



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Análisis de las técnicas Delphi y
Escenarios para estudios de
Prospectiva Tecnológica**

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniero Industrial

P R E S E N T A

Carlos Daniel Barrios Alvarado

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Eugenio Mario López y Ortega



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017

Dedicatoria

A mi segundo hogar, la Universidad Nacional Autónoma de México que a través de sus profesores e instalaciones me enseñó a trabajar con disciplina para seguir mis sueños y convertirme en un profesionista comprometido con México.

Al Instituto de Ingeniería que me ofreció sus instalaciones y recursos para el desarrollo de éste trabajo.

Al Doctor Eugenio director de éste trabajo, por aceptarme en su programa y permitirme desarrollar éste trabajo, por el consejo y apoyo que recibí de su parte.

A mis sinodales quienes estudiaron mi tesis y la aprobaron.

A mis padres, que me apoyaron durante mi formación y me recordaron día a día que debía explotar mi potencial y conseguir todo lo que me propusiera. Por enseñarme que por sobre todas las cosas siempre está Dios y que siempre debo buscar la paz con él y conmigo.

A mis hermanos: Isaac y Lupita, que fueron un ejemplo de formación académica exitosa, por sus consejos y apoyo en mis necesidades de estudiante. Y a mi hermano Andrés, por siempre estar para mí cuando quería jugar y divertirme, por permitirme ser un ejemplo para él y por ser mi mejor amigo.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, a todos aquellos que me ayudaron a descubrir las habilidades que yo no había descubierto.

A mis amigos Misael y Ojeda quienes fueron un gran apoyo emocional durante el tiempo en que escribía esta tesis y durante toda la carrera.

A Gabriela, por ser mi mejor amiga y apoyarme en todo el proceso de titulación.

A todos ustedes: ¡GRACIAS!

Contenido

Resumen.....	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Objetivos	8
1.3 Metodología y alcance.....	8
2. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN.....	10
2.1 Bases de datos	10
2.2 Búsqueda en <i>Scopus</i>	10
3. LA TÉCNICA DELPHI Y SU UTILIZACIÓN EN EJERCICIOS DE PT.....	16
3.1 La técnica DELPHI	16
3.2 Utilización de la técnica <i>DELPHI</i> en ejercicios de PT	16
3.2.1 ARTÍCULO 1	17
3.2.2 ARTÍCULO 2	23
3.2.3 ARTÍCULO 3	26
3.3 Comentarios de los ejercicios revisados	34
4. LA TÉCNICA ESCENARIOS Y SU UTILIZACIÓN EN EJERCICIOS DE PT.....	36
4.1 La técnica ESCENARIOS	36
4.2 Utilización de la técnica de <i>ESCENARIOS</i> en ejercicios de PT	37
4.2.1 ARTÍCULO 1	37
4.2.2 ARTÍCULO 2	44
4.2.3 ARTÍCULO 3	51
4.3 Comentarios de los ejercicios revisados	63
5. CONCLUSIONES.....	65
Índice de tablas.....	67
Índice de ilustraciones.....	67
Bibliografía	68

Resumen

La Prospectiva Tecnológica (PT) pretende construir y visualizar de manera breve y simplificada el futuro intangible a largo plazo de un específico tema en el tiempo real del presente; plantea ideas y factores que se convertirán en variables altamente importantes con el paso del tiempo y deberán ser controladas de forma estratégica para obtener el mejor resultado en el futuro.

Con la información contenida en el SCIT referente a las revistas de PT, se seleccionó la palabra clave *foresight* (prospectiva) y con ella se buscaron las palabras que aparecían en mayor cantidad en los documentos que contenían la palabra inicial clave. Con la identificación de los artículos bajo ciertos criterios se desarrolló un análisis de cómo fueron ejecutadas las 2 técnicas más importantes y los resultados que se encontraron. Se encontró que las técnicas Delphi y Escenarios son las más utilizadas cuando se habla de PT y se comprobó que la combinación de las técnicas proporciona un mejor análisis e interpretación del futuro de un tema determinado.

Finalmente, se identificó que la validez de los resultados de un ejercicio de PT que se sustenta en las dos técnicas mencionadas se fundamenta en 3 puntos:

- La adecuada selección de los participantes para que realmente aporten información y conocimientos relevantes para los resultados.
- La aplicación adecuada de las técnicas por parte del grupo responsable.
- La claridad en la estructuración de los resultados para que sean fácilmente comprensibles por los mismos participantes y por otros actores que no hayan participado en el ejercicio de PT.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

A principios del año 2016 el Instituto de Ingeniería publicó convocatorias para alumnos que desearan realizar estudios de investigación dentro de sus instalaciones. En particular me fue de interés el programa titulado “GESTIÓN Y EVALUACIÓN DE LA COMPETITIVIDAD BASADA EN LAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO”. Acudí a las instalaciones del Instituto, recibí información del responsable del programa y consideré que era una excelente oportunidad para realizar el servicio social. En ese momento se requería realizar una revisión del estado del arte de las técnicas aplicadas a estudios de Prospectiva Tecnológica. Esta fue mi primera tarea dentro del programa.

La participación en el proyecto me permitió conocer el concepto de Prospectiva Tecnológica (PT), el cual, además de ser importante en la investigación tecnológica, lo es en el desarrollo empresarial en la actualidad. La prospectiva tecnológica plantea la necesidad de considerar el futuro desde diferentes puntos de vista, determinar a través de ellos cuál es el más probable y qué es lo que se debe realizar para llegar al futuro deseado. Permite vislumbrar el sendero que una persona, física o moral, debería seguir para conseguir objetivos y/o metas que han sido fijados hacia un destino particular.

La PT pretende construir y visualizar de manera breve y simplificada el futuro intangible a largo plazo de un específico tema en el tiempo real del presente; plantea ideas y factores que se convertirán en variables altamente importantes con el paso del tiempo y deberán ser controladas de forma estratégica para obtener el mejor resultado en el futuro.

En el periodo del servicio social las investigaciones realizadas despertaron mi interés de profundizar en el tema de PT y fue entonces que se presentó una oportunidad para realizar la tesis de licenciatura.

Considerando la actual visión del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT): “Impulsar y fortalecer el desarrollo científico y la modernización tecnológica de México” (CONACYT, 2014), se observa que no hay un compromiso fuerte con el desarrollo de prospectiva tecnológica. El interés del CONACYT está enfocado en el desarrollo de proyectos y tecnología del presente pero no considera la importancia de la planeación estratégica en el desarrollo de proyectos a futuro utilizando prospectiva tecnológica para considerar las tendencias del mundo en años posteriores. Es decir, se preocupa por desarrollar e implementar tecnología actual del mercado, pero no se ocupa por vislumbrar la

tecnología que comenzará a volverse global en un futuro; esta visión se encuentra ligada al desarrollo de estudios de prospectiva tecnológica.

Cuando comencé el servicio social en el Instituto de Ingeniería se encontraban otras 2 estudiantes de Ingeniería Industrial que estaban desarrollando su tesis. Una de ellas se enfocó en identificar las técnicas de prospectiva tecnológica mayormente utilizadas. En el desarrollo de su trabajo identificó las fuentes de información que tenían mayor relación con el tema de prospectiva tecnológica; es decir, construyó una tabla con las 30 revistas de investigación más relevantes para el tema mencionado. (Hernandez Campos, 2016) La tabla 1 muestra las 10 revistas más influyentes de dicha tabla.

Tabla 1 Revistas más relevantes que publican estudios de PT.

Numero	Nombre de la revista
1	FORESIGHT
2	TECHNOLOGICAL FORECASTING AND SOCIAL CHANGE
3	FUTURES
4	INTERNATIONAL JOURNAL OF FORECASTING
5	INTERNATIONAL JOURNAL OF FORESIGHT AND INNOVATION POLICY
6	SCIENTOMETRICS
7	TECHNOVATION
8	JOURNAL OF FUTURES STUDIES
9	RESEARCH POLICY
10	TECHNOLOGY ANALYSIS AND STRATEGIC MANAGEMENT

Fuente: (Hernandez Campos, 2016)

Además de la tabla 1, se analizaron las conclusiones presentadas en el trabajo mencionado y se encontró que 6 técnicas de prospectiva tecnológica han sido mayormente utilizadas en los últimos 15 años:

- *Escenarios*
- *Retrospección*
- *Evaluación comparativa*
- *Delphi*
- *Indicadores y series de tiempo*
- *Mapas de desarrollo tecnológico.* (Hernandez Campos, 2016)

Con la información anterior se pretende buscar información en fuentes como las de la tabla 1, debido a que con base en el estudio citado se determinó que dichas revistas son importantes en el desarrollo y divulgación de PT.

Retomando el trabajo mencionado se buscaron e identificaron artículos de PT publicados en las revistas listadas anteriormente, con el objetivo de analizar y

obtener resultados especializados sobre el tema y comenzar el análisis profundo de las técnicas de PT.

Se decidió elegir dos técnicas para su estudio detallado: Consulta Delphi y Escenarios. La razón de seleccionar estas dos técnicas se debe a lo siguiente.

Dentro del programa “GESTIÓN Y EVALUACIÓN DE LA COMPETITIVIDAD BASADA EN LAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO” llevado a cabo en el Instituto de Ingeniería, se desarrolló un sistema de información dirigido a facilitar análisis basados en datos bibliométricos. Este sistema llamado Sistema de Cómputo para Inteligencia Tecnológica (SCIT) importa la información de los trabajos publicados en las revistas que publican sobre un tema tecnológico en particular. La importación de datos se realiza desde la base de datos especializada llamada *Scopus*.

En el SCIT se importó la información de los artículos publicados en las revistas más relevantes en el tema de PT. Un reporte que genera el SCIT corresponde a la identificación de las palabras clave que aparecen en los mismos artículos que contienen otra palabra clave previamente seleccionada. Es decir, si se selecciona una palabra clave de interés, el SCIT identifica a las palabras clave que con mayor frecuencia aparecen en los mismos trabajos en los que se señala a la palabra clave seleccionada.

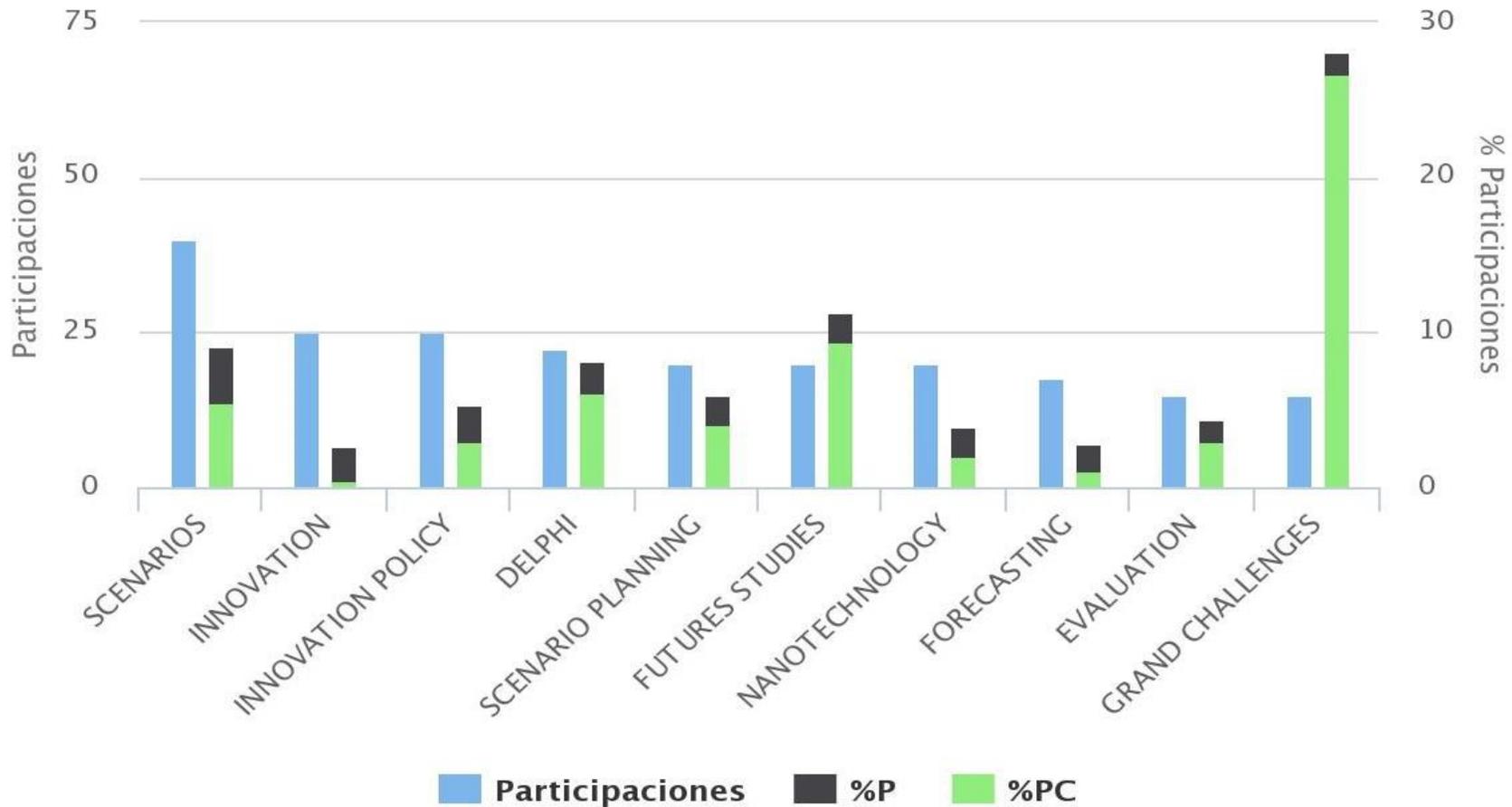
Con la información contenida en el SCIT referente a las revistas de PT, se seleccionó la palabra clave *foresight* (prospectiva) y con ella se generó el análisis señalado. La ilustración 1 presenta los resultados de este análisis, en donde se observan las 10 palabras clave con mayor relación con la palabra seleccionada *foresight*, también se resumen a continuación:

1. Escenarios
2. Innovación
3. Política de innovación
4. Delphi
5. Planeación por escenarios
6. Estudios del futuro
7. Nanotecnología
8. Pronóstico
9. Evaluación
10. Grandes retos

De estas 10 palabras clave solamente escenarios, Delphi y planeación por escenarios corresponden a técnicas utilizadas en los ejercicios de PT. Las demás palabras clave se refieren al objetivo por el que se realizan dichos ejercicios (innovación y política de innovación, estudios del futuro, evaluación, pronóstico y grandes retos). En el caso de nanotecnología se refiere al tema sobre el que se realizaron los ejercicios.

Ilustración 1. Principales palabras relacionadas con la palabra clave *Foresight*.

Frecuencia de aparición conjunta



Fuente: Reporte SCIT que contiene la información de las 28 revistas que publican la mayor parte de trabajos sobre PT.

Considerando que la palabra Delphi se refiere al método de consulta Delphi, y que escenarios y planeación de escenarios representan a la misma técnica genérica de escenarios, se decidió trabajar en esta tesis en ambas técnicas; es decir:

- Técnica Delphi, que aparece en un total de 124 artículos junto con la palabra foresigth. Este total incluye las siguientes acepciones: Delphi (59), Delphi method (42), Delphi survey (11), Delphi study (8) y Delphi technique (4).
- Técnica de escenarios que aparece en un total de 276 artículos junto con la palabra foresigth. Este total incluye las siguientes acepciones: Scenarios (117), Scenarios planning (78), Scenario analysis (42) y Scenario (39).

Con base en la ilustración 1 se concluyó que la utilización de estas dos técnicas en los estudios de PT eran las más comunes, por lo que se decidió enfocar este trabajo a analizar ambas técnicas, Por lo tanto, en las páginas siguientes se realiza un análisis y se presenta un resumen breve y claro para que el lector conozca la utilización de estas técnicas. En la ilustración 1, la barra azul representa el número de artículos en los que la palabra Foresight aparece con la palabra en cuestión. Las barras negras y verdes representan porcentajes, la negra es el porcentaje de la cantidad de la barra azul entre el total de artículos que contienen únicamente la palabra Foresight; la barra verde es el porcentaje de la cantidad de la barra azul entre el total de artículos que contienen únicamente la palabra de cada barra.

1.2 Objetivos

Identificar las técnicas más frecuentemente utilizadas en ejercicios de PT y realizar su análisis a partir de trabajos publicados de manera reciente.

Conocer la manera en que se han aplicado recientemente las técnicas más frecuentemente utilizadas en ejercicios referentes a Prospectiva Tecnológica (PT) en centros de investigación alrededor del mundo con el fin de compartir y facilitar la información para incorporarla a estudios futuros.

Objetivos secundarios:

- I. Identificar las técnicas más frecuentemente utilizadas en estudios de PT
- II. Identificar trabajos que hayan sido publicados en los últimos 10 años relacionados con ejercicios de PT y que hacen uso de dichas técnicas
- III. Seleccionar aquellos artículos que mejor describan la manera de aplicar las técnicas por analizar
- IV. Analizar la utilización de dichas técnicas en los artículos.
- V. Generar un reporte tesis con la información encontrada en cada artículo.

1.3 Metodología y alcance

La metodología que se siguió durante la investigación y análisis de las técnicas se describe en los siguientes pasos.

- i. Con base en las principales revistas relacionadas con PT, identificar las técnicas más frecuentemente utilizadas.
- ii. Buscar por medio de bases de datos especializadas, artículos de prospectiva tecnológica que contengan la utilización de las técnicas identificadas.
- iii. Definir criterios para seleccionar artículos representativos de la utilización de las técnicas identificadas como las más relevantes en estudios de PT. Tales criterios pueden ser: año de publicación, tema analizado, caracterización suficiente del uso de la técnica, etc.
- iv. Realizar una primera caracterización de los artículos con título, revista, año, volumen, institución que organiza el ejercicio, autor (es) y palabras clave.
- v. Seleccionar artículos para analizar con base en los criterios definidos.
- vi. Analizar individualmente los artículos seleccionados.
- vii. Caracterizar la utilización de cada una de las técnicas analizadas.
- viii. Redactar los resultados encontrados.

ALCANCE

El presente trabajo representa la tesis de licenciatura de Ingeniería Industrial y por lo tanto no es un trabajo exhaustivo que reporta todo lo que se revisó en la fase de búsqueda de información. Representa una revisión general de los artículos que mejor han reportado el desarrollo de las técnicas del tema y que tienen no más de 10 años de haber sido publicados.

De forma que el tiempo de desarrollo del trabajo fuera de acuerdo con el requerido para el grado de licenciatura, se fijaron cuatro variables para discriminar los artículos revisados:

- I. Que el artículo no tenga más de 10 años de haber sido publicado
- II. Que el artículo sea sobre un tema de interés y que sea relacionado con Ingeniería.
- III. Que la información que presenta el artículo sobre la utilización de las técnicas se encuentre completa para poder desarrollar conclusiones y poder utilizarlo como un ejemplo claro de cómo se utilizan las técnicas.
- IV. Presentar al menos 3 artículos por cada técnica analizada.

2. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN

2.1 Bases de datos

Las bases de datos académicas contienen gran cantidad de bibliografía. Cuando se utiliza una base de datos académica usualmente se busca una especializada en el tema que se está investigando, con el objetivo de reducir el campo de búsqueda a los archivos que son compatibles con dicho tema.

La Universidad Nacional Autónoma de México cuenta con alrededor de 113 bases de datos de información de consulta (Dirección General de Bibliotecas UNAM, 2016) las cuales contienen información de múltiples disciplinas como arquitectura, psicología, farmacología, artes, humanidades, historia, higiene, seguridad, ciencias informáticas, entre otras.

Las bases de datos de la UNAM representan un importante soporte para la investigación que esta Universidad realiza; es por eso que muchas entidades académicas tratan de capitalizar conocimiento contenido en dichas bases de datos.

La importancia de enriquecer la información es vital y es por eso que el presente trabajo pretende desarrollar información útil para personas que se interesen en el tema de Prospectiva Tecnológica (PT) y sus aplicaciones. Es importante mencionar que dichas bases de datos en su mayoría son especializadas en las disciplinas anteriormente mencionadas, pero existen otras que son generales y que conjuntan gran información. La base de datos que se utilizó para el desarrollo del presente trabajo es una base de datos generalizada llamada *Scopus*.

Scopus es una base de datos generalizada en referencias de revistas científicas, series de libros y actas de congresos con cobertura multidisciplinaria, editados desde el año 1960 (Dirección General de Bibliotecas UNAM, 2016). Es una base muy completa y grande, por lo que considerando que la UNAM tiene libre acceso a ella se realizaron investigaciones a través de ésta plataforma para obtener artículos con información sobre el tema PT.

2.2 Búsqueda en *Scopus*

Como se mencionó en la sección anterior, la base de datos utilizada para realizar investigaciones fue *Scopus*, debido a que cuenta con información de un gran número de revistas importantes en el ámbito científico y de investigación.

Se buscaron artículos de Prospectiva Tecnológica en *Scopus* de la siguiente forma:

1. En el buscador se escribió *Technology Foresight* (Prospectiva tecnológica), se establecieron los límites de fechas de 2006 al presente; la búsqueda se enfocó en encontrar dicho término como parte del título de artículo, dentro del *abstract* (resumen) o dentro de la lista de palabras clave de cada artículo. La ilustración 2 muestra la pantalla de *Scopus* en la que se seleccionan los criterios de búsqueda.

Scopus

[Search](#)

Document search

Document search | Author search | Affiliation search | Advanced search

technology foresight x Article Title, Abstract, Keywords 🔍

+ Add search field

Limit to:

Date Range (inclusive)
 Published 2006 to Present
 Added to Scopus in the last 7 days

Document Type
ALL

Subject Areas
 Life Sciences (> 4,300 titles .)
 Health Sciences (> 6,800 titles . 100% Medline coverage)
 Physical Sciences (> 7,200 titles .)
 Social Sciences & Humanities (> 5,300 titles .)

Ilustración 2. Criterios de búsqueda de artículos en *Scopus*

2. Cuando el buscador de *Scopus* encontró resultados desplegó una lista de alrededor de 890 artículos con dichas características. Se aplicó un nuevo filtro con el propósito de limitar los resultados para encontrar solamente artículos en revistas (publicados y en prensa) y trabajos presentados en conferencias (conference paper). En este tipo de documentos generalmente se presenta información completa de una investigación y sus resultados. La forma en que se utilizó el filtro se encuentra en la sección *Document Type* del lado izquierdo superior de la pantalla de búsqueda de *Scopus* como se muestra en la ilustración 3.

Document Type	Count	Source Title	Count	Keyword	Affiliation	Country/Territory	Source Type	Language
<input checked="" type="checkbox"/> Article	(534) >							
<input checked="" type="checkbox"/> Conference Paper	(227) >							
<input type="checkbox"/> Review	(46) >							
<input type="checkbox"/> Book Chapter	(43) >							
<input checked="" type="checkbox"/> Article in Press	(13) >							
<input type="checkbox"/> Technological Forecasting And Social Change	(75)							
<input type="checkbox"/> Foresight	(44)							
<input type="checkbox"/> Futures	(31)							
<input type="checkbox"/> International Journal Of Foresight And Innovation Policy	(27)							
<input type="checkbox"/> Technology Analysis And Strategic Management	(22)							
<input type="checkbox"/> Foresight Russia	(20)							
<input type="checkbox"/> Futures Analysis Et Prospective	(10)							
<input type="checkbox"/> Journal Of Futures Studies	(10)							
<input type="checkbox"/> Pictet Portland International Center For Management Of Engineering And Technology Proceedings	(9)							
<input type="checkbox"/> Science Technology And Innovation Policy For The Future Potentials And Limits Of Foresight Studies	(9)							
<input type="checkbox"/> Thinking patterns and gut feeling in technology identification and evaluation	7	Scheiner, C.W., Baccarella, C.V., Bessant, J., Voigt, K.-I.	2015 Technological Forecasting and Social Change					
<input type="checkbox"/> Foresight technologies usage in working out long term. Forecasts of service and tourism personnel training system development	8	Zaitseva, N.A., Larionova, A.A., Minervin, I.G., Yakimenko, R.V., Bailiskaya, I.V.	2015 Journal of Environmental Management and Tourism				Open Access	
<input type="checkbox"/> Foresight methods for smart specialisation strategy development in Lithuania	9	Paliokaite, A., Martinalis, Z., Reimeris, R.	2015 Technological Forecasting and Social Change					
<input type="checkbox"/> Emerging technologies in civil security-A scenario-based analysis	10	Bierwisch, A., Kayser, V., Shala, E.	2015 Technological Forecasting and Social Change					
<input type="checkbox"/> Participatory foresight for social innovation. FLUX-3D method (Forward Looking User Experience), a tool for evaluating innovations	11	Bas, E., Guillo, M.	2015 Technological Forecasting and Social Change					
<input type="checkbox"/> Economic analysis of a hybrid energy storage system based on liquid air and compressed air	12	Pimm, A.J., Garvey, S.D., Kantharaj, B.	2015 Journal of Energy Storage					
<input type="checkbox"/> Economic analysis of bedside ultrasonography (US) implementation in an Internal Medicine department	13	Testa, A., Francesconi, A., Giannuzzi, R., Berardi, S., Straccia, P.	2015 Internal and Emergency Medicine					
<input type="checkbox"/> Technology foresight in traditional Bolivian sectors: Innovation traps and temporal unfit between ecosystems and institutions	14	Cespedes Quiroga, M., Martin, D.P.	2015 Technological Forecasting and Social Change				Article in Press	
<input type="checkbox"/> Technological inclusiveness: Northern versus Chinese induced technologies in the garment industry	15	Botchie, D., Sarpong, D., Bi, J.	2015 Technological Forecasting and Social Change				Article in Press	
<input type="checkbox"/> Forecasting of the development of professional medical equipment engineering based on...		Vaganova, E.V., Sryamkin, M.V.	2015 AIP Conference Proceedings					

Ilustración 3. Lista de artículos encontrados por el buscador

- Una vez que el filtro anterior se aplicó, la lista se redujo a 770 artículos. Dado que aún era elevado el número de artículos, se decidió realizar una nueva limitación en la búsqueda a través de *Scopus* utilizando operadores booleanos.
- Se realizó una nueva búsqueda a través de *Scopus* utilizando operadores booleanos para encontrar información más específica. A la búsqueda anterior se le aplicaron dos operaciones con el operador *AND*. Con este operador los resultados que arroja la búsqueda tienen que cumplir todos los criterios definidos. Así, se realizó una nueva búsqueda para seleccionar los artículos que tuvieran las palabras *Scenario* y (*AND*) *Delphi* en el título, resumen o palabra clave. La ilustración 4 muestra la pantalla de la nueva búsqueda en *Scopus*.

Document search

Document search | [Author search](#) | [Affiliation search](#) | [Advanced search](#)

Foresight × Article Title, Abstract, Keywords 🔍

AND Scenario × Article Title, Abstract, Keywords ×

AND Delphi × Article Title, Abstract, Keywords ×

+ Add search field | Reset form

Limit to:

Date Range (inclusive)
 Published 2006 to Present
 Added to Scopus in the last 7 days

Document Type
 ALL

Subject Areas
 Life Sciences (> 4,300 titles .)
 Health Sciences (> 6,800 titles . 100% Medline coverage)
 Physical Sciences (> 7,200 titles .)
 Social Sciences & Humanities (> 5,300 titles .)

Ilustración 4. Búsqueda en *Scopus* con operadores booleanos

5. Manteniendo el filtro del tipo de documento (punto 2 anterior), se encontró una nueva lista de documentos que contenía 50 artículos compatibles con los criterios de búsqueda. Se importó de *Scopus* la información (título y resumen (*abstract*) de estos documentos para su revisión.
6. Finalmente, a partir de la revisión del título y el resumen (*abstract*) de cada uno de los 50 artículos identificados, se decidió seleccionar 29 para su análisis a detalle utilizando los criterios que fueron descritos en la sección *Alcance* de éste trabajo. La lista de dichos artículos se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Artículos con títulos relacionados con las dos técnicas relevantes de PT

No.	TÍTULO
1	Integrating factor analysis and the Delphi method in scenario development: A case study of Dalmatia, Croatia
2	Forecasting mobile broadband traffic: Application of scenario analysis and Delphi method
3	Medication administration errors from a nursing viewpoint: A formal consensus of definition and scenarios using a Delphi technique
4	Scenario making for the dimensions macro environment based on fuzzy delphi method (Case study: Assembly companies in the power industry)

5	Delphi method to explore future scenario possibilities on technology and HCI
6	The Asia-Pacific Tourism Workforce of the Future: Using Delphi Techniques to Identify Possible Scenarios
7	Decarbonizing road freight in the future - Detailed scenarios of the carbon emissions of Finnish road freight transport in 2030 using a Delphi method approach
8	Forecasting a scenario of the fresh tomato market in Italy and in Germany using the Delphi method
9	Identifying measures to foster teachers' competence for personal learning environment conceived teaching scenarios: A delphi study
10	Combining scenario analysis, the Delphi method, and the innovation diffusion model for analyzing the development of the light-emitting diode panel industry
11	Analysis of factors influencing the development of transport infrastructure until the year 2030 - A Delphi based scenario study
12	Combining conjoint analysis, scenario analysis, the Delphi method, and the innovation diffusion model to analyze the development of innovative products in Taiwan's TV market
13	Scenarios for the aviation industry: A Delphi-based analysis for 2025
14	Integrating group Delphi, analytic hierarchy process and dynamic fuzzy cognitive maps for a climate warning scenario
15	Carbon capture, utilization and storage scenarios for the Gulf Cooperation Council region: A Delphi-based foresight study
16	Scenario construction via Delphi and cross-impact analysis
17	Review of Delphi-based scenario studies: Quality and design considerations
18	A Japanese experience of a mission-oriented multi-methodology technology foresight process: an empirical trial of a new technology foresight process by integration of the Delphi method and scenario writing
19	Scenarios for the logistics services industry: A Delphi-based analysis for 2025
20	Scenario planning for climate strategies development by integrating group Delphi, AHP and dynamic fuzzy cognitive maps
21	Combining scenario analysis with delphi and the technological substitution model to analyze the development of the oled tv market
22	Assessing market penetration combining scenario analysis, Delphi, and the technological substitution model: The case of the OLED TV market
23	Future prospects of alternative agro-based bioenergy use in Finland- Constructing scenarios with quantitative and qualitative Delphi data
24	A series of critically challenging case scenarios in moderate to severe psoriasis: A Delphi consensus approach
25	Scenario planning for climate strategies development by integrating group Delphi, AHP and dynamic fuzzy cognitive maps

26	Higgs boson searches in CP-conserving and CP-violating MSSM scenarios with the DELPHI detector (The European Physical Journal C (2008) 56 (1-16) DOI:10.1140/epjc/s10052-007-0506-1)
27	Higgs boson searches in CP-conserving and CP-violating MSSM scenarios with the DELPHI detector
28	Delphi expert panels in the scenario-based strategic planning of agriculture
29	What is the future of teleworking? A prospective study based on scenarios and Delphi methods

De la revisión de los 29 artículos mostrados, se seleccionaron los que se señalan en los siguientes capítulos con el fin de analizar la manera en que fueron utilizadas las técnicas de *Delphi* y *Escenarios* en ejercicios de prospectiva tecnológica.

3. LA TÉCNICA DELPHI Y SU UTILIZACIÓN EN EJERCICIOS DE PT.

3.1 La técnica DELPHI

El origen de esta técnica se remonta a los años 60 en la corporación RAND, una organización que genera ideas en el campo militar y prepara a las fuerzas armadas de Estados Unidos. El nombre de la técnica hace referencia a la época griega específicamente al oráculo de Delfos, en donde la gente asistía a consultar el destino de un hecho en particular de sus vidas. La idea fue aplicada inicialmente en la tecnología del campo militar y pronosticar futuros problemas políticos. (Gordon, 2009).

La técnica Delphi es una metodología enfocada a provocar que un seleccionado grupo de expertos en un tema, contesten un cuestionario sobre un tema específico y opinen al respecto. Es un proceso iterativo, es decir puede tener varias rondas antes de terminar el ejercicio, cada una de ellas compuesta por un nuevo cuestionario que considera las respuestas de la ronda anterior. Entre cada ronda se debe hacer un resumen en donde se ubiquen todas las respuestas reunidas y debe ser enviado a cada uno de los participantes del ejercicio. El objetivo es dar a conocer públicamente los resultados del grupo de expertos y conseguir que algunos expertos reconsideren sus respuestas con base en los promedios de respuestas de las iteraciones anteriores.

La participación en el ejercicio es anónima por lo que ningún experto conoce el perfil, experiencia, actividad profesional ni cualquier otro dato del resto de los participantes. Esta actividad no es presencial; es decir, el desarrollo de la técnica es por medio de internet, a través de una plataforma virtual o por medio de correos electrónicos, lo que permite el anonimato de las respuestas de los cuestionarios.

En el siguiente apartado se reseñan tres ejercicios de PT que utilizaron la técnica *Delphi*.

3.2 Utilización de la técnica *DELPHI* en ejercicios de PT

La técnica *Delphi* se ha utilizado en diversos ejercicios de prospectiva tecnológica que abordan una gran variedad de temas. Su principal utilización ha sido para generar información relevante a partir de la opinión y/o conocimiento de los expertos consultados. Con esta información se sustenta buena parte de los resultados obtenidos en dichos ejercicios.

A continuación se reseña la utilización de la técnica *Delphi* en tres ejercicios de prospectiva tecnológica documentados a través de artículos publicados en revistas de circulación internacional; cada artículo presenta un tema diferente enfocado a la investigación que requirió la institución organizadora.

3.2.1 ARTÍCULO 1

Título: Análisis del desarrollo de productos innovadores en el mercado de la televisión de Taiwán combinando el análisis de escenarios, el método Delphi y el modelo de difusión de la innovación.

Título original: Combining conjoint analysis, scenario analysis, the Delphi method, and the innovation diffusion model to analyze the development of innovative products in Taiwan's TV market.

Autores: Fang-Mei Tseng y Ya-Ti Lin. Universidad Yuan Ze, Taiwán. Shen-Chi Yang, Universidad Nacional Chengchi, Taiwán.

Fuente y año de publicación: Revista *Technological Forecasting & Social Change* (Fang-Mei Tseng, 2012).

El desarrollo de la tecnología es un hecho que se vive a diario en muchas de las actividades que realizamos cotidianamente. En lo que se refiere a la tecnología de los televisores en específico, el artículo reúne información suficiente considerando el desarrollo pasado de las tecnologías CRT (tubo de rayos catódico), LCD (pantalla de cristal líquido) y LED (diodo emisor de luz) para pronosticar el volumen de ventas de la última tecnología mencionada. La consulta Delphi se desarrolló durante 2 meses, de febrero a marzo de 2010 por vía electrónica y el estudio se realizó en dos iteraciones.

El objetivo de realizar un análisis Delphi en este estudio fue encontrar tres escenarios (más probable, más pesimista y el más optimista), de una lista de 8 escenarios posibles referentes al desarrollo del mercado de TV en Taiwán. Para ello se seleccionaron a 11 expertos relacionados con la fabricación de pantallas o personas que trabajaban con tecnología relacionada a la misma. Las variables por considerar fueron: preferencia y demanda del consumidor, avance en la tecnología y funciones de las televisiones y políticas gubernamentales y estrategias de manufactura. Dentro de cada variable se consideraron los siguientes aspectos:

- **Preferencia y demanda del consumidor:** demanda de alta calidad de imagen, rango de precios aceptable para el consumidor, preferencias de tamaño de la televisión y aceptación de nuevas funciones como 3D.
- **Avance en la tecnología y funciones de las televisiones:** madurez de nuevas tecnologías como 3D, desarrollo tecnológico de las materias primas y procesos de fabricación de las nuevas tecnologías.
- **Políticas gubernamentales y estrategias de manufactura:** actitudes gubernamentales hacia la protección del medio ambiente, alianzas entre empresas de marca, desarrollo de una nueva línea de producción.

Al finalizar la primera ronda se observó que las respuestas de los expertos no concordaban; es decir, la información obtenida no apuntaba hacia el mismo hecho. Por esta razón se realizó un breve resumen agrupando el resultado de las respuestas de los 11 expertos y se les envió a todos los participantes como una

retroalimentación para intentar que reconsideraran sus respuestas previas a la segunda ronda.

Con el desarrollo de la segunda iteración, se observó que varias de las respuestas habían cambiado, lo que permitió una mejor interpretación de los resultados, es decir, el objetivo de la retroalimentación como auxilio para continuar con el análisis Delphi tuvo un excelente resultado y se obtuvo la información que muestra la tabla 3. Dicha tabla presenta la construcción de los 8 escenarios posibles a través de la combinación de tres variables: demanda y preferencia del consumidor (alta o baja), avance de la tecnología y funciones de la televisión (rápido o lento) y políticas gubernamentales y estrategias de manufactura (coherente o incoherente).

Tabla 3 Construcción de los 8 escenarios posibles a través de la combinación de tres variables

Escenario	Más optimista	Más pesimista	Más probable	VARIABLES DE ESCENARIOS		
				Demanda y preferencia del consumidor	Avance en la tecnología y funciones de la TV	Políticas gubernamentales y estrategias de manufactura
1	10		1	Alta	Rápido	Coherente
2			1	Baja	Rápido	Coherente
3	1		7	Alta	Rápido	Incoherente
4				Baja	Rápido	Incoherente
5		1	2	Alta	Lento	Coherente
6				Baja	Lento	Coherente
7		1		Alta	Lento	Incoherente
8		9		Baja	Lento	Incoherente
Total respuestas	11	11	11			

Por lo que, finalmente, el resultado del análisis *Delphi* desarrollado por los autores del artículo arroja que los escenarios que son más importantes de estudiar para el mercado de la televisión LED son:

El escenario optimista: crecimiento estable

Diez de los once expertos consultados en el ejercicio *Delphi* señalaron que el escenario optimista para el desarrollo de la televisión LED en Taiwán se caracterizaba por la alta demanda de los consumidores y las preferencias, rápido avance en la tecnología de TV y sus funciones, y la coherencia entre las políticas gubernamentales y las estrategias del fabricante.

El escenario pesimista: baja saturación

Nueve de los once expertos identificaron que el escenario pesimista para el desarrollo de LED TV en Taiwán se caracterizaba por una baja demanda de los consumidores y las preferencias, lento avance en la tecnología de la televisión y sus funciones, y la incoherencia entre las políticas gubernamentales y las estrategias del fabricante.

El escenario más probable: la burocracia

El escenario más probable para el desarrollo de la televisión LED en Taiwán se caracteriza por la alta demanda de los consumidores y las preferencias, los avances rápidos en la tecnología de TV y función, y la incoherencia entre las políticas gubernamentales y las estrategias del fabricante.

Las iteraciones utilizadas para la técnica fueron dos y se seleccionaron 11 expertos relacionados con el tema de análisis: comportamiento del mercado de pantallas con tecnología LED en Taiwán. El ejercicio Delphi culmina con la determinación de cuales escenarios son los pesimista, optimista y el más probable, pues el objetivo al realizar esta técnica de PT era precisamente identificar los escenarios más relevantes del tema y posteriormente manejar la información para cumplir los objetivos generales del artículo; es decir, pronosticar el volumen de ventas de televisiones en Taiwán en el año 2020.

Como información adicional se presenta a continuación la descripción de los pronósticos de ventas anuales de cada televisión para los tres escenarios definidos anteriormente hasta el año 2020.

- ✚ Para el escenario optimista titulado *Crecimiento estable* se proyectó que el volumen de ventas en 2017 para las televisiones LED será aproximadamente de 715,000 unidades y para las LCD será de 320,000 unidades aproximadamente. El comportamiento del resto de los años se muestra en la ilustración 5.

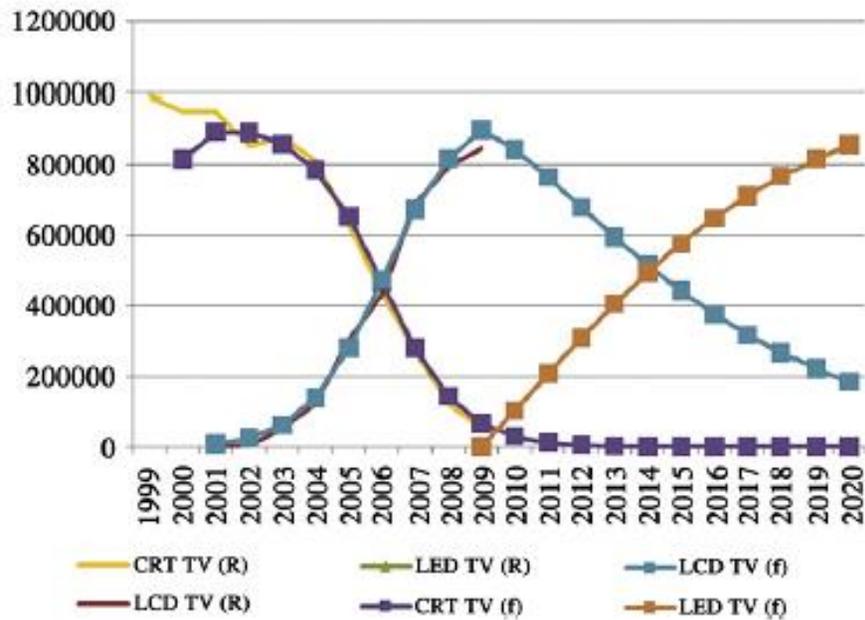


Ilustración 5. Predicción de volumen de ventas de tecnología de pantalla (Escenario de crecimiento estable)

- ✚ Para el escenario pesimista titulado *Baja saturación* se proyectó que el volumen de ventas en 2017 para las televisiones LED será aproximadamente de 320,000 unidades y para las LCD será de 700,000 unidades aproximadamente. Se puede observar que el dominio de la tecnología LCD sobre la tecnología LED es amplio a pesar de que las prestaciones del segundo son mayores a las del primero. El comportamiento del resto de los años puede visualizarse en la ilustración 6.

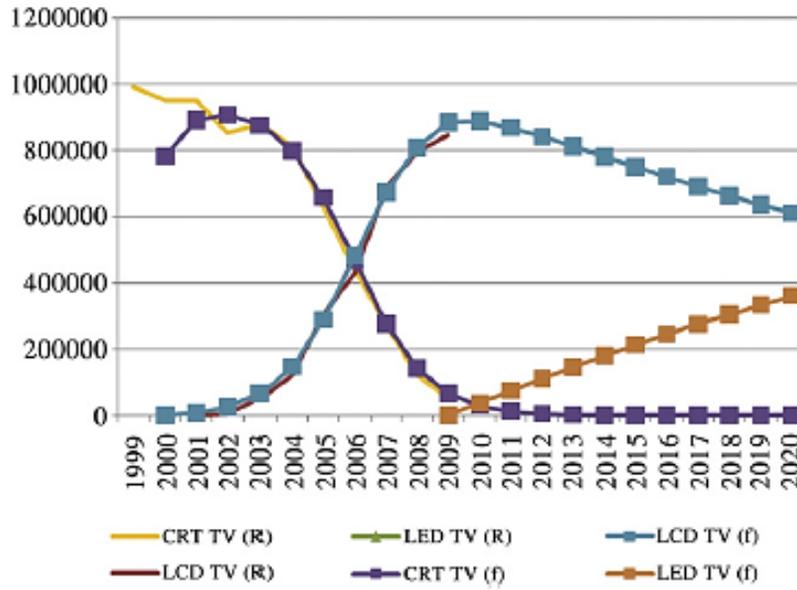


Ilustración 6. Predicción de volumen de ventas de tecnología de pantallas (Escenario Baja Saturación)

- ✚ Para el escenario más probable titulado *La Burocracia* se proyectó que el volumen de ventas en 2017 para las televisiones LED será aproximadamente de 550,000 unidades y para las LCD será de 350,000 unidades aproximadamente. Se observa que el despegue de la tecnología LED no ha sido grande y por eso las pantallas LCD continúan teniendo importante presencia en el mercado. El comportamiento del resto de los años se muestra en la ilustración 7.

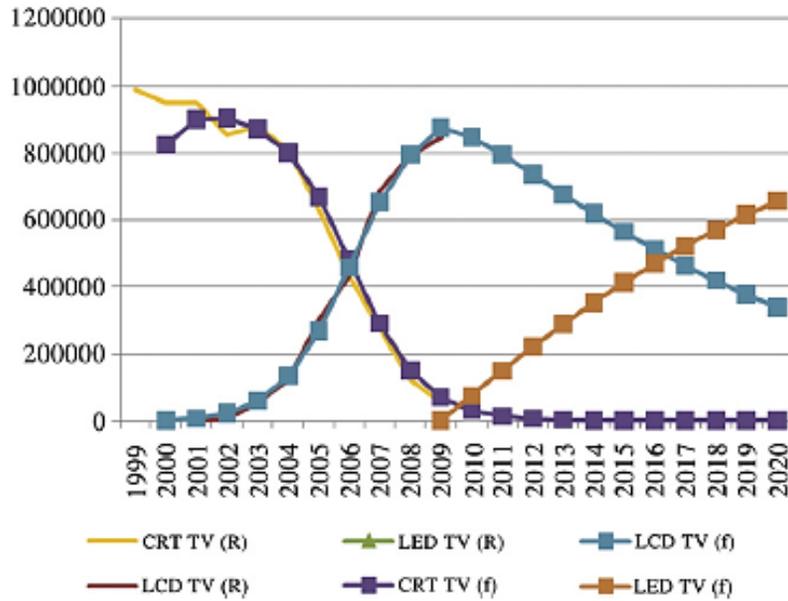


Ilustración 7. Predicción de volumen de ventas de tecnología de pantalla (Escenario La Burocracia)

Contemplando el año en curso, el mercado de las televisiones se encuentra prácticamente abarcado por la tecnología LED. Si recordamos los escenarios planteados anteriormente con sus respectivos volúmenes de ventas, el único que parece acoplarse a la realidad que estamos viviendo es el optimista, que considera que la tecnología LED ha despegado y está abarcando mayor cantidad del mercado de las pantallas. Los otros dos escenarios no aplican en el presente año debido a que prácticamente estos escenarios ubican a la tecnología LCD con una relevante o mediana participación en el mercado y eso no se ve reflejado actualmente en el mercado de pantallas. De hecho el mercado de pantallas se encuentra dominado por la tecnología LED y OLED.

Se encuentra finalmente que la utilización de la técnica es de vital importancia para PT porque se apega a la realidad y permite conocer la tendencia en tecnología, identificar a la que irá en decadencia y a la que se convertirá en un denominador común en el sector del que se hable.

3.2.2 ARTÍCULO 2

Título: La captura de carbono, utilización y almacenamiento; escenarios para la región del Consejo de Cooperación del Golfo: Un estudio de prospectiva basado en Delphi

Título original: Carbon capture, utilization and storage scenarios for the Gulf Cooperation Council region: A Delphi-based foresight study.

Autores: Y.M. Al-Saleh; G. Vidican; L. Natarajan, y V.V. Theeyattuparampil. Instituto Masdar de Ciencia y Tecnología, Abu Dabi, Emiratos Árabes Unidos.

Fuente y año de publicación: Revista *Futures* (Y.M. Al-Saleh, et al., 2012).

Hoy en día la presencia de gases contaminantes en la atmósfera es un problema que afecta en gran medida la estabilidad del planeta y compromete la calidad de vida del humano. Las grandes industrias son las que tienen mayor responsabilidad en este problema, debido al aumento de emisiones provocado por la globalización y la ampliación de mercados mundiales. El dióxido de carbono provocado por dichas industrias es un tema que desde hace años se ha estado investigando para obtener una solución. El Consejo de Cooperación del Golfo (GCC) está compuesto por los países localizados en la cuenca del Golfo Pérsico: Reino de Arabia Saudita (KSA), el Reino de Bahrein, Emiratos Árabes Unidos (EAU) y los estados de Kuwait, Omán y Qatar. El GCC es uno de los organismos más interesados en la implementación de nuevas tecnologías. El artículo toma el dato de la Administración de Información Energética que señalaba que, en 2009, el 8% del dióxido de carbono emitido en el mundo había sido emitido por esta región. El artículo presenta el desarrollo de 4 escenarios que intentan predecir el futuro de esta situación. El ejercicio *Delphi* se desarrolló durante 9 meses, de septiembre de 2010 a abril de 2011 por vía electrónica y el estudio se desarrolló en tres iteraciones.

El objetivo de desarrollar un análisis *Delphi* en este estudio fue encontrar las variables más influyentes en el desarrollo de escenarios; es decir, generar información suficiente que permitiera continuar con el desarrollo de esta investigación.

La primera ronda del ejercicio *Delphi* fue dedicada a introducir a los expertos a la metodología utilizada; además de agregar preguntas relacionadas con su opinión respecto a la tecnología de la captura de carbono y su implementación hasta el año 2030 en la región del GCC.

La segunda ronda se inició con el envío de un informe a los participantes que integraba los resultados de la primera ronda de tal forma que el grupo los analizara previo a la ronda dos, con la intención de que las respuestas de aquellos participantes que se encontraban sesgadas de la información promedio fueran

reconsideradas. Se realizó la segunda iteración buscando conseguir que la información de esta nueva ronda fuera uniforme. Además, se agregaron preguntas específicamente sobre la implementación de la Captura de Carbono, Utilización y Almacenamiento (CCUS) en la región del GCC.

En la tercera y última ronda del estudio, se solicitó a los expertos una lista con los escenarios que consideraban factibles para la implementación de la CCUS en la región del GCC. Con la información reunida los organizadores del estudio hicieron un resumen y obtuvieron que hay dos factores que influyen directamente en el desarrollo de escenarios y son: el costo de la captura de dióxido de carbono y el ambiente normativo y de políticas públicas. Con estos dos factores se construyeron 4 escenarios posibles, los cuales se presentan en la ilustración 8.

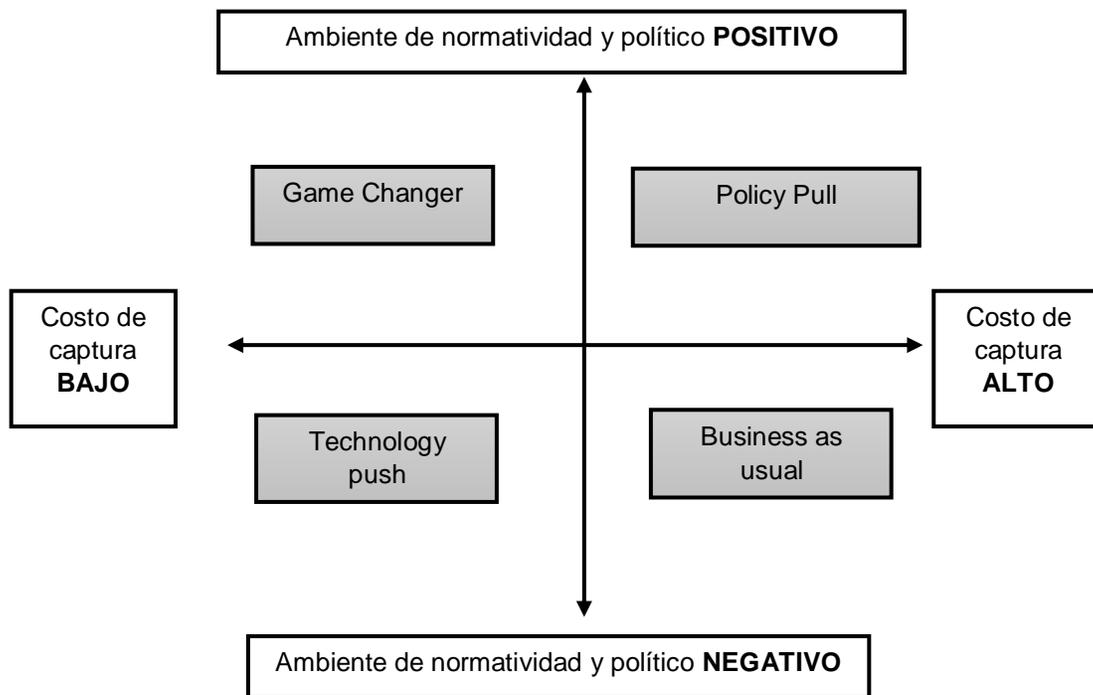


Ilustración 8. Escenarios construidos a partir de las variables: ambiente regulatorio y político y costo de captura de dióxido de carbono.

Fuente: Al-Saleh *et. al.* (2012).

El eje horizontal de la figura indica el costo de la captura de dióxido de carbono que se califica como alto o bajo. El eje vertical de la figura indica el ambiente de normatividad y político y se califica como positivo o negativo.

La ilustración 9 resume el estudio Delphi; en cada etapa se puede observar la información que se buscaba, las fechas en las que se hacía y también no menos importante la cantidad de respuestas recibidas de los expertos para el desarrollo de la investigación.

La participación de los expertos juega un papel vital en el desarrollo de la investigación, los perfiles de dichas personas deben ser cuidados en gran medida debido a que se busca que sus opiniones sean relevantes y tengan información valiosa que aportar al ejercicio. Los participantes de este ejercicio habían trabajado para organismos que estaban estrechamente relacionados con el Consejo de Cooperación del Golfo.

El objetivo del estudio Delphi fue únicamente obtener las variables más importantes en el desarrollo de escenarios para la captura de carbono, utilización y almacenamiento. Cuando se obtuvieron dichas variables se desarrolló un estudio de escenarios con el objetivo de encontrar el escenario que ofreciera la mayor disminución en la emisión de dióxido de carbono. A manera de resumen el lector puede observar que el escenario que ofrece mayores beneficios para la reducción de emisiones de dióxido de carbono es el *Cambio de juego* (Game changer).



Ilustración 9. Diagrama de flujo del estudio Delphi

De igual forma se comprueba que la utilización de la técnica Delphi se encuentra ligada a la técnica escenarios, el desarrollo posterior del presente artículo se hace con un estudio de escenarios mediante el cual se observan las características y las ventajas y desventajas de cada posibilidad del estudio.

3.2.3 ARTÍCULO 3

Título: Análisis de los factores que influyen en el desarrollo de la infraestructura de transporte, hasta el año 2030 - Un estudio de escenarios basado en Delphi

Título original: Analysis of factors influencing the development of transport infrastructure until the year 2030 — A Delphi based scenario study

Autores: Steffen W. Schuckmann; Tobias Gnatzy; Inga-Lena Darkow y Heiko A. von der Gracht. Instituto de Estudios del Futuro y Gestión del Conocimiento (IFK), Escuela de negocios EBS, Wiesbaden, Alemania.

Fuente y año de publicación: *Technological Forecasting and Social Change* (Steffen W. Schuckmann, 2012).

La necesidad de transportar personas en centros urbanos es más evidente con el paso de los años, pues la expansión de los centros urbanos es algo que se vive hoy en día y el volumen de pasajeros que utilizan el transporte aumenta de igual manera, por lo que el transporte se convertirá en un tema de vital importancia en el futuro. El artículo intenta predecir los posibles futuros de la infraestructura del transporte para el año 2030 considerando diferentes aspectos que son acordados por un conjunto de expertos en el tema.

El objetivo de desarrollar un análisis Delphi en este estudio fue conocer cuáles son los escenarios más probables del futuro, considerando probabilidad de ocurrencia, impacto en la industria y deseabilidad de 15 proyecciones que fueron elaboradas en una sesión previa de Delphi.

La sesión previa para desarrollar las 15 proyecciones que se presentaron a los expertos en el ejercicio Delphi que fundamenta la información del artículo, se realizó con una metodología análoga en 2 iteraciones.

La primera iteración se sustentó en la opinión de 2 expertos en transporte y se buscaba establecer una lista de factores clave en el tema en estudio. Se establecieron los factores que los expertos opinaron eran importantes en el desarrollo de escenarios para la infraestructura del transporte en el año 2030. Como resultado se elaboró un resumen de las respuestas reunidas.

La segunda ronda se realizó con la participación de 5 académicos y expertos de negocios relacionados con el transporte. El objetivo era revisar las respuestas reunidas en la primera ronda y considerar las opiniones de los 5 expertos internacionales participantes. Finalmente fueron seleccionados 15 factores clave a considerar en el desarrollo de la infraestructura del transporte; con tales factores se desarrollaron 15 posibles escenarios al 2030 que fueron considerados para la siguiente ronda del estudio Delphi que fundamenta este artículo. La tabla 4 presenta los 15 escenarios establecidos en la segunda ronda.

La tercera ronda del estudio Delphi se realizó para evaluar la factibilidad de los 15 escenarios desarrollados en la ronda anterior con base en 3 indicadores (probabilidad de ocurrencia, impacto en la industria y deseabilidad). Dicha iteración se realizó con una variante de la técnica original denominada “real-time Delphi”. Es una técnica en donde los objetivos son los mismos que en la técnica Delphi tradicional; es decir, conocer la opinión de expertos en un tema y utilizar su conocimiento para obtener conclusiones. La variante utilizada busca reducir el tiempo de espera para conocer los resultados del proceso por medio de una plataforma en internet que permite procesar inmediatamente las respuestas de los participantes y mostrar los resultados a todo el grupo. Además, los recursos económicos que se necesitan para llevarlo a cabo son menores. De esta manera, a través de esta variante se aumenta la eficiencia y se garantiza la transparencia durante todo el ejercicio. (Gordon, 2009). La plataforma se puede dejar accesible durante un periodo de tal manera que los participantes pueden ingresar a ella las veces que lo deseen durante el periodo de consulta. Al ingresar, cada participante observará el promedio actualizado de repuestas y los comentarios vertidos.

El proceso se desarrolló durante 2 meses en el 2011. El medio fue un panel en internet que se encontraba listo para mostrar los resultados de las respuestas reunidas en tiempo real, de tal forma que los participantes estuvieran informados de la tendencia de las respuestas del grupo de expertos. El estudio se desarrolló en una sola iteración pues gracias a la publicación inmediata de las respuestas, los participantes cada vez que ingresaban a la plataforma obtenían la retroalimentación de los resultados del ejercicio al momento y podían ajustar sus propias respuestas.

Los participantes fueron 104 personas con diversos perfiles tales como: políticos, académicos, usuarios, operadores y desarrolladores de transporte. En el cuerpo del cuestionario se encontraban las quince proyecciones que se desarrollaron en la ronda previa del ejercicio Delphi. Para cada proyección se solicitó a los participantes que las calificaran utilizando 3 indicadores: probabilidad de ocurrencia con un intervalo de 1 a 100%; impacto en la industria y deseabilidad del escenario, ambos con un intervalo de 1 a 5, en donde 1 era la menor calificación y 5 la mayor.

El acceso al portal para la participación de los expertos estuvo abierto durante 8 semanas y por 4 semanas se les recordó a los participantes que podían ingresar al portal y revisar sus respuestas con las respuestas promedio con el objetivo de normalizar la información. Para cada escenario se podían agregar comentarios acerca de la postura que cada experto tenía para dicho escenario y dichos comentarios fueron evaluados posteriormente.

La tabla 5 muestra los resultados finales de la tercera ronda del ejercicio Delphi que consideran los 3 indicadores nombrados anteriormente.

Tabla 4. Construcción de los 15 escenarios a través de la técnica Delphi convencional, clasificados como: SDE (demanda y oferta), F (financiamiento), C (competitividad) y S (sustentabilidad).

Proyecciones de la encuesta Delphi		
No. de escenario	Tipo de escenario	Título del escenario
1	SDE	2030: No hay escasez de infraestructura de transporte, ya que se han hecho inversiones suficientes.
2	SDE	2030: El desarrollo de infraestructuras de transporte se centra principalmente en las zonas urbanas, mientras que en las zonas rurales se descuida.
3	SDE	2030: La escasez de infraestructura (por ejemplo, insuficiencia de infraestructuras de transporte) ha obligado a dividir las mega ciudades y descentralizarlas, "sub-ciudades" autónomas.
4	F	2030: En los países emergentes, hay más capital disponible para invertir en la infraestructura de transporte que en los países industrializados.
5	F	2030: La financiación del mantenimiento de la infraestructura de transporte es más difícil que la atracción de inversiones en nuevas infraestructuras
6	F	2030: La presión financiera sobre los gobiernos ha llegado a ser tan intensa que casi todas las inversiones en infraestructuras de transporte se han desplazado hacia el sector privado.
7	F	2030: Los gobiernos ya no son capaces de contribuir a la financiación de la infraestructura de transporte local (por ejemplo, carreteras principales y metro), por lo que el financiamiento de estructuras basado en el usuario son frecuentes.
8	F	2030: La infraestructura de transporte internacional (por ejemplo, los principales puertos y aeropuertos) es controlada por los fondos de inversión privados, que son conductores estratégicos de proyectos de infraestructura de transporte a gran escala.
9	F	2030: Medidas reguladoras fuertes, como los peajes y tasas de congestión, compensa la mayor necesidad de invertir en infraestructura de transporte.
10	C	2030: La infraestructura de transporte sigue siendo un elemento clave de los servicios básicos de una economía, pero ya no es un factor decisivo en la competencia entre países para atraer la inversión.
11	C	2030: Los países industrializados han perdido su ventaja competitiva frente a los países emergentes en términos de infraestructura de transporte.
12	C	2030: La infraestructura digital (TIC) se ha convertido en un factor más fuerte del crecimiento económico que la infraestructura de transporte.
13	S	2030: Una disminución de la conciencia ambiental y la regulación han acelerado la realización de proyectos de infraestructura de transporte a gran escala, impulsando el crecimiento económico.
14	S	2030: Los operadores de infraestructuras de transporte están obligados a participar en los sistemas de comercio de emisiones para obtener permisos de contaminación.
15	S	2030: Los costos ambientales causados por el desarrollo de la infraestructura (incluyendo emisiones generadas de la construcción) se han convertido en un impedimento para las inversiones que de otra forma serían una buena opción.

Tabla 5. Resultado de la evaluación de los expertos para cada escenario

No. de escenario	EP	I	D
1	30%	4.1	4.2
2	68%	3.7	2.9
3	50%	3.6	3
4	53%	3.7	3.1
5	65%	3.9	2.1
6	55%	3.9	2.7
7	52%	3.7	2.4
8	61%	3.8	3
9	60%	3.9	3.5
10	42%	3.7	2.8
11	41%	3.8	2.9
12	60%	3.8	3.4
13	29%	3.9	2
14	69%	3.9	3.6
15	56%	3.9	2.6
Promedio	53%	3.82	2.95

De forma análoga al artículo previo, la técnica termina cuando se han identificado los escenarios posibles y en este caso la conclusión del Delphi es la realización de las tablas e ilustraciones anteriores.

Se observa que los escenarios tienen un promedio de probabilidad de ocurrencia de 53%, lo que representa que no todos los escenarios tienen probabilidad de ocurrir; es decir, existen algunos que es seguro que no van a pasar, o que se ven afectados si otro escenario sucede. El escenario que mayor probabilidad de ocurrencia tiene es el 14 titulado: *2030: Los operadores de infraestructuras de transporte están obligados a participar en los sistemas de comercio de emisiones para obtener permisos de contaminación*. Dicho escenario se ve representado en la actualidad en México pues los sistemas de transporte a base de combustibles fósiles deben acreditar programas de emisiones de gases contaminantes para poder circular en vías públicas y dar servicio.

Para los siguientes puntos se utiliza una escala tipo Likert para conocer el grado de conformidad del encuestado cuando se le muestran ciertas afirmaciones y en este caso ciertos escenarios:

- (1) Totalmente en desacuerdo
- (2) En desacuerdo
- (3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- (4) De acuerdo
- (5) Totalmente de acuerdo

Para impacto en la industria (I) del transporte hay un promedio de 3.82 de 5 según la escala tipo Likert. Si se grafica probabilidad de ocurrencia (EP) versus impacto en la industria (I), el resultado es la ilustración 10, en donde se puede observar que el escenario que mayor impacto generaría en la industria del transporte es el 1: *2030: No hay escasez de infraestructura de transporte, ya que se han hecho inversiones suficientes*; sin embargo, la probabilidad de ocurrencia de dicho escenario es la segunda más baja. De igual forma se observa que los eventos que tienen mayor probabilidad de ocurrencia se encuentran en un nivel promedio de impacto en la industria. Todos los escenarios tienen un impacto en la industria superior a 3.6.

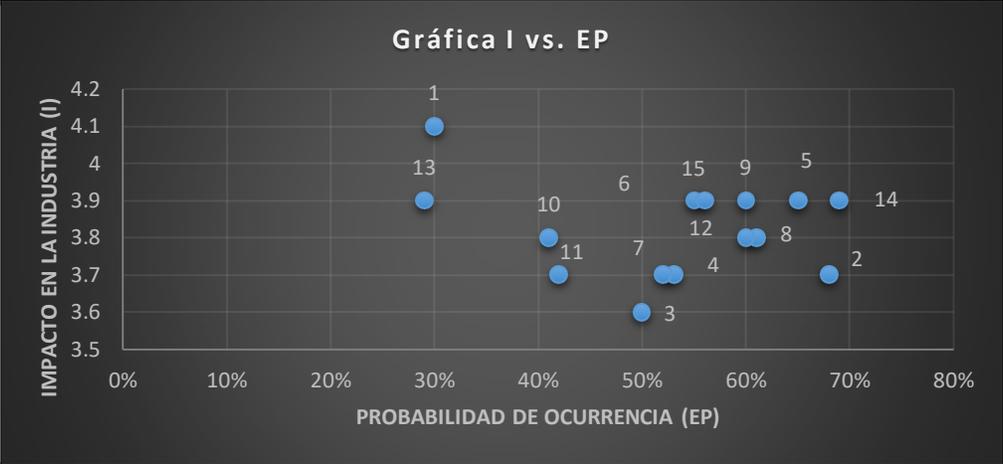


Ilustración 10. Impacto en la industria vs Probabilidad de ocurrencia

Considerando el factor deseabilidad (D) los escenarios arrojan un promedio de 2.95 de 5 según la escala tipo Likert. Si se grafica EP versus D, el resultado es la ilustración 11, en donde se puede observar que el escenario que mayor deseabilidad tiene en la industria del transporte es el 1: *2030: No hay escasez de infraestructura de transporte, ya que se han hecho inversiones suficientes*. Paradójicamente también es el segundo escenario menos probable, debido a que la creciente demanda de servicios de transporte en la mayoría de las ocasiones termina por rebasar la oferta del servicio. De igual forma se observa que los eventos que tienen mayor probabilidad de ocurrencia se encuentran en un nivel promedio de impacto en la industria. Es evidente que ciertos escenarios no son deseables, debido a que comprometen la calidad de vida de los habitantes de una población, o incluso comprometen la estabilidad del medio ambiente que nos rodea; por lo que en la ilustración correspondiente se observan calificaciones bajas para ciertos escenarios.

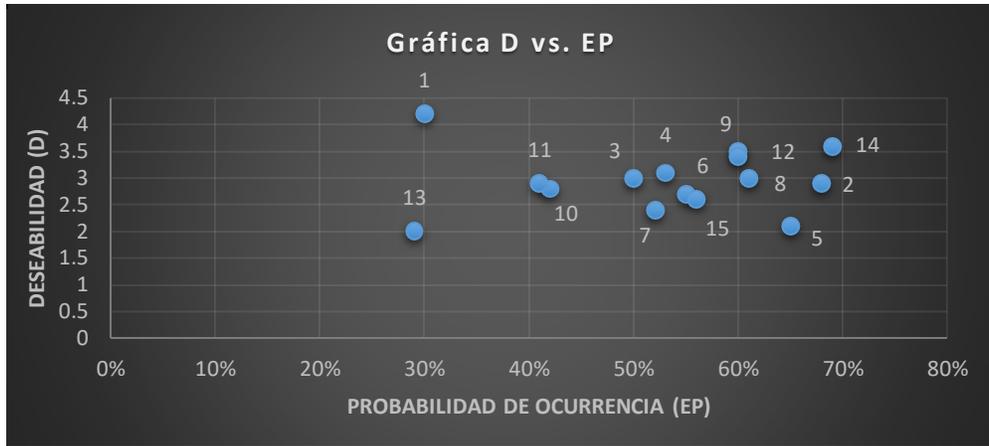


Ilustración 11. Deseabilidad vs Probabilidad de ocurrencia

La opinión de los expertos representada en la probabilidad de ocurrencia de los escenarios sombreados en la tabla 5 reveló que es probable que la infraestructura de transporte en el 2030 se encuentre imperfecta y que el desarrollo de la misma estará enfocada a zonas urbanas. Considerando a los operadores, usuarios y propietarios de infraestructura de transporte se concluye que deben estar preparados para operar en sistemas de transporte imperfectos e incorporar sistemas de planificación flexible.

Evaluando el financiamiento de la infraestructura de transporte, los expertos consideran que los peajes de carretera y los cargos de congestión serán las formas más apropiadas de abastecimiento financiero; dicha afirmación se sustenta con la probabilidad de ocurrencia de los escenarios diseñados para el factor Financiamiento, de donde se obtuvo que los casos 8 y 9 son los más probables (ver tabla 5). Dado que los gobiernos estarán a cargo de la adquisición de infraestructuras de transporte, tendrán que identificar y evaluar nuevos modelos de financiación para la infraestructura de transporte, a fin de lograr una base sostenible para el futuro desarrollo.

La estructura de este diseño se ve reflejada en la actualidad de México, los cargos por congestión son mayormente utilizados y aceptados por la población a través de vías de cuota que evitan zonas de congestionamiento vehicular, de igual forma se comprueba que dichos sistemas de infraestructura de transporte son controlados por la iniciativa privada.

La competitividad económica para los expertos se contempla en 3 escenarios, de los cuales el más probable es el 12 que considera que la infraestructura digital genera mayor crecimiento económico que la infraestructura de transporte. Para que los gobiernos salvaguarden la competitividad económica, deben mantener, mejorar y ampliar las infraestructuras de transporte. Para los operadores de infraestructura, usuarios y propietarios, la recomendación de los autores es que será esencial colaborar activamente con los gobiernos y agencias.

En 2030, según los expertos la infraestructura de transporte será cada vez más evaluada de acuerdo con la compatibilidad ambiental (ver tabla 4), además de su capacidad para estimular el crecimiento económico. Es decir, los últimos 3 escenarios de la tabla mencionada contemplan un cambio con respecto al medio ambiente y se pretende que dichas estrategias sean funcionales. Cuando los responsables de la política y los empresarios evalúen la compatibilidad con el medio ambiente de las soluciones de infraestructura de transporte, se deberá considerar los efectos ambientales negativos y los efectos ambientales positivos. Además, hay que tener en cuenta los costos totales de todo el ciclo de vida de la infraestructura de transporte: incluida la construcción, la explotación y la deconstrucción.

3.3 Comentarios de los ejercicios revisados

Como se puede observar, cuando se investiga un tema en particular se necesita generar información que pueda ser procesada por medio de diferentes técnicas para obtener una conclusión relacionada con la situación que se presentará en el futuro. Generalmente el objetivo de un estudio *Delphi* es generar información suficiente a partir de la opinión de expertos que permita vislumbrar el panorama general del tema del que se está trabajando.

La obtención de información a través de un estudio Delphi puede tener varios objetivos. Para el primer caso, el Delphi puede ser utilizado como forma de consulta de información existente seleccionada por los investigadores o puede ser una consulta para generar información relevante en un tema a futuro, las diferencias se describen a continuación.

Si bien es cierto, el proceso puede tener variantes como es el caso del primer artículo presentado, en donde el objetivo de aplicar esta técnica fue obtener la opinión de expertos para definir los 3 escenarios más importantes de una lista predeterminada que había sido construida por los organizadores de la investigación. Es decir, la opinión de los expertos puede ser utilizada no sólo para plantear variables y factores que afectan el futuro de un tema, sino también para revisar, modificar y complementar ideas que han sido planteadas por alguna otra investigación, esto si lo que se busca es que la investigación tome un rumbo particular y que tenga un alcance definido. Es decir, en lugar de reunir muchas opiniones y ampliar un campo de investigación, lo que se hace es reducirlo a través de la opinión de los panelistas. En el artículo mencionado, el ejercicio Delphi se desarrolla con este fin para que después se pronostique la demanda de televisiones esperada en un futuro de los escenarios más relevantes, para ahorrar tiempo pronosticando solo para las proyecciones que los expertos consideran más importantes.

A diferencia del primer artículo, el segundo invierte el orden de las técnicas utilizadas en la investigación desarrollada. En este artículo lo que se busca es que por medio de la visión de los expertos en el tema de captura de dióxido de carbono se encuentren las variables que más influyen en el futuro de este tema y con ellas se logre la construcción de los escenarios en el año 2030. La utilización de la combinación de técnicas del segundo artículo es más común de encontrar en prospectiva tecnológica.

De forma análoga, el artículo tres incorpora un Delphi convencional previo en donde, con la ayuda de expertos se identifican las variables que podrían intervenir en el desarrollo de la infraestructura de transporte en el año 2030. Posteriormente, con base en las variables, se realiza la construcción de escenarios que serán analizados en el siguiente proceso Delphi.

Hablando de la interpretación del capítulo, puede observarse que en los primeros dos artículos presentados se utiliza una estructura de evaluación cualitativa, es decir, sin números que puedan ser procesados para obtener un resultado, simplemente a través de respuestas subjetivas se obtienen resultados. Por otro

lado se cuenta con el tercer artículo en donde se encuentra un análisis Delphi que utiliza una evaluación cuantitativa que es procesada a través de estadística básica para obtener un análisis que puede ser visto más sólido por las herramientas utilizadas. Por lo tanto, el enfoque que se decida darle a un estudio determinará el tipo de seguimiento que debe utilizarse.

Finalmente, la importancia de los perfiles de los expertos participantes es vital, se requiere una asertiva selección de los panelistas en determinado tema. Si algún miembro del panel no tiene la suficiente preparación del tema a tratar, podría generar que los resultados del estudio no se encuentren normalizados debido a que este participante no posee la experiencia promedio del grupo.

4. LA TÉCNICA ESCENARIOS Y SU UTILIZACIÓN EN EJERCICIOS DE PT

4.1 La técnica ESCENARIOS

Como se observó en el capítulo anterior, la técnica *Delphi* está ligada en gran medida a la técnica de *escenarios*, la cual se describe en el presente capítulo. La técnica *Delphi* es mayormente utilizada para generar información clave sobre el futuro, pero una vez que se ha generado la información, se requiere procesarla y concluir con resultados referentes a los posibles cambios tecnológicos que se presentarán en el mediano y largo plazos. La técnica de *escenarios* pretende justamente mostrar de una forma clara, entendible y organizada los futuros probables de un tema en particular.

La técnica de escenarios debe su origen también a la corporación RAND. Esta organización es una institución sin fines de lucro preocupada por la investigación y el análisis, que intenta brindar soluciones para una mejor toma de decisiones y mejorar la política. (RAND CORPORATION, 2016).

Inicialmente la aplicación de este concepto fue militar; su creador fue Hernan Kahn quien promovió su aplicación durante la década de 1960, siendo director del Instituto Hudson en los Estados Unidos. Kahn planteó tres escenarios que deberían estudiarse cuando se hablara del futuro. El primero de ellos es el *business-as-usual* que se refiere a que en el futuro no se observaran cambios en el tema del que se trata. El segundo escenario es el llamado *worst case*, que engloba acciones que culminan en las peores condiciones para una organización producto de una mala gestión combinada con un entorno desfavorable. Finalmente, el escenario *best case* que se caracteriza por desarrollar una buena gestión combinada con la presencia de un entorno favorable (Glenn, 2009).

Dicha estructura de escenarios se ve reflejada en el análisis del artículo 1 del capítulo *Delphi* del presente trabajo, pues el objetivo era identificar los escenarios más probables (*business-as-usual*), el mejor (*best case*) y el peor (*worst case*). Sin embargo, con el desarrollo de investigaciones se ha observado que el desarrollo de 4 escenarios es la cantidad más conveniente cuando se utilizan dos variables relevantes para analizar el futuro estudiado. Los escenarios siempre se proyectan hacia un determinado año en particular del futuro.

Un estudio de escenarios se diseña cuando se necesita catalogar los factores desconocidos que deben ser identificados previo a tomar una decisión importante. Los escenarios también se utilizan para ilustrar lo que es posible y lo que no es posible sobre un tema en particular y también ayuda a diseñar diferentes acciones para estar preparado para reaccionar ante cualquier eventualidad que se presente. (Glenn, 2009).

4.2 Utilización de la técnica de *ESCENARIOS* en ejercicios de PT

A continuación, se presentan diferentes casos documentados en artículos en donde se ha utilizado esta técnica para mostrar las posibles condiciones que se pueden presentar en el futuro considerando los posibles comportamientos de las variables más importantes para cada tema tratado.

4.2.1 ARTÍCULO 1

Título: El futuro del futuro: la prospectiva estratégica en América Latina.

Título original: *The future of the future: Strategic foresight in Latin America*

Autor: Francisco José Mojica. Centro de Pensamiento Estratégico y Prospectiva, Universidad Externado de Colombia, Bogotá, Colombia.

Fuente y año de publicación: Revista *Technological Forecasting & Social Change*. (Mojica, 2010).

Pensar diferente y no leer la realidad de una manera lineal, significa aceptar que no hay uno sino varios futuros y que una pregunta puede tener más de una respuesta. La prospectiva en la actualidad sirve como brújula para las empresas y como un generador de competitividad gracias a que ayudan a prever futuras situaciones sobre el mercado en el que participan. (Mojica, 2010)

El presente artículo no contiene una investigación a fondo sobre un solo tema en particular; sin embargo, la publicación tiene como objetivo mostrar brevemente tres ejemplos de cómo se realizan estudios de escenarios en diferentes países como Colombia, Chile, Brasil y México. A continuación se desglosan los tres artículos y su respectivo análisis para ejemplificar la utilización de la técnica de *escenarios*.

ARTÍCULO 1A

La Organización del Convenio Andrés Bello de integración Educativa, Científica, Tecnológica y Cultural, es un organismo con personalidad jurídica internacional, intergubernamental, creado en virtud del Tratado suscrito en Bogotá, el 31 de enero de 1970, sustituido en Madrid en 1990. Dentro de los países miembros actuales se encuentran Bolivia, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, España, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Venezuela. Argentina en proceso de adhesión. (Convenio Andrés Bello, 2016)

El estudio realizado por "Convenio Andrés Bello" en 13 países es un buen ejemplo de análisis de prospectiva tecnológica. Usando una lectura múltiple del futuro, identifica las tendencias tecnológicas mundiales y las incorpora dentro de la realidad de América Latina. El estudio comienza por reconocer los siguientes sectores como los más relevantes para el futuro desarrollo de los países.

- Energía
- Ambiente
- Agricultura y la Alimentación
- Tecnologías de la información y las comunicaciones

Como se puede observar en la ilustración 12, existen 4 escenarios que contemplan el futuro desarrollo de los países de América Latina. Dichos escenarios se encuentran contruidos a través de 2 variables importantes. La primera variable se representa en el eje horizontal y expresa el nivel de investigación en los países. Hacia el lado negativo del eje se ubica una investigación primeriza, inicial o naciente en donde se utilizan teorías básicas y tradicionales; el lado positivo de dicho eje representa un excelente estado de investigación con conocimientos que son lo último en avances.

La segunda variable se representa en el eje vertical y expresa el fortalecimiento de los sectores productivos; el lado negativo del eje representa actividades como agricultura, minería y pesca. El eje vertical muestra la transformación de los sectores productivos y contempla actividades en tecnologías de información, fabricación de aviones y utilización de nuevas formas de energía.

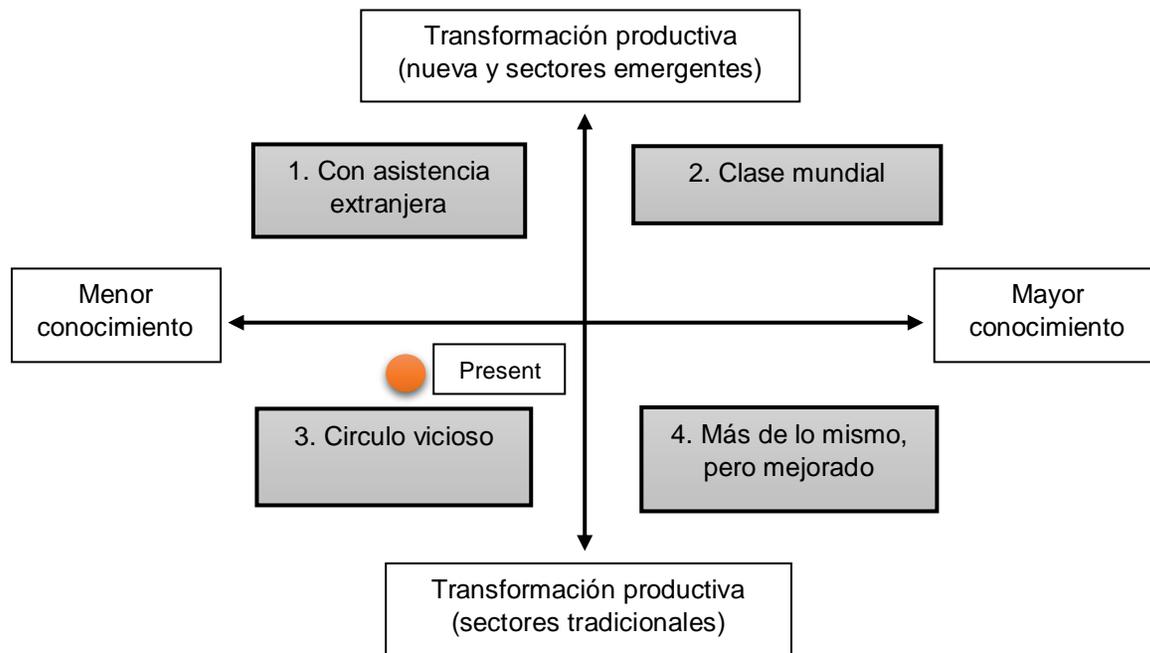


Ilustración 12. Escenarios para el desarrollo de los países de América Latina

Los 4 escenarios resultantes muestran los 4 futuros posibles para los países de América Latina y se pueden resumir con las siguientes características:

1. **Círculo vicioso:** La situación actual de América Latina se encuentra en este escenario: una combinación de investigación centrada en los productos tradicionales (ganadería, agricultura, minería) resultado de los niveles de baja calidad en educación.
2. **Con asistencia extranjera:** Los bienes se producen asumiendo alta tecnología, pero sin la investigación local. Este es el caso de las maquilas que utilizan mano de obra local y *know-how* (tecnología o conocimiento) internacional.
3. **Más de lo mismo pero mejorado:** Los bienes que se producen provienen de los recursos naturales a través de alta tecnología que incorpora una investigación sofisticada.
4. **Clase mundial:** Este escenario supone la llegada de tecnologías de la información, las nuevas formas de energía, etc., y en consecuencia, la investigación local en esas áreas.

Finalmente, la investigación concluye que los países que participaron en el estudio del convenio Andrés Bello tienen 4 caminos a considerar para elegir el futuro que más les conviene:

- Ir hacia la maquila, como se hizo inicialmente en México.
- Tomar la ruta de la investigación sofisticada por sus recursos naturales, la ganadería, la agricultura y el medio ambiente como un ejemplo.
- Explorar el uso de la investigación y de los productos industriales, tales como tecnologías de la información, la energía, la fabricación de aviones y robótica.
- Permanecer en el círculo vicioso, una educación universitaria mediocre que genera una investigación mediocre, que a su vez genera una producción de baja calidad.

ARTÍCULO 1B

Un segundo artículo que presenta el mismo autor muestra el desarrollo de cuatro escenarios pero en este caso enfocado en el futuro de la industria láctea. (Ver ilustración 13) El estudio se llama "El futuro de la industria láctea" y fue realizado en 2007. La exploración de las tendencias mundiales en tecnologías indica un número significativo de patentes con aplicaciones en producción de leche a través de procedimientos enzimáticos o mecánicos, que implican la inocuidad, la durabilidad y la conservación de los productos (leche, queso y yogurt).

El desarrollo tecnológico fue elegido como una de las variables que influyen en el futuro de la industria láctea y se grafica a través del eje vertical. La segunda variable seleccionada para analizar el posible futuro de la industria láctea corresponde a los niveles de gestión y formación de personal, graficada en el eje horizontal. Cada variable tiene dos direcciones con los signos positivo y negativo. Por ejemplo, el alto desarrollo tecnológico se encuentra en la dirección positiva del eje vertical, mientras que el desarrollo tecnológico deficiente se encuentra en la dirección negativa. A través de las dos variables mencionadas anteriormente se pueden construir cuatro escenarios que son mostrados gráficamente en la ilustración 13. A continuación se muestra una breve descripción de cada escenario.

1. **Leche cruda:** Hay una buena gestión y buena formación de personal, pero la tecnología utilizada no es la más reciente.
2. **Conocimiento improductivo:** Este escenario contempla utilización de última tecnología, pero la gestión y la educación del personal son desatendidas. Las consecuencias serían desastrosas porque sería caer en el estereotipo donde la tecnología lo hace todo.
3. **Leche agria:** Este sería el futuro de los perdedores: la tecnología deficiente y mala gestión.
4. **Leche saludable:** Este escenario refleja las esperanzas de la industria láctea: la tecnología superior óptima con gestión y educación del personal adecuadas. Este es el escenario para hombres de negocios, ya que tiene el equilibrio entre dos indicadores. Por lo tanto, el camino hacia el futuro debe ser construido en la dirección dictada por este escenario.

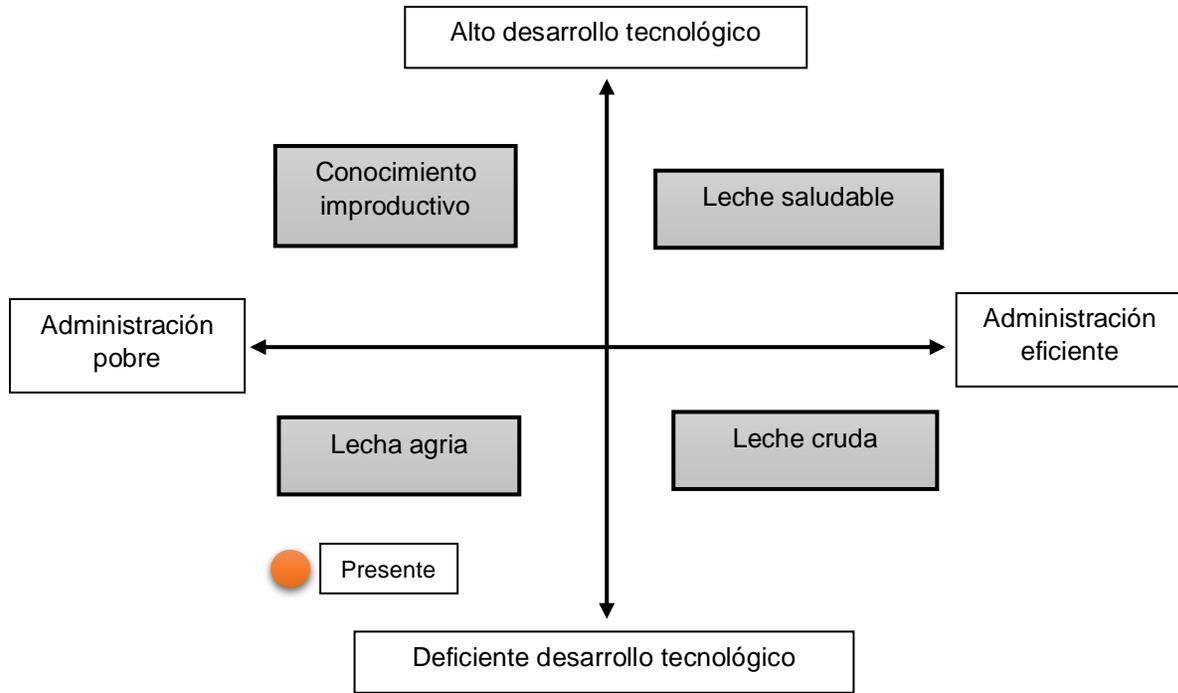


Ilustración 13. Escenarios de la industria láctea

ARTÍCULO 1C

Finalmente el autor Mojica (2010) presenta un tercer ejercicio de escenarios enfocado a la industria editorial en donde analiza el medio que utilizan los editores cuando realizan su trabajos y el medio que utilizan los lectores para realizar esta actividad. Este estudio indica la transición de lo analógico (libro de papel) a productos digitales y alerta a los empresarios a prepararse para esta situación irreversible en sus negocios.

Un taller con expertos sugiere una consulta *Delphi* y en una de ellas se acordó que la tendencia es un producto digital, sin embargo existe una variable paralela y es el trabajo del editor. Tanto el editor y el lector permiten dos hipótesis para el futuro cada uno: analógico o digital.

Actualmente se vive una situación de cierta superioridad analógica sobre la digital de acuerdo con los editores y lectores. Sin embargo, la fuerte tendencia hacia la tecnología digital hará que seguramente en 40 años, incluso antes, los editores y los lectores van a generar y utilizar productos digitales en el escenario 2050. Pero la gama media, en 2020 podría ser identificada por la presencia digital y analógica en proporciones similares. A partir de este conflicto, el ganador será el producto digital.

En la ilustración 14 se pueden observar los ejes que representan en su posición horizontal la forma en que un editor desarrolla su trabajo (analógico o digital) y en su posición vertical la forma en que el lector se relaciona con el trabajo del editor (papel o digital).

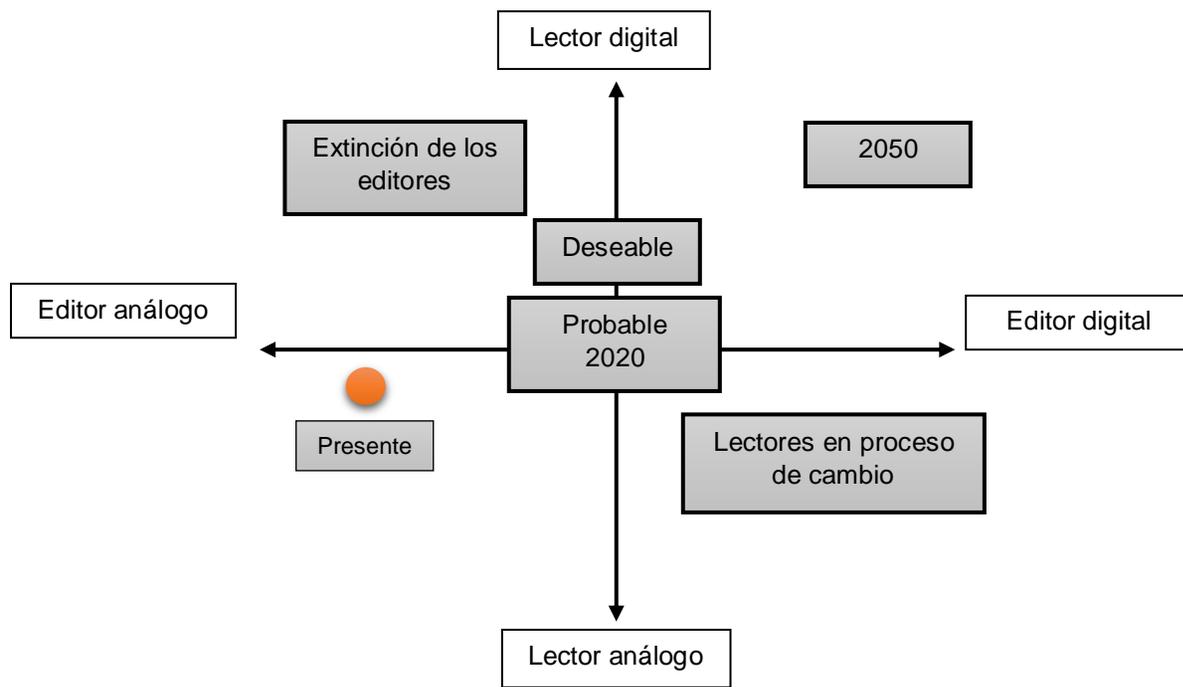


Ilustración 14. Escenarios de la industria editorial

1. **La extinción de los editores:** corresponde a un lector orientado básicamente al producto digital, pero rodeado de editores obsesionados con producciones analógicas. Se espera el fracaso de estos editores además de que la adquisición de material digital a través de compras por Internet es un hecho.
2. **Lector en el proceso de cambio:** Describe un lector analógico con editores que son totalmente digitales. Este es un escenario muy poco probable debido a la aceptación de la tecnología desde temprana edad de las nuevas generaciones..
3. **Probable 2020:** Contempla el equilibrio entre las dos variables, mismo número de lectores digitales y analógicos y el caso para la variable de editores se encuentra con la misma proporción.
4. **2050:** Dicho escenario contempla lectores y editores digitales. El escenario 2050 es el más probable debido al crecimiento exponencial de la tecnología que se vive en la actualidad y el cuidado del medio ambiente que se traduce en la disminución del uso de papel que consume recursos naturales vitales.
5. **Deseable:** Este escenario permite la existencia de los dos estados cuando se evalúa la variable editor; cuando se considera la variable lector se observa una pequeña ventaja hacia el estado digital; dicha situación es la deseable para muchos editores que ven con cierta nostalgia la próxima salida de papel.

4.2.2 ARTÍCULO 2

Título: La Fuerza de Trabajo de turismo de Asia y el Pacífico del Futuro: El uso de técnicas Delphi para identificar posibles escenarios.

Título original: *The Asia-Pacific Tourism Workforce of the Future: Using Delphi Techniques to Identify Possible Scenarios*

Autores: David J. Solnet, Richard N. S. Robinson y Brent W. Ritchie. Universidad de Queensland, Australia.

Tom Baum. Universidad de Strathclyde, Glasgow, Reino Unido. Anna Kralj. Universidad de Griffith, Queensland, Australia

Mark Olsen, de EC3 Global, Brisbane, Queensland, Australia.

Fuente y año de publicación: Revista *Journal of Travel Research*. (David J. Solnet, 2014).

La región Asia y el Pacífico consta de poco más de 50 diferentes países de los que destacan Australia, China, India, Japón y República de Corea. Esta región se caracteriza por el crecimiento turístico que ha presentado en los últimos años, pues se registraron 13 millones más de llegadas de turistas internacionales en 2015 (+5% con respecto al 2014), hasta alcanzar los 277 millones. Otros ejemplos son Oceanía con un incremento de 7% y el sureste Asiático con un incremento de 5%, mientras que Asia meridional y el noreste Asiático registraron un incremento del 4%. (Organización Mundial del Turismo, 2016).

El incremento de turismo requiere que los lugares sean adaptados al turista y que por lo tanto, los servicios y personal requeridos vayan en aumento. El descubrimiento de lugares para visitar en la región ha sido a través de redes sociales e Internet, por lo que ahora es más común que se planeen más viajes de turistas a esa región que anteriormente. Esa región ofrece nuevas experiencias para quienes ya han viajado a través de los continentes Europa y América y desean seguir conociendo el mundo.

Este estudio fue desarrollado en tres etapas, la primera de ellas consistió en investigar literatura para orientar y vislumbrar los factores de cambio en el turismo, específicamente con la fuerza de trabajo en la región Asia-Pacífico. La segunda etapa consistió en reunir a un panel de expertos y desarrollar un ejercicio *Delphi* de 3 iteraciones para encontrar cuáles eran los factores más importantes que intervienen en el desarrollo del turismo en esta región. Finalmente, en la tercera etapa con la información reunida se construyeron 4 escenarios con base en 2 variables relevantes de acuerdo con el ejercicio *Delphi*.

Los resultados del ejercicio *Delphi* mostraron que una de las variables que interviene directamente en el desarrollo del turismo es el nivel de prosperidad económica de los turistas; por lo tanto, hay dos posibles estados para dicha

variable, crecimiento o declive y dificultad económica. La segunda variable que ayuda a construir los escenarios es el tipo de servicio que se ofrece a los turistas, los cuales pueden ser un servicio personalizado o un servicio estándar.

A continuación, en la ilustración 15 se presentan los 4 escenarios de forma gráfica y después se presenta una descripción con detalle de cada uno de los mismos, con el fin de hacer evidentes las diferencias entre cada uno de los escenarios.

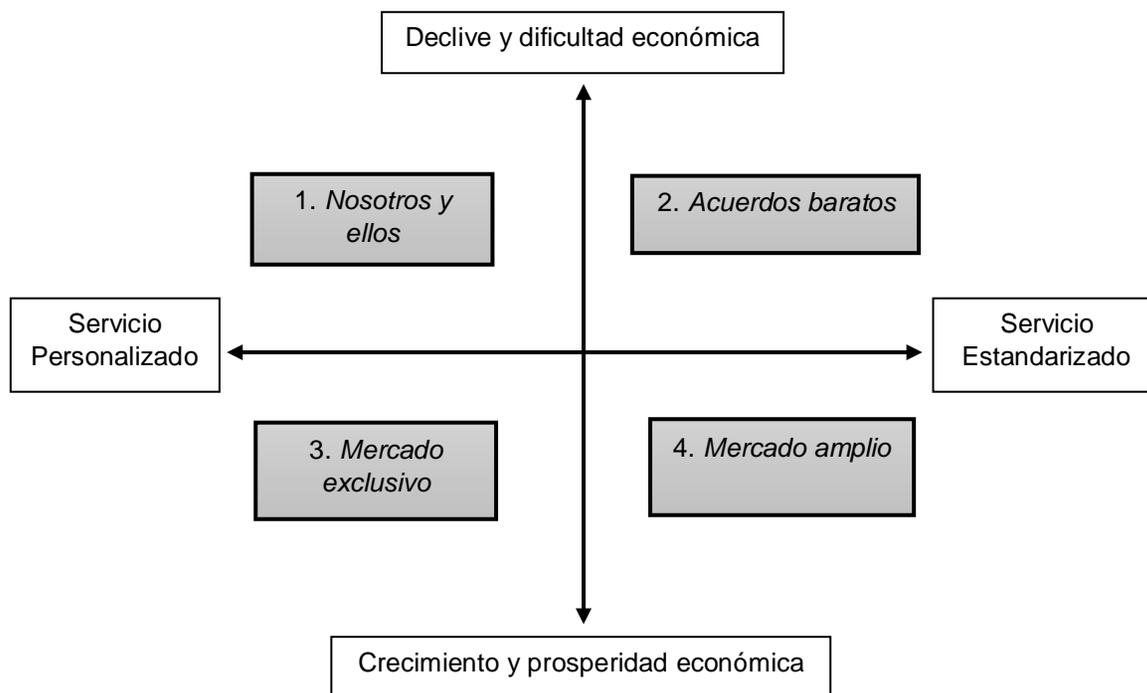


Ilustración 15. Construcción de los 4 escenarios probables

La investigación estudiada presenta también una descripción más precisa de cada escenario contemplado, que ayuda a visualizar con mayor precisión las ventajas y/o desventajas que tiene cada escenario; la descripción se encuentra en la tabla 6.

Posterior a la tabla 6 se encuentra un resumen explícito de las características de cada escenario. A diferencia de los ejercicios de escenarios anteriores, se puede observar que el presente contiene una mejor explicación del comportamiento de las variables y cómo influyen en la construcción de escenarios.

Tabla 6 Características de cada escenario

VARIABLES	ESCENARIOS			
	1. Nosotros y ellos	2. Acuerdos baratos	3. Mercado exclusivo	4. Mercado amplio
Situación económica	Recesión	Recesión	Crecimiento	Crecimiento
Naturaleza de la demanda de consumidores	Lujos personalizados para sólo unos cuantos que viven con privilegios.	Gran escala, demanda estandarizada, precios bajos y buenos.	Alta calidad, servicios personalizados y productos para el mercado grande y en crecimiento.	El turismo de masas domina al regional, servicios y productos estandarizados para un gran número de turistas.
Características de la fuerza de trabajo del turismo	Oportunidades de empleo amplias pero que demandan trabajadores con habilidades y aptitudes específicas y de alta calidad. Empleos considerados deseables y con alto estatus.	Alto volumen, baja habilidad móvil, baja fuerza de trabajo calificada de periféricos al núcleo.	Demanda de un alto número de trabajadores altamente calificados en todos los niveles. Competencia por la mano de obra de otros sectores; la exclusión social del lugar de trabajo de turismo a clases y grupos marginados; la región actúa como un imán para los empleados de otros países.	Centrado en reclutamiento en masa de trabajadores con alta competencia de otros sectores, altos niveles de sustitución de tecnología para reducir la dependencia a la mano de obra.
Educación y entrenamiento en turismo	Participantes de alta calidad en programas de élite.	Bajo valor atribuido a la educación y la formación de todos los involucrados. Enfocada al desarrollo de habilidades básicas en las escuelas y lugares de trabajo.	Alta educación y preparación.	La preparación se centra en la formación de un gran número de habilidades rutinarias. En las escuelas / universidades se tiene un bajo estatus y reconocimiento. Educación de alta calidad recibida fuera de la región.

Escenario número 1 (Nosotros y ellos)

El escenario contempla dos características principales. Se ofrecen servicios de turismo personalizados, que se adaptan a las necesidades de cada cliente y hace que la experiencia del mismo sea mayormente satisfactoria. Contempla un estancamiento e incluso declive en la economía, por lo que pocos son los turistas que tienen la oportunidad de viajar y conocer la región Asia-Pacífico. A continuación se presenta una lista con los factores más importantes de este escenario para 2030:

- La fuerza de trabajo del turismo se adapta rápidamente al uso de la tecnología como herramienta de trabajo.
- Los turistas se adaptan rápidamente al uso de tecnología.
- La economía global se mantiene estancada en la región Asia-Pacífico
- La polarización de las clases sociales ha provocado una distancia muy amplia entre pobres y ricos.
- Los turistas que viajan desde otras regiones del mundo que se caracterizan por gozar de vidas privilegiadas y ser minoría son los que han demandado servicios exigentes y experiencias únicas.
- Debido a la recesión económica, la creación de empleos es nula y no coincide con las proyecciones del gobierno nacional y de la Organización Mundial de Turismo (OMT).
- La tecnología ha permitido realizar experiencias únicas para los turistas y disminuir la fuerza de trabajo necesaria para operar el turismo.
- Las habilidades requeridas para obtener un empleo en el sector turístico son mayores puesto que los empleos son pocos y se requiere personal altamente calificado para ofrecer servicios de calidad.
- Las administraciones gubernamentales pierden interés en la inversión al sector turístico debido al fracaso de las proyecciones de creación de empleos para los más necesitados.
- La formación de profesionales dedicados al turismo no es vista como una inversión y solo pocas instituciones imparten la preparación.

Escenario número 2 (Acuerdos baratos)

El escenario contempla dos características principales: Se ofrecen servicios de turismo estandarizados, que permiten que los precios sean más accesibles para otros sectores de la población y contempla un estancamiento e incluso declive en la economía. A continuación se presenta una lista con los factores más importantes de este escenario para 2030:

- La fuerza de trabajo del turismo es poco exigida y sus habilidades son de rutina.
- Los turistas se adaptan rápidamente al uso de tecnología.
- La economía global se mantiene estancada en la región Asia-Pacífico. Existe variación entre demanda y expectativas de los consumidores.
- Existen tensiones entre servicios de calidad y rendimiento de la inversión.
- El turismo se centra en los viajes de bajo costo y experiencias estandarizadas.
- La inversión de turismo es enfocada en alojamiento normalizado, parques temáticos, tiendas, alimentos y servicios de transporte.
- Las habilidades requeridas para obtener un empleo en turismo son menores debido a que existe una alta demanda de trabajadores; el sector laboral es débil y la inestabilidad del mismo es evidente por las múltiples ofertas de empleo.
- A pesar de la recesión económica el gobierno promueve las actividades turísticas a nivel nacional y nivel regional.
- La atracción de mano de obra barata gracias a la apertura de las fronteras ayuda a satisfacer las demandas de servicios de bajo costo y alto volumen.
- La formación de profesionistas dedicados al turismo es vista por el gobierno como una inversión hasta las habilidades básicas apegadas a las normas internacionales. Sin embargo, una formación de calidad es vista como innecesaria por las instituciones que ofrecen empleo a la población, por lo que hay poca demanda de programas de entrenamiento de calidad en universidades y colegios.

Escenario número 3 (Mercado exclusivo)

El escenario contempla dos características principales: Se ofrecen servicios de turismo personalizados, que se adaptan a las necesidades de cada cliente y hace que la experiencia del mismo sea mayormente satisfactoria. Contempla un crecimiento económico que representa un estimulante para el turismo, la región ha superado a todas las demás y prueba de ello es el flujo de turistas que recibe. A continuación se presenta una lista con los factores más importantes de este escenario para 2030:

- La fuerza de trabajo del turismo se adapta rápidamente al uso de la tecnología como herramienta de trabajo.
- Los turistas se adaptan rápidamente al uso de tecnología.
- La economía global se ve beneficiada por el crecimiento del sector turismo.
- Los turistas que viajan a la región Asia-Pacífico están en búsqueda de nuevas experiencias de turismo. Muchos de ellos ya han visitado la región y vuelven en búsqueda de experiencias similares.

- El turismo es un generador de empleos importante en los lugares más atractivos de la región como Bali, Bangkok, Beijing, Hong Kong, Macao, Shanghai, Singapur y Sydney, pero cada vez hay destinos alternativos que ofrecen increíbles experiencias gracias a la globalización de la calidad del servicio turístico en la región.
- Las habilidades requeridas para obtener un empleo en turismo son mayores puesto que se requiere personal altamente calificado para ofrecer servicios de calidad. A pesar de que existe mucho empleo, muchos aspirantes son rechazados por la escasa preparación en habilidades sociales, idiomas, tecnológicas y atributos estéticos.
- Centros de clase mundial de excelencia en la educación de turismo se ubican en la región y sobresalen del resto de instituciones ubicadas en otras regiones del mundo. Estudiantes de todo el mundo buscan oportunidades en la región Asia-Pacífico debido a que la oportunidad de trabajo después de obtener un grado profesional es muy alta.
- La formación de profesionales dedicados al turismo es vista como una inversión y las organizaciones turísticas apuestan a la formación inicial de sus reclutas y en un aprendizaje continuo de sus trabajadores para utilizarlo como una ventaja competitiva al ofrecer excelentes servicios turísticos.

Escenario número 4 (Mercado amplio)

El escenario contempla dos características principales: se ofrecen servicios de turismo estandarizados, que permiten que los precios sean más accesibles para otros sectores de la población y considera un desarrollo económico favorable similar al del escenario previo. A continuación se presenta una lista con los factores más importantes de este escenario para 2030:

- La fuerza de trabajo del turismo se adapta rápidamente al uso de la tecnología como herramienta de trabajo.
- Los turistas se adaptan rápidamente al uso de tecnología.
- La tecnología de auto-servicio será recurrentemente utilizada en todo el sector del turismo.
- El turismo se centra en los viajes de bajo costo y experiencias estandarizadas que igualmente poseen un lujo estandarizado y que permiten un aumento en la afluencia de turistas.
- Los centros urbanos más conocidos de la región Asia y el Pacífico tienen un gran éxito en turismo, mientras que las ubicaciones menormente conocidas reportan pérdidas por el sector turístico.
- La fuerza de trabajo del turismo es demandada considerablemente pero las oportunidades de trabajo se enfocan a perfiles no calificados. Escasa mano de obra altamente calificada.

- Las habilidades requeridas para obtener un empleo en turismo son menores debido a que existe una alta demanda de trabajadores en puestos donde no se exige mucha preparación. Sin embargo, las empresas de turismo buscan talento fuera de la región para complementar su personal de todos los niveles, pues en la región no se cuenta con programas de calidad para puestos de mayor jerarquía.
- El sector privado ejerce presión en la creación de programas de educación con menor duración y más intensidad que brinden al interesado calidad y que no sea cantidad de estudiantes los que terminan su formación en turismo.

4.2.3 ARTÍCULO 3

Título: Política energética para el desarrollo con baja emisión de carbono en Nigeria: aplicación de un modelo LEAP.

Título original: *Energy policy for low carbon development in Nigeria: A LEAP model application.*

Autor: Nnaemeka Vincent Emodi. Universidad James Cook, Cairns, Australia.

Chinenye Comfort Emodi. Universidad de Agricultura, Umudike, Nigeria.

Girish Panchakshara Murthy. Universidad IFHE, India.

Adaeze Saratu Augusta Emodi. Universidad Estatal de Abia, Uturu, Nigeria.

Fuente y año de publicación: Revista *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Emodi, NV. et al, 2017).

La segunda revolución industrial vio el aumento del consumo de combustibles fósiles que condujo a la electrificación y a la comercialización tecnológica de bienes y servicios (Wang Z., 2016). Desde el siglo pasado, el mundo ha experimentado la transición en la forma en que se utiliza la energía, desde el carbón hasta el petróleo. La creciente globalización e industrialización han aumentado exponencialmente la demanda de energía en todo el mundo (Sughanti L., 2012). Según la Agencia Internacional de Energía en 2008 aproximadamente el 80% del suministro global de energía proviene de combustibles fósiles. La utilización de fuentes de energía provenientes de combustibles fósiles tiene consecuencias ya estudiadas y comprobadas en cuanto a emisiones contaminantes que producen el cambio climático y el agotamiento de los recursos naturales.

Por otra parte, el consumo de energía es uno de los indicadores de desarrollo y calidad de vida que mide a los países. La necesidad de satisfacer una demanda de energía pronosticada para un periodo dado es la razón fundamental para la planificación energética. Según el Consejo Mundial de la Energía, "la planificación energética es la parte de la economía aplicada a los problemas energéticos, teniendo en cuenta el análisis de la oferta y la demanda de energía, así como la implementación de los medios para asegurar la cobertura de las necesidades energéticas en un mercado nacional o internacional." (World Energy Council, 1992).

El mayor número posible de recursos energéticos se encuentran en el continente africano; sin embargo, el continente ha experimentado un consumo de energía relativamente bajo en general. Hablando específicamente de Nigeria se observa que dicho país experimenta una notable paradoja: la abundancia de recursos energéticos y la pobreza generalizada. Se sabe que alrededor de 40% de la población tiene acceso a la red de suministro de electricidad, mientras que aproximadamente 70% de la población aun dependen de leña para vivir (Eleri EO, 2012).

El gobierno de Nigeria decidió actuar frente a la amenaza de pobreza energética aumentando el número de centrales eléctricas de gas para la generación de electricidad (Emodi NV, 2015), mientras que los planes siguen en curso para introducir otras fuentes de energía. Los planes fueron realizados por la Comisión de Energía de Nigeria (ECN), que es una agencia gubernamental responsable de la planificación estratégica y la coordinación de las políticas energéticas nacionales en todas sus diversas formas en dicho país. La ECN llevó a cabo un estudio para determinar la proyección de la demanda y oferta de energía con algunos escenarios. De acuerdo a los autores del trabajo, el estudio desarrollado por la ECN adolece de varias limitaciones por las siguientes tres razones:

1. Los escenarios no fueron desarrollados considerando varios parámetros que pueden influir en la demanda de energía. El único parámetro considerado fue la tasa de crecimiento económico (PIB). Otros parámetros que se deben incluir son: la población, los ingresos, el tamaño del hogar, la tecnología, los precios de la energía, etc.
2. El impacto de la futura aplicación de la política energética y las estrategias no se consideraron en el estudio de la ECN. Se espera que el impacto de varias políticas energéticas altere el patrón de consumo de energía de un país en los horizontes de corto, mediano y largo plazo.
3. El impacto de los gases de efecto invernadero (GEI) en el ambiente no se consideraron en el estudio de la ECN. La contribución de los gases de efecto invernadero al cambio climático no se puede dejar de lado cuando se lleva a cabo la modelización de la energía, porque esto tiene un impacto directo en la sociedad. El efecto del cambio climático se puede observar en casi todas las partes de Nigeria, y como tal, la consideración de la reducción de GEI es importante.

Por lo anterior, los autores construyeron otros escenarios contemplando las siguientes preguntas:

- a) *¿Cuál es la demanda de energía proyectada en Nigeria y cómo se puede satisfacer esta demanda eficientemente a un costo mínimo sin aumentar los Gases de Efecto Invernadero (GEI)?*
- b) *¿Qué opción de política energética sostenible puede recomendarse para garantizar que se realice un desarrollo con bajas emisiones de carbono en Nigeria?*

Los autores utilizaron el Sistema de Planificación de Alternativas Energéticas a Largo Plazo (LEAP) que es una herramienta de software utilizado para el análisis de la política energética y la evaluación de la mitigación del cambio climático.

LEAP fue desarrollado por el Instituto Ambiental de Estocolmo y ha sido adoptado por agencias gubernamentales, académicos, organizaciones no gubernamentales, empresas de consultoría y servicios públicos de energía, entre otros, en más de 190 países. Es una herramienta de modelado integrado, basado en escenarios que se pueden utilizar para realizar un seguimiento del consumo de energía, la producción y la extracción de recursos en todos los sectores de una economía. (Energy Community, 2017).

La investigación que presenta el artículo representa una oportunidad para Nigeria de seleccionar entre diversas opciones de energía renovable, tecnologías de baja emisión de carbono y herramientas de eficiencia energética para moderar el crecimiento de la demanda de energía. El estudio elaborado también tiene la intención de proporcionar recomendaciones de política energética para el gobierno nigeriano para fortalecer la planificación de los sistemas energéticos del futuro en Nigeria.

El modelo LEAP utiliza un marco para calcular el consumo de energía, la transformación (generación de electricidad, refinación de petróleo, producción de carbón vegetal, minería del carbón) y las emisiones de carbono asociadas; además, se analizan las repercusiones de las distintas políticas energéticas en el sistema energético nigeriano considerando cuatro escenarios: el escenario de referencia (**REF**), el escenario de bajo carbono moderado (**LCM**), el escenario de bajo carbono avanzado (**LCA**) y el escenario optimista verde (**GO**). Algunos datos que contempla el análisis LEAP desarrollado por los autores para Nigeria se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Suposiciones clave del modelo LEAP en escenarios REF, LCM, LCA y GO

Suposición clave	REF		LCM		LCA		GO	
	2010	2040	2010	2040	2010	2040	2010	2040
PIB (millones USD)	369	1255	369	1476	369	1587	369	2177
Tasa de crecimiento del PIB (%)	8		10		11		11	
Ingresos (en miles de USD)	2310	5705	2310	5914	2310	6329	2310	6676
Tasa de crecimiento de los ingresos (%)	4.9		5.2		5.8		6.3	
Población (millones)	160	304	160	318	160	328	160	337
Tasa de crecimiento de la población (%)	2.55	3	2.55	3.3	2.55	2.4	2.55	3.7
Hogares (millones)	37	72	37	80	37	84	37	87
Tamaño del hogar (personas)	5							
Tasa de crecimiento de los hogares (%)	3.16		3.9		4.2		4.5	
Tasa de urbanización (%)	44	70	44	75	44	80	44	73
Tasa de crecimiento de la industria (%)	6	6.5	6	7.1	6	7.5	6	7.7
Tasa de crecimiento comercial / servicios (%)	12	12.5	12	13.2	12	13.6	12	13.9
Tasa de crecimiento de la agricultura (%)	6	6.5	6	7.3	6	7.4	6	7.8

Los autores introducen los escenarios de la siguiente manera: el escenario REF representa el caso base sin ninguna intervención de política energética. Los escenarios alternativos han tenido sus estrategias de políticas aumentadas en grados que van desde el escenario LCM con políticas moderadas, hasta el escenario de LCA con políticas energéticas más agresivas y, finalmente, el escenario GO que tiene un alto nivel de aplicación de energía renovable.

Demanda de energía

Con base en la información sobre el desarrollo socioeconómico en Nigeria proporcionada por organismos del país enlistados en la tabla 8 y los diversos parámetros presentados en la tabla 7, se calcularon los valores del consumo total de energía del modelo LEAP nigeriano para los escenarios REF, LCM, LCA y GO de 2010 a 2040.

En general, el consumo de energía aumentará constantemente hasta 2040 en cada escenario, todos ellos con diferentes tasas de crecimiento. Considerando el consumo de energía del primer escenario (REF), se proyecta que alcance 3,075 Petajoules (PJ) en 2040, desde 1,039 PJ en 2010, con una tasa de crecimiento anual de 3.68%, el más alto entre los cuatro escenarios.

Tabla 8. Organismos que proporcionaron información para el estudio LEAP

Nº	Organismo
1	Oficina Nacional de Estadística en Nigeria (NBS) (datos primarios)
2	Comisión de Energía de Nigeria (ECN)
3	Centro Nacional de Control, Osogbo en Nigeria (NCC)
4	Organismo Regulador de Precios de Productos Petrolíferos de Nigeria (PPPRA)
5	Banco Mundial
6	Agencia Internacional de Energía (AIE)
7	Administración de Información de Energía de Estados Unidos (EIA)
8	Asociación Internacional de Transporte Público (UITP)
9	Asociación Africana de Transportes Públicos (UATP)

Gran parte de la energía consumida en el escenario REF en el año base es utilizada por el sector doméstico, con una participación de 40%, seguida por la industria (29%) y el transporte (22%), el restante 9% corresponde al sector comercial/servicios (ver ilustración 16). Sin embargo, esto hizo un ligero cambio en 2040 con un aumento en el sector doméstico y comercial/servicios, mientras que la reducción se observó en la industria y el sector de transporte.

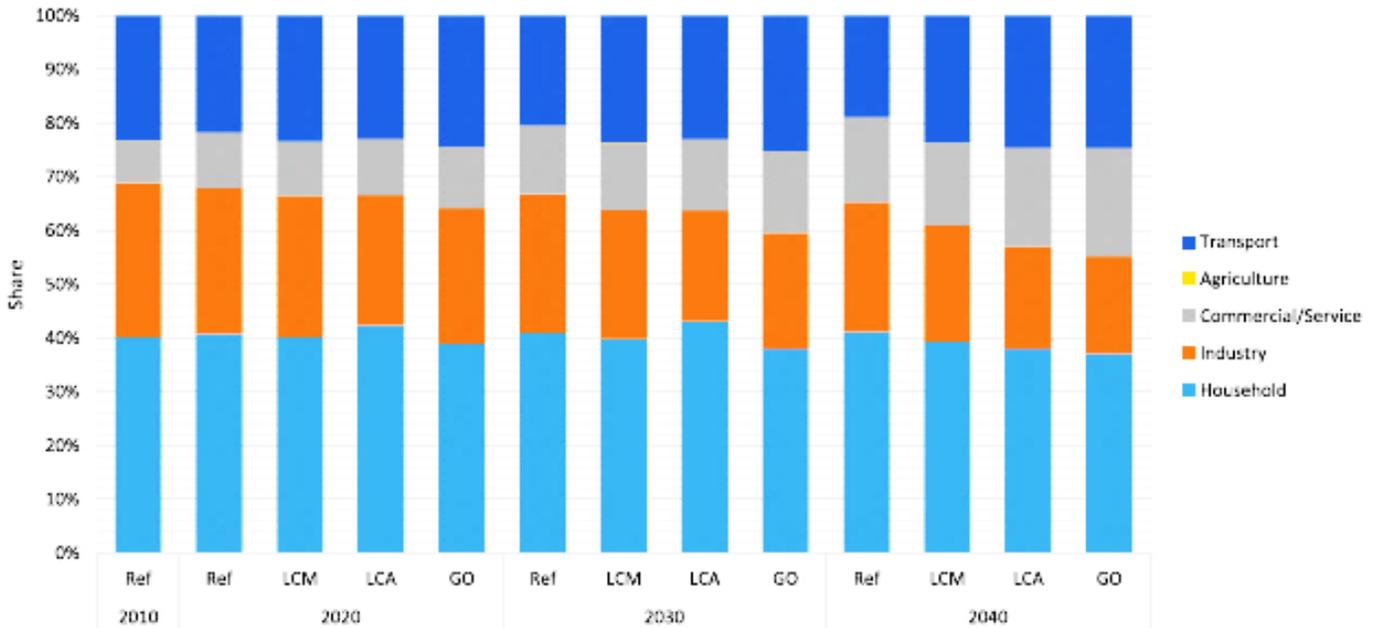


Ilustración 16 Proporción de energía usada por sector

Debido a la serie de mejoras de eficiencia energética, combustible y tecnología, el consumo total de energía se verá disminuido en los escenarios LCM y LCA. El consumo de energía del escenario LCM se reduce a 2,941 PJ con una tasa de crecimiento anual de 3.53%. Como puede observarse en la tabla 9, la mejora en el sector energético fue generada por las medidas de eficiencia energética, como la sustitución de 70% de bombillas incandescentes por bulbos CFL. Las políticas energéticas más agresivas en el escenario LCA resultan en la disminución del consumo de energía a 2,488 PJ con una tasa de crecimiento del 2.95%. El sector de los hogares disminuyó su cuota, mientras que la participación del sector del transporte en el consumo de energía aumentó debido a la introducción del GLP en el sector del transporte.

El escenario GO, que tiene un mayor nivel de aplicación de energía renovable como la energía solar fotovoltaica y el uso eficiente de la leña para el hogar, tuvo un consumo energético total de 2,249 PJ, con una tasa de crecimiento de 2.61%, el hogar tuvo una ligera reducción en el consumo de energía en comparación con el escenario LCA, que se debe a la eliminación de bombillas incandescentes, utilización de lámparas eficientes y la provisión de energía solar fotovoltaica para reducir la demanda de energía.

Se invita al lector de éste documento a considerar los diferentes aspectos de la tabla 9 para lograr un mejor entendimiento de las características de cada variable. La mayoría de las conjeturas anteriores y las que se muestran a continuación fueron obtenidas del análisis de la mencionada tabla.

Consumo de energía por combustible

Los cambios contemplados en el uso final de energía para 2040 se describen a continuación para los cuatro escenarios.

En el escenario REF, la dinámica de consumo de energía en el 2040 seguirá siendo prácticamente la misma que en 2010, contemplando únicamente un ligero aumento en el consumo eléctrico a 19%. Opciones de energía como la biomasa, el keroseno y la gasolina seguirán dominando el sistema nigeriano de consumo de energía en 2040.

En los tres escenarios restantes se contempla una reducción en el consumo de keroseno a 23% en el escenario LCM, 21% en el escenario LCA y 20% en el escenario GO. La disminución del uso de keroseno se ve como resultado de mejoras en la eficiencia energética en la tecnología de cocción (estufas de cocción de keroseno eficientes) y el suministro de opciones de combustible alternativo.

Considerando la gasolina en el escenario REF, su porcentaje de uso disminuyó en el escenario LCM a 11% y en el escenario LCA a 10%, mientras que el GO tuvo 9% de uso de gasolina debido al aumento de la popularidad del gas natural comprimido GNC (4%) y gas licuado de petróleo GLP (10%) como combustible alternativo.

Finalmente, la participación en el uso de energía limpia, incluida la electricidad, el GLP, el GNC (en el escenario GO) y el gas natural, aumentará rápidamente en los escenarios LCM y LCA, contribuyendo al sector de energía con más de 50% en 2040. En general, en los escenarios LCA y GO, la dinámica de uso de energía comenzará a ser gradualmente ecológica en Nigeria, con un rápido crecimiento en energía limpia alternativa. Esto desempeñará un papel importante en la realización de un desarrollo con bajas emisiones de carbono en Nigeria y la mitigación de los GEI (ver ilustración 17).

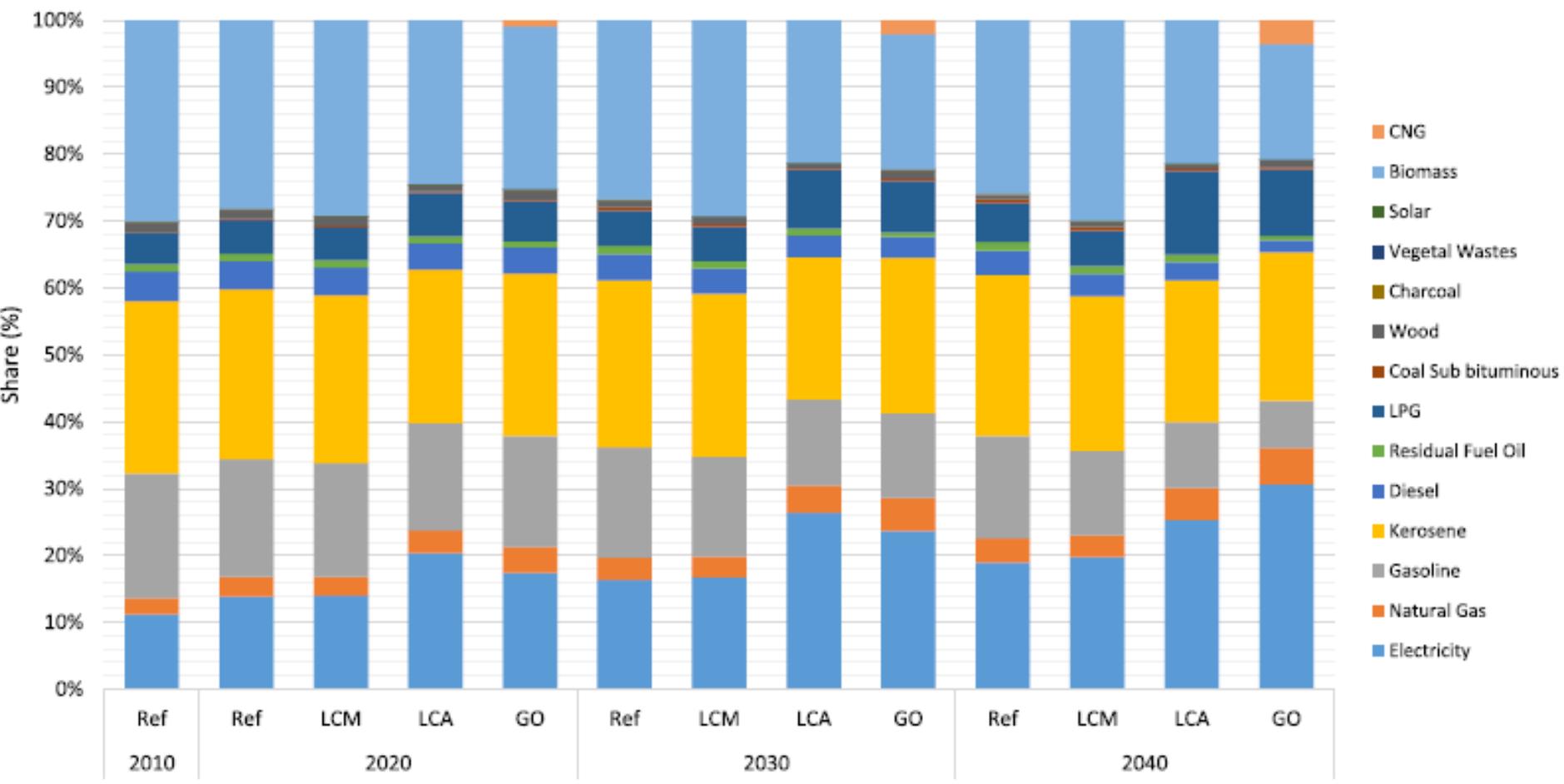


Tabla 9. Resumen de las características de cada escenario

	REF	LCM	LCA	GO
Filosofía de conducción	Sigue las vías de desarrollo más probables del gobierno para el sistema energético.	Impulsado por el capital más barato, el costo, los combustibles disponibles para mejorar el suministro de energía, y moderadamente reducir la demanda de energía.	Motivados por tecnologías de energía de combustibles fósiles más limpias y una agresiva reducción de la demanda de energía.	Basado en una economía de crecimiento bajo en carbono-verde con miras a mitigar el cambio climático global, reducir la pobreza energética y asegurar la sostenibilidad energética.
Características del escenario	La tendencia actual del consumo de energía continúa en todos los sectores.	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora moderada de la eficiencia energética en todos los sectores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora agresiva de la eficiencia energética en todos los sectores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Provisión de eficiencia energética y sistemas fotovoltaicos solares para el lado de la demanda.
	No diversificación del lado de la oferta de la fuente de energía.	<ul style="list-style-type: none"> • Lámpara fluorescente compacta (CFL) para reemplazar 70% de bombillas incandescentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bombillas LED para reemplazar las bombillas incandescentes de 70%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar las bombillas incandescentes y sustituirlas por CFL 60% y LED 40%.
		<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de centrales de gas, pequeña parte de energías renovables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la capacidad de las centrales eléctricas de bajo consumo de combustibles fósiles, una mayor proporción de energías renovables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la participación de la capacidad de la planta de combustibles fósiles y aumento de la participación de las fuentes renovables en el lado de la oferta.
		<ul style="list-style-type: none"> • Introducción de los biocombustibles en el sector del transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción de opciones de combustible de GLP, además de biocombustible para complementar combustibles convencionales en el sector del transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Opciones de GNC, GLP y biocombustibles con una cuota reducida de combustibles convencionales.

		• Reducción moderada de la electricidad T & D y pérdida de gas natural.	• Reducción mejorada de las pérdidas de gas natural y eléctrico.	• Reducción de las pérdidas de gas natural y eléctrico al mínimo.
Supuestos generales	Aumento del acceso a electricidad al 100% para 2030			
Supuestos específicos del escenario	Lado de la demanda: caso práctico en todos los sectores.	Lado de la demanda: introducción de CFL, eficiencia energética moderada en electrodomésticos.	Lado de la demanda: introducción de LED, eficiencia energética agresiva en todos los sectores.	Lado de demanda: introducción de lámparas CFL y LED con reducción de bombillas incandescentes, enfoque a eficiencia energética en todos los sectores.
	Lado de la oferta:	Lado de la oferta:	Lado de la oferta:	Lado de la oferta:
	Capacidad instalada en 2040 = 155,283 MW	Capacidad instalada en 2040 = 170,500 MW	Capacidad instalada en 2040 = 180,500 MW	Capacidad instalada en 2040 = 181,000 MW
	Participación estimada en el tipo de combustible:	Participación estimada en el tipo de combustible:	Participación estimada en el tipo de combustible:	Participación estimada en el tipo de combustible:
	Combustible fósil = 90% Renovables = 10%	Combustible fósil = 80% Renovables = 20%	Combustible fósil = 60% Renovables = 40%	Combustible fósil = 30% Renovables = 70%

Producción de electricidad

La creciente demanda de electricidad debe ser cubierta en Nigeria y el escenario REF propone una expansión de la capacidad de generación de electricidad para poder obtener 179,000 MWh en 2040. Según el gobierno nigeriano, para el año 2040 el 36% de la generación de electricidad será procedente de una turbina de gas de ciclo único (SCGT) y 18% de la turbina de gas de ciclo combinado (CCGT) para suministrar a la red; mientras que 18% será generado a partir de generadores diésel fuera de la red.

La contribución de las tecnologías de energía renovable es baja en comparación con los escenarios propuestos, especialmente los escenarios LCA y GO.

El escenario de LCA contempla un suministro de electricidad de 184,000 MWh para 2040 y es generado de la combinación de centrales eléctricas, obteniendo el total de la energía de 60% de combustibles fósiles y el restante 40% obtenido de energías renovables. La reducción en el número de centrales eléctricas SCGT (7%) y el aumento del número de centrales CCGT contribuirán a mejorar la eficiencia de las centrales de gas, ya que las turbinas de gas de ciclo combinado (CCGT) son más eficientes que las turbinas de gas de ciclo único (SCGT).

Por otro lado, las tecnologías de energía renovable incluirán una gran cantidad de energía hidroeléctrica (9%), biomasa (5%), viento en tierra (2%) y sistemas solares térmicos y fotovoltaicos al 2% cada uno para la red eléctrica. La mezcla de opciones de energía es más eficiente con una mayor proporción de generación de energía renovable de alrededor de 70% en el escenario GO. El objetivo es aumentar la generación de electricidad a partir de fuentes limpias y sostenibles, y reducir los niveles de emisiones de GEI en 2040 como lo muestra la ilustración 18.

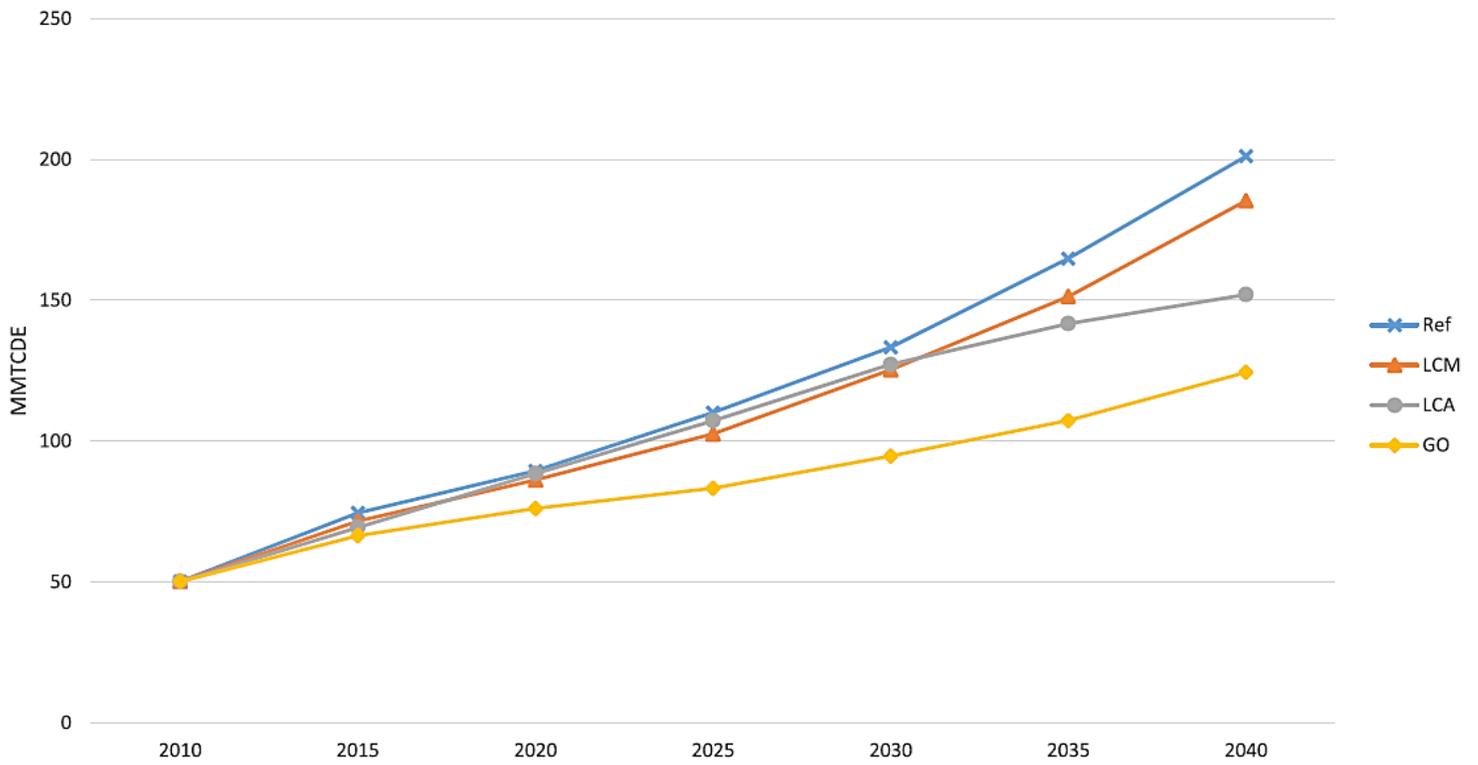


Ilustración 18 Emisiones de gases de efecto invernadero por escenario en Millones de Toneladas Métricas de Dióxido de Carbono Equivalentes

4.3 Comentarios de los ejercicios revisados

Los artículos presentados en el presente capítulo tienen por objetivo demostrar la utilización de la técnica de escenarios en PT y plantear el grado de complejidad que pueden llegar a tener los ejercicios.

Según Therond (2009) los escenarios deben cumplir con las siguientes características:

1. *Ser hipotéticos y describir las posibles situaciones futuras.*
2. *Describir los procesos a través de secuencias de eventos en un periodo determinado.*
3. *Surgir de un estado inicial (usualmente el presente) y desplegarse a un estado futuro en un horizonte de tiempo definido.*

Evaluando el primer punto de Therond todos los artículos describieron situaciones futuras posibles, pues en cada uno de los temas tratados se considera al futuro como incertidumbre y se pretende realizar un estudio del que se puedan obtener conclusiones que ayuden a tomar decisiones enfocadas al mejor estado posible. También todos los casos fueron hipotéticos pues los escenarios son suposiciones sobre el futuro considerando los diferentes estados de variables decisorias en el tema.

De igual forma, todos los casos presentados describen situaciones o secuencia de procesos en un periodo determinado, es decir, todos los casos plantean situaciones que tendrán que ir sucediendo para llegar al estado final en un periodo definido. No todos los casos presentados partieron de un estado inicial. Retomando el segundo artículo presentado, los cuatro escenarios que presenta hacen referencia al futuro sin evaluar el presente.

Como conclusión del capítulo se infiere que el estado inicial de una situación es totalmente relevante para evaluar las situaciones del futuro. Si no se evalúa el presente no hay forma de comparar con el futuro. Es decir, si el objetivo de un tema en particular es mejorar cierta condición, se debe medir la misma situación en el presente, planear estrategias y decidir las acciones a tomar en el futuro para llegar a un estado final. Cuando se ha llegado al estado final se puede evaluar de nuevo la condición inicial, y con ello determinar si el estado actual de ahora representa una mejora en comparación con el estado anterior.

Ahora, considerando la procedencia de la información se necesita verificar que sea de una fuente confiable. En varios de los casos presentados en este artículo, la información utilizada para construir los escenarios fue reunida a través de ejercicios Delphi de consulta con expertos en los temas tratados, por lo que se comprueba la importante relación que tienen las dos técnicas presentadas en este trabajo. Si la información que se utiliza para hacer un estudio de escenarios no es

confiable o no es relevante, los resultados que se obtengan del estudio de escenarios serán equivocados o no tendrán sentido alguno.

Por otro lado, considerando el tercer artículo presentado en este capítulo referente a políticas energéticas en Nigeria, es evidente la importancia del análisis integral de las variables más influyentes en un tema. Durante la introducción del artículo mencionado, se informó al lector sobre un estudio previo de escenarios realizado por un organismo local de Nigeria que fue criticado por los autores de la investigación, pues según ellos los escenarios habían sido planteados alrededor de una sola variable (tasa de crecimiento del PIB). La aclaración de los autores fue que el planteamiento de escenarios debe ser visto desde una forma integral, considerando las variables que juegan un papel importante en el futuro energético de aquel país. Con base en este hecho también se concluye la importancia de asegurar que las variables que construyen los escenarios serán las más relevantes en un tema específico.

Cabe mencionar que la información para realizar estudios de escenarios no necesariamente debe provenir de una técnica Delphi. Tal es el caso del mismo artículo ya mencionado. La información que se utilizó para desarrollar el estudio fue consultada con organismos locales de Nigeria, todos con respaldo de información estadística disponible.

Finalmente, es importante destacar que la información que caracteriza a cada escenario construido debe ser suficiente para poder distinguir entre los diferentes destinos que existan hacia el futuro sobre el tema del que se trate. En otras palabras, cuando hay una mejor descripción de cada escenario, el análisis de escenarios se facilita y deja menos suposiciones a criterio del lector; dichas suposiciones se pueden transformar en malas interpretaciones de la investigación realizada por el autor y perder el enfoque que el mismo autor intenta mostrar.

5. CONCLUSIONES

Uno de los objetivos del trabajo fue identificar las técnicas mayormente utilizadas en PT. En la sección de antecedentes se presentó una gráfica en la que se muestra que, utilizando la base de datos SCOPUS y realizando una búsqueda con la palabra *Foresight*, dentro de las palabras mayormente relacionadas con la anterior se encuentran las dos técnicas estudiadas en este trabajo.

Se encontró que las bases de datos como SCOPUS son de vital importancia para estudios de Prospectiva Tecnológica, gracias a la gran cantidad de información y al manejo práctico que ofrece. La base de datos permitió especializar búsquedas e identificar rápidamente la información para realizar una investigación como la presente.

Con los artículos mencionados en el desarrollo de este trabajo se logró observar la estrecha relación que existe entre las técnicas Delphi y Escenarios para estudios de prospectiva tecnológica; cuando se habla de estudios Delphi es común que se relacione con la palabra Escenarios. Asimismo, los trabajos analizados permitieron comprender la manera en que los ejercicios de PT se han utilizado en diferentes aplicaciones.

La técnica Delphi se utiliza para generar información sobre un tema en particular y se sustenta en la consulta ordenada a expertos en varias iteraciones que pretenden llegar a un común acuerdo sobre determinado tema. Se observó que la técnica Delphi es totalmente anónima y que de esto depende el éxito de la misma, pues se elimina la jerarquía de participantes y las respuestas son verídicas, no influenciadas por el criterio de otros expertos.

Los responsables de la aplicación de la técnica juegan un papel importante pues son los responsables del manejo de la información reunida y de generar nuevos cuestionarios dirigidos a ampliar y/o detallar la información que se desea obtener. Son los responsables de enfocar al grupo de expertos en el tema central y no permitir desviaciones que puedan confundir los resultados del grupo.

Finalmente, la selección de expertos para el desarrollo de una técnica Delphi debe ser realizada de forma estratégica buscando reunir diferentes perfiles que ofrezcan varios puntos de vista que alimenten la diversidad de enfoques sobre el tema analizado. La selección de expertos es un tema que si bien no se profundiza en los trabajos analizados, su estudio es una importante variable en la aplicación de un ejercicio de PT. Por esta razón, la adecuada selección de expertos a participar en ejercicios Delphi se considera como un tema de investigación adicional que debe ser analizado cuando se pretende realizar un estudio de PT.

Por otro lado, la técnica Escenarios pretende estructurar los resultados de un ejercicio de PT; es decir, aterrizar las ideas que se tienen de un tema y

caracterizarlas con detalle con la intención de tener un panorama general y específico de las posibles variantes futuras de una condición o pregunta realizada en la investigación de PT.

Se observó que en la mayoría de los estudios de Escenarios se busca construir un máximo de cuatro escenarios con el fin de resumir las variantes más relevantes y procesar información que es de importancia. Si un estudio comienza por procesar información que no es necesariamente relevante, los resultados no tendrán sentido alguno. En algunos casos se generan más escenarios, pero en mi opinión la comprensión del artículo se vuelve compleja cuando se desarrollan más de 4 escenarios, ya que es difícil diferenciar rápidamente cada uno de ellos.

Finalmente, se identificó que la validez de los resultados de un ejercicio de PT que se sustenta en las dos técnicas mencionadas se fundamenta en 3 puntos:

- La adecuada selección de los participantes para que realmente aporten información y conocimientos relevantes para los resultados.
- La aplicación adecuada de las técnicas por parte del grupo responsable.
- La claridad en la estructuración de los resultados para que sean fácilmente comprensibles por los mismos participantes y por otros actores que no hayan participado en el ejercicio de PT.

Por otra parte, se concluye que la prospectiva tecnológica debe ser utilizada de forma sistemática en los centros de investigación y desarrollo tecnológico (ClyDT); es decir, se debe realizar en un periodo fijo pero repetir el ejercicio después de un lapso determinado. La idea de realizar de manera sistemática el ejercicio de PT permitiría ajustar los resultados obtenidos durante el ejercicio anterior. Además, a los expertos participantes les permitiría acumular experiencia y conocimientos y de esta manera lograr resultados cada vez mejor sustentados.

El presente trabajo me permitió conocer la metodología de PT, así como comprender sus raíces y logré conocer su utilización. A través de la investigación bibliográfica desarrollé habilidades de análisis de información, además de mejorar mi capacidad de resumir información a través de los reportes que entregaba a mi tutor de tesis. Amplié mi capacidad de generar conclusiones a partir de información cuantitativa y, a través de la investigación y lectura de informes formales de organismos de investigación, mejoré la presentación de ideas y la forma de redactarlas con la intención de que el lector conozca fácilmente lo que el autor intenta transmitirle. Aunado a lo anterior, la lectura de todos los reportes me ayudó a ampliar mi vocabulario de la lengua inglesa, pues todos los reportes que fueron investigados se encontraban en idioma inglés.

Índice de tablas

<i>Tabla 1 Revistas más relevantes que publican estudios de PT.</i>	3
<i>Tabla 2. Artículos con títulos relacionados con las dos técnicas relevantes de PT</i>	13
<i>Tabla 3 Construcción de los 8 escenarios posibles a través de la combinación de tres variables</i>	18
<i>Tabla 4. Construcción de los 15 escenarios a través de la técnica Delphi convencional, clasificados como: SDE (demanda y oferta), F (financiamiento), C (competitividad) y S (sustentabilidad).</i>	29
<i>Tabla 5. Resultado de la evaluación de los expertos para cada escenario</i>	30
<i>Tabla 6 Características de cada escenario</i>	46
<i>Tabla 7. Suposiciones clave del modelo LEAP en escenarios REF, LCM, LCA y GO</i>	54
<i>Tabla 8. Organismos que proporcionaron información para el estudio LEAP</i>	55
<i>Tabla 9. Resumen de las características de cada escenario</i>	59

Índice de ilustraciones

<i>Ilustración 1. Principales palabras relacionadas con la palabra clave Foresight.</i>	6
<i>Ilustración 2. Criterios de búsqueda de artículos en Scopus</i>	11
<i>Ilustración 3. Lista de artículos encontrados por el buscador</i>	12
<i>Ilustración 4. Búsqueda en Scopus con operadores booleanos</i>	13
<i>Ilustración 5. Predicción de volumen de ventas de tecnología de pantalla (Escenario de crecimiento estable)</i>	20
<i>Ilustración 6. Predicción de volumen de ventas de tecnología de pantallas (Escenario Baja Saturación)</i>	21
<i>Ilustración 7. Predicción de volumen de ventas de tecnología de pantalla (Escenario La Burocracia)</i>	22
<i>Ilustración 8. Escenarios construidos a partir de las variables: ambiente regulatorio y político y costo de captura de dióxido de carbono. Fuente: Al-Saleh et. al. (2012).</i>	24
<i>Ilustración 9. Diagrama de flujo del estudio Delphi</i>	25
<i>Ilustración 10. Impacto en la industria vs Probabilidad de ocurrencia</i>	31
<i>Ilustración 11. Deseabilidad vs Probabilidad de ocurrencia</i>	32
<i>Ilustración 12. Escenarios para el desarrollo de los países de América Latina</i>	38
<i>Ilustración 13. Escenarios de la industria láctea</i>	41
<i>Ilustración 14. Escenarios de la industria editorial</i>	42
<i>Ilustración 15. Construcción de los 4 escenarios probables</i>	45
<i>Ilustración 16 Proporción de energía usada por sector</i>	56
<i>Ilustración 17 Proporción de energía utilizada por combustible</i>	58
<i>Ilustración 18 Emisiones de gases de efecto invernadero por escenario en Millones de Toneladas Métricas de Dióxido de Carbono Equivalentes</i>	62

Bibliografía

- Alizadeh, R. e. (2016). An integrated scenario-based robust planning approach for foresight and. *Technological Forecasting & Social Change*, 104, 162-171.
- CONACYT. (2014). CONACYT. Retrieved from <http://www.conacyt.gob.mx/>
- Convenio Andrés Bello. (2016, 10). *Convenio Andrés Bello*. Retrieved from ¿Qué es el CAB?: <http://convenioandresbello.org/inicio/que-es-el-cab/>
- David J. Solnet, T. B. (2014). The Asia-Pacific Tourism Workforce of the Future: Using Delphi Techniques to Identify Possible Scenarios. *Journal of Travel Research*, 53(6), 693-704.
- Dirección General de Bibliotecas UNAM. (2016, Octubre). *Dirección General de Bibliotecas*. Retrieved from Conoce tus recursos electrónicos: <http://bibliotecas.unam.mx/index.php/conoce-recursos-electronicos?start=105>
- Eleri EO, U. O. (2012). Expanding access to pro-poor energy services in Nigeria. (E. a. International Center for Energy, Ed.).
- Emodi NV, B. K. (2015). Decomposition analysis of CO2 emissions from electricity generation in Nigeria. *Int J Energy Econ Policy*.
- Emodi, N. V. (2017). Energy policy for low carbon development in Nigeria: A LEAP model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 247-261.
- Energy Community. (2017, Enero). *LEAP: Introduction*. Retrieved from <https://www.energycommunity.org/default.asp?action=introduction>
- Fang-Mei Tseng, Y.-T. L.-C. (2012). Combining conjoint analysis, scenario analysis, the Delphi method, and the. *Technological Forecasting & Social Change*, 1462-1473.
- Glenn, J. C. (2009). Scenarios. In *Futures Research Methodology version 3.0* (pp. 1-54).
- Gordon, T. (2009). CROSS-IMPACT ANALYSIS. In *Futures Research Methodology—V3.0*.
- Gordon, T. (2009). Delphi. In *Research Methodology version 3.0* (pp. 1-19).
- Guertler, B. (2015). Supply risk interrelationships and the derivation of key supply risk indicators. 92, 224-236.
- Hernandez Campos, P. I. (2016). *Identificación de las técnicas para la Prospectiva Tecnológica*. Ciudad Universitaria.
- Mojica, F. J. (2010). The future of the future: Strategic foresight in Latin America. *Technological Forecasting & Social Change*, 77, 1559-1565.
- Morales, H. N. (2000). *Aplicación de la matriz de impactos cruzados en procesos electorales del Estado de Hidalgo (Desarrollo de la herramienta de software: KSIM Impact-99)*.
- Organizacion Mundial del Turismo. (2016, Enero 18). *Las llegadas de turistas internacionales suben en 2015 un 4% hasta el récord de 1,200 millones*. Retrieved

from <http://media.unwto.org/es/press-release/2016-01-18/las-llegadas-de-turistas-internacionales-suben-en-2015-un-4-hasta-el-record>

RAND CORPORATION. (2016, 09 08). *RAND CORPORATION* . Retrieved from <http://www.rand.org/about/history.html>

Sánchez Guerrero, G. (1998). *Notas de la materia Técnicas Heurísticas para la planeación*. DEPFI-UNAM.

Sánchez Guerrero, G. (1998). *Técnicas heurísticas para la planeación*. UNAM-DEPFI.

Sánchez P., C. C. (1999). *En búsqueda de una teoría sobre la medición de los intangibles en una empresa. Una aproximación metodológica*. EKONOMIAZ. Revista Vasca de Economía.

Steffen W. Schuckmann, T. G.-L. (2012). Analysis of factors influencing the development of transport infrastructure until the year 2030 - A Delphi based scenario study. *Technological Forecasting & Social Change*, 79, 1373-1387.

Sughanti L., S. A. (2012). Energy models for demand forecasting-a review. *Renew Sustain Energy Rev*.

Therond, O. e. (2009). *Methodology to translate policy assessment problems into scenarios: the example of the SEAMLESS integrated framework*. Environmental science & policy.

UNIVERSIDAD VERACRUZANA. (2016). *¿Qué es CONACyT?* Retrieved from <https://www.uv.mx/dcadministrativas/conacyt/que-es-conacyt/>

Wang Z., e. a. (2016). *Outline of principles for building scenarios – transition toward more sustainable energy systems*.

World Energy Council. (1992). *Dictionary E*. Paris.

Y.M. Al-Saleh, G. V. (2012). Carbon capture, utilisation and storage scenarios for the Gulf Cooperation. *Futures*, 44, 105-115.