximos años.

Se está trabajando para renovarlo y adecuarlo a las condiciones en las que trabajará, se espera que en tres décadas se duplique la electricidad generada y consumida en el país.

### 6.2.2 Política energética

La columna vertebral de la política energética es el Plan Verde aprobado por el gobierno de Kazajistán. Provee con un plan para la renovación del sector, aumentando su eficiencia, reduciendo su impacto medioambiental, añadiendo a las energías renovables y la nuclear al mix y dando un impulso a la completa implantación del gas tanto en la generación como en el consumo doméstico.

Es muy importante el establecimiento de tarifas eléctricas que regulan el precio al que se compra la electricidad proveniente de fuentes renovables. Estas están aseguradas hasta dentro de diez años y se ajustan con la inflación.

## 6.3 Potencial energético

Desde el punto de vista del sector energético, Kazajistán es inmensamente rico en todo tipo de recursos, tanto fósiles como renovables. Precisamente la abundancia de recursos fósiles es lo que ha provocado que el país haya dispuesto de tantos recursos económicos y haya crecido de la manera en lo que lo ha hecho. También ha provocado que las energías renovables no hayan tenido desarrollo alguno hasta hace escasos años.



Kazajistán pierde gran cantidad de energía debido al clima, la baja eficiencia energética a lo largo de todos los estratos del país y a una descompensación geográfica entre la producción y el consumo de energía. El país adolece la nula inversión en este sentido durante años y la manera de corregirlo no es otra que modernizar los sistemas de ahorro y gestión de energía.

### 6.3.1 Energías tradicionales

El sector de las energías fósiles está completamente desarrollado y es maduro. Durante décadas, estas han concentrado toda la inversión y son las que se han explotado realmente a nivel económico.

El petróleo es la principal riqueza del país. Es su principal exportación y las reservas de la zona del Caspio son las que han permitido su crecimiento económico. Es una fuente de energía, que si bien puede crecer algo más, ya tiene suficientes agentes involucrados como para que sea casi imposible entrar.

El carbón ha comenzado hace escasos años una bajada que se prolongará en el tiempo. El plan es consumir menos y transformar algunas centrales de carbón a centrales de otro tipo de combustible. Su precio es tan bajo que lastra el crecimiento de otros tipos de energía.

Al gas, se le está dando mayor importancia y que crecerá en consumo y producción, necesitando adecuar las instalaciones para este nuevo volumen. La conversión de las centrales térmicas a centrales de gas, los cambios en las calefacciones y la nueva red de distribución, junto con una nueva legislación que promueve su utilización, son los responsables de esta subida.

La energía nuclear tuvo un ligero desarrollo durante la Unión Soviética, pero antes de la caída de esta, se cerró la única central nuclear del país. Los planes son de abrir nuevas centrales, de manera que den una seguridad energética al país. Hay uranio en abundancia, pero no se tienen instalaciones completas para su procesado, algo que se corregirá con la apertura de una planta de concentrado en los próximos años.

### 6.3.2 Energías renovables

Las energías renovables comienzan ahora su expansión. Se tienen objetivos muy optimistas para el año 2050. Optimistas, pero también viables. Aquí es donde se verá si las instituciones son lo suficientemente fuertes y comprometidas con el cambio como para conseguir vencer la corrupción y lo complicado de cambiar el modelo energético en un país con tan poca preocupación medioambiental.

La estepa provee con todo lo necesario para que las renovables crezcan. Desde el punto de vista de la energía eólica, pocos lugares en el mundo cuentan con condiciones tan adecuadas



para su desarrollo. Viento fuerte, densidad del aire elevada y terreno accesible son los puntos más destacables. Las velocidades de casi ocho metros por segundo y unos vientos de cuatro mil horas anuales son su principal atractivo.

La temperatura del país y su climatología no son las mejores a nivel mundial para la energía solar, pero eso no significa en absoluto que no exista potencial. En la zona sur hay suficientes horas de sol como para realizar proyectos fotovoltaicos y las mayores temperaturas permiten también el desarrollo de la termosolar de baja temperatura para instalaciones de agua caliente sanitaria.

La energía hidroeléctrica ya tiene un desarrollo notable y a efectos prácticos es la única renovable con impacto real a día de hoy en la generación eléctrica. En este caso el legado de infraestructuras soviéticas en desuso le da la posibilidad de desarrollarse más.

La biomasa dispone de materias primas suficientes, pero es más difícil ver que crezca a gran escala, al menos en un futuro cercano. Las explotaciones agrícolas y ganaderas no son lo suficientemente extensivas como para que sea fácil tener residuos en cantidades necesarias. En la zona norte hay oportunidades relacionadas con las explotaciones forestales, pero no hay una cultura de aprovechamiento

#### 6.4 Viabilidad de proyectos

Si bien el potencial existe, muchas de las fuentes energéticas no son en absoluto rentables económicamente. Tal es la abundancia de fuentes fósiles de energía que abaratan tanto el precio que no es posible rentabilizar la mayoría de inversiones.

El precio tan reducido del carbón y de otros combustibles se traduce en un precio muy reducido de la energía térmica. Cualquier proyecto de aislamiento o de energía termosolar se ve lastrado por este hecho y evita obtener cualquier rédito económico de la inversión.

Únicamente se recomienda invertir en aquellos proyectos que generen electricidad, ya que la que proviene de fuentes renovables está subvencionada. Al estar las tarifas aseguradas durante quince años, dan una garantía de ingresos. Aunque estén subvencionadas no significa necesariamente que sean rentables, y sólo los proyectos eólico terrestre y fotovoltaicos han demostrado tener un retorno de la inversión aceptables.





## 6.5 Conclusión final

De primeras, Kazajistán aparenta ser una apuesta arriesgada, pero analizándolo con detalle muestra dos características: un país comprometido con su desarrollo y que es desconocido para las empresas extranjeras. Es un territorio con muy poca competencia y con un gobierno dispuesto a cambiar su sector energético.

Si no fuese por los avances que está teniendo a nivel educativo y económico, su estabilidad política y seguridad de cara a inversiones, no tendría ningún atractivo, pero al cumplir con estos puntos, se recomienda considerarlo como destino de ciertas inversiones.

No obstante, debe tenerse muy claro que no es en absoluto un destino sencillo. Las burocracia, la manera de realizar los negocios y la falta de predicciones a largo plazo del tipo de cambio de la moneda local son factores a tener en cuenta.





## Capítulo 7: Bibliografía





Agencia Internacional de la Energía. (2010). *Renewable Energy Essentials: Hydropower*.  
Obtenido de [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/hydropower\\_essentials.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/hydropower_essentials.pdf)

Agencia Internacional de la Energía. (2015). *Eastern Europe, Caucasus and Central Asia*. Paris: OECD/IEA.

Agencia Internacional de la Energía Atómica, Agencia de la Energía Nuclear de la OECD. (2014). *Uranium 2014: Resources, Production, and Demand ("Red Book")*. Issy-les-Moulineaux.

Alekseenko, A. N. (1 de Enero de 2003). *Demoscope*. Obtenido de <http://www.demoscope.ru/weekly/2003/0101/analito2.php>

Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo. (2011). *The low carbon transition. European Bank for Reconstruction and Development Report*. Obtenido de <http://www.ebrd.com>

Banco Mundial. (s.f.). *Doing Business*. Obtenido de <http://www.doingbusiness.org/data/exploretopics/protecting-minority-investors>

Banco Mundial. (s.f.). *World Bank Group - International Development, Poverty, & Sustainability*. Obtenido de <http://www.worldbank.org/>

Banco Nacional de Kazajistán. (s.f.). *Banco Nacional de Kazajistán*. Obtenido de <http://nationalbank.kz/>

British Petrol. (2017). *BP Statistical Review of World Energy June 2017*.

CAWater-Info. (s.f.). *CAWater*. Obtenido de [http://www.cawater-info.net/bd/index\\_e.htm](http://www.cawater-info.net/bd/index_e.htm)

Comisión Electoral Central de la República de Kazajistán. (s.f.). *Comisión Electoral Central de la República de Kazajistán*. Obtenido de <https://www.election.gov.kz/eng/>

El Dorado Weather. (s.f.). *El Dorado Weather*. Obtenido de <http://www.eldoradocountyweather.com/climate/world-maps/world-annual-temps-map.html>

*Embajada de La República de Kazajistán en España*. (s.f.). Obtenido de <http://www.kazesp.org/>

Energydata.info. (s.f.). *Energydata.info*. Obtenido de <https://energydata.info>



Expo 2017. (18 de 5 de 2017). *Expo 2017*. Obtenido de Economists blame EXPO for the rapid rise in price of products in Astana: <https://www.expo2017.com/en/p/ekonomisty-nazvali-expo-prichinoy-stremitelnogo-podorozhaniya-produktov-v-astane>

Financial Times. (s.f.). *Financial Times*. Obtenido de Kazakhstan central bank looks to keep cutting interest rates: <https://www.ft.com/content/001082a6-9c29-11e6-8324-be63473ce146?mhq5j=e6>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1993). *Irrigation in the Countries of the Former Soviet Unions in Figures*. Roma.

Global Solar Atlas. (s.f.). *Global Solar Atlas*. Obtenido de <http://globalsolaratlas.info>

Global Wind Atlas. (s.f.). *Global Wind Atlas*. Obtenido de <http://globalwindatlas.com>

Gobierno de la República de Kazajistán. (16 de Julio de 2001). *Sobre la actividad de arquitectura, urbanismo y construcción en la República de Kazajistán N°242*.

Gobierno de la República de Kazajistán. (19 de Agosto de 2002). *Decreto de Inversión Pública N° 918*.

Gobierno de la República de Kazajistán. (9 de Julio de 2004). *Ley del Sector Eléctrico de la República de Kazajistán N° 588*.

Gobierno de la República de Kazajistán. (9 de Enero de 2007). *Código Ecológico de la República de Kazajistán N° 212*.

Gobierno de la República de Kazajistán. (1 de Agosto de 2007). *Sobre la aprobación de las normas para la conducción de la pericia ecológica del Estado N°4844*.

Gobierno de la República de Kazajistán. (19 de Septiembre de 2009). *Código Sanitario de la República de Kazajistán 196-IV*.

Gobierno de la República de Kazajistán. (20 de Noviembre de 2009). *Sobre la aprobación de las Normas para la realización de peritajes sanitarios y epidemiológicos N° 5862*.

Gobierno de la República de Kazajistán. (13 de Enero de 2012). *Sobre los ahorros energéticos y el incremento de la eficiencia energética, N° 541-IV*.

Gobierno de la República de Kazajistán. (30 de Mayo de 2013). *Concepto para la transición de la República de Kazajistán a una Economía Verde*. Astaná, Kazajistán.



Gobierno de la República de Kazajistán. (19 de Junio de 2013). *Sobre la Aprobación de las Normas de la Red Eléctrica N° 625*.

Gobierno de la República de Kazajistán. (s.f.). *Gobierno de la República de Kazajistán*. Obtenido de <http://www.government.kz/en/>

Gobierno de la República de Kazajistán. (s.f.). *Конструкция и документация НПА Documentación para creación de una planta*. Obtenido de <http://energo.gov.kz/index.php?id=2024>

Google Finance. (s.f.). *Google Finance: Stock market quotes, news, currency conversions & more*. Obtenido de <https://finance.google.com/finance>

Greenpeace, ESTIA, Solarpaces. (2005). *Concentrated Solar Thermal Power - Now*. Bruselas.

IHS Energy. (s.f.). *IHS Energy*. Obtenido de <https://www.ihs.com/industry/energy.html>

Instituto Español de Comercio Exterior. (s.f.). *ICEX España Exportación e Inversiones*. Obtenido de <http://www.icex.es>

Instituto Kazajo de Petróleo y Gas. (s.f.). *JSC "Instituto Kazajo de Petróleo y Gas"*. Obtenido de <http://www.king.kz/en/>

International Hydropower Association. (2017). *Hydropower Status Report 2017*. Obtenido de <https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/2017%20Hydropower%20Status%20Report.pdf>

International Renewable Energy Agency. (2012). *IRENA Case Study 2013 Wind Atlas Kazakhstan*. Abu Dhabi.

International Renewable Energy Agency. (2017). *Renewable Capacity Statistics 2017*. Obtenido de <http://irena.org/publications/2017/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2017>

International Renewable Energy Agency. (2017). *Renewable Power Generation Costs in 2017*. Abu Dhabi.

Kazakhstan Electricity Grid Operating Company. (s.f.). *Kazakhstan Electricity Grid Operating Company KEGOC*. Obtenido de [http://www.kegoc.kz/en/kazakhstan\\_electricity](http://www.kegoc.kz/en/kazakhstan_electricity)

Kazakhstan Electricity Grid Operating Company KEGOC. (s.f.). *Tariffs*. Obtenido de <http://www.kegoc.kz/en/company/activity/tariffs>



- KazAtomProm. (31 de Agosto de 2017). Kazatomprom plans to sell a 100% stake in the charter capitals of Astana Solar LLP, Kazakhstan Solar Silicon LLP and MK KazSilicon LLP. *KazAtomProm*. Obtenido de <http://www.kazatomprom.kz/en/news/kazatomprom-plans-sell-100-stake-charter-capitals-astana-solar-llp-kazakhstan-solar-silicon-llp>
- KazCham. (25 de Julio de 2015). Renewable Energy in Kazakhstan: More Than 1 GW Until 2020. Obtenido de <http://kazcham.com/renewable-energy-in-kazakhstan-more-than-1-gw-until-2020/>
- KazEnergy. (2013). *The National Energy Report 2013*. Astaná.
- KazEnergy. (2015). *The National Energy Report 2015*. Astaná.
- Ministerio Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo. (2013). *Renewable energies in CentralAsia. CountryChapter: Republic of Kazakhstan*. Obtenido de [www.gtz.de](http://www.gtz.de)
- Ministerio de Energía de la República de Kazajistán. (s.f.). *Atlas Solar*. Obtenido de <http://atlassolar.kz/>
- Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan Committee on Statistics. (s.f.). *Kazakhstan Statistics Agency*. Obtenido de [http://stat.gov.kz/faces/homePage?\\_afLoop=4583672667504499#%40%3F\\_afLoop%3D4583672667504499%26\\_adf.ctrl-state%3D4qiuknof\\_21](http://stat.gov.kz/faces/homePage?_afLoop=4583672667504499#%40%3F_afLoop%3D4583672667504499%26_adf.ctrl-state%3D4qiuknof_21)
- Mongabay. (s.f.). *Tropical Raunforests: Deforestation rates tables and charts*. Obtenido de <https://rainforests.mongabay.com/deforestation/2000/Kazakhstan.htm>
- Moon-Hee, P. (2011). *Renewable Energy Business Model for Kazakhstan*. Astaná: Daesung Energy Co., Ltd.
- National Aeronautics and Space Administration. (s.f.). *NASA Earth Observations Cloud Fraction*. Obtenido de [https://neo.sci.gsfc.nasa.gov/view.php?datasetId=MYDAL2\\_D\\_CLD\\_FR&date=2015-04-01](https://neo.sci.gsfc.nasa.gov/view.php?datasetId=MYDAL2_D_CLD_FR&date=2015-04-01)
- National Centers for Environmental Information. (s.f.). *NOAA - Bathymetric Data Viewer*. Obtenido de <https://maps.ngdc.noaa.gov/viewers/bathymetry/>





Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (s.f.). *Rendimiento de los cereales (kg por hectárea)*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/AG.YLD.CREL.KG?view=chart>

Página Oficial del Presidente de la República de Kazajistán. (s.f.). *Página Oficial del Presidente de la República de Kazajistán*. Obtenido de <http://www.akorda.kz/en>

Petrova, V. (8 de Enero de 2018). Goldwind to install 5MW of wind turbines in Kazakhstan - report. *Renewables Now*. Obtenido de <https://renewablesnow.com/news/goldwind-to-install-5-mw-of-wind-turbines-in-kazakhstan-report-596466/>

Plantations International. (28 de Enero de 2016). Shuttered Bioethanol Plant Kazakhstan Readied To Relaunch By End Of 2016. *Plantations International*. Obtenido de <http://www.plantationsinternational.com/shuttered-bioethanol-plant-kazakhstan-readied-to-relaunch-by-end-of-2016/>

Prilepskaya, A. (12 de 9 de 2017). *Kazakhstanskaya Pravda*. Obtenido de Timur Suleimenov told about influence of EXPO-2017 on prices in Kazakhstan: <http://www.kazpravda.kz/en/news/economics/timur-suleimenov-told-about-influence-of-expo-2017-on-prices-in-kazakhstan/>

Putz, C. (26 de Julio de 2017). *The Diplomat*. Obtenido de Coming in 2018? A New Latin Based Kazakh Alphabet: <https://thediplomat.com/2017/07/coming-in-2018-a-new-latin-based-kazakh-alphabet/>

Renewables First. (s.f.). *What would the return on investment be from a farm wind turbine?* Obtenido de <http://www.renewablesfirst.co.uk/windpower/windpower-learning-centre/what-would-the-return-on-investment-be-from-a-farm-wind-turbine-2/>

Samruk Energo. (2013). *Informe anual 2013*.

Secretaría de la Carta de la Energía. (2013). *Investment Climate and Market Structure Review in the Energy Sector of Kazakhstan*. Bruselas.

Strategy 2050. (17 de Noviembre de 2017). First biogas plant in Central Asia launched in South Kazakhstan. *Strategy 2050*. Obtenido de <https://strategy2050.kz/en/news/49721/>

Tengri News. (20 de Agosto de 2012). Following overhauls, Kazakhstan-based oil refineries to meet domestic demand for petrol before 2030. *Tengri News*. Obtenido de



<https://en.tengrinews.kz/markets/Following-overhauls-Kazakhstan-based-oil-refineries-to-meet-12357/>

Trading Economics. (s.f.). *Trading Economics*. Obtenido de <https://tradingeconomics.com>

U.S. Energy Information Administration. (s.f.). *U.S. Energy Information Administration*. Obtenido de [https://www.eia.gov/electricity/annual/html/epa\\_o8\\_o1.html](https://www.eia.gov/electricity/annual/html/epa_o8_o1.html)

United States Department of Agriculture. (s.f.). *Foreign Agricultural Service - Kazakhstan Agricultural Overview*. Obtenido de [https://ipad.fas.usda.gov/highlights/2010/01/kaz\\_19jan2010/](https://ipad.fas.usda.gov/highlights/2010/01/kaz_19jan2010/)

United States Department of Agriculture. (s.f.). *Foreign Agricultural Service - Kazakhstan Crop Production Maps*. Obtenido de [https://ipad.fas.usda.gov/rssiws/al/kz\\_cropprod.htm](https://ipad.fas.usda.gov/rssiws/al/kz_cropprod.htm)

Uranium Miner. (s.f.). *Uranium Miner*. Obtenido de <http://www.uraniumminer.net/>

Urazova, D. (23 de Junio de 2014). Kazakhstan to supply silicon and cells for solar plates in Qatar. *Tengri News*. Obtenido de <https://en.tengrinews.kz/markets/Kazakhstan-to-supply-silicon-and-cells-for-solar-plates-in-254345/>

VDMA. (2017). *The Cost of Onshore Wind Power in Germany - Update*. Obtenido de <https://wind.vdma.org/documents/106078/2159140/Cost%20Study%20Wind%20Energy%20Summary/fa78ee31-3e04-40c0-a7e4-9889af7a4a98>

Vestas. (s.f.). *Vestas*. Obtenido de <https://www.vestas.com/>

Wind Energy Kazakhstan. (s.f.). *Wind Energy Kazakhstan*. Obtenido de <http://www.windenergy.kz>

ZORG Biogas. (2 de Noviembre de 2011). First biogas plant started energy production in Kazakhstan. *ZORG Biogas*.



## Capítulo 8: Anexos





## 8.1 Anexo 1: Introducción a Kazajistán

### 8.1.1 Historia

La región que es hoy Kazajistán ha estado poblada durante miles de años y durante la mayor parte de ese tiempo han sido pastores nómadas. La zona fue de tránsito hasta alrededor de 500 a. C, cuando la tierra fue controlada por los hunos y los saka. Estos dos grupos gobernaron durante los próximos miles de años.

Alrededor de 500 d. C, varios grupos comenzaron a crear gobiernos organizados en la región, casi todos de origen turco. Ninguno de estos grupos dominó toda la región, pero esta fue la introducción del pueblo turco, que se ha mantenido hasta el día de hoy.

Sobre los años 700 y 800, los árabes llegaron a la parte sur de la región e introdujeron el islam, una religión que la mayoría de los turcos aceptaron. Sin embargo, esta conversión no unificó la región ya que el pueblo túrquico oğuz dominaba el oeste y los kimak y kipchak mantenían el este a lo largo de los siglos IX, X y XI, mientras que los hunos y saka tenían el control en el norte.

Los cambios en el control de la tierra y el poder entre estos pueblos nómadas continuaron hasta principios del siglo XIII cuando la población estaba rodeada por dos grupos: los turcos selyúcidas al sur y los mongoles al este. Fueron los mongoles los que demostraron ser más poderosos en ese momento y de 1219 a 1221 invadieron toda la región, sometiendo a la gente local a su gobierno.

A partir de 1221, gran parte de la cultura kazaja se desarrolló a partir de la cultura, organización y tradiciones mongolas. La región fue gobernada por la Horda de Oro durante los siguientes doscientos años hasta principios y mediados de 1400 cuando la Horda se dividió en kanatos. Uno de estos kanatos era el kanato kazajo, cuyas fronteras cambiaron con el tiempo, principalmente ganando territorio en los siglos siguientes. Sin embargo, este kanato no cubría todo el día moderno de Kazajistán; había numerosos kanatos en la región, pero el kanato kazajo era generalmente el más poderoso.

Entre los líderes mongoles, el más fuerte en la región de Asia Central fue Timur y sus descendientes, que llegaron al poder a mediados y finales del siglo XIII y gobernaron hasta el siglo XVI. Estas gentes gobernaron la región con poca resistencia por parte de la población y desarrollaron completamente la ruta comercial conocida como la ruta de la seda, así como las principales ciudades a lo largo del camino, la mayoría de las cuales se encuentran en la actual Uzbekistán.

El comienzo del gobierno ruso comenzó con los desacuerdos dentro de los kanatos. En 1731, los rusos se hicieron cada vez más poderosos y lentamente se adueñaron de los kanatos de



Kazajistán. Este avance de los calmuco y los rusos se llamó la Gran Retirada kazaja y pronto muchos de los kazajos vieron a los calmuco como la mayor amenaza, recurriendo a los rusos en busca de ayuda. Esta asistencia pronto se convirtió en ocupación y más tarde en el siglo en una toma de poder absoluta, lo que llevó a muchas personas a la revuelta, pero otros aceptaron esta regla como una mejor alternativa al gobierno calmuco. En 1820, gran parte del territorio había sido tomado por los rusos.

Los rusos gobernaron la región durante el siglo XIX, pero hicieron poco para interferir internamente hasta 1863. Esto también marcó la toma completa de la tierra cuando Rusia tomó lo que es hoy el sur de Kazajistán y se extendió más al sur. Bajo el dominio ruso, el estilo de vida kazajo comenzó a cambiar. Los rusos fundaron ciudades y pueblos, llevándose la vasta apertura y las rutas de migración del pueblo kazajo y los animales nómadas. Los nómadas fueron alentados a establecer la tierra, pero la mayoría encontró nuevas rutas para recorrer. Estos asentamientos rusos crecieron de pequeños puestos de vigía a ciudades más grandes y extensas granjas, eliminando la capacidad de moverse para los pueblos nómadas en algunas partes del país, especialmente en el norte y el este.

Rusia siguió alterando la cultura y la forma de vida kazaja con nuevos esfuerzos de crecimiento y urbanización a principios del siglo XX. Se construyeron ferrocarriles y se alentó a los rusos a establecerse en la región como agricultores. Las relaciones se deterioraron aún más en 1916 cuando el zar ruso decidió que los kazajos eran elegibles para luchar en el ejército ruso y comenzó a enviar kazajos a luchar. Esto llevó a la resistencia e incluso al levantamiento armado del pueblo, pero no tuvieron oportunidad de vencer a los rusos más poderosos, ya que muchos huyeron hacia el este.

Con la Revolución Rusa, los kazajos intentaron crear un gobierno independiente en 1917 y, debido al caos y la desorganización en San Petersburgo, tuvieron éxito durante dos años. Para 1920, aunque los bolcheviques esencialmente habían consolidado su poder, acabaron con esta efímera república, que se incorporó a la recién fundada Unión Soviética en 1920.

La República Socialista Soviética Autónoma kazaja (más tarde llamada la República Socialista Soviética de Kazajistán) se formó en 1925. Kazajistán sufrió mucho bajo el liderazgo soviético, sobre todo bajo el gobierno de Josef Stalin, que comenzó en 1929. Bajo Stalin hubo grandes esfuerzos para colectivizar la agricultura, que destruyó la vida kazaja y llevó a la mayoría de la producción de alimentos a ser controlada por las fuerzas gubernamentales, lo que le da al gobierno el control de su distribución a los rusos étnicos ya que muchos de los granjeros kazajos morían de hambre. Durante los siguientes cinco años, se estima que más de un millón de kazajos murieron, muchos de ellos por inanición.



A fines de la década de 1930 y durante la Segunda Guerra Mundial, Kazajstán fue el destinatario de numerosas fábricas y personas. En primer lugar, el gobierno soviético comenzó a exiliar a las personas rebeldes de la región, haciendo que la región en su conjunto sea más diversa étnicamente, principalmente con etnias tártaras y musulmanes de la región del Cáucaso. Durante la Segunda Guerra Mundial estas deportaciones continuaron ya que el Consejo temía que pudieran colaborar con los nazis y otros, incluso numerosos polacos también fueron deportados aquí por temor a su lealtad. También durante la Segunda Guerra Mundial, cuando los alemanes entraron en la frontera occidental de la Unión Soviética, numerosas fábricas fueron trasladadas al este, muchas de las cuales se dirigieron a Kazajistán.

Incluso después de la Segunda Guerra Mundial el movimiento hacia Kazajstán continuó cuando el gobierno soviético volvió a insistir en el desarrollo agrícola en las tierras de Kazajistán. Además, con el crecimiento de los recursos naturales encontrados en Kazajistán, las industrias se trasladaron a la región y en la década de 1980 los kazajos constituyeron una minoría en la región.

El gobierno soviético finalmente terminó con la caída de la Unión Soviética en 1991. A pesar de los errores, Los soviéticos le hicieron al pueblo kazajo, los líderes kazajos, incluyendo a Nursultan Nazarbayev, se pusieron del lado de la Unión Soviética, ya que no sabían si podían mantener una economía y un alto nivel de vida sin el apoyo de Rusia. Esto condujo a una transición bastante pacífica a un estado independiente ya que Kazajistán fue la última de las antiguas repúblicas soviéticas en declarar la independencia. Esta transición pacífica también ayudó en que casi la población era kazaja y la otra mitad era rusa. Estos esfuerzos por mantener la relación con la Unión Soviética y Rusia mitigaron las tensiones étnicas.

Desde la independencia, Kazajstán ha mantenido fuertes relaciones con Rusia, pero también ha abierto sus puertas a otros países, ya que ahora mantienen relaciones positivas con muchos de sus vecinos y otros países internacionales.

### 8.1.2 Demografía

La población del país ha crecido en el último siglo de manera casi constante salvo en tres ocasiones muy marcadas.

- En la hambruna soviética de 1932 y 1933, cuando el país perdió un tercio de su población (Alekseenko, 2003).
- Durante la Segunda Guerra Mundial.
- Al caer la Unión Soviética, con el consiguiente flujo migratorio a Rusia y Europa.



Kazajistán a finales de 2016 tenía 17.544.126 habitantes (Gráfico 8.1) y la vista es que sigan aumentando, tanto por la alta natalidad del país como por la inmigración proveniente de países de Asia Central, principalmente.

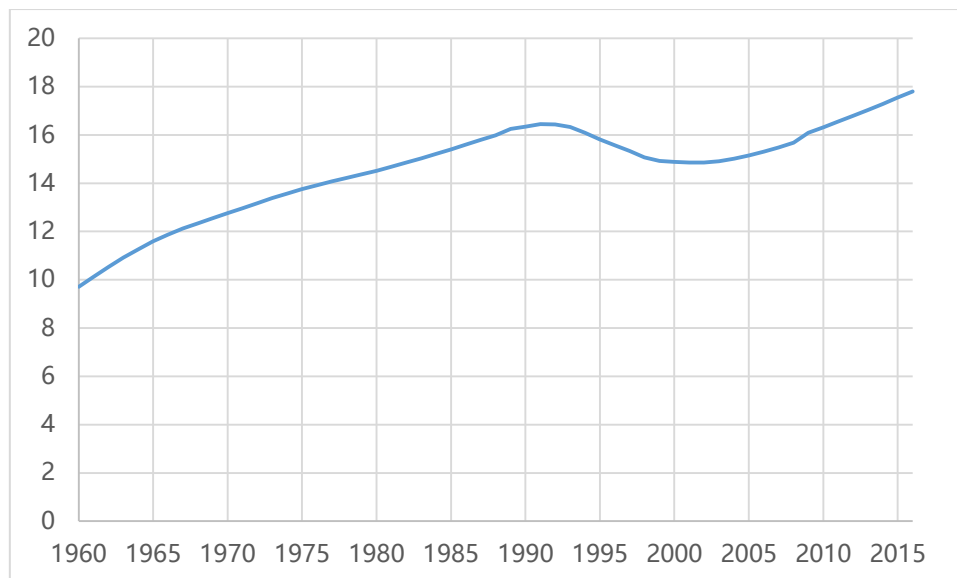


Gráfico 8.1 - Evolución de la población total de Kazajistán 1960-2016. (Banco Mundial, s.f.)

La población se concentra principalmente en tres zonas. La zona sur, con Almaty y Shymkent como principales ciudades de esa parte, la zona norte, con Astaná y Karagandá siendo los núcleos de población más grandes, y por el oeste en la costa del mar Caspio. El crecimiento de población está siendo también en torno a estos núcleos ya que es donde se concentran las oportunidades laborales.

#### 8.1.2.1 Grupos étnicos

El número de etnias que conviven en Kazajistán supera con creces la centena. La convivencia es en general pacífica, pero pueden notarse las diferencias culturales entre cada uno de los grupos, tanto en el trato personal como a nivel de negocios.

Con el fin de la URSS, muchas etnias se movieron a sus lugares de origen, siendo los rusos y los chechenos dos de los grupos con mayor porcentaje de retorno. La distribución en 2017 es (Embajada de La República de Kazajistán en España, s.f.): kazajos 63'1%, rusos 23'7%, uzbekos 2'9%, ucranianos, 2'1%, uigures 1'4%, tártaros 1'3%, alemanes 1'1% y otros grupos 4'4%.

#### 8.1.2.2 Idiomas

El país tiene dos idiomas oficiales, el kazajo y el ruso.





El kazajo es una lengua de origen túrquico y que es hablada por el 74% de la población del país. Hay una gran diferencia en el porcentaje de dominio entre las distintas etnias, encontrándose grupos étnicos que apenas lo hablan, como los rusos. No es extraño encontrar gente de etnia kazaja que no hable esta lengua. El plan del gobierno es fomentar el uso y está planificado un cambio del alfabeto cirílico al latino (Putz, 2017).

El ruso es hablado por el 94'4% de los habitantes de Kazajistán y es el idioma de facto para los negocios. Entró en el país con la expansión del Imperio Ruso y con el sistema educativo soviético se enseñó a toda la población.

### 8.1.3 Tenge

La moneda oficial de la República de Kazajistán es el tenge kazajo. Lleva en circulación desde el año 1993, cuando se buscó un sustituto para el rublo por la caída de la Unión Soviética.

La entidad reguladora de esta moneda es el Banco Nacional de Kazajistán, cuya política monetaria es asegurar la estabilidad de precios en el país.

#### 8.1.3.1 Inflación

La inflación ha sido un problema recurrente en Kazajistán desde que ha sido un país independiente. En los primeros años se llegó a alcanzar una tasa superior al 1.000% y en los últimos diez años (Trading Economics, s.f.), la media se ha mantenido entorno al 10%, bajando durante breves periodos de tiempo del 5% (Gráfico 8.2).

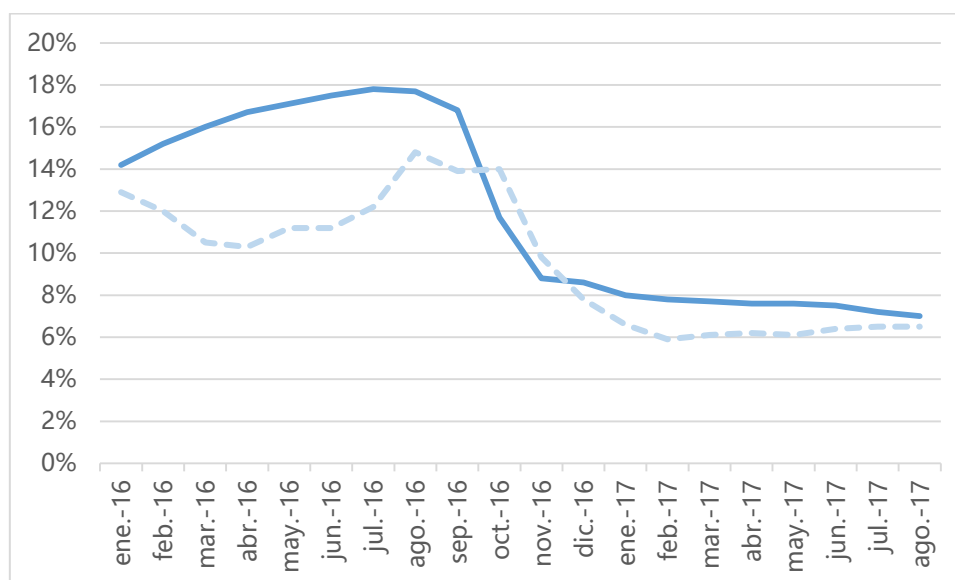


Gráfico 8.2 - Tasa de inflación: real (azul oscuro) y esperada (azul claro) 2016-2017. (Banco Nacional de Kazajistán, s.f.)

Actualmente, la tasa objetivo del Banco Nacional es que se mantenga en la banda del 6-8%, y llegar a conseguir un 3-4% para el año 2020 (Expo 2017, 2017). Este objetivo parece algo distante, teniendo en cuenta que la Expo del año 2017 está aumentando la inflación por encima de lo esperado, pero el Ministerio de Economía prevé que el fin de la exposición traiga consigo una deflación en los precios (Prilepskaya, 2017).

### 8.1.3.2 Tasas de cambio

Las tasas de cambio son relativamente variables si se comparan con monedas como el euro o el dólar estadounidense. Si se toma como referencia la divisa de un país con una economía similar a la kazaja, se observan correlaciones.

La tasa euro-tenge kazajo se mantuvo por encima de doscientos tenge por euro hasta mediados de 2015 (Google Finance, s.f.), cuando el país devaluó artificialmente la moneda tras haber estado manteniéndola alta desde la bajada del petróleo de 2014. La bajada de la moneda alcanzó su punto álgido a comienzos de 2016, cuando se llegó a cambiar 412 tenge por euro (Gráfico 8.3). Desde ese momento bajó ligeramente, no obstante, este 2017 se está volviendo a superar los 400 tenge por euro.



Gráfico 8.3 - Tasa de cambio euro-tenge kazajo 2012-2017. (Banco Nacional de Kazajistán, s.f.)

Al comparar el tenge con el rublo ruso, se aprecia que estas monedas siguen la misma tendencia, cambiándose el rublo a 5 tenge de media en los últimos cinco años (Gráfico 8.4). Al bajar el precio del crudo en 2014, Rusia devaluó su moneda y Kazajistán la mantuvo alta. La gran diferencia de precios hizo que el país aguantase medio año hasta darse cuenta que



no podría competir con Rusia en esas condiciones y cesó en sus intentos de tener una moneda cara (Google Finance, s.f.).



Gráfico 8.4 - Tasa de cambio euro-rublo 2012-2017. (Banco Nacional de Kazajistán, s.f.)

### 8.1.3.3 Tasa de interés

La tasa media de interés que daba el Banco Nacional hasta mediados de 2015 era de un 5'8%. La inflación descontrolada que ocurrió a continuación hizo que se tuviese que subir para evitar daños mayores en la economía nacional.

El valor pico fue del 17% a comienzos de 2016. Desde ese momento ha ido sufriendo una bajada constante y la previsión a corto plazo es de un 10'25% (Gráfico 8.5).

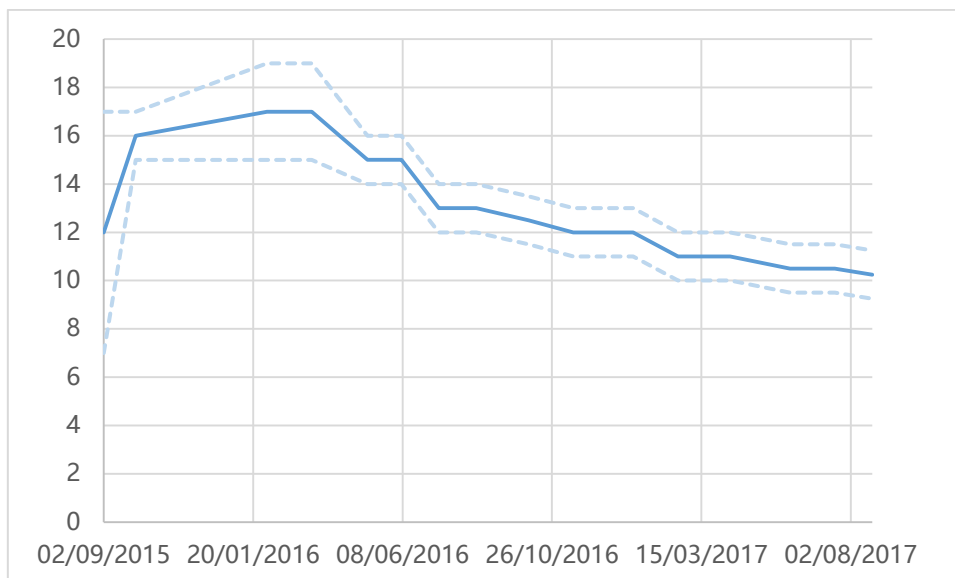


Gráfico 8.5 - Tasas de interés desde septiembre de 2015. La línea continua representa el valor medio y la discontinua los valores del intervalo. (Banco Nacional de Kazajistán, s.f.)

La tasa de interés bajará en la medida que lo haga la inflación, por lo que en los próximos meses se evaluará si seguirá bajando (Financial Times). La postura del ministerio de economía es tener la tasa de interés tan baja como sea posible mientras se cumplan el resto de objetivos.

#### 8.1.4 Gobierno

Kazajistán es una república presidencialista. El presidente y los miembros del congreso y senado del país son elegidos por votación. Posteriormente el presidente elige al primer ministro y le da la responsabilidad de formar el gobierno.

##### 8.1.4.1 Presidencia y cámaras

El cargo de presidente se concede por periodos de cinco años, siendo posible ser reelegido en una sola ocasión (Página Oficial del Presidente de la República de Kazajistán, s.f.). El actual presidente, Nursultan Nazarbayev lleva desde la caída de la Unión Soviética como presidente ya que la norma anterior no se aplica para el primero.

El congreso o asamblea, también llamado Mazhilis, tiene 107 escaños que se eligen cada cinco años. 98 se eligen por votación directa y los nueve restantes son designados por la Asamblea de la Nación Kazaja.

El senado se compone de 47 miembros, cuarenta de los cuales son elegidos cada seis años por las asambleas locales, la mitad se renuevan cada dos años y siete senadores elegidos por



el presidente. Adicionalmente, los expresidentes tienen el título honorífico de senadores vitalicios.

Tanto las elecciones presidenciales como las parlamentarias las ha ganado el mismo presidente y el mismo partido durante todo el periodo de democracia con un porcentaje de votos que ronda el 90% de media.

El resultado de las últimas elecciones tanto presidenciales como parlamentarias:

Candidatos y partido	Votos	%
Nursultan Nazarbayev – Nur Otan	7.850.958	95,55%
Ghani Qasymov – Partido Patriótico	159.036	1,94%
Zhambyl Akhmetbekov – Partido Comunista del Pueblo de Kazajistán	111.924	1,36%
Mels Eleusizov – Tabighat	94.452	1,15%
Total	8.216.370	100,00%
Censo electoral	9.130.314	89,99%

Tabla 8.1 – Resultado elecciones presidenciales 2015. (Comisión Electoral Central de la República de Kazajistán, s.f.)

Partido	Votos	%	Diputados
Nur Otan	6.183.757	81,73%	84
Partido Democrático de Kazajistán Ak Zhol	540.406	7,14%	7
Partido Comunista del Pueblo de Kazajistán	537.123	7,10%	7
Partido Kazajo Social Democrático Auyl	151.285	2,00%	0
Partido Nacional Social Democrático	88.813	1,17%	0
Birlik	21.484	0,28%	0
Votos nulos/blancos	43.282	–	–
Total	7.566.150	100%	98
Censo electoral	9.810.852	77,12%	–

Tabla 8.2 - Resultado elecciones legislativas 2016. (Comisión Electoral Central de la República de Kazajistán, s.f.)

La mayor característica de este gobierno es su estabilidad, por lo que la inseguridad política es un problema desconocido en Kazajistán.

#### 8.1.4.2 Miembros del gobierno

Desde las últimas elecciones presidenciales de 2015 y parlamentarias de 2016, el gobierno está formado por el siguiente equipo:



<b>Persona</b>	<b>Cargo</b>
Nursultan Nazarbayev	Presidente
Bakytzhan Sagintayev	Primer Ministro
Askar Mamin	Primer Vice Primer Ministro
Askar Myrzakhmetov	Vice Primer Ministro y Ministro de Agricultura
Erbolat Dossaev	Vice Primer Ministro
Askar Zhumagaliyev	Vice Primer Ministro
Kairat Abdrakhmanov	Ministro de Asuntos Exteriores
Saken Zhasuzakov	Ministro de Defensa
Beibut Atamkulov	Ministro de Industria de Defensa y Aeroespacial
Kalmukhanbet Kassymov	Ministro de Asuntos Internos
Marat Beketayev	Ministro de Justicia
Yerlan Sagadiyev	Ministro de Educación y Ciencia
Bakhyt Sultanov	Ministro de Finanzas
Zhenis Kassymbek	Ministro de Inversiones y Desarrollo
Yelzhan Birtanov	Ministro de Sanidad
Tamara Duissenova	Ministra de Trabajo y Protección Social
Arystanbek Mukhamediuly	Ministro de Cultura y Deportes
Kanat Bozumbayev	Ministro de Energía
Timur Suleimenov	Ministro de Economía Nacional
Dauren Abayev	Ministro de Información y Comunicaciones
Nurlan Yermekbayev	Ministro de Asuntos Religiosos y Sociedad Civil

*Tabla 8.3 - Presidente y Miembros del Gobierno. (Gobierno de la República de Kazajistán, s.f.)*



## 8.2 Anexo 2: Cálculos económicos

A continuación se encuentran los cálculos de la viabilidad de los proyectos evaluados en el Capítulo 5: Análisis económico de proyectos.

Cada uno de los proyectos se encuentra en un DIN A3 siguiendo el orden mostrado a continuación:

1. Eólica terrestre
2. Eólica marina
3. Solar fotovoltaica
4. Rehabilitación de viviendas
5. Planta de biogás

Todas las fichas están hechas con la misma plantilla. Ahí se encuentra una pequeña descripción del proyecto. También están los parámetros técnicos y económicos y la manera en la que se han calculado algunos de ellos.

El grueso de la plantilla son los cálculos anuales a treinta años, una cuenta de pérdidas y ganancias, cálculo de ingresos y gastos, intereses, impuestos y amortizaciones. Todos esos datos dan la información a los gráficos.

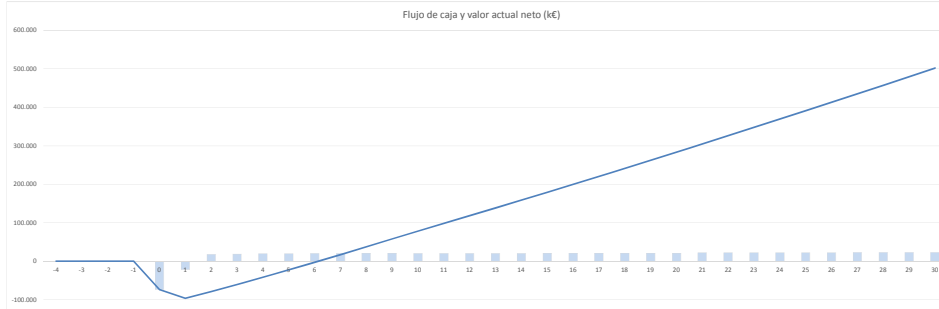




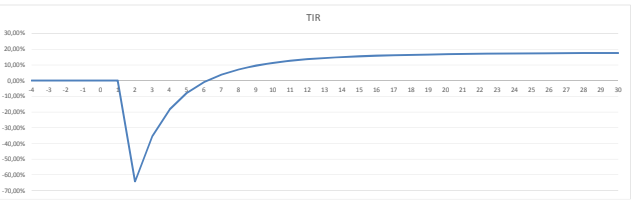
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL	
2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	TOTAL

**Proyecto** Planta eólica terrestre de 84 MW. Está compuesta de 20 turbinas de 4.2 MW situadas a una altura de 110 metros.

Resultado (k €)		TOTAL
TOTAL INGRESOS		1.531.085
TOTAL MAT.		0
% respecto de ingresos		0,00%
TOTAL CRED.		-149.801
% respecto de ingresos		-9,78%
TOTAL C.PERS.		-3.331
% respecto de ingresos		-0,22%
TOTAL G.OPER.		-95.324
% respecto de ingresos		-6,23%
RES.OPERATIVO		1.277.729
BMI		1.153.415
% respecto de ingresos		75,97%
IF NETO		906.923
% respecto de ingresos		59,19%



Presupuesto (k €)		Años amor.
Departamento	Concepto	
Amenizadores	Turbinas 4.2 MW	10
Equipos eléctricos	Equipos eléctricos	25
Obra civil	Construcción	25
Inf. Eléctrica	Accesos y caminos de entrada	25
	Red de media tensión 20kV	25
Proyecto	Estudio geotécnico	25
	Diseño cimentaciones	25
Documentación y proyecto	Dirección facultativa	25
	Seguridad y salud	25
	Control de calidad	25
	Documentación	25
Total		10



Parám. Técnicos		
Datos turbinas		
V. Media	8 m/s	
Producción	16.800 kWh/año	
Nº turbinas	20	
Generación	337,32 GWh/año	
Carga generación		
MVA	0,00	
MVA	11,2	
MVA	6,0	
MVA	12,0	
MVA	7	
MVA	14,1	
MVA	7,5	
MVA	18,4	
MVA	8	
MVA	18,3	
MVA	8,5	
MVA	18,3	
Coste turбина		
Altura	Potencia	3
100	100	0,98
120	100	0,99
140	100	0,99
100	140	1,18
120	140	1,20
140	140	1,23
Costes personal		
Directos	0	
Indirectos	15	
Coste medio	9576 €/pers y año	
Detalles préstamos		
Intereses	3%	
Mora	10	
Costes e impuestos		
Mantenim.	1%	
Seguros	1%	
Otros g.p.	1%	
Imp. B.	20%	
Costes personal		
Directos	0	
Indirectos	15	
Coste medio	9576 €/pers y año	
Amort.		
Años amort.	Cantidad	Unidad
5	0	€
10	100,035	€
15	1,250	€
25	23,029	€
Total	124,314	€

Producción eléctrica		TOTAL
Capacidad planta	0,00%	100,00%
Prod GWh	0	226,6939423

Indicadores moneda		TOTAL
Inflación	6,70%	6,70%
Tasa de cambio K27/€	237,88	248,76

Tasas eléctricas		TOTAL
Precio kWh eléctrico K27/kWh	22,680	21,200
Precio venta €/kWh	0,095341215	0,097279049
Tasa venta K27/kWh	1,354	2,085
Tasa venta €/kWh	0,000824440	0,000833093
Tasa máx. K27/kWh	0,182	0,184
Tasa mín. K27/kWh	0,000765084	0,000780634
Tasa eq. K27/kWh	0,000348912	0,000359004

Préstamo (k €)		TOTAL
Pendiente	0	0
Amortización	0	0
Intereses	0	0
TOTAL PASO FINCO	0	0

Resultado (k €)		TOTAL
Venta electricidad	0	18.059
Venta material	0	0
Reboto equivalente	0	0
TOTAL INGRESOS	0	18.059
Consumo materia prima	0	0
Consumo componentes	0	0
TOTAL MATERIALES	0	0
Transmisión	0	-1.556
Mantenimiento	0	-279
Seguros	0	-48
TOTAL CRED.	0	-1.787
Personal directo	0	0
Personal indirecto	0	0
TOTAL C.PERSONAL	0	-144
Mantenimiento	0	-418
Seguros	0	-835
Impuestos	0	-835
TOTAL G.OPERATIVOS	0	-2.089
RESULTADO OPERATIVO	0	14.800
Depreciación	0	-6.784
BMI	0	0
Intereses y Gastos financieros	0	0
Impuestos	0	0
IF NETO	0	2.443

Inversiones (k €)		TOTAL
Var. Inv. 5 años	0	0
Var. Inv. Acum. 5 años	0	0
Var. Inv. 10 años	0	0
Var. Inv. Acum. 10 años	0	0
Var. Inv. 15 años	0	0
Var. Inv. Acum. 15 años	0	0
Var. Inv. 20 años	0	0
Var. Inv. Acum. 20 años	0	0
TOTAL CAPEX	0	0

Depreciación (k €)		TOTAL
Activos 5 años	0	0
Activos 10 años	0	0
Activos 15 años	0	0
Activos 20 años	0	0
TOTAL DEPRECIACIÓN	0	0

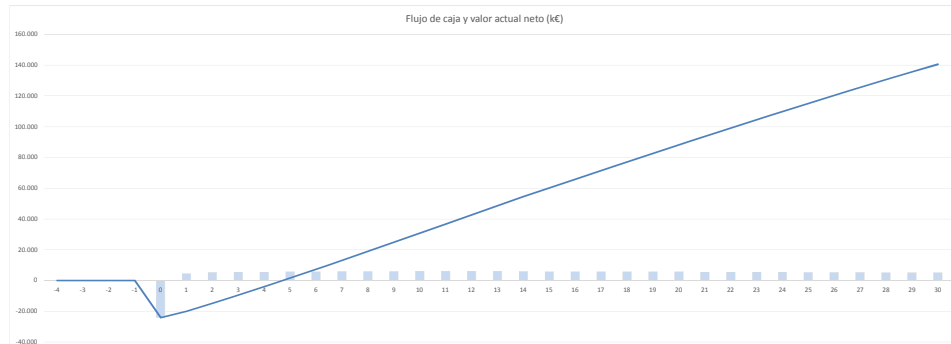
Flujos de caja (k €)		TOTAL
Ingresos operativos	0	14.800
Impuestos	0	-3.729
Inversiones	0	-6.784
Flujo libre de caja después de imp.	0	4.287
Flujo de caja acumulado	0	4.287
Flujo de caja con intereses	0	4.287
TIR (%)	0,00%	18,33%
MVA/inversión	0,00%	18,33%



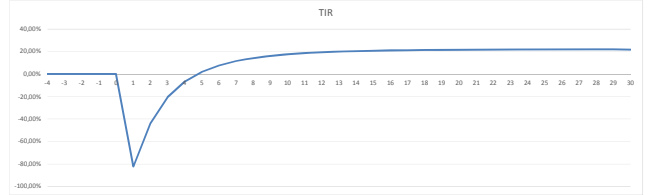
	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	TOTAL		
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	TOTAL

Proyecto: Planta de generación fotovoltaica de 42.756 kW. Estará situada en un terreno en torno al punto 45.58329, 66.664551.

Resultado (k €)		TOTAL
TOTAL INGRESOS	302.354	302.354
TOTAL MAT.	0	0
TOTAL CRED.	-26.156	-26.156
TOTAL C.PERS.	-5.487	-5.487
TOTAL G.OPER.	-22.896	-22.896
RES.OPERATIVO	308.813	308.813
IBAI	300.244	300.244
BNi	304.326	304.326
IF NETO	243.492	243.492



Presupuesto (k €)					
Apartado	Concepto	Precio	Unidades	Total	Años amor.
Panels solares	Modulos, potencia total 42.756 kW	13.499	1.4663	13.499	15
Estructuras de soporte	Inversores	4.663	1	4.663	15
Equipos eléctricos	Obra completa	3.581	1	3.581	25
Obra civil	Línea de evacuación	1.639	1	1.639	25
Inf. Eléctrica	Red de baja tensión	3.214	1	3.214	15
	Red de media tensión	1.309	1	1.309	15
	Instalación de seguridad	566	1	566	15
	Proyecto	103	1	103	10
	Dirección facultativa	35	1	35	10
	Control de calidad	45	1	45	10
	Puesta en marcha	35	1	35	10
	Total	20.500		20.500	
	€/kW	0,691573621			



Parám. Técnicos

Datos turbinas	
Potencia	42756 kW
Potencial	1478 kWh/m2/año
Generación	63.93326 kWh/año

Datos técnicos situación	
PVOUT	1478 kWh/kwp
GHI	1548 kWh/m2/año
DNI	1575 kWh/m2/año
DI	646 kWh/m2/año
GHI	1829 kWh/m2/año
ORTA	34/180°
TEMP	avg. 16°C
ELE	204 m
Horas sol	2500 horas/año

Localización planta	
Coord.	45.58329, 66.664551
Zona	Sur de Kazajistán

Pérdida rendimiento	
25% en 30 años	
Pérdida = año*2*(0,0002177717771777)	
Coef	0,000217771777



Parám. Técnicos

Costes e impuestos	
Mantenim.	1% Sobre ing.
Seguros	1% Sobre ing.
Otros g.op.	1% Sobre ing.
Imp. B'	20% Sobre BI

Costes personal	
Directos	0 Personas
Indirectos	10 Personas
Coste medio	9576 €/pers y año

Detalles préstamo	
Intereses	3%
Mora	10

Años amort.	Cantidad	Unidad
5	10	219 k€
10	15	26,828 k€
25	25	2,523 k€
Total		29.569 k€

Producción eléctrica	
Capacidad planta	0.00%
Prod. kWh	0

Indicadores moneda	
Inflación	6.70%
Tasa de cambio KZT/€	237.88

Tasas eléctricas	
Precio kWh solar KZT/kWh	34.610
Precio kWh solar KZT/kWh	34.610
Tasa base KZT/kWh	1.354
Tasa máx. KZT/kWh	0.000214442
Tasa mín. KZT/kWh	0.182
Tasa med. KZT/kWh	0.000765084
Tasa eq. KZT/kWh	0.000349812

Préstamo (k €)	
Pendiente	0
Amortización	0
Intereses	0
TOTAL PASO DINERO	0

Resultado (k €)	
Venta electricidad	0
Venta material	0
Alquiler equivalente	0
TOTAL INGRESOS	0
Consumo materia prima	0
Consumo componentes	0
TOTAL MATERIALES	0
Terceros	0
Mantenimiento	0
Seguros	0
Impuestos	0
Otros gastos operativos	0
TOTAL G.OPERATIVOS	0
RESULTADO OPERATIVO	0
Depreciación	0
Intereses y Gastos financieros	0
IBAI	0
BNi	0
IF NETO	0

Inversiones (k €)	
Var. Inv. 5 años	0
Var. Inv. Acum. 5 años	0
Var. Inv. 10 años	0
Var. Inv. Acum. 10 años	0
Var. Inv. 25 años	0
Var. Inv. Acum. 25 años	0
Total CAPEX	0
Capex acumulado	0

Depreciación (k €)	
Activos 5 años	0
Dep 5 años	0
Activos 10 años	0
Dep 10 años	0
Activos 15 años	0
Dep 15 años	0
Activos 25 años	0
Dep 25 años	0
TOTAL DEPRECIACIÓN	0

Flujos de caja (k €)	
Ingresos operativo	0
Impuestos	0
Inversiones	0
Flujo libre de caja después de imp.	0
Flujo libre de caja acumulado	0
Flujo con intereses	0
TIR (%)	0.00%
VM/Inversión	0.00%





