



Escenarios energéticos Shell
en 2050

energy



**Escenarios energéticos Shell
en 2050**

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a los compañeros de Shell y para los muchos expertos externos que han contribuido al desarrollo de estos escenarios energéticos de Shell.

Para obtener material acerca de los escenarios Shell visite www.shell.com/scenarios

Las publicaciones "Shell Global Scenarios to 2025" y "Signposts" se encuentran disponibles a través de este sitio Web.

Diseñado por Peter Grundy

Índice

	Prólogo	4
	Introducción	6
	Una era de transiciones revolucionarias	8
	Escenario de energía Scramble (lucha)	12
	Escenario de energía Blueprints (anteproyectos)	24
	Comparación de los escenarios	40

Prólogo

Nunca antes la humanidad enfrentó un desafío semejante en cuanto a las perspectivas sobre la energía y el planeta. Puede resumirse en seis palabras: “más energía, menos dióxido de carbono”.

Para que tengamos idea de cómo podría ser el futuro de la energía, hemos creado dos escenarios que describen dos posibles maneras en que los hechos podrían suceder. En el primer escenario (al que llamamos **Inercia [Scramble]**), los políticos prestan escasa atención a hacer un uso más eficiente de la energía hasta que las provisiones se agotan. De igual manera, las emisiones de gases de efecto invernadero no se toman en serio hasta que producen consecuencias climáticas graves. En el segundo escenario (al que llamamos **Planificación [BluePrints]**), surgen cada vez más acciones locales para abordar los desafíos que plantean el desarrollo económico, la seguridad energética y la contaminación ambiental. Se aplica un precio determinado a una masa crítica de emisiones, lo que representa un importante estímulo para el desarrollo de tecnologías energéticas limpias, tales como la captura y almacenamiento de dióxido de carbono, así como medidas para el uso eficiente de la energía. Como resultado, se reducen en gran medida las emisiones de dióxido de carbono.

Estamos decididos a proveer energía de manera responsable y a servir a nuestros clientes e inversores de la manera más eficaz posible, gracias a estos dos escenarios que nos permiten evaluar nuestra estrategia frente a una variedad de posibles acontecimientos a largo plazo. Sin embargo, en nuestra opinión, los resultados del escenario **Planificación** ofrecen una mayor esperanza en pos de un futuro sustentable, independientemente de la manera en que los describimos. Estoy convencido de que es posible conseguirlos si se cuenta con la combinación correcta de políticas, tecnología y compromiso por parte de los gobiernos, la industria y la sociedad en su conjunto. Pero no será una tarea fácil y el tiempo apremia. Con urgencia, necesitamos pensar con claridad, hacer importantes inversiones y contar con un liderazgo eficaz. Sea cual fuere su rol, en este aspecto, espero que estos escenarios le ayuden a comprender mejor las elecciones por las que deberá optar.

Jeroen van der Veer.

Presidente
Royal Dutch Shell plc





Introducción

¿Cómo nos podemos preparar o dar forma a los cruciales desarrollos en el sistema energético global de los próximos años?

Esta pregunta debería estar presente en la mente de cualquier dirigente responsable del gobierno, la empresa y la sociedad civil. Debería ser una preocupación de cada uno de los ciudadanos.

El sistema de energía global es el nexo entre algunos de los dilemas más profundos de nuestros tiempos: el dilema del desarrollo – prosperidad frente a pobreza, el dilema de la confianza – globalización frente a seguridad y el dilema de la industrialización – crecimiento frente al medio ambiente. Las tensiones siempre estuvieron presentes en el sistema energético global, pero es evidente que en la actualidad son más agudas.

En la década de 1990, a través de los escenarios de Shell conocimos la noción de **TINA** – **There Is No Alternative** (no hay alternativa). Las fuerzas arraigadas de la liberalización del mercado, globalización y tecnología

crearon un motor económico global que comenzaba a incluir a grandes poblaciones de Asia. Los escenarios de Shell en la década de 1990 ayudaron a que la gente examinase y explorase diferentes caras de TINA. Por lo tanto, en 2005 publicamos los escenarios que exploraron la crisis geopolítica de seguridad y confianza que acompañaban a TINA, presagiando los acontecimientos del 11 de septiembre y el escándalo Enron. Ahora, según se ha mencionado en nuestro folleto **Signposts**, en la mentalidad y comportamiento de las principales naciones productoras y consumidoras de energía están surgiendo discrepancias significativas, las cuales intensifican las tensiones que el crecimiento de la población y el desarrollo económico producen en el suministro y demanda de energía y el medio ambiente. En resumen, es el ingreso a una época turbulenta para el sistema energético.

Por tanto, ¿cómo podrían resolverse las tensiones y contradicciones del sistema? Ahora es el momento de presentar al descendiente natural de TINA, **TANIA** – **There Are No Ideal Answers** (no hay respuestas ideales).

TANIA! **There Are No Ideal Answers**

Existe una fuerte inercia en el sistema de energía moderno dada su vasta complejidad y escala. Las generalmente extensas agendas requeridas para planificar y construir una nueva infraestructura de energía implican que la resolución de las presiones dentro del sistema no es sencilla, rápida o posible. Transcurrirán varios años antes que resulten evidentes los cambios principales. Pero por debajo de la superficie, las piezas ya están cambiando. La pregunta es cómo reconocer y enfrentar estos cambios.

Los escenarios son una herramienta para ayudar a identificar tales cambios y considerar interacciones verosímiles entre las diferentes perspectivas y posibilidades. Ayudan a las personas a prepararse, dar forma, e incluso prosperar en la realidad que al final se presenta. Este texto describe dos escenarios alternativos, **Scramble** (lucha) y **Blueprints** (anteproyecto), para el desarrollo del sistema energético de los próximos cincuenta años.

Ambos panoramas presentan un desafío. Ninguno de ellos es un mundo ideal, aunque ambos son posibles.

Describen una era de transformación. Todo el mundo sabe que el sistema energético de aquí a un siglo será muy diferente al de hoy. Pero, ¿cómo emergerán las transiciones en las próximas décadas? Estos escenarios resaltan el impacto de las diferencias esenciales en el ritmo y forma de cambio político, regulatorio y tecnológico.

Confío en que serán de interés y utilidad. Pero por encima de todo, espero que lo ayuden a preparar y dar forma a su participación responsable en un futuro de energía sustentable.

Jeremy B. Bentham
Global Business Environment
Shell International B.V.

Una era de transiciones revolucionarias

El mundo ya no puede evitar tres verdades duras acerca del suministro y la demanda de energía.

1: Cambio cualitativo en el uso energético

Los países en vías de desarrollo, incluyendo aquellos con gran nivel de población como China e India, están ingresando a su fase más intensiva de energía de crecimiento económico a medida que se industrializan, construyen infraestructura e incrementan el uso del transporte. Las presiones en la demanda estimularán el suministro alternativo y una eficacia mayor en el uso de la energía, pero por sí solo no será suficiente para contrarrestar totalmente las crecientes tensiones en la demanda. Decepcionar las aspiraciones de millones adoptando políticas que pueden disminuir el crecimiento económico no es una respuesta, o al menos una respuesta políticamente factible.

2: El suministro luchará para mantener el ritmo

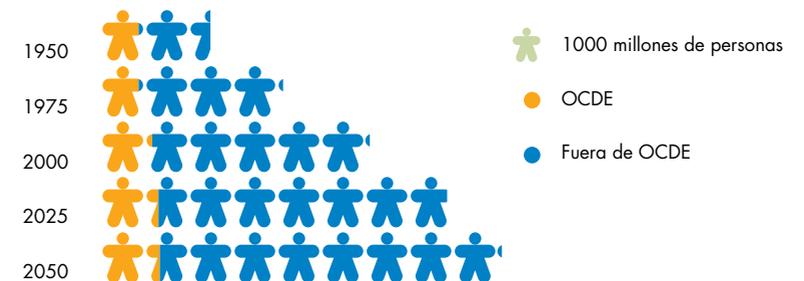
Para el año 2015, el crecimiento de la producción de petróleo y gas de fácil acceso no alcanzará la tasa prevista de crecimiento de la demanda. Aunque el carbono abunda en muchas partes del mundo, las dificultades del transporte y la degradación medioambiental finalmente ponen límites a su crecimiento. Mientras tanto, fuentes energéticas alternativas como los biocombustibles pueden llegar a ser una parte mucho más significativa en la combinación energética, pero no existe la "solución milagrosa" que resuelva totalmente las tensiones de suministro-demanda.

3: Aumento de las tensiones ambientales

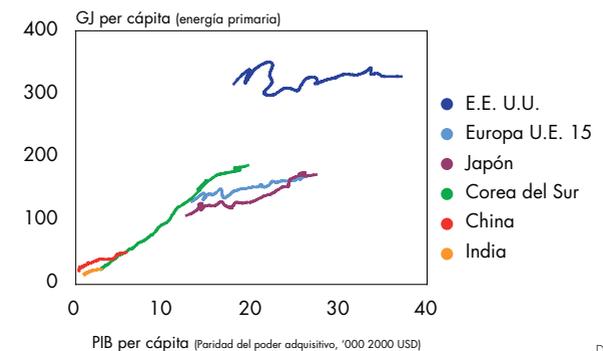
Aunque fuese posible que los combustibles fósiles mantuvieran su participación actual en la combinación energética para satisfacer la creciente demanda, la trayectoria de las emisiones de CO₂ podría amenazar gravemente el bienestar del ser humano. Incluso con el uso moderado del combustible fósil y la gestión eficaz del CO₂, el camino a seguir aún constituye un desafío. Cada vez se hará más difícil mantenerse dentro de los niveles deseables de concentración de CO₂ en la atmósfera.

La población mundial se ha duplicado desde 1950 y está previsto un incremento del 50 % a partir de 2050. La historia ha demostrado que a medida que la gente se enriquece utiliza más energía. La población y el PIB crecerán enormemente en los países no pertenecientes a la OCDE y tanto China como India están iniciando su viaje en la escala energética.

Población mundial¹



Escala de la jerarquía energética



Datos 1970-2005

Nota 1: Las fuentes de los gráficos y un glosario de las abreviaturas se incluyen en las páginas 44 y 45

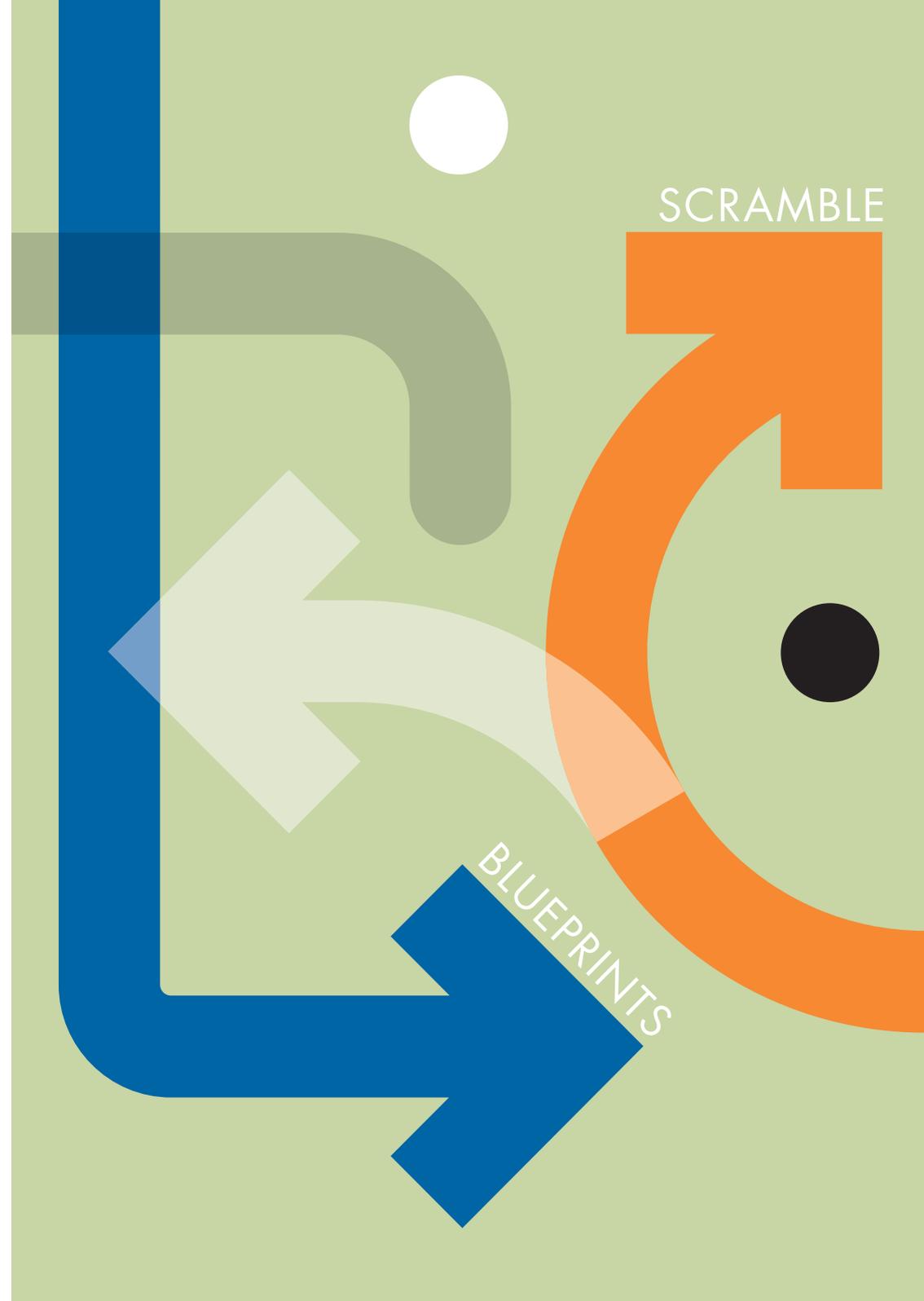
Preparándose para el futuro

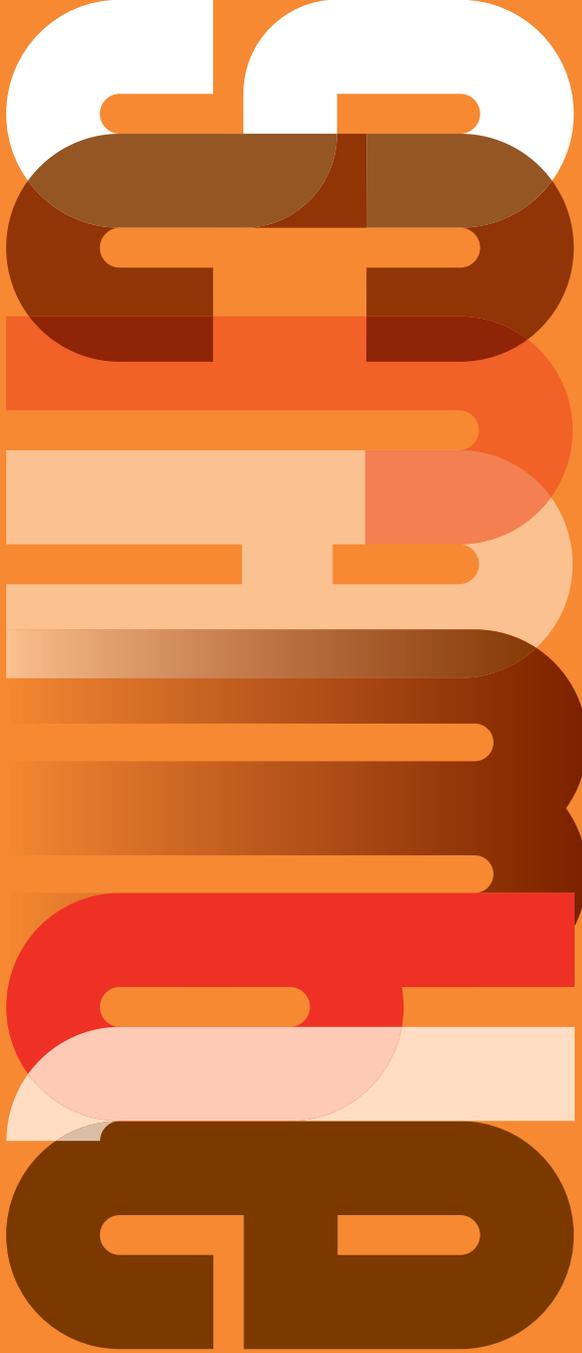
Cuando los tres motores más potentes de nuestro mundo energético actual – demanda, suministro y efectos sobre el medioambiente – se configuran para experimentar un cambio significativo, nos enfrentamos a una era de transiciones revolucionarias y turbulencias considerables. Y mientras los precios y la tecnología regirán algunas de estas transiciones, las decisiones políticas y sociales serán críticas. Estas decisiones también dependerán del grado de alerta frente a estas transiciones cuando sucedan, especialmente porque durante aproximadamente una década podríamos distraernos frente a lo que parece ser un desarrollo positivo. Pero por debajo de este mundo del “negocio habitual”, las transiciones ya comenzaron: los gobiernos y las empresas se están posicionando para adoptar alternativas a largo plazo, se están debatiendo los marcos normativos; ya que no existirán soluciones milagrosas, las nuevas combinaciones tecnológicas en desarrollo como ser las fuentes renovables intermitentes se están integrando a los sistemas de suministro de energía existentes; y se requieren nuevas infraestructuras, tales como la captura y almacenamiento de dióxido de carbono (carbon dioxide capture and storage, CCS) mientras que es preciso que aquellas antiguas e ineficaces sean retiradas del servicio activo.

La gente comienza a darse cuenta de que el uso de la energía puede constituir un sustento y una amenaza para lo que más valora: su salud, su comunidad y su medio ambiente, el futuro de sus hijos y el planeta mismo. Estos temores y esperanzas personales pueden intensificarse e interactuar para obtener resultados colectivos diferentes, así como marcar el inicio de la nueva era energética en forma diferente.

Dos mundos posibles

Dado que es inevitable ese cambio profundo, ¿cómo sucederá? ¿Los gobiernos nacionales simplemente lucharán (**Scramble**) para asegurar sus propios suministros energéticos? ¿O emergerán nuevos anteproyectos (**Blueprints**) de coaliciones entre diversos niveles de sociedades y gobiernos, desde el ámbito local al internacional, en pos de un marco energético nuevo?





2

Scramble



Scramble - una mirada rápida

Scramble refleja la dinámica detrás de la seguridad energética. Las presiones inmediatas llevan a los responsables de la toma de decisiones a asegurar el suministro de energía en un futuro próximo para ellos y sus aliados. La atención del gobierno nacional recae naturalmente en los instrumentos de acción sobre el suministro fácilmente distribuible, incluyendo la negociación de acuerdos bilaterales e incentivos para el desarrollo de recursos locales. En particular, es significativo el crecimiento en carbono y biocombustibles.

Pese a la creciente retórica, la acción de abordar el cambio climático y fomentar la eficiencia energética se encamina hacia el futuro, lo que lleva en gran medida a una atención secuencial de las tensiones de clima, suministro y demanda. La política de acción sobre la demanda no es perseguida significativamente hasta que se agudizan las limitaciones del suministro. Asimismo, la política medioambiental no es verdaderamente abordada hasta que acontecimientos climatológicos importantes dan origen a respuestas políticas. Los acontecimientos generan respuestas tardías, pero rigurosas, a las presiones emergentes que dan como resultado picos de los precios energéticos e inestabilidad. Esto lleva a una ralentización temporal dentro de un contexto general de fuerte crecimiento económico.

Aunque la tasa de crecimiento del CO₂ atmosférico se moderó al final del período, la concentración se encuentra en una trayectoria a largo plazo muy superior a 550 ppmv. Una fracción creciente de la actividad económica e innovación finalmente se orienta a prepararse para hacer frente al impacto del cambio climático.



El desarrollo de la historia

2.1 Temor y seguridad

Los gobiernos nacionales, los actores principales en **Scramble**, centran sus políticas energéticas en instrumentos de suministro, porque poner freno al crecimiento de la demanda energética, y por ende al crecimiento económico, es muy poco popular para los políticos. Una falta de cooperación internacional significa que los países individuales son reacios a actuar unilateralmente en perjuicio de su propio crecimiento económico. El resultado es una variedad no coordinada de mandatos e incentivos nacionales para desarrollar suministros energéticos locales si están disponibles, incluyendo carbono, aceite pesado, biocombustibles y otras energías renovables, que llevan a una extraña mezcla de tecnologías y estándares locales.

A nivel internacional, **Scramble** es un mundo de acuerdos bilaterales gubernamentales entre los productores y los consumidores de energía, donde los gobiernos nacionales compiten entre ellos por condiciones de suministro favorables o el acceso a sus compañías energéticas. Existe un fuerte elemento de rivalidad entre los gobiernos consumidores, pero se alinean unos con otros donde coinciden sus intereses. En este mundo, las empresas energéticas nacionales desempeñan funciones de intermediarios, pero ellos mismos se ven envueltos cada vez más en maquinaciones políticas. La globalización agrava las tensiones dentro de las naciones y entre ellas, y distrae a los responsables de la toma de decisiones de la necesidad de tomar medidas y crear coaliciones internacionales para enfrentarse a los retos del cambio climático y de la energía.

Aunque continúan las variaciones del ciclo económico, los precios de la energía generalmente son sólidos. Esto no obedece únicamente a las presiones intrínsecas en el suministro sino también porque la OPEP, a partir de los incrementos de precios en el año 2004, aprendió que el mundo puede absorber con relativa facilidad precios más altos de la energía. Por ende, en pos de los intereses económicos de sus miembros, la OPEP gestiona el suministro de petróleo para minimizar cualquier debilidad incipiente en los precios. Con precios sólidos

y demorando el suministro, para las naciones importadoras “condiciones favorables” significa algún tipo de garantía de suministro sin interrupciones.

En **Scramble**, los principales poseedores de recursos son los responsables de crear las normas y no quienes las aceptan. Utilizan su creciente prominencia en el mundo para influir en las políticas internacionales, en particular cuando se trata de asuntos que según ellos son internos, tales como derechos humanos y gobierno democrático. Las naciones que han alcanzado acuerdos “favorables” con naciones productoras de petróleo no quieren hundir el barco de la energía que acaban de abordar, originando un mundo en el que las relaciones internacionales son principalmente una carrera para asegurar la prosperidad continua, más que la creación de una comunidad internacional más sustentable.

Existen tremendas disparidades en la actuación económica y energética de los diferentes países. Los países en vías de desarrollo luchan por conseguir la energía necesaria para ascender en la jerarquía económica, mientras que los países ricos luchan para adaptar sus modelos de consumo de energía para mantener sus estilos de vida existentes. No obstante, la lucha por la energía a nivel nacional se ve constantemente obstaculizada por la realidad inevitable que los países son interdependientes. Los complejos lazos económicos y políticos y la estructura de transmisión compartida significan que para garantizar la seguridad energética de un país se requiere la cooperación con otros. Los problemas que inevitablemente surgen son tratados de manera lenta e ineficaz debido a la falta de marcos internacionales relevantes y la debilidad de las instituciones multilaterales.

Con las crecientes tensiones en el sistema energético, los medios de comunicación comienzan a informar con regularidad las crisis relacionadas con la energía en una parte del mundo u otra. Los regímenes gubernamentales bajo presión en sociedades que registran cambios rápidos pierden legitimidad con facilidad a los ojos de su pueblo y se registra un drástico cambio político en diversos países. En unos pocos casos, incluso se han desencadenado intentos mal calculados de moderar la demanda de energía a través de la eliminación automática de subsidios. Sin embargo, a pesar de la turbulencia, la mayoría de las personas han experimentado un sólido progreso material durante estos primeros años. En general, el desarrollo económico global continúa constante durante el primer cuarto del siglo, en gran parte debido al carbono.

2.2 Trayectoria hacia el carbono

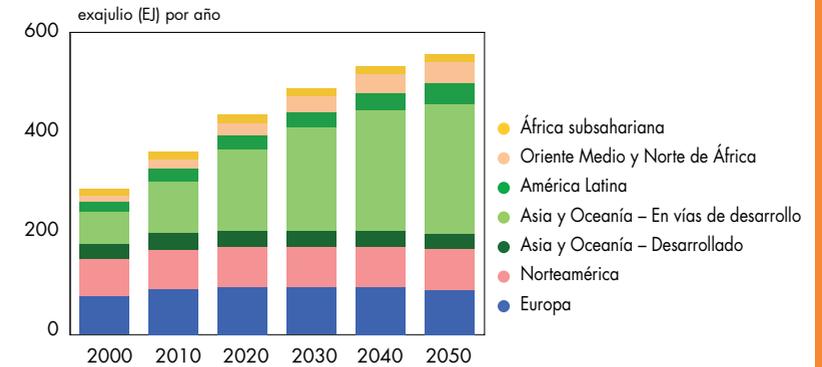
A la luz de las crecientes preocupaciones sobre la energía, las fuerzas políticas y del mercado favorecen el desarrollo del carbono como opción energética ampliamente disponible y de bajo costo. En parte como respuesta a las presiones del público sobre "independencia energética" y porque el carbono ofrece una fuente local de empleo, las políticas gubernamentales en algunas de las economías más grandes fomentan este recurso local. Entre 2000 y 2025, la industria mundial del carbono duplicará su tamaño y en 2050 será dos veces y media más extensa.

Pero el carbono tiene sus propios problemas, indudablemente resaltados por los grupos de presión medioambiental. En los EE. UU. y otros países de grandes ingresos, la construcción de cada planta de carbono nueva crea un campo de batalla de protesta y resistencia. En China, la degradación medioambiental local provoca focos de descontento. Y la infraestructura de ferrocarriles china lucha por transportar grandes cantidades de carbono por todo el país, necesitando mejoras significativas y costosas para la infraestructura de ferrocarriles de la nación, así como importaciones de carbono de Australia, Indonesia y otros. Los cambios percibidos en el clima mundial se atribuyen a la creciente industria del carbono en China y en los EE. UU. A pesar de la protesta generalizada contra el carbono, los gobiernos, temerosos del daño potencial al crecimiento económico, son lentos a la hora de establecer esquemas de gestión significativos con respecto a los gases de efecto invernadero a través de los impuestos al carbono, comercio del carbono y mandatos de eficiencia.

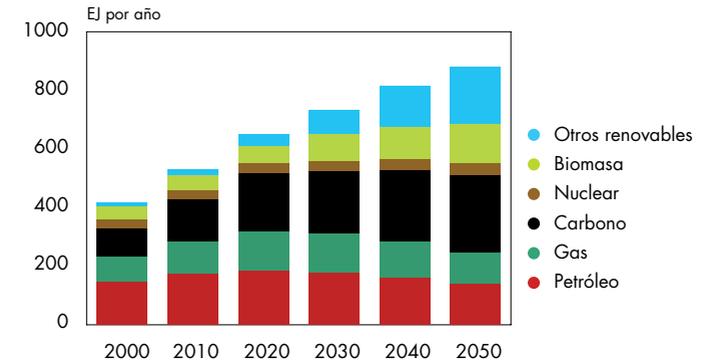
En un intento de moderar la demanda de carbono para la generación de energía, diversos países llegan a la conclusión de que la energía nuclear también debe crecer significativamente. En contraste con el carbono, sin embargo, la energía nuclear es una de las fuentes energéticas con mayor dificultad para expandirse rápidamente a escala mundial. Lleva tiempo crear capacidad para la minería de uranio y construir centrales nucleares, además de la dificultad de deshacerse de los desechos nucleares. Incluso en los países donde las instalaciones nucleares son de propiedad y gestión privada, es necesario un apoyo gubernamental significativo antes de que las empresas adopten grandes riesgos financieros y a largo plazo para construir nuevas plantas. Además, la reticencia a compartir energía nuclear con estados no amigos, por el miedo a contribuir a la proliferación de armas nucleares, significa que el aporte de la energía nuclear a la combinación energética en **Scramble** está muy por debajo del potencial original.

Primero carbono, después biocombustibles seguidos por energía renovable, son respuestas secuenciales de suministro a la creciente demanda de energía. Pero no existe una solución simple ni sencilla al desafío energético. Las medidas gubernamentales orientadas a la eficiencia surgen cuando la tensión es demasiado alta para ser enfrentada por el mercado.

Consumo energético final por región



Energía primaria por fuente



Biomasa incluye renovables tradicionales tales como madera, estiércol, etc.

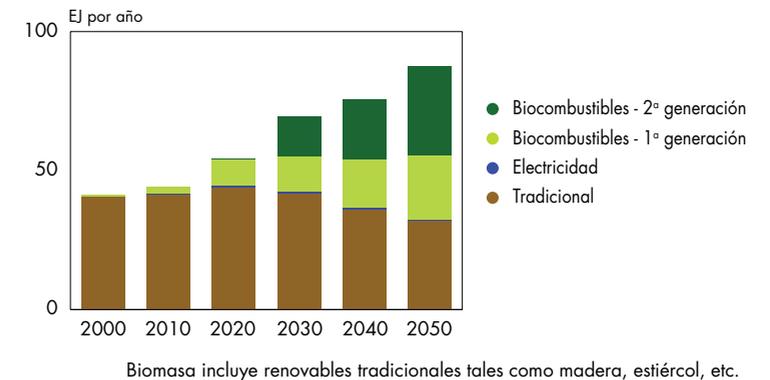
2.3 La próxima revolución verde

Los grandes grupos de presión agrícola ya son poderosos en los países desarrollados y se desarrolla anticipadamente un enorme impulso para los biocombustibles en este escenario. "Esto ayuda a satisfacer el rápido crecimiento de la demanda de combustibles de transporte líquidos, pero también lleva a consecuencias fortuitas. Los biocombustibles de primera generación compiten con la producción de alimentos, provocando la elevación de los precios mundiales, en particular en aquellos países que utilizan el maíz como producto básico. Y regiones con potencial de producción insuficiente, como la U.E., importan el déficit y por tanto fomentan indirectamente que las naciones más pobres destruyan grandes zonas de selvas tropicales y hábitats para cultivar aceite de palma y caña de azúcar. El resultado de estos cambios en el uso de la tierra es que se liberan también cantidades significativas de CO₂ almacenado en el suelo.

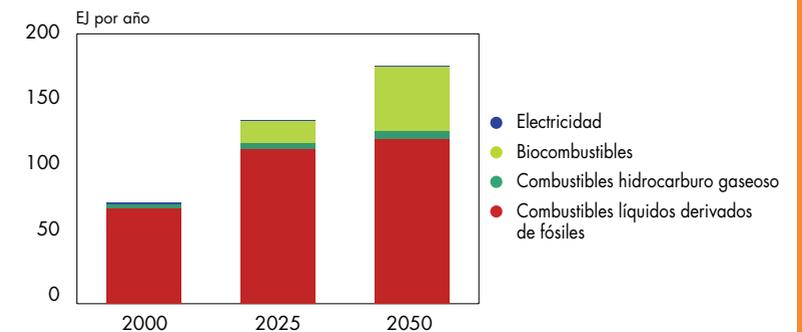
La reacción a estas consecuencias fortuitas contribuye a establecer biocombustibles de segunda generación para el año 2020, aquellos que utilizan las partes leñosas de las plantas, incluyendo productos tales como tallos y hojas de las plantas cultivadas para la producción de alimentos. Aparecen los sistemas de certificación para fomentar la sustentabilidad de los biocombustibles tanto de primera como de segunda generación. Una ventaja clave de los biocombustibles de segunda generación es que las producciones de energía son mucho mayores, en particular fuera de las regiones tropicales. La mayoría de los países de la OCDE, pertenecientes a regiones templadas, fomentan y adoptan con entusiasmo rutas económicas para los biocombustibles de segunda generación.

Biomasa representa alrededor del 15 % de la energía primaria para el año 2050. Los biocombustibles son una parte significativa de esto, en particular ayudando a diversificar el suministro del combustible de transporte. Pero con la demanda acelerada, los combustibles fósiles siguen siendo una parte importante de la combinación energética.

Consumo final de biomasa para energía



Consumo final de energía para



2.4 Las soluciones por lo general conllevan inconvenientes

El desarrollo del petróleo no convencional de arena bituminosa, esquisto y carbono ofrece un ejemplo **Scramble** típico de soluciones con beneficios inmediatos para la seguridad energética, pero con algunas consecuencias negativas posteriores. A lo largo de la década del año 2010, es cada vez mayor el capital aportado por los inversores a proyectos petrolíferos no convencionales que realizan una contribución importante para abordar las presiones de suministro. Sin embargo, éstos atraen una creciente oposición de poderosos grupos de presión del clima y del agua, que se oponen a la huella medioambiental de desarrollos adicionales. Esto provoca una repercusión política negativa en última instancia que pone en duda incluso los proyectos mejor gestionados.

Como las acciones sobre el suministro finalmente son insuficientes o impopulares para abordar las crecientes presiones de demanda, los gobiernos toman medidas para moderar la demanda de energía. Pero debido a que las presiones ya han llegado a un nivel crítico, sus acciones a menudo son respuestas irreflexivas, orientadas políticamente, reacciones automáticas a presiones locales, con consecuencias fortuitas. Por ejemplo, la rápida imposición de estándares estrictos de eficiencia energética para la nueva construcción, retrasa los nuevos desarrollos, mientras los constructores y funcionarios públicos los adaptan a la legislación. En algunos casos esto realmente ralentiza la tendencia en pos de brindar mejoras de eficiencia general.

En **Scramble**, emerge un modelo típico de tres etapas: en primer lugar, los países enfrentan los signos de asegurar el suministro mediante una trayectoria hacia el carbono, hidrocarburos pesados y biocombustibles; luego cuando el crecimiento de carbono, petróleo y gas no se puede mantener durante más tiempo, se produce una crisis de suministro general; y finalmente los gobiernos reaccionan con medidas draconianas, tales como alzas de precios domésticos considerables y rápidas o restricciones graves en la movilidad personal con interrupciones complementarias en las cadenas de valor y trastornos económicos significativos. En el año 2020, la repetición de este modelo volátil de tres fases en muchas áreas de la economía energética tiene como resultado una ralentización económica global temporal.

2.5 El camino dificultoso hacia el cambio climático

El objetivo de mantener el crecimiento económico, en particular en las economías emergentes, en gran medida desatiende la agenda del cambio climático. A pesar del incremento de las protestas por parte de los activistas, la alarma aflige al público general. El debate internacional sobre el cambio climático se bloquea y se crea un "diálogo de sordos" ideológico entre las posiciones en conflicto de los países ricos e industrializados frente a los países más pobres en vías de desarrollo -una parálisis que lleva a las emisiones de CO₂ atmosférico al crecimiento inexorable.

Las presiones económicas emergentes del suministro energético y las tensiones de la demanda dificultan la actuación de los políticos hasta que se ven obligados, a pesar de su constante retórica de interés. Abordar el cambio climático se percibe como una presión económica adicional y, dado el tipo de respuesta requerida, nadie está preparado para asumir el riesgo de actuar en primer lugar.

Mientras, las presiones políticas llegan a ser intensas en aquellos países en vías de desarrollo donde las aspiraciones emergentes se ven rápidamente decepcionadas. Las relaciones internacionales también atraviesan dificultades. En Rusia, el uso interno del petróleo reduce el crecimiento esperado en Europa oriental, y los desposeídos de energía, como ser los países africanos de ingresos económicos bajos, luchan por el acceso.

Finalmente, esta falta de acción crea condiciones fértiles para el reproche políticamente oportunista frente a acontecimientos climatológicos extremos y la escasez de suministro, lo que desencadena respuestas irreflexivas y con orientación política. No sólo son tardías, sino que también a menudo son demasiado reducidas para marcar la diferencia en la demanda. En algunos casos, son perjudicialmente exageradas, como por ejemplo cuando varias naciones promulgan una moratoria para el desarrollo de ciertas fuentes energéticas de alto contenido de carbono.

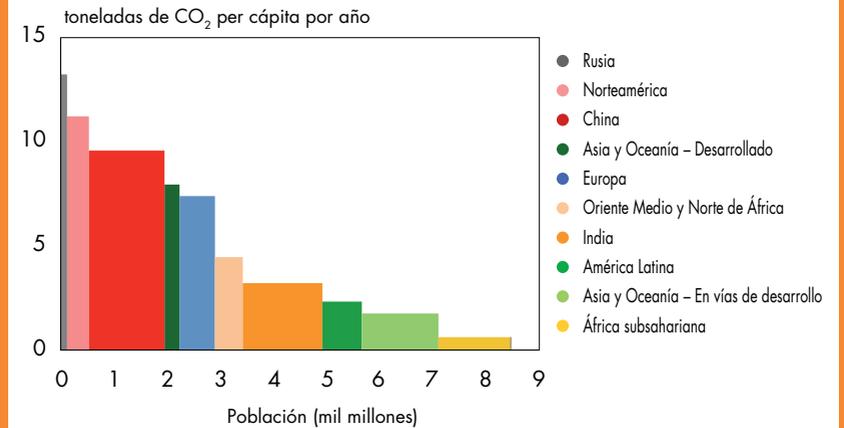
2.6 Necesidad – agudiza el ingenio

Aunque el cambio debe ocurrir y efectivamente ocurre, el cambio total lleva una década debido a que se requieren grandes transformaciones en el sistema energético. Los altos precios domésticos y los estándares exigentes impuestos por los gobiernos provocan avances significativos en la eficiencia energética. Finalmente, los suministros alternativos desarrollados a nivel local, biocombustibles, energía eólica y solar, también contribuyen mucho más que antes. Hacia el año 2030, se restablece el crecimiento económico floreciente, con un dinamismo particular en el nuevo sector energético que ha recibido un estímulo masivo para la innovación a lo largo de este difícil período.

La menor participación del hidrocarburo en la combinación energética general, la creciente contribución de fuentes energéticas alternativas y una eficiencia energética mayor, moderan la tasa de crecimiento de CO₂ en la atmósfera. Pero la subsiguiente restauración del crecimiento económico significa que el gran consumo de energía se reanuda con su recuperación complementaria en las emisiones de CO₂ y las concentraciones ya son altas. Un consenso se desarrolla alrededor de la necesidad de un nuevo enfoque internacional de la seguridad de la energía y la mitigación del cambio climático, pero el mundo está veinte años por detrás de haber configurado tal sistema alrededor del año 2015. El crecimiento económico continúa ofreciendo prosperidad creciente a muchos, pero las respuestas del mercado a los desafíos de los gases de efecto invernadero se han retrasado por la ausencia de una certeza normativa o acuerdos internacionales. Una mayor actividad económica e innovación se orientan a estar preparados para el impacto del cambio climático. Habiendo evitado algunas decisiones duras al comienzo, en la actualidad los países reconocen que es posible verse enfrentados a las costosas consecuencias más allá del año 2050.

China ya es el mayor emisor de CO₂ y alrededor del año 2035 las emisiones de carbono totales de China representan el 30 % del total mundial.

Emisiones directas de CO₂ de energía en 2035



Crecimiento del dióxido de carbono atmosférico (CO₂) y otros gases de efecto invernadero

La emisión de CO₂ y gases de efecto invernadero a la atmósfera debido al uso de combustibles sólidos desde el inicio de la revolución industrial, y la deforestación a gran escala del planeta iniciada en la Edad Media, modificó el equilibrio de carbono del planeta. La creciente concentración de CO₂ y gases de efecto invernadero en la atmósfera – casi universalmente aceptado como responsable del calentamiento global – se ha elevado de 280 partes por millón en volumen (ppmv) en la época preindustrial, a 380 ppmv hoy día y demuestra una rápida tendencia al alza según se acelera el desarrollo económico mundial. Esta tendencia no es sustentable si el cambio climático debe ser moderado.



3

Blueprints



Blueprints – una mirada rápida

Blueprints describe la dinámica detrás de las nuevas coaliciones de intereses. Estos no reflejan necesariamente objetivos uniformes, pero crean una combinación de inquietudes por el suministro, intereses medioambientales y oportunidades empresariales asociadas. Se trata de un mundo donde los temores más generales sobre el estilo de vida y las perspectivas económicas forjan nuevas alianzas y fomentan la acción, tanto en los países desarrollados como en los en vías de desarrollo. Esto lleva a la aparición de una masa crítica de respuestas paralelas al suministro, demanda y tensiones climáticas y, por lo tanto, a la relativa prontitud de algunas de esas respuestas.

Esto no está impulsado por el altruismo global. En primer lugar, las iniciativas asientan raíces localmente mientras que las ciudades individuales o las regiones toman la iniciativa. Éstas llegan a estar progresivamente vinculadas a medida que los gobiernos nacionales se ven obligados a armonizar las medidas y aprovechar las oportunidades que permiten estas iniciativas políticas emergentes. Efectivamente, incluso la expectativa de una mezcla de diversas políticas ejerce presión sobre los negocios en pos de obtener claridad normativa.

Como resultado, emergen las medidas de eficiencia por sobre la demanda regidas por el mercado con mayor rapidez, y se extienden las prácticas de gestión del CO₂ regidas por el mercado. Los mercados que comercian con carbono son más eficaces y los precios de CO₂ se fortalecen en primer lugar. Se aceleran las mejoras de la eficiencia energética y la emergencia de vehículos eléctricos para la demanda masiva. El índice de crecimiento de CO₂ atmosférico está restringido de modo que sea posible un nivel sostenible a largo plazo por debajo de 550 ppmv.



El desarrollo de la historia

3.1 Empezando por la base

Mientras los organismos internacionales debaten sobre las políticas ambientales y cuáles políticas son factibles y muchos gobiernos se preocupan sobre la seguridad energética, surgen nuevas coaliciones para tomar medidas. Algunas reúnen empresas de industrias diferentes con un interés energético común. Otras involucran coaliciones de ciudades o regiones, que empiezan a tomar los destinos en sus propias manos y crear sus propios blueprints para sus futuros energéticos. Las personas realmente empiezan a delegar la responsabilidad de las complejidades del sistema energético a un número de instituciones más amplio además de los gobiernos nacionales. Dinero, votos y legitimidad recompensan el éxito.

Se trata de un proceso lento al principio, dos pasos adelante y un paso atrás. Hay oportunismo político y enfoque racional en los desarrollos iniciales. Muchos grupos intentan franquear, obstaculizar o aprovechar las nuevas normativas e incentivos para rutas de energía alternativas. En algunas partes, los inciertos contextos normativos desalientan los desarrollos. Pero a medida que surgen operaciones exitosas, el progreso titubeante se transforma en una mayor aceptación de energía más limpia, como ser eólica y solar.

Cuando más consumidores e inversores se dan cuenta de que el cambio no es necesariamente doloroso sino que puede ser atractivo, el miedo al cambio es moderado y acciones sustanciales llegan a ser políticamente posibles. Estas acciones, incluyendo impuestos e incentivos en relación con la energía y las emisiones de CO_2 , se toman con anterioridad. El resultado es que aunque en el mundo de **Blueprints** se registran transiciones profundas y turbulencia política, la actividad económica global continúa siendo vigorosa y cambia significativamente para utilizar menos energía.

En la primera parte del siglo XXI, las ciudades vanguardistas de todo el mundo comparten buenas prácticas de desarrollo de infraestructura eficiente, manejo de la congestión y suministro integrado de calor y energía. Diversas ciudades invierten en energía verde como fuente para sus necesidades propias y eficiencia

energética. Al principio, las percepciones de la crisis local ayudan a impulsar estos cambios, tales como protestas sobre el aire y la calidad del agua. En un mundo cada vez más transparente, los participantes locales destacados pronto influyen en la escena nacional. El éxito de iniciativas individuales fortalece las credenciales políticas de intendentes y autoridades regionales, creando incentivos para que los dirigentes internacionales sigan el mismo camino. Los esfuerzos nacionales y locales empiezan a alinearse y amplificarse mutuamente, lo cual modifica progresivamente la naturaleza del debate internacional.

Comienza a modificarse la perspectiva relativa a que el crecimiento económico continuado contribuye al cambio climático. Junto a la búsqueda de una mejora económica, las inquietudes medioambientales locales y la calidad del aire, más que el cambio climático o el espíritu empresarial verde, inicialmente impulsan la acción en países tales como China, India e Indonesia. Sin embargo, las personas gradualmente relacionan el comportamiento climático local irregular con las implicancias más amplias del cambio climático, incluyendo la amenaza de los suministros de agua y las regiones costeras. Además, las regiones exitosas del mundo en vías de desarrollo estimulan su economía local atrayendo inversiones en instalaciones limpias, lo cual es posible gracias a las normativas de desarrollo limpio de tratados internacionales que sustituyan al Protocolo de Kioto, sin efecto a partir de 2012. Permiten a los países industrializados invertir en proyectos de reducción de emisiones en países en vías de desarrollo, como alternativa a proyectos más costosos a nivel doméstico.

El intermediario clave de estos blueprints de sistemas energéticos es la introducción de un mecanismo de precio de CO_2 , utilizando un esquema de compraventa de emisiones de CO_2 que comienza en la UE y que es adoptado progresivamente por otros países, incluyendo los EE. UU. y posteriormente, China. Este régimen comercial da un impulso a las nuevas industrias emergentes en torno a combustibles renovables y alternativas limpias, además de la captura de carbono y almacenamiento. Además, los créditos de carbono aumentan los ingresos, en particular para aquellos que invierten en la energía renovable, y reducen las incertidumbres de la inversión.

3.2 Rutas hacia el alineamiento

La masa crítica de participación en marcos internacionales no parte de un brote de altruismo global. En su lugar, las nuevas iniciativas a nivel regional y nacional crean incentivos para un cambio más amplio, en parte en respuesta a la presión de las multinacionales. Las compañías argumentan políticas internacionales armónicas y claras como una manera de evitar las ineficiencias e incertidumbres que resultan de una combinación de estándares y normativas locales y nacionales.

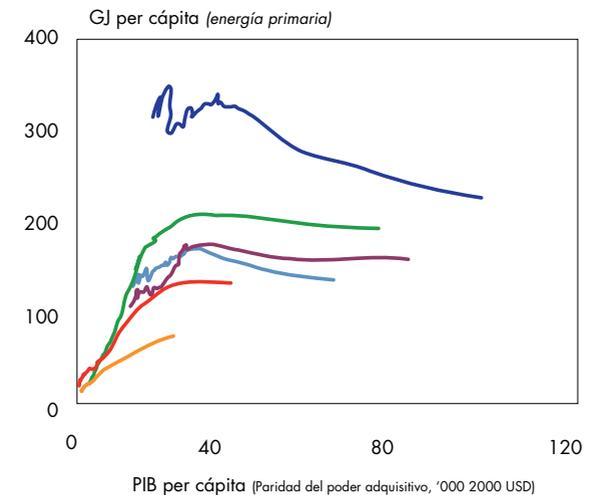
Los EE. UU. responden a la presión tanto del público como de la industria, adoptando medidas significativas para potenciar una eficiencia mayor del combustible a través de tres iniciativas nuevas: evaluaciones de carbono desde el pozo de explotación hasta las ruedas del vehículo de los combustibles vendidos, elevación gradual de los estándares de U.S. Corporate Average Fuel Economy (CAFE), que establece los estándares económicos de combustible mínimos para los automóviles para alcanzar los niveles europeos de 2007 en 2020, e impuestos en la venta de vehículos menos eficientes en el consumo de combustible para fomentar la compra de automóviles más eficientes. Europa, mientras tanto, impone cantidades permitidas de emisiones de CO₂ más estrictas en vez de sumar más impuestos de combustibles, y fija objetivos agresivos para reducir las emisiones.

Los gobiernos de China e India intentan equilibrar las intensas presiones políticas nacionales e internacionales, a fin de sostener el crecimiento económico y responder a las inquietudes sobre el cambio climático y la eficiencia de la energía. A cambio de su participación en marcos internacionales, se aseguran acuerdos que facilitarán la transferencia de la tecnología y la inversión en plantas de energía eficiente. También se garantiza que se canalizará una proporción sustanciosa de los ingresos futuros, elevados a través de la subasta internacional de permisos de emisión, a las naciones en una base per cápita. Off the record, las partes anticipan que tales acuerdos en última instancia benefician a todos gracias a la creciente apertura de China e India a los mercados internacionales e inversión.

Estos desarrollos aportan un alineamiento creciente entre los enfoques adoptados por EE. UU., China, India, Japón y Europa respecto del CO₂. A partir del año 2012, una masa crítica de naciones participa en esquemas significativos de compraventa de emisiones, estimulando la innovación y la inversión en nuevas tecnologías energéticas y preparando el terreno para la captura de CO₂ y almacenamiento subterráneo después del año 2020.

Las economías en vías de desarrollo ascienden en la jerarquía energética, pero en general, las economías de los países desarrollados y de los países en vías de desarrollo adoptan rutas de energía menos intensivas.

Jerarquías energéticas a 2050



- India
- Corea del Sur
- Europa U.E. 15
- China
- Japón
- EE. UU.

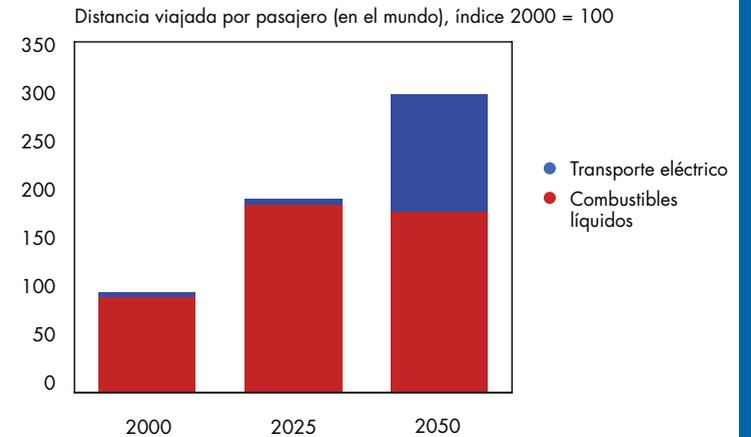
3.3 Los desarrollos benefician la energía de los países pobres

En **Blueprints**, el desarrollo desordenado aunque anticipado de soluciones innovadoras y la adopción de prácticas probadas desde la base benefician también a las naciones de bajos ingresos. Inicialmente, esto obedece a la dinámica del mercado del petróleo: La OPEP eleva la producción de crudo para mantener precios más bajos después de posponer el desarrollo de sustitutos más costosos. También empiezan a aparecer los beneficios del crecimiento acelerado y la generación de energía distribuida a partir de la energía eólica y solar. Nuevas turbinas eólicas y paneles solares más económicos se exportan con facilidad a áreas rurales, y en un tiempo relativamente breve, muchos pueblos africanos tienen suministro energético procedente de energía eólica o solar para extraer agua de pozos más profundos y más limpios, y para necesidades posteriores de desarrollo. India también invierte todo su dinero en energía eólica, mientras que China impulsa los nuevos desarrollos en energía solar -estos desarrollos tecnológicos en energía eólica y solar son exportados nuevamente a occidente, acelerando la aceptación de la energía solar en particular.

La exigencia de los gobiernos respecto del uso de vehículos con emisiones cero y reducidas, los incentivos fiscales para apoyar la fabricación en serie, y el mayor uso de energía eólica y solar, estimulan un incremento en el transporte eléctrico, propulsado mediante baterías, pilas de combustible o tecnologías híbridas. Este crecimiento en el uso de vehículos eléctricos origina que la mayoría de los países ingresen a una meseta con ausencia de todo tipo de impacto que de otra manera se hubiesen experimentado. En **Blueprints**, el uso final más eficaz de la electricidad y el crecimiento más lento resultante en la demanda de energía primaria, significa que la energía de los países pobres se ve fortalecida gracias a los precios más accesibles de la energía.

La gran eficiencia general de los automóviles eléctricos reduce la demanda en el sector del transporte y cambia el mix energético.

Crecimiento de la electricidad en el transporte



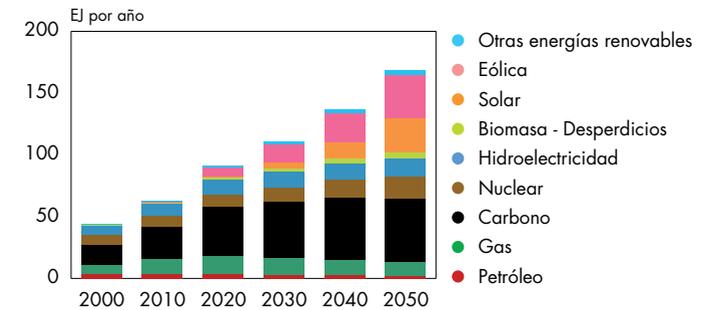
3.4 Disgregación e integración

Para el año 2050, una de las transiciones revolucionarias observables en **Blueprints** es que el crecimiento económico ya no depende principalmente de un incremento en el uso de combustibles fósiles. Se trata de un mundo de electrones y no de moléculas. Los vehículos eléctricos se están convirtiendo en la norma en el sector del transporte debido a su atractivo para los consumidores y su rentabilidad, después de que los gobiernos han incentivado el desarrollo de la producción en serie. La generación de energía a partir de fuentes energéticas renovables crece rápidamente, mientras que a los servicios públicos que todavía confían en el carbono y en el gas se les solicita que implementen tecnologías estrictas para la reducción de carbono. Para 2050, en el mundo desarrollado, casi el 90 % de las centrales generadoras de energía a carbono o a gas en la OCDE y el 50 % en el mundo fuera de la OCDE han sido equipadas con tecnologías CCS (captura de carbono y almacenamiento). Esto reduce las emisiones generales de CO₂ entre el 15 y 20 % en comparación con lo que lo habrían hecho sin CCS. Nuevos mercados financieros, de seguros y comerciales emergen para ayudar a financiar las inversiones principales, necesarias para construir esta nueva infraestructura. La falta de combustibles fósiles locales en Europa no constituye una desventaja gracias al surgimiento de estas nuevas tecnologías renovables. Tiene un buen resultado económico a pesar de su reducida población y al hecho de que el capital social fue sustituido con antelación para cumplir con los rigurosos requisitos de eficiencia.

En **Blueprints**, se registra una segunda y profunda transición a nivel político, con una sinergia cada vez mayor entre las políticas nacionales, subnacionales e internacionales. Aunque los detalles pueden diferir de nación a nación, las organizaciones internacionales relacionadas con el medio ambiente y el bienestar económico global y energético, llegan a un acuerdo más uniforme sobre qué funciona y qué no. Esto hace que la "visión global" sea más posible que nunca. Asociaciones insólitas empiezan a formarse a lo largo de divisiones políticas. Las ciudades de todo el mundo continúan compartiendo experiencias y creando asociaciones más amplias. El grupo C-40 de ciudades líderes, que sigue creciendo en número, identifica las mejores prácticas en desarrollo urbano y finalmente las áreas rurales empiezan a unirse a estas coaliciones, en parte para evitar convertirse en receptores de las tecnologías antiguas.

Reducir las emisiones de CO₂ a través de la electrificación desencadena el fuerte crecimiento en el sector energético y detiene las energías renovables. Alrededor del año 2050, más del 60 % de la electricidad será generada por fuentes que no son hidrocarburos. La captura y almacenamiento de carbono pueden realizar un aporte importante en la reducción de emisiones pero no es una solución milagrosa.

Consumo final de energía eléctrica



Captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CCS)

Existen muchas opciones técnicas para la captura del CO₂. Una vez capturado, el CO₂ se puede almacenar en el subsuelo (en acuíferos o en ciertos campos de petróleo y gas), o utilizar en algunos procesos industriales. Sin embargo, la captura y almacenamiento de CO₂ consume mucha energía y es costoso. CCS es técnicamente posible con las tecnologías actuales pero todavía no se ha implementado a gran escala. Su desarrollo requerirá la creación de una infraestructura CCS sustancial, incentivos para el control de las emisiones de gases de efecto invernadero (es decir, objetivos relativos a la intensidad de la emisión o precio de CO₂), y consignar una normativa, permitiendo que se aborden temas de seguridad y responsabilidad.

Dados estos requisitos, la implementación de CSS a gran escala no sucederá antes del año 2020. Para ese entonces, CCS registrará inconvenientes: su uso inevitablemente reduce la eficiencia de las centrales generadoras de energía y así incrementa la presión en el sistema energético. Alcanzar una capacidad de almacenamiento anual de 6 gigatonnes de CO₂ – un aporte sustancioso a la reducción de emisiones – requeriría una enorme infraestructura de almacenamiento y transporte que duplique la infraestructura de gas natural mundial de la actualidad. Sin embargo, para el año 2050 CCS puede realizar un aporte importante a la gestión del CO₂.

La estrecha cooperación transnacional incrementa la velocidad de la innovación. Debido a la sinergia incrementada entre las normativas locales, nacionales e internacionales, las nuevas tecnologías llegan a ser competitivas más rápidamente y se expanden en el mundo con mayor facilidad.

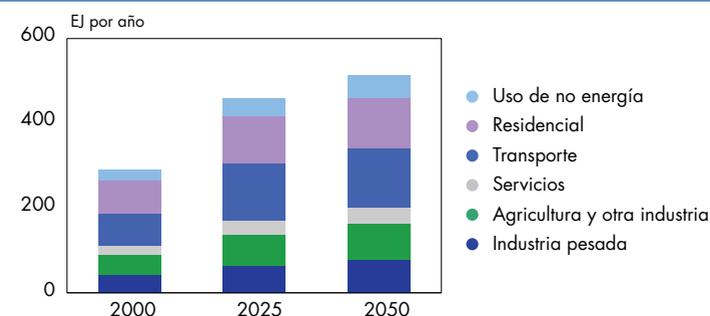
Un tipo de interés propio juega un rol significativo que ocasiona, por ejemplo, que Rusia y Oriente Medio desarrollen fuentes de energía alternativa para uso propio y guarden los combustibles convencionales para una exportación más rentable. Otras naciones continúan desarrollando carbono, pero adoptan tecnologías del carbono limpias y CCS. Cada vez más, los países exportadores de carbono, en particular en la OCDE, requieren permisos de CO₂ para las exportaciones, y esto se extiende más allá del alcance de los marcos para gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero. Estos desarrollos ayudan a reducir las emisiones de CO₂ ocasionando una concentración atmosférica más sustentable.

La incertidumbre de la inversión se ve reducida por los gastos en I+D (Investigación y Desarrollo) de las multinacionales, mayor transparencia y mayor confiabilidad en las estadísticas energéticas, precio del carbono efectivo y normativa predecible, auspiciada por la nueva cooperación entre industria y gobierno. Esto a su vez alienta a los empresarios e inversores a realizar mayores inversiones en I+D y aportar innovaciones al mercado con mayor rapidez.

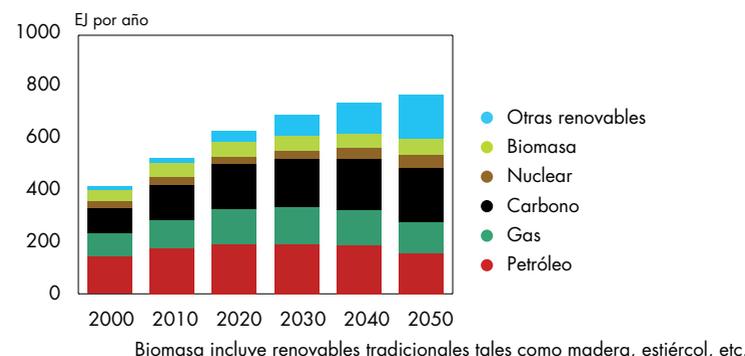
Se trata de un mundo de desarrollo económico firme e integración económica global. No obstante, las presiones desde la base y la creciente transparencia que caracteriza a **Blueprints** también ejercen una presión implacable en los gobiernos para que lleguen a ser más responsables tanto en países democráticos como autoritarios. En algunos casos esto facilita las transiciones ordenadas. Sin embargo, el ritmo acelerado de cambio tecnológico y normativo en este escenario añade tensiones adicionales, y las sociedades más rígidas y los regímenes políticos luchan por adaptarse. Las tensiones entre las comunidades rurales y urbanas se incrementan y hay un cambio político drástico en diversos países, en particular en aquellos donde el gobierno es deficiente. A menos que hayan actuado e invertido sabiamente, las naciones ricas exportadoras de energía se ven afectadas cuando las exportaciones y los ingresos comiencen a disminuir. Se trata de un mundo de alineamiento global creciente combinado con una turbulencia política en curso, ampliamente distribuida. Pero se trata de una turbulencia con menor impacto progresivo sobre el funcionamiento del sistema energético global.

El precio significativo del CO₂ estimula la eficiencia energética y la electrificación del sistema energético, reduciendo la demanda de recursos de hidrocarburos convencionales.

Consumo energético final por sector



Energía primaria por fuente



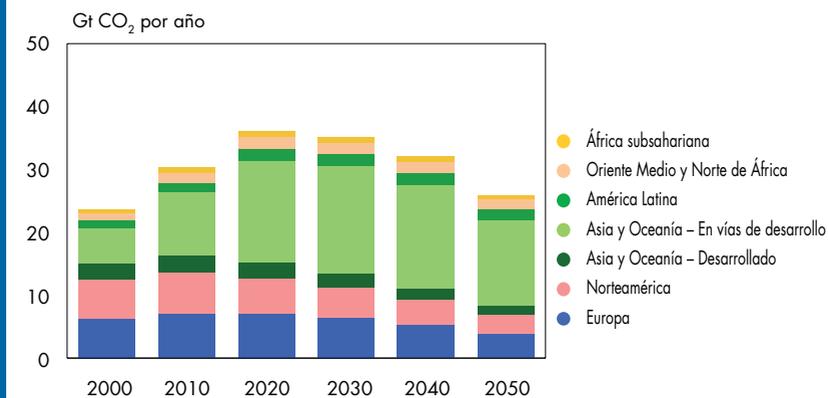
3.5 Blueprints para las respuestas al cambio climático

Los acuerdos sobre cómo abordar las inquietudes sobre el clima no son el resultado de un cambio milagroso en el comportamiento de los dirigentes políticos. Reflejan la manera en la que los valores de las bases ahora se incluyen en las agendas políticas a través de los medios y de los grupos de presión internacionales. También se originan a partir de la presión ejercida por la industria, deseosa de una claridad regulatoria y consistencia. Tales presiones dan como resultado avances en una arquitectura internacional para gestionar las inquietudes de seguridad energética en paralelo con las opciones de la mitigación y adaptación del cambio climático. Una vez que el Protocolo de Kioto quede sin efecto en el año 2012, a partir de la combinación de esquemas regionales y ciudad a ciudad emerge un marco internacional importante sobre el carbono con una sólida verificación y acreditación. La sólida política de los EE. UU. de apoyo a la inversión e implementación de la tecnología, ofrece dividendos a partir de avances tangibles para el cambio efectivo. Estadísticas energéticas más fiables y análisis de mercado mejor informados permiten a los mercados de futuros de carbono reflejar claramente las señales de precios a largo plazo. Gracias a estos marcos, los mercados pueden anticipar la rigidez en las asignaciones de emisiones de CO₂ y planificarlas.

Para el año 2055, los EE. UU. y la U.E. estarán utilizando en promedio un 33 % menos de energía per cápita que en la actualidad. El uso de la energía china también ha alcanzado el punto más alto. India todavía está escalando en su jerarquía energética, pero como es un jugador relativamente nuevo, tiene que adoptar una ruta de desarrollo menos intensiva en energía. El esfuerzo político y burocrático para armonizar y alinear las políticas energéticas es difícil y requiere una gran inversión inicial; sin embargo, en un marco **Blueprints**, en una serie de países, el pueblo apoya a los dirigentes nacionales que prometen no sólo seguridad energética sino también un futuro sustentable. El temor inicial redujo la incertidumbre y preparó el camino para la ganancia a largo plazo.

Los esfuerzos globales concertados reducen las emisiones de CO₂ pero todavía permiten el crecimiento en las economías en vías de desarrollo. Sin embargo, lograr una trayectoria de emisión de CO₂ de 450 ppmv después de 2050 sigue siendo un desafío significativo.

Emisiones de CO₂ directas procedentes de energía



Reducción del crecimiento del dióxido de carbono atmosférico (CO₂)

Hoy en día, no solo el CO₂, sino todos los denominados gases de efecto invernadero (GEI), están siendo objeto de gran atención. El metano, por ejemplo, es otro GEI importante y sus niveles van en aumento. Con la limitación del incremento de los niveles totales de GEI en la atmósfera se espera reducir la probabilidad de graves cambios climáticos. Para retroceder el aumento de las emisiones se requiere de un precio de CO₂ significativo, que permita ofrecer opciones y fomenta un uso más eficaz de la energía, además de políticas efectivas para acelerar la demostración y despliegue de tecnologías de baja emisión. En la actualidad, aproximadamente dos tercios partes del total de las emisiones de gases GEI corresponde a las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía, provenientes de actividades humanas; por eso, una de las mayores prioridades es promover un cambio en el uso de la energía. Para ello se requiere de una pronta y amplia implementación de la captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CAC), planes de desarrollo de energía renovable a gran escala, biocombustibles de segunda generación, y la rápida penetración de vehículos eléctricos a partir del año 2020.

Al limitar el aumento de los niveles de CO₂ a 550 ppmv se espera reducir la probabilidad del peligroso cambio climático. Retroceder el crecimiento de las emisiones de CO₂ requiere un precio y comercio significativo de CO₂, una pronta y amplia implementación de la captura y almacenamiento de carbono, biocombustibles de segunda generación y la rápida penetración de los vehículos eléctricos después del año 2020. El desafío de limitar los niveles de CO₂ a 450 ppmv – según recomiendan ahora los científicos – daría como resultado un mundo con efectos moderados del cambio climático y se eliminaría a nivel mundial el enfoque actual relativo a la generación de la electricidad y movilidad. Requeriría un sector energético de emisión cero para el año 2050 y un sector del transporte de emisión próxima a cero en el mismo periodo, con emisiones remanentes limitadas a la aviación y a la producción de cementos y metales.

Cronología del escenario

Tres verdades duras

- 1 Fase - cambio en el crecimiento de la demanda energética**
- 2 El suministro luchará para mantener el ritmo**
- 3 Crecen las tensiones medioambientales**

¿Qué podemos esperar del futuro?

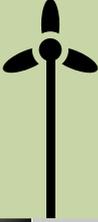
-  **El presente**
a 2015
-  **Turbulencia**
2015-2030
-  **El futuro**
2030-2055

Blueprints



Esquema de compraventa de emisiones mundial evolucionando después de Kioto

Ralentización nuclear



Esquema de comercio de CO2 a nivel global

CCS implementado a nivel comercial Los vehículos eléctricos ingresan al mercado masivo

Resurgimiento nuclear



Fotovoltaico solar centralizado

Los países fuera de CEE alcanzan dos tercios de la demanda de energía primaria del mundo

Una quinta parte de toda la generación energética a gas y a carbono equipada con CCS

el 50 % de todas las ventas de vehículos nuevos corresponden a vehículos eléctricos o con hidrógeno

Aceptación moderada de no convencionales

Electrificación del sector transporte

Disociación del PIB mundial y crecimiento de la energía

Crecimiento continuado en no convencionales



el 30 % de las necesidades de transporte son satisfechas por carburantes alternativos



2015

China supera a los EE. UU. como principal emisor de CO2

Trayectoria hacia el carbono

Fuerte crecimiento en emisiones de CO2

La energía eólica despegga

Exigencia de biocombustibles

Fuerte crecimiento de combustibles no convencionales

Modesto crecimiento nuclear

Limitaciones en el carbono

Se moderan las emisiones de CO2

Mayor aumento en los biocombustibles



Nuevo aumento de las emisiones de CO2

Expansión de la energía solar



2030



Retorno nuclear

India supera a los EE. UU. como principal emisor de CO2



2040

Ralentización de no convencionales

Descienden las emisiones de CO2 relacionadas con la energía pero las concentraciones atmosféricas siguen en ascenso

Comienzan las medidas de adaptación climática

Biocombustibles ~30% de combustibles líquidos



La población mundial supera los 9.000 millones

2050

Blueprints se precisa un 13 % menos de energía primaria que **Scramble**

2055

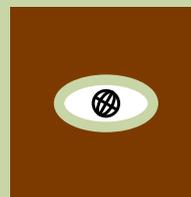
Scramble



Comparaciones de situaciones hipotéticas

¿Cuáles son las diferencias relacionadas con la energía entre los dos escenarios?

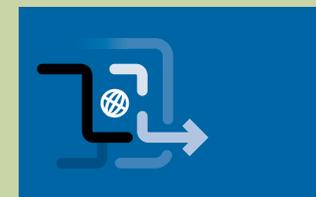
Motores



Scramble



Blueprints



Demanda



Recursos



Tecnología



Medio ambiente



Elección
Precios
Tecnología eficiente
Comportamiento eficaz

Petróleo y gas
Carbono
Nuclear
Renovables eléctricos
Biomasa

Innovación
Implementación
Movilidad
Potencia
IT

Uso de tierra
Contaminación
Clima / biodiversidad
Agua

- Mandatos
- No se incluyen aspectos externos
- Mandatos
- Necesidad

- Crecimiento restringido
- Trayectoria hacia el carbono
- Aceptación modesta
- Secuencial – energía eólica, solar
- Fuerte crecimiento

- Fuertemente protegida
- “Puntos de conexión” nacionales
- Híbridos y reducciones
- Eficiencia
- Optimización del suministro

- Principio de energía frente a alimentos
- Localmente importante
- Preocupación por el entorno a nivel global
- Producción energética e impacto en el cambio climático

- Regido por el mercado pero con incentivos
- Se incluyen aspectos externos
- Incentivos económicos y estándares
- Incluido en el diseño

- Prolongado período de estancamiento
- No aceptable menos que sea “limpio”
- Crecimiento continuo
- Incentivar las tecnologías en la fase inicial
- Complementa la combinación de combustibles alternativos

- Ampliamente compartida
- “Puntos críticos” internacionales
- Híbridos y electrificación
- Captura y almacenamiento de carbono
- Sistemas de gestión de carga de demanda

- Principio de sustentabilidad
- Importante
- Mayor preocupación local y global
- Se incluye en los marcos de desarrollo



Escenarios energía Shell: comentarios finales

Los escenarios **Scramble** y **Blueprints** parten de análisis detallados de principios básicos de suministro energético, demanda y tecnología. Desde luego, es imposible condensar toda la riqueza de las situaciones hipotéticas en una breve visión general, pero confiamos en que este folleto le haya transmitido satisfactoriamente las ideas principales de los más recientes escenarios de energía de Shell, junto con las elecciones a enfrentar y sus consecuencias más importantes.

Ninguno de los escenarios es cómodo, lo que es de esperar dadas las verdades difíciles a las que nos enfrentamos. Aunque ambas retratan el desarrollo económico exitoso y la globalización que lo acompaña, ambos tienen también puntos de ramificación que potencialmente podrían conducir al creciente caos geopolítico. Crean legados diferentes para generaciones futuras, con características buenas y preocupantes. Juntas, sin embargo, esbozan el panorama de posibilidades, limitaciones, oportunidades y elecciones para esta era de transiciones revolucionarias en el sistema energético global.

Según algunos lectores un escenario puede ser preferible o más verosímil que otro, lo cual no sorprendería debido a que el enfoque a adoptar se basa en la propia experiencia e intereses. En realidad, encontramos todas las combinaciones posibles de reacciones a los dos argumentos luego de desarrollar y debatir el material de los escenarios con especialistas y grupos de trayectorias diferentes de todo el mundo. Esto nos ha confirmado que ambos escenarios son realistas y estimulantes.

Para la gerencia de Shell, los resultados de **Blueprints** son preferibles para la sociedad en general. Para obtener el máximo beneficio de los argumentos, recomendamos revisarlos con ciertas preguntas en mente como ser: "¿cuáles son los hechos potenciales o acontecimientos que nos podrían afectar específicamente?", "¿cuáles son los factores más significativos que influyen en nuestro entorno y cómo podrían interpretarse?", y "¿qué tendríamos que hacer en los próximos cinco años para prepararnos o dar forma a la época turbulenta venidera?"

TANIA!

**There
Are
No
Ideal
Answers**

Nos complace compartir nuestra forma de pensar con usted. Juntos, nos enfrentaremos al futuro de TANIA en los próximos cincuenta años. Aunque no hay respuestas ideales a los desafíos venideros, nos veremos enfrentados a muchas cuestiones difíciles. Cuanto más claro podamos ver la dinámica compleja del mundo de mañana, mejor podremos navegar por la inevitable turbulencia. Esperamos que estos escenarios constituyan un modesto aporte para que así sea.

Jeremy B. Bentham
Shell International B.V.

“

Si los historiadores ahora ven el cambio del siglo XIX como el inicio de la revolución industrial, espero que vean el cambio del siglo XXI como el inicio de la revolución energética

”

Rob Routs
Executive Director
Downstream
Royal Dutch Shell plc
Apeldoorn, junio 2007

Glosario

Abreviaturas

mt = tonelada métrica

ppmv = partes por millón por volumen

mbd = millón de barriles por día

boe = barril equivalente de petróleo

kWh = kilovatio-hora

CCS = captura y almacenamiento de carbono

CO₂ = dióxido de carbono

Gt = gigatón

Sistema internacional (SI) de unidades

GJ = gigajoule = 10⁹ joule

EJ = exajoule = 10¹⁸ joule

MJ = megajoule = 10⁶ joule

Conversión entre unidades

1 boe = 5,63 GJ*

1 mbd = 2,05 EJ/año

1 millón de metros cúbicos de gas = 34 700 GJ*

1 ton de carbono = 25 GJ*

1 kWh = 3,6 MJ

** Se trata de una media habitual pero el contenido energético de un transportador particular puede variar.*

Glosario

Fuentes de datos

Las principales fuentes de datos utilizadas en el desarrollo de los análisis y gráficos de las situaciones hipotéticas de Shell de este documento son:

- Banco Mundial WDI
- Oxford Economics
- Naciones Unidas, División población
- Energy Balances of OECD Countries © OECD/IEA 2006
(Balances energéticos de los países de la OCDE)
- Energy Balances of Non-OECD Countries © OECD/IEA 2006
(Balances energéticos de los países que no pertenecen a la OCDE)

Resumen cuantificación-energía primaria

 Scramble	2000	2010	2020	2030	2040	2050
	EJ por año					
Petróleo	147	176	186	179	160	141
Gas	88	110	133	134	124	108
Carbono	97	144	199	210	246	263
Nuclear	28	31	34	36	38	43
Biomasa	44	48	59	92	106	131
Solar	0	0	2	26	62	94
Eólica	0	2	9	18	27	36
Otras renovables	13	19	28	38	51	65
Total energía primaria	417	531	650	734	815	880

 Blueprints	2000	2010	2020	2030	2040	2050
	EJ por año					
Petróleo	147	177	191	192	187	157
Gas	88	109	139	143	135	122
Carbono	97	137	172	186	202	208
Nuclear	28	30	30	34	41	50
Biomasa	44	50	52	59	54	57
Solar	0	1	7	22	42	74
Eólica	0	1	9	17	28	39
Otras renovables	13	18	29	40	50	62
Total energía primaria	417	524	628	692	738	769

Cláusula de exención de responsabilidad

La presentación contiene declaraciones hacia el futuro sobre la condición financiera, resultados de las operaciones y negocios de Royal Dutch Shell. Todas aquellas no comprendidas en las declaraciones de hechos históricos son consideradas declaraciones hacia el futuro, es decir, declaraciones de expectativas futuras basadas en las expectativas e hipótesis de la gerencia que involucran riesgos conocidos y desconocidos que ocasionarían resultados reales, desempeño o eventos materialmente distintos de los expresados o implicados en estas declaraciones. Se incluyen, entre otras, declaraciones sobre la exposición potencial de Royal Dutch Shell hacia riesgos de mercado y declaraciones que expresan las expectativas, creencias, estimados, pronósticos, proyecciones y suposiciones. Se identifican por el uso de términos y frases como "anticipar", "creer", "podría", "estimar", "esperar", "intentar", "puede", "planificar", "objetivos", "panorama", "probablemente", "proyecto", "haremos", "buscar", "meta", "riesgos", "fines", "debería" así como términos y frases similares. Existen factores que podrían afectar las operaciones futuras de Royal Dutch Shell y podrían ocasionar que los resultados sean diferentes de los contenidos en las declaraciones del futuro de esta presentación, incluyendo (sin carácter limitativo): (a) fluctuaciones de precio de crudo y gas natural; (b) cambios en la demanda de los productos del Grupo; (c) fluctuaciones de moneda; (d) resultados de extracciones y producción; (e) estimados de reservas; (f) pérdida de competencia de mercado e industria; (g) riesgos ambientales y físicos; (h) riesgos asociados con

la identificación de adquisición potencial de propiedades y metas y negociaciones exitosas de dichas transacciones; (i) el riesgo de hacer negocios en países en desarrollo y países sujetos a sanciones internacionales; (j) desarrollos legislativos, fiscales y regulatorios incluyendo litigios y efectos regulatorios potenciales que surgen de la re-categorización de reservas; (k) condiciones económicas y financieras en diversos países y regiones; (l) riesgos políticos, incluyendo los riesgos de expropiación y renegociación de los términos del contrato con entidades gubernamentales, demoras o avances en la aprobación de proyectos y demoras en el reembolso de costos compartidos y (m) cambios en las condiciones comerciales. Todas las declaraciones hacia el futuro de esta presentación están expresamente calificadas por las declaraciones preventivas de esta sección. Los lectores no deberán depositar una confianza excesiva en declaraciones hacia el futuro. Los factores adicionales que pueden afectar los resultados futuros se incluyen en el 20-F de Royal Dutch Shell del año que finalizó el 31 de diciembre de 2007 (disponible en www.shell.com/investor y www.sec.gov). Estos factores deberán ser considerados por el lector. Cada declaración se refiere a la fecha de esta presentación, 20 de marzo de 2008. Royal Dutch Shell ni sus subsidiarias se comprometen a corregir o actualizar públicamente las declaraciones hacia el futuro a partir de nueva información, eventos futuros u otra información. A la luz de esos riesgos, los resultados pueden diferir materialmente de los establecidos, implicados o inferidos de las declaraciones hacia el futuro contenidas en esta presentación.

Shell International BV

Carel van Bylandtlaan 16
2596 HR The Hague

P.O. Box 162
2501 AN The Hague
The Netherlands

VMS The Hague H8259, 2008



2008