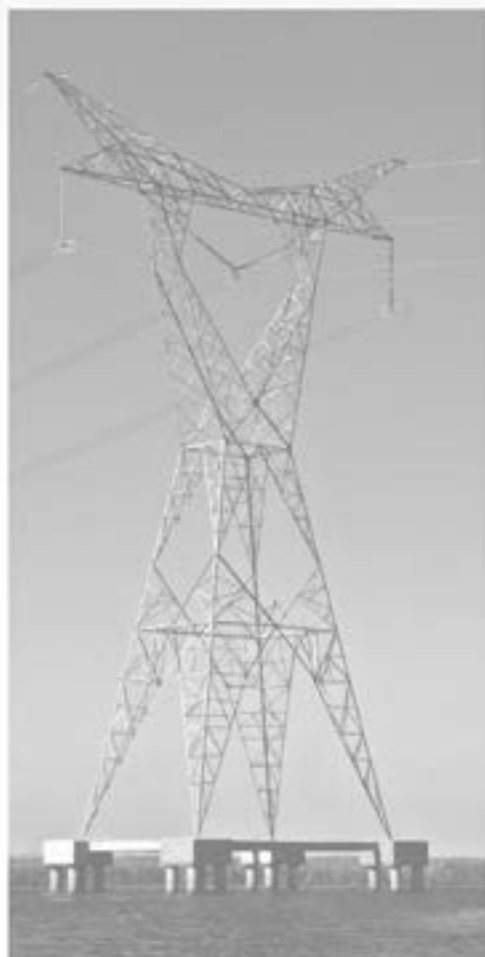




Estudios de Prospectiva Tecnológica

TOMO I

EFICIENCIA ENERGÉTICA, LOGÍSTICA, TRANSPORTE Y SERVICIOS CONEXOS





Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Paraguay

Dirección General

Idelin Molinas Vega, Ph.D., PMP

Dirección Técnica

Alcides Corbeta Ortiz

Coordinación Operativa

Mónica Casanueva Ojeda

Asesoría de la Edición

Mary Monte de López Moreira

Asesoría de Comunicación

Myrian Bobadilla Barrientos

Avantgarde Consulting Group

Elaboración del Estudio

Nelson Cristaldo (Eficiencia energética)
Juan Roberto Salinas Sánchez (Logística,
transporte y servicios conexos)

Investigación y Redacción

Nelson Cristaldo (Eficiencia energética)
Juan Roberto Salinas Sánchez
(Logística, transporte y servicios conexos)

Revisión Técnica

Enrique Varela Torres
Sergio Britos

Diseño y Diagramación

Serigraf S.R.L.

Contacto:

Email: presidencia.conacyt@conacyt.gov.py

Web: www.conacyt.gov.py

Teléfonos: (595 21) 506 223 / 506 331

Justo Prieto N° 223 esq. Teófilo del Puerto

Asunción - Paraguay
ISBN 978-99967-693-8-2

Impresión total: 500 ejemplares

Impreso en Serigraf S.R.L.

Eugenio A. Garay 2.319 - Tel.: +595 21 672028

Fernando de la Mora - Paraguay



Presidente del CONACYT

Luis Alberto Lima Morra

Miembros del Consejo

Secretario Ejecutivo del CONACYT

Idelin Molinas Vega

Secretaría Técnica de Planificación de la Presidencia de la República

Juan Carlos Pane Solís

Mario Emmanuel Villalba Ferreira

Ministerio de Industria y Comercio, a través del Instituto Nacional de Tecnología y Normalización

Oscar Stark Robledo

Carlino Samuel Velázquez Martínez

Ministerio de Agricultura y Ganadería

Moisés Santiago Bertoni Hicar

Víctor Manuel Santander García

Ministerio de Educación y Cultura

Gerardo Gómez Morales

Ramón Aníbal Iriarte Casco

Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social

Pedro Esteban Galván Sosa

Fernando José Llamosas Bozzano

Universidades Estatales

César José Cardozo Román

Hugo Alfredo Recalde

Universidades Privadas

Luis Alberto Lima Morra

Paulo Gabino Yugovich Romero

Unión Industrial Paraguaya

Guillermo Christian Stanley Pallarés

Félix Hermann Kemper González

Asociación Rural del Paraguay

Rodolfo Grau Brizuela

Fernando Federico Figueredo Candia

Federación de la Producción, la Industria y el Comercio

Ricardo Horacio Felippo Solares

Oscar Luis Doria Paolucci

Asociación de Pequeñas y Medianas Empresas

Ricardo Díaz Martínez

Diana Rosa Vera de Valdez

Centrales Sindicales

Joel del Pilar Allende Iseren

Alejandro Ausberto Bieber Aguayo

Sociedad Científica del Paraguay

Miguel Ángel Volpe Borgognon

Juan Francisco Facetti Masulli

Asociación Paraguaya para la Calidad

Pablo Xavier Pappalardo Bedoya

Ignacio Julián Camacho González

AGRADECIMIENTOS

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Paraguay agradece la participación activa de toda la ciudadanía, quien ha aportado su opinión por diversos medios, demostrando un reconocido interés en la contribución de la ciencia, tecnología e innovación al desarrollo del país.

El autor del estudio de Eficiencia energética agradece especialmente la colaboración de Estela Riveros, Enrique Buzarquis, Javier Amatte, Diana Valdez y Karen Balbuena, del Grupo de Investigación en Sistemas Energéticos que dirige el Ing. Gerardo Blanco, para la elaboración del mismo; así como a todos los investigadores y actores del Sistema Nacional de Innovación consultados en el proceso.

PALABRAS DEL PRESIDENTE

La Prospectiva Tecnológica puede ser definida como “un conjunto de intentos sistemáticos para mirar a largo plazo el futuro de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad, con el fin de identificar aquellas tecnologías genéricas emergentes que probablemente generarán los mayores beneficios económicos y sociales”, por ello se la considera una herramienta para escudriñar el futuro.

A diferencia de una Proyección, cuyo estudio se basa en tendencias; de una Predicción, análisis que se apoya en teorías determinísticas; de una Previsión, en donde las acciones se toman en el presente; de un Pronóstico, elaborado a través de un juicio razonado que se tomará como base para la acción; o de una Proferencia, constituida por técnicas en base a la experiencia; la Prospección Tecnológica es “una reflexión para guiar la acción presente a la luz de los futuros posibles”. Pretende intervenir en la construcción de un escenario capaz de ser logrado de entre todos los escenarios posibles.

Un estudio prospectivo se caracteriza por abarcar holísticamente un sector productivo o una tecnología que se quiere analizar, se identifica el sector o la tecnología específica y partiendo de su situación actual, se la considera, en forma participativa entre los distintos grupos de interés, aprovechando las relaciones dinámicas y de creatividad que se pueden dar entre los mismos. Las variables cualitativas también pueden afectar el estudio, con el objetivo de representar un futuro deseable y elucidar las estrategias necesarias para crear tal futuro.

Desde el CONACYT en esta ocasión, hemos trabajado en la elaboración de estudios prospectivos donde contamos con representantes del Sector Industrial, del Sector Académico, del Sector Público y de la Sociedad Civil organizada, alcanzando así a través de entrevistas, encuestas y debates una oportunidad de encuentro en la búsqueda de una visión común de futuro, considerando las tendencias de desarrollo científico y tecnológico, además de los factores medioambientales, sociales, económicos y políticos de cada sector.

Los sectores escogidos en estos estudios fueron seleccionados a partir de las líneas establecidas en el Plan de Desarrollo 2030 elaborado por el Gobierno Nacional, como de los sectores prioritarios que figuran en el Libro Blanco de Ciencia, Tecnología e Innovación, este último elaborado por el CONACYT.

Los resultados de estos estudios prospectivos son presentados en cuatro tomos, a saber: Tomo I: Estudios de Eficiencia energética; y Logística, Transporte y servicios conexos. Tomo II: Gestión del agua; y Biomedicina. Tomo III: Minería. Tomo IV: Cadenas Productivas: Aceite y Harina de Soja, Carne Bovina, Avícola, Porcina, Acuícola, Láctea, Apícola, Textil y Confecciones, Metalmecánica, TICs y el Sector Turismo.

En los estudios se han estimado las tendencias futuras de cada sector para llevar a cabo en forma anticipada acciones para influir y alterar acontecimientos en el futuro. Igualmente se ha pretendido identificar tecnologías emergentes y estimar el impacto de estas en el mundo de los negocios y la sociedad en un futuro deseable y elucidar las estrategias necesarias para crear tal futuro.

Estamos poniendo a disposición de la sociedad, de las empresas y de la administración pública una base de informaciones y de conocimiento común de las tendencias y previsiones del futuro sobre el impacto e influencia de la tecnología en la industria, el empleo y la competitividad. También se encuentran recomendaciones que conciernen al financiamiento de la investigación y desarrollo, difusión tecnológica actualizada, desarrollos de tecnologías específicas y un marco de referencia de condiciones que serían de mucha utilidad para el sector productivo.

Esperamos que estos estudios sean útiles para fortalecer la actividad de empresas y organizaciones enfocadas en el futuro, para establecer las bases y los procesos necesarios para asignar prioridades a diferentes campos tecnológicos, para el desarrollo de competencia en el país, para fortalecer el Sistema Nacional de Innovación, y que respalden las decisiones estratégicas tomadas, tanto por las empresas como por la administración pública.

Necesitamos generar apropiación por parte de cada uno de los sectores estudiados, a fin de garantizar el seguimiento y corregir posibles desviaciones por un lado, y por otro realizar una Vigilancia Tecnológica de modo a detectar avances sustantivos de las tecnologías adoptadas o la aparición de Tecnologías Emergentes que pudieran afectar los escenarios supuestos que conlleva al análisis de nuevos escenarios; actualizando de esta manera permanentemente este esfuerzo iniciado con estos Estudios Prospectivos.

Quiero aprovechar la oportunidad para felicitar y agradecer a todos los que de una u otra manera colaboraron para la realización de estos estudios, en el convencimiento de que el aporte que todos han brindado revertirá en el desarrollo socioeconómico del país.

Prof. Ing. Luis Alberto Lima Morra
Ministro - Presidente
CONACYT

ACRÓNIMOS - EFICIENCIA ENERGÉTICA

AFD	Agencia Financiera de Desarrollo
AIEP	Apoyo a la Integración Económica del Paraguay
ANDE	Administración Nacional de Electricidad del Paraguay
ALC	América Latina y el Caribe
ARCAL	Acuerdo de Cooperación Regional para el Avance de la Ciencia y Tecnología Nuclear en América Latina
APP	Alianza Público Privada
BCP	Banco Central del Paraguay
BEN	Balance Energético Nacional
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BNF	Banco Nacional de Fomento
Bpd	Barriles de petróleo crudo por día
CCD	<i>Charge-Coupled Devices</i> , Detector de Partículas Subatómicas
CDT	Centro de Desarrollo Tecnológico
CITH2	Centro de Innovación en Tecnología del Hidrógeno
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Paraguay
CyT	Ciencia y Tecnología
CLYFSA	Compañía de Luz y Fuerza S.A.
CNEA	Centro Nacional de Energía Atómica
DAP	Diámetro del árbol a la altura del pecho
DGEEC	Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos
DGICT	Dirección General de Investigación, Ciencia y Tecnología de la UNA
DGD	<i>Deep Geological Disposal</i>
DIPE	Dirección de Investigación, Postgrado y Extensión de la Facultad Politécnica de la UNA
EE. UU.	Estados Unidos de Norteamérica
ELETRORAS	Centrales Eléctricas Brasileñas
EMS	<i>Energy Measurement System</i>
ER	Energía Renovable
FV	Energía solar Fotovoltaica
FBR	<i>Fast Breeder Reactor</i>
FONACIDE	Fondo Nacional de Inversión para el Desarrollo y la Educación
FONACYT	Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología del Paraguay
FPTI	Fundación Parque Tecnológico Itaipú
GEI	Gas de Efecto Invernadero
GFR	<i>Gas Cooled Fast Reactor</i>
GIF	<i>Generation IV International Forum</i>

GIZ	Agencia de Cooperación Alemana
GISE	Grupo de Investigación en Sistemas Energéticos
GLP	Gas Licuado de Petróleo
I+D	Investigación y Desarrollo
I+D+i	Investigación, Desarrollo e Innovación
IAEA	<i>International Atomic Energy Agency</i>
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IFNEC	<i>International Framework for Nuclear Energy Cooperation</i>
INFONA	Instituto Forestal Nacional
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
JICA	Agencia Internacional de Cooperación del Japón
KTep	Kilo Tonelada equivalente de petróleo
LFR	<i>Lead Cooled Fast Reactor</i>
LWR	<i>Light Water Reactor</i>
LEAP	<i>Long-range Energy Alternatives Planning System</i>
MCH	Medianas Centrales Hidroeléctricas
MERCOSUR	Mercado Común del Sur
MH	Ministerio de Hacienda
MSR	<i>Molten Salt Reactor</i>
NAFTA	<i>North America Free Trade Agreement</i>
NEA	<i>Nuclear Energy Agency</i>
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
PCH	Pequeñas Centrales Hidroeléctricas
PHA	Potencial Hidroenergético Aprovechable
PHH	Potencial Hidroenergético Hipotético
PHWR	<i>Pressurized Heavy Water Reactor</i>
PIB	Producto Interno Bruto
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PWR	<i>Pressurized Water Reactor</i>
PMF	Plan de Manejo Forestal
PMU	<i>Phasor Measurement Unit</i>
PUT	Plan de Uso de la Tierra
PTIEE	Producción y Transporte Independiente de Energía Eléctrica
SAS	Secretaría de Acción Social
SEAM	Secretaría del Ambiente
SCWR	<i>Super Critical Water Cooled Reactor</i>
SFR	<i>Sodium Cooled Fast Reactor</i>
STP	Secretaría Técnica de Planificación
SMR	<i>Small Modular Reactor</i>

SIN	Sistema Eléctrico Interconectado Nacional
TWR	<i>Traveling Wave Reactor</i>
UN	<i>United Nations</i>
UNA	Universidad Nacional de Asunción
VCi	Vehículo de Motor de Combustión Interna
VE	Vehículo Eléctrico
VHTR	<i>Very High Temperature Reactor</i>
VMME	Viceministerio de Minas y Energía
WAMS	<i>Wide Area Measurement Systems</i>
WTI	Cotización del Petróleo crudo del Golfo de México en el Chicago Mercantile Exchange, West Texas Intermediate
WWF	<i>World Wide Fund for Nature</i>

ACRÓNIMOS - LÓGISTICA, TRANSPORTE Y SERVICIOS CONEXOS

ANNP	Administración Nacional de Navegación y Puertos
APP	Alianza Público Privada
APYLOG	Asociación Paraguaya de Logística
ATIT	Acuerdo de Transporte Internacional Terrestre
BCP	Banco Central del Paraguay
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
BNDES	Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social del Brasil
BRT	<i>Bus Rapid Transit</i>
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CyT	Ciencia y Tecnología
DGEEC	Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos
DINAC	Dirección Nacional de Aeronáutica Civil
DINATRAN	Dirección Nacional de Transporte
ETNA	Estudio del Transporte Nacional
FAA	<i>Federal Aviation Administration of USA</i>
FEPASA	Ferrocarriles Paraguayos S.A. (anteriormente Ferrocarril Central Presidente Carlos Antonio López)
FIUNA	Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción
FMI	Fondo Monetario Internacional
IASA	<i>International Aviation Safety Assessment</i>
KOTI	Instituto de Transporte de Corea
KRNA	<i>Korean Rail Network Authority</i> / Autoridad Ferroviaria Coreana
LRT	<i>Light Rail Transit</i>

LRV	<i>Light Rail Vehicles</i>
MERCOSUR	Mercado Común del Sur
MIC	Ministerio de Industria y Comercio
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
MTR	<i>Mass Transit Railway</i> o Metro Rail
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OMI	Organización Marítima Internacional
OSA	<i>Open Skies Agreement</i> / Acuerdo de Cielos Abiertos
PBIP	Código de Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias
PIB	Producto Interno Bruto
PMT	Plan Maestro de Transporte
PNL	Plan Nacional de Logística
PwC	PricewaterhouseCoopers
REDIEX	Red de Inversiones y Exportaciones
SETAMA	Secretaría de Transporte del Área Metropolitana
STP	Secretaría Técnica de Planificación
UE	Unión Europea
UIP	Unión Industrial Paraguaya
VUE	Ventanilla Única de Exportación
WEF	<i>World Economic Forum</i>

ÍNDICE - EFICIENCIA ENERGÉTICA

PRESENTACIÓN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Conceptualización de estudios de prospectiva	5
1.2. Metodología de trabajo	5
1.3. Resumen de las áreas atendidas en cada estudio sectorial	7
1.4. Resultados esperados	7
1.5. Plan de relevamiento de datos	8
2. DIAGNÓSTICO DEL SECTOR ENERGÉTICO	9
2.1. Análisis de la cadena de valor para el Paraguay	12
2.2. Energía de biomasa	13
2.2.1. Oferta y demanda de biomasa	15
2.3. Hidrocarburos	17
2.3.1. Oferta y demanda de hidrocarburos	17
2.4. Energía eléctrica	20
2.4.1. Oferta y demanda de energía eléctrica	21
2.4.2. Transmisión y distribución	23
2.4.3. Costo y precio de la electricidad	24
2.4.4. Desfasaje del modelo eléctrico paraguayo	25
3. TENDENCIAS DEL SECTOR ENERGÉTICO	27
3.1. Energía de biomasa	29
3.2. Hidrocarburos	30
3.3. Energía eléctrica	31
4. FUENTES DE FINANCIAMIENTO Y CAPITAL DE RIESGO	37
5. TENDENCIAS TECNOLÓGICAS Y PERSPECTIVAS DE INNOVACIÓN	41
5.1. Vehículos eléctricos	44
5.2. Energía solar	46
5.3. Generación eólica	48
5.4. Sistemas de medición (WAMS)	49
5.5. <i>Smart Grids</i>	50
5.6. Pequeñas centrales Hidroeléctricas (PCH)	52
5.7. Tecnologías de biomasa	54
5.8. Tecnología nuclear	55
5.8.1. Las nuevas tecnologías de reprocesamiento	56
5.8.2. Reactores modulares pequeños	58
6. CAPACIDADES Y REQUERIMIENTOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	61
6.1. Áreas de investigación y temas propuestos	63
6.2. Aplicación en el sector de capacidades transversales	65
6.3. Innovaciones necesarias	65
7. TALENTO Y CAPITAL HUMANO	67
7.1. Grupos de investigación en el área energética	71
8. ANÁLISIS DE ESCENARIOS	75
8.1. Evolución de la demanda de energía eléctrica	78
8.2. Escenario de sustitución y mejoramiento de la eficiencia energética del sector residencial	79

8.3.	Escenario de mejoramiento en la eficiencia energética del sector comercial y servicios públicos	81
8.4.	Escenario de inserción de automóviles híbridos en el parque automotor nacional	82
8.5.	Escenario de implementación del tren diésel - Sector transporte	83
8.6.	Escenario de implementación del tren eléctrico - Sector transporte	85
8.7.	Escenario instalación de industrias electrointensivas - Sector industrial	87
8.8.	Escenario compuesto: Aplicación de todas las medidas	88
8.9.	Factores críticos para la aplicación de los escenarios	88
9.	CONCLUSIONES	91
	MARCO LÓGICO	97
	BIBLIOGRAFÍA	105

ÍNDICE - LOGÍSTICA, TRANSPORTE Y SERVICIOS CONEXOS

	PRESENTACIÓN	115
1.	INTRODUCCIÓN	117
1.1.	Conceptualización de estudios de prospectiva	119
1.2.	Metodología de trabajo	119
1.3.	Resumen de las áreas atendidas en cada estudio sectorial	121
1.4.	Resultados esperados	121
1.5.	Plan de relevamiento de datos	122
2.	DIAGNÓSTICO ACTUAL	123
2.1.	Análisis de la cadena de valor de la logística del transporte en el Paraguay	125
2.2.	Tendencias del sector transporte y logística	130
2.2.1.	Infraestructura vial	133
2.2.2.	Transporte terrestre de cargas	135
2.2.3.	Transporte terrestre internacional	136
2.2.4.	Logística urbana y regional	137
2.2.5.	Transporte ferroviario	138
2.2.6.	Transporte aéreo	140
2.2.7.	Transporte fluvial	141
2.2.8.	Infraestructura de puertos	143
2.3.	Flujos de financiamiento y capital de riesgo	145
3.	TENDENCIAS TECNOLÓGICAS Y PERSPECTIVAS DE INNOVACIÓN	147
3.1.	Movilidad urbana	150
3.1.1.	Metro o MTR	151
3.1.2.	Monorriel	152
3.1.3.	Tren ligero de superficie (LRT)	152
3.1.4.	Metrobús (BRT)	153
3.2.	Sistemas inteligentes de transportes (TIS)	153
3.3.	Sistemas avanzados de gestión de tráfico	153
3.4.	Tren de alta velocidad	154
4.	CAPACIDADES Y REQUERIMIENTOS DE CYT	155

4.1.	Estimación de los requerimientos de I+D+i	158
4.2.	Áreas de innovación	159
4.3.	Aplicación de capacidades transversales	160
4.3.1.	Biotecnología y biocombustibles	160
4.3.2.	Nanotecnología	160
4.3.3.	Tecnología de materiales	160
4.3.4.	TICs	161
4.3.5.	Ciencias y tecnologías ambientales	161
4.3.6.	Ciencias Básicas y Ciencias Sociales	161
4.4.	Vinculaciones con la academia y centros de desarrollo tecnológico	162
5.	TALENTO Y CAPITAL HUMANO	167
6.	REGULACIONES	171
6.1.	Acuerdos internacionales y regímenes de tránsito internacional	173
6.2.	Administración integrada de fronteras	175
6.3.	Seguridad en el transporte terrestre	175
6.4.	Transporte aéreo	176
6.5.	Transporte marítimo	177
6.6.	Ventanilla Única de Exportación - VUE	177
7.	PROPIEDAD INTELECTUAL	179
8.	ANÁLISIS DE ESCENARIOS	185
8.1.	Demanda de transporte hasta el año 2030	187
8.2.	Escenario inercial a 5 años	195
8.3.	Escenario subóptimo a 5 años	196
8.4.	Escenario óptimo a 5 años	196
8.5.	Factores críticos	197
9.	ESTRATEGIAS DE ACCIÓN SUGERIDAS	199
9.1.	Identificación de problemas	201
9.2.	Análisis de participación	202
9.3.	Análisis de objetivos	203
9.4.	Líneas de acción estratégicas o intervenciones	204
10.	CONCLUSIONES	207
	MARCO LÓGICO	213
	BIBLIOGRAFÍA	219

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y TABLAS - EFICIENCIA ENERGÉTICA

Gráfico 1:	Estructura del consumo final de biomasa en Paraguay (2013)	13
Gráfico 2:	Consumo de hidrocarburos del sector transporte	18
Gráfico 3:	Consumo de hidrocarburos del sector industrial	19
Gráfico 4:	Consumo de hidrocarburos del sector residencial y comercial	20

Gráfico 5: Precios del petróleo WTI y Brent (US\$/Barril)	30
Gráfico 6: Cantidad de cortes y duración promedio en horas	34
Gráfico 7: Proyección de la demanda de energía eléctrica	79
Tabla 1: Evolución del parque automotor registrado	18
Tabla 2: Oferta de energía eléctrica (2011)	21
Tabla 3: Oferta de energía eléctrica (2011)	22
Tabla 4: Consumo neto total de energía eléctrica por sector (2011)	22
Tabla 5: Subsidio de energía eléctrica a clientes (2011)	25
Tabla 6: Actores más importantes en el mercado de la movilidad eléctrica (<i>e-mobility</i>)	45
Tabla 7: Resultados de la simulación N° 04, para emplazamiento de las PCH	54
Tabla 8: Reactores modulares pequeños (SMR)	59
Tabla 9: Oferta formativa disponible para el Área Energética	69
Tabla 10: Resultados de la simulación del sector residencial	80
Tabla 11: Resultados de la simulación del sector comercial y servicios públicos	82
Tabla 12: Resultados de la simulación del sector transporte - Inserción de automóviles híbridos	83
Tabla 13: Toneladas de carga anuales que transportaría el tren transatlántico	84
Tabla 14: Resultados de la simulación del sector transporte - Tren diésel	84
Tabla 15: Costos y beneficios acumulados: 2004-2030. Comparados con el escenario: Tendencial	85
Tabla 16: Resultados de la simulación del sector transporte - Tren eléctrico	86
Tabla 17: Costos y beneficios acumulados: 2004-2030. Comparados con el escenario: Tendencial	86
Tabla 18: Resultados de la simulación industrias electrointensivas	87
Tabla 19: Resultados de la simulación - Aplicación de todas las medidas de eficiencia energética al mismo tiempo	88

ÍNDICE DE TABLAS - LOGÍSTICA, TRANSPORTE Y SERVICIOS CONEXOS

Tabla 1: Costo Logístico Nacional discriminado por tipo de costos en USD (incluye CIF de importación) - Año 2011	127
Tabla 2: Costo Logístico Nacional (incluye CIF de importación) como porcentaje del PIB - Año 2011	127
Tabla 3: Evolución del Costo Logístico Nacional en USD (a precios corrientes)	128
Tabla 4: Distribución de viajes de pasajeros por modo - ETNA vs. PMT (2011)	132
Tabla 5: Costos de transporte terrestre de carga	136
Tabla 6: Programa de inversión	145
Tabla 7: Modalidad de financiamiento	145
Tabla 8: Sistemas de transporte principales	151
Tabla 9: Comparación de alternativas de transporte urbano	152
Tabla 10: Capacidades faltantes en los sectores priorizados por la PCTI	158
Tabla 11: Aplicación en el sector de capacidades transversales	162
Tabla 12: Actores	163
Tabla 13: Capacidades faltantes	169

Tabla 14:	Áreas principales de patentamiento de la industria automotriz y de transporte	182
Tabla 15:	Producción total anual (en miles de toneladas por año)	188
Tabla 16:	Productos transportados (toneladas por km para el año 2011)	189
Tabla 17:	Participación de modos de transporte (en toneladas)	189
Tabla 18:	Mejoras en indicadores bajo la alternativa “con inversiones” del periodo 2011-2030	195
Tabla 19:	Actores con incidencia en las políticas públicas en logística	203

ÍNDICE DE GRÁFICOS - LOGÍSTICA, TRANSPORTE Y SERVICIOS CONEXOS

Gráfico 1:	Evolución del Costo Logístico en % del PIB	128
Gráfico 2:	Variación anual del Costo Logístico en USD	129
Gráfico 3:	Crecimiento del PIB y Costo Logístico	129
Gráfico 4:	Evolución de la participación del sector transporte en el PIB. Periodo 2000-2010	130
Gráfico 5:	Comportamiento de la evolución del sector transporte y el PIB. Periodo 2000-2010	131
Gráfico 6:	Distribución de viajes de pasajeros por modo - ETNA vs. PMT (2011)	132
Gráfico 7 :	Productos transportados - Año 2011	142
Gráfico 8:	Actores con incidencia en las políticas públicas en logística	165
Gráfico 9:	Patentes por sectores 2013. En %	181
Gráfico 10:	Empresas automotrices por número de patentes (2009-2013)	182
Gráfico 11:	Patentes relacionadas a eficiencia de combustible. Cantidad por empresa	183
Gráfico 12:	Red vial	188
Gráfico 13:	Volumen exportado	190
Gráfico 14:	Principales productos importados por Paraguay. Periodo: 2001-2010	191
Gráfico 15:	Variación de la densidad de valor	192
Gráfico 16:	Importaciones	192
Gráfico 17:	Tráfico de red vial al 2011 y 2030	193
Gráfico 18:	Costos en tres escenarios	197

Estudios de Prospectiva Tecnológica

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Avantgarde Consulting Group:

Nelson Cristaldo



PRESENTACIÓN

En el marco del proceso de revisión de las Políticas de Ciencia, Tecnología, Innovación y Calidad, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONACYT ha contratado a la Consultora Avantgarde Consulting Group para la realización de estudios sectoriales prospectivos destinados a prever el comportamiento a largo plazo de la ciencia y la tecnología, la economía y la sociedad, con el fin de identificar aquellas tecnologías capaces de generar los mayores beneficios económicos y sociales, determinar la efectividad de las políticas, los programas e instrumentos relacionados con la ciencia, tecnología e innovación, reforzar dichas políticas y medidas integrándolas al proceso nacional de desarrollo para mejorar la capacidad tecnológica, fomentar la innovación e incorporar mayor valor agregado a la producción.

El presente estudio se plantea generar conocimientos del sector ENERGÍA considerado un pilar estratégico para el desarrollo sustentable del Paraguay, a los efectos de complementar la Política Nacional de Ciencia y Tecnología, dotando a esta de información que refleje las necesidades y los requerimientos de los sectores estudiados para potenciar su competitividad y su capacidad de innovación.

Utilizando herramientas de prospectiva, se busca visualizar escenarios futuros de desarrollo del sector, identificando tecnologías e innovaciones que puedan ser investigadas e incorporadas para alcanzar los escenarios óptimos realizables. En ese contexto, se busca identificar acciones que necesitan ser implementadas para construir y alcanzar con éxito los escenarios planteados.

Los estudios sectoriales prospectivos se constituyen en un marco de referencia desde la óptica de la demanda endógena en materia de ciencia y tecnología en el ámbito de cada sector estudiado.



INTRODUCCIÓN

1

1.1. CONCEPTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE PROSPECTIVA

Hay que tener en cuenta que la prospectiva no trata de predecir, sino de informar sobre las posibles sendas y escenarios que llevan al futuro y los factores críticos que lo pueden determinar, a fin de poder establecer estrategias adecuadas.

La finalidad de estudios de prospectiva en CyT es brindar al CONACYT un panorama de los posibles escenarios de futuro de la innovación, la tecnología y la ciencia, tanto a nivel mundial como nacional, con los consiguientes desafíos que le esperan al país en sus principales sectores productivos y sociales.

1.2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología diseñada y puesta a consideración para el presente trabajo toma en cuenta la limitada experiencia en el país en cuanto a estudios de prospectiva, de tendencias y factores críticos que la determinan. Los estudios han dado participación a diversos actores involucrados en el sector, de manera que sea lo más participativo, plural, amplio y democrático posible, de tal manera a la mayor validación técnica y política posible.

A continuación se presenta la propuesta metodológica utilizada para la elaboración de los seis estudios de prospectiva sectorial solicitados:

Paso 0: Como marco de trabajo inicial, y como línea base previa al inicio de los estudios sectoriales, se construyó un análisis del estado actual del Paraguay en términos de competitividad, en términos de desarrollo humano y de crecimiento económico. Se analizó la situación actual del desarrollo del esfuerzo en CyT del Paraguay.

Paso 1: En consenso con el CONACYT, se procedió a delimitar el sistema a estudiar, y se definió el plazo intertemporal del estudio (2018 a priori), además de la confirmación del contexto nacional, regional y mundial.

Se ha revisado y analizado toda la documentación sectorial existente que pudiera ser relevante en la construcción de un diagnóstico y posterior construcción de escenarios, o que pueda contribuir al proceso de planificación llevado adelante en el proceso.

Como esfuerzo preliminar y como elemento de inducción, se analizaron las tendencias mundiales al 2020, 2030 en el contexto Social, Tecnológico, Económico, de Medio Ambiente y Político.

Paso 2: Se realizó una identificación de los actores claves por conocimiento, experiencia o poder en la toma de decisiones y se analizó la relevancia de su participación dentro del sistema bajo estudio. Se contactó a los actores claves invitándoles a participar del proceso.

Para ello, se realizaron entrevistas estructuradas, de tal suerte a ir obteniendo los aportes necesarios de cada uno. Se ha buscado como prioridad la mayor participación de actores relevantes para buscar una validación técnica y política que dé sustentabilidad al documento.

Paso 3: Se realizó un diagnóstico de la situación actual e histórica del sector para determinar cómo ha evolucionado desde el pasado hasta el presente. Para ello, se realizaron entrevistas con actores seleccionados con diversos puntos de vista. Se incorporó al análisis toda la documentación relevante existente respecto a la evolución de la investigación e innovación tecnológica del sector a nivel local y cómo se ha avanzado en este aspecto en los últimos años.

Paso 4: Se estableció un escenario sectorial tendencial probable en el año tope del plazo del estudio (2018 a priori), definido como aquel que nos muestra lo que podría ocurrir si las condiciones actuales permanecen de la misma forma. El escenario tendencial es el escenario más probable de mantenerse el *statu quo*.

Paso 5: Se identificaron aquellas variables de impacto en el desarrollo y avance del sector a considerar, jerarquizándolas de acuerdo a su importancia. En este proceso, las variables identificadas fueron consideradas tanto en el contexto de tiempo y espacio de interacción, como desde la óptica temática. Es decir, las variables serán clasificadas por tiempo (año de impacto), por ámbito de impacto (nacional, regional o mundial) y por temática (gobernanza, tecnológico, financiero, político, otros).

Paso 6: Se diseñó un escenario deseable. El escenario deseable infiere nuestros más profundos deseos de lo que queremos en el futuro. Por lo tanto, se identificaron las restricciones o limitantes de cada escenario, sus condicionantes y los riesgos asociados con cada uno. Igualmente se diseñaron algunos resultados sub óptimos, de tal manera a trabajar típicamente con 3 o 4 resultados al 2018.

Paso 7: Se contrastaron los escenarios. Este paso dentro de la metodología prospectiva consiste en contrastar las características de nuestro escenario deseable con la realidad actual para establecer cuál es la distancia que existe entre ambos y con los escenarios óptimos, y resultados sub óptimos. Esto nos permitió no solo conocer la factibilidad de nuestro escenario deseable, sino también proponer, mediante conjeturas, nuevos escenarios alternativos posibles.

Paso 8: El último paso de la metodología prospectiva propuesta consistió en la creación de estrategias y tácticas que identifiquen las condiciones y acciones que se deben tomar para que se pueda lograr el escenario deseable o algún resultado sub óptimo. Para ello, se identificaron las variables críticas, aquellas que se vinculan a puntos de inflexión en el avance de la tendencia del sector. En esta etapa, se enfatizó el aspecto de la innovación, la capacitación y la investigación como elementos fundamentales dentro de una Política

Nacional de Ciencia y Tecnología. Se identificaron cuáles son las acciones conducentes a potenciar los procesos de articulación entre los diferentes actores de los ecosistemas de la innovación en particular y los de la sociedad en general. Se tomaron en cuenta aspectos relacionados al nivel de inversión económica y financiera solicitada, las áreas de investigación requeridas, las necesidades de capacitación y formación de talento humano, como también las perspectivas de la innovación requerida en cada sector.

Igualmente en el proceso se analizaron las competencias o capacidades de las empresas de cada sector para desarrollar procesos o proyectos de innovación, como también un análisis de la oferta y demanda de recursos humanos en el área de CTI.

1.3. RESUMEN DE LAS ÁREAS ATENDIDAS EN CADA ESTUDIO SECTORIAL

1. Investigación: generación de nuevos conocimientos.
2. Innovación vía generación de nuevos productos y servicios de alto valor agregado.
3. Potenciamiento de los talentos humanos vinculados a la CyT.
4. Desarrollo de áreas o sectores caracterizados como estratégicos para el Paraguay con un enfoque de trabajo en gobernanza transversal y especializada.
5. Desarrollo de articulaciones, instituciones de interface, acuerdos, redes y demás esquemas conducentes a potenciar el relacionamiento entre los actores nacionales y regionales asociados a los sistemas de las ciencias, la tecnología y la innovación.

También se tuvieron en cuenta aspectos transversales mencionados en los términos de referencia, entre ellos las tecnologías transversales, las regulaciones y la equidad e inclusión social.

1.4. RESULTADOS ESPERADOS

Se plantea el estudio como un elemento funcional al proceso de construcción de una Política de Estado que busca orientar los recursos y las acciones de la innovación en la dirección que optimice las potencialidades de un desarrollo nacional con sustentabilidad económica, ambiental y social.

Asimismo, como un marco de referencia general para la toma de decisiones en materia de políticas de Estado de Ciencia, Tecnología e Innovación. Para ello, el presente estudio ofrecerá elementos en términos de I+D+i para cada sector, sirviendo de base como para definir las prioridades en la aplicación de los recursos del FONACYT.

Cada estudio sectorial pretende aportar al proceso de planificación de la Política de Ciencia y Tecnología, elementos importantes para alcanzar los objetivos y metas de las cinco áreas ya señaladas (investigación, innovación, RR. HH., áreas Estratégicas & Redes).

1.5. PLAN DE RELEVAMIENTO DE DATOS

Para la elaboración del presente estudio sectorial prospectivo se ha realizado un relevamiento exhaustivo de diversas fuentes de información. Los datos o informaciones utilizados para el presente estudio fueron obtenidos de las siguientes fuentes:

- Informaciones, estadísticas y estudios disponibles en Internet.
- Libros relacionados a la materia de estudio.
- Documentos y estudios sectoriales tanto local como internacional.

Igualmente se recurrió a estudios elaborados por Cooperaciones Internacionales, Universidades, Consultores, Instituciones del Gobierno Nacional, Organismos Internacionales de Estudio (OECD, NEA, IAEA, IEA, GIZ, PNUD, BID, etc.).

Los trabajos describen las ideas conforme a la experiencia y el conocimiento del consultor responsable del estudio sectorial, combinado con la visión de los expertos que fueron contactados y entrevistados.



DIAGNÓSTICO DEL SECTOR ENERGÉTICO

2

Históricamente, la utilización de biomasa en nuestro país es bastante significativa en comparación a los otros energéticos, representando casi el 50% del consumo de energética en el país. Además de biomasa en forma de leña, carbón vegetal y residuos de biomasa, como desechos de cosecha, bagazo de caña de azúcar, cascarilla de coco, arroz y cereales, etc., la matriz energética se completa con la importación de hidrocarburos y la energía hidroeléctrica producida por las centrales de Itaipú, Yacyreta y Acaray. Aproximadamente el 37% del consumo de energía corresponde a derivados del petróleo.

De acuerdo a cálculos estimados, del total del componente de derivados del petróleo, 30% es utilizado por la industria manufacturera, y el 70% en el sector transporte, con un peso decisivo de la demanda de diésel.

Por su parte, de la energía generada, el 57% es de origen hidroeléctrico, consumiéndose apenas el 15%, 48% biomasa, y 37% derivados del petróleo. Desde la década de los 80 Paraguay comparte con el Brasil la intención de desarrollar biocombustibles, en principio alcohol de caña, y en las últimas décadas biodiésel de aceites de origen vegetal.

Paraguay presenta una alta dependencia energética de los países vecinos. Depende de Argentina en cuanto a la importación de gas y derivados del petróleo, y del Brasil en cuanto a la exportación de energía hidroeléctrica.

Estudios realizados también demuestran que el consumo de leña y carbón vegetal por habitante en el Paraguay está entre los más altos de la región, en tanto que el consumo de energía eléctrica por habitante está entre los más bajos (Amatte, J.; Riveros, E.; 2012).

Paraguay es uno de los pocos países que aún no ha desregulado su mercado eléctrico. La generación, transmisión y distribución de energía eléctrica sigue estando verticalmente integrada en poder del Estado, manejada a través de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE).

El marco legal vigente del sector eléctrico paraguayo, la Ley N° 966/64 “Que crea la ANDE como ente autárquico y establece su Carta Orgánica”, determina que esta empresa tiene la exclusividad del servicio público de energía eléctrica y el derecho preferencial para el aprovechamiento de los recursos hídricos necesarios.

Como experiencia exitosa de descentralización y provisión privada del servicio eléctrico, existe la Compañía de Luz y Fuerza S. A. (CLYFSA), en la localidad de Villarrica, ubicada a 200 km al este de Asunción. Esta empresa inició operando una termogeneradora en la zona, aunque actualmente solo realiza la distribución de energía a través de su propia red. Asimismo, en el Chaco central las tres grandes colonias menonitas Chortitzer, Neuland y Fernheim son servidas por generadores térmicos (grupos diésel y turbinas de vapor que utilizan leña como combustible), totalizando cerca de 12 MW de demanda total y que son administrados y operados exclusivamente por las colonias.

Desde sus inicios, y durante largo tiempo, la ANDE se desarrolló con una planificación basada en el crecimiento histórico del mercado, a partir del cual se definieron los programas de inversión para la ampliación del sistema eléctrico en generación, transmisión y distribución. Numerosos factores concurrieron para posponer las inversiones necesarias en los últimos 20 años, a conducir a la institución a situaciones económico-financieras extremas y a una casi quiebra técnica a inicios de la primera década del 2000, acarreado a estos efectos la pérdida gradual de la autarquía de la ANDE (López Flores, G.; Lucantonio, F., 2008).

No obstante, la delicada situación económica de la ANDE intentó ser revertida a partir del año 2003, con el acuerdo operativo entre la ANDE y ELETROBRAS, socios condóminos en representación de los Estados Partes en la Central Hidroeléctrica Binacional de ITAIPÚ, entre Paraguay y Brasil, mediante el cual se priorizó para el sistema eléctrico paraguayo la utilización de los excedentes energéticos de la Central de ITAIPÚ, resultando esta acción una reducción importante de los costos de energía para la ANDE, con lo cual pudo volver a gestionar créditos en instituciones internacionales para el financiamiento de las obras de infraestructura eléctrica. A pesar de ello, las inversiones apenas fueron ejecutadas, con lo cual el sistema eléctrico llegó a una situación de saturación al límite de su capacidad, ante el crecimiento sostenido de la demanda de energía y la falta de infraestructura suficiente en transmisión y distribución para hacer frente a este aumento de la demanda. Esto llevó a la ANDE a situaciones técnicas no deseadas, comprometiendo la seguridad y calidad del servicio que presta.

2.1. ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR PARA EL PARAGUAY

La eficiencia energética y la seguridad en el abastecimiento son aspectos esenciales de toda política energética. La energía es, sin duda alguna, un insumo indispensable en las sociedades modernas.

La matriz energética de Paraguay se caracteriza, por una parte, por la significativa participación de la biomasa como fuente de energía, además de la abundancia de la energía de fuente limpia proveniente de las represas hidroeléctricas. Según Amatte, J.; Riveros, E., (2011), la composición actual de la matriz energética presenta debilidades específicas en los indicadores económicos de sustentabilidad y equidad.

La eficiencia energética y la seguridad en el suministro son aspectos esenciales de toda política energética, cualquiera sea el esquema institucional y legal bajo el cual, en un determinado país, se desenvuelve la industria energética. Asimismo, cabe destacar que la producción y el uso de energía siempre afectan al medio ambiente en diversas formas. En dicho sentido, se necesitan políticas energéticas razonadas para mejorar el abastecimiento y la utilización de la energía en sus distintas fuentes, mitigando el impacto ambiental y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero responsables del calentamiento global, en un contexto de desarrollo nacional enlazado a las relaciones internacionales.

En consecuencia, en este trabajo se pretende identificar y proponer tendencias y principios que sirvan de marco y contexto a las decisiones de corto plazo (2014-2018). El objetivo es diseñar y evaluar escenarios de manera a evitar que las acciones de coyuntura definidas en el presente generen situaciones irreversibles, y que constituyan un obstáculo para la política energética en el futuro.

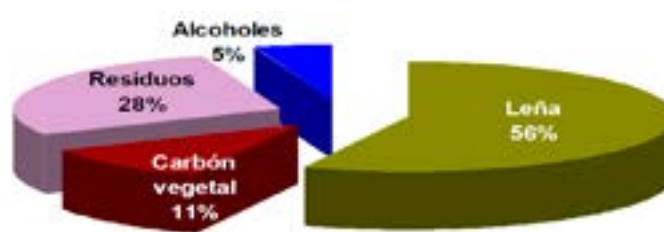
2.2. ENERGÍA DE BIOMASA

Al analizar el consumo final de energía en el año 2013, que alcanzó 4.473,1 ktep¹, se obtuvo que la biomasa ocupa el 45% de la energía consumida en el país, seguida por los derivados del petróleo, con el 37,7%, y finalmente la electricidad, con el 17,3%. La biomasa es empleada principalmente por las industrias y por los hogares rurales, y en específico para la cocción de alimentos y calentar agua.

El consumo de leña es la principal fuente energética consumida, seguida por los residuos de biomasa, utilizados principalmente para los procesos industriales, ya que gran parte de estos residuos de biomasa corresponde al consumo de bagazo de caña para la producción de calor directo y vapor.

A pesar de esto, los valores estimados de consumo de biomasa (leña, carbón vegetal, residuos agroforestales y alcoholes, incluyendo el destinado a mezclas con gasolinas) decrecieron en 3,5% respecto al año 2012, comportamiento que resulta básicamente del decrecimiento en el consumo de carbón vegetal en la industria y la disminución de consumo de leña en el sector residencial rural. La estructura del consumo final de productos de la biomasa en el 2013 se presenta en el siguiente gráfico:

Gráfico 1: Estructura del consumo final de biomasa en Paraguay (2013)



Fuente: VMME. 2014. Balance Energético Nacional del año 2013.

1- ktep (ktoe en inglés): unidad de energía que representa mil toneladas equivalentes de petróleo.

Actualmente, se estima una superficie de bosques de 2.400.000 ha, que representan aproximadamente el 15% de la superficie boscosa en la Región Oriental. Esos valores incluyen las áreas protegidas. De dicha superficie total se estima que quedan unas 700.000 ha de bosque productivo en la Región Oriental. Estas zonas están concentradas principalmente en los departamentos de Alto Paraná, Itapúa, San Pedro, Concepción, Canindeyú, Amambay y Caaguazú (JICA, 2014).

Las áreas más extensas y continuas cubiertas por bosques en la Región Oriental del Paraguay no son potenciales fuentes de provisión de biomasa para leña y carbón. Estos últimos vestigios de bosques constituyen las áreas silvestres protegidas. Informaciones de Guyra Paraguay identifican no más de 20 núcleos de bosques nativos sin alto grado aparente de degradación, entre los cuales el 90% poseen la mencionada categoría de manejo y el resto se encuentra en manos privadas (BID, 2008).

Paraguay presenta una de las tasas de deforestación más elevadas de América Latina. La tala y la venta ilegal de madera —rollizos y en menor medida aserrada— constituyen uno de los factores importantes de la destrucción de los bosques del país.

Sin embargo, es de mencionar que la cantidad de bosques de la Región Oriental retrocedió, no precisamente por el consumo energético de dichas fuentes, sino más bien ante el avance de los plantíos de soja. La explotación forestal es muy activa, aprovechándose numerosas especies tropicales de madera dura (BID, 2008).

Ante este escenario, a partir de la Ley de Deforestación Cero (Ley N° 2.524/04), la cual es monitoreada por la fundación WWF (por sus siglas en inglés *World Wide Fund for Nature*) a través de Guyra Paraguay, se logró una reducción del 85% en el índice de deforestación (GIZ, VMME, 2011). A pesar de ello, continúa habiendo deforestación, la que se realiza marginalmente en superficies de 2 a 5 ha por vez, que no son detectadas por el monitoreo realizado a través de imágenes satelitales. Se estima que la tasa de deforestación oscila entre 25.000 y 75.000 ha/año (BID, 2008), debido a deforestaciones ilegales y deforestaciones con permisos otorgados previos a la ley.

Como resultado, el Paraguay hasta hoy día no ha logrado ejecutar una Política Forestal. La falta de la misma se ve reflejada en la situación de degradación de los bosques remanentes, en la informalidad de las cadenas productivas forestales, ya sean para fines energéticos o industriales, y con la carencia de una Institución Forestal fortalecida con criterios técnicos claros y aplicación cabal de las leyes.

El manejo de los bosques nativos en Paraguay se ha limitado al establecimiento de diámetros mínimos de corta, que oscila entre 25 a 50 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) y a cupos de corta por unidad de superficie, generalmente 2 a 2,5 por hectárea por

año. Estos planes se fundan en un inventario forestal, a partir del cual se establece el volumen de corta correspondiente a cada especie hasta llenar el cupo mencionado de corta. Además de los planes de manejo de bosques, existen otras dos modalidades establecidas en la normativa de la Ley Forestal N° 422/73 para el uso del recurso bosque: los “Planes de Aprovechamiento Forestal” y los “Planes de Uso de Tierras” (BID, 2008).

En la Región Oriental, los Planes de Manejo Forestal (PMF) en el 2011 solamente representaron una superficie de 22.151 ha, presentando inclusive una disminución del 13% con respecto al año anterior en la superficie bajo manejo, considerando que un menor número de propietarios de bosques presentaron PMF (INFONA, 2011).

Para la Región Occidental (Chaco), se encuentran como reservas potenciales de manejo una superficie de 110.408 ha, en el marco de 81 Planes de Uso de la Tierra (PUT) aprobados, que corresponden al 25% del área de reserva establecido en los PUT (INFONA, 2011).

En los últimos 30 años, la relación entre montes cultivados y pasturas existentes se ha invertido. Si en 1981 el 62% del departamento de Boquerón estaba con montes naturales y 33% con pasturas, actualmente esa relación es inversa y prácticamente el 60% se encuentra con pasturas cultivadas. Hasta el siglo pasado, la destrucción de los bosques era bastante limitada, probablemente gracias a su marginalidad geográfica y a la escasa presión demográfica que ostentaba. Hoy es este tal vez uno de sus mayores inconvenientes, la tala indiscriminada de bosques nativos (IICA Paraguay, 2011).

El impacto negativo de la Ley de Deforestación Cero es el incremento de la deforestación en la región del Chaco. Según la SEAM, a partir de estudios de Guyra Paraguay, solo entre enero y mayo del 2007, se habían deforestado 40.000 ha. Este efecto *boomerang* hace que también los bosques del Chaco ahora estén en peligro (BID, 2008).

Queda evidenciado que la destrucción de los bosques naturales ha resultado principalmente por la transformación de los mismos en áreas de pastoreo para cría de ganado, lo que está asociado a problemas de uso y tenencia de la tierra. De hecho, estos principales elementos causales de la deforestación demuestran que históricamente el problema forestal ha estado íntimamente ligado a la tenencia de la tierra y a los modelos de reforma agraria y de producción agropecuaria del país (GTZ, VMME, 2011).

2.2.1. Oferta y demanda de biomasa

El consumo actual de biomasa sólida muestra que la demanda supera la oferta que el país actualmente puede producir en forma sostenible. Existe un déficit de entre 8.200.000 a 9.900.000 T anualmente para abastecer la demanda sosteniblemente (UNIQUE, 2013).

Las reforestaciones existentes no abastecen la demanda creciente, que resulta en precios altos, importación de madera y la degradación de los bosques.

Se estima que se debe reforestar un total de 285.000 ha con un requerimiento anual de 24.000 ha de reforestaciones, asumiendo un incremento medio anual de 30 m³/ha/año y una rotación de 12 años (UNIQUE, 2013). Por su parte, la Dirección General de Plantaciones Forestales del INFONA ha propuesto como meta del Plan Nacional de Reforestación alcanzar 450.000 ha de plantaciones en un plazo de 15 años para evitar la deforestación desmedida y blindar así la oferta de leña.

Los niveles de competitividad del aparato productivo están en función de la disponibilidad y calidad de los recursos energéticos. La industria nacional depende en alto grado de la energía proveniente de la leña y residuo vegetal (UIP, 2005).

A pesar de la disponibilidad de la electricidad y de otros combustibles derivados del petróleo, la leña es aún un recurso energético ampliamente utilizado por las industrias en Paraguay, especialmente por su disponibilidad y relativo bajo costo. Es por eso que en el país, en actividades como la industria, puede hablarse de un sector monoenergético, debido a que la biomasa alcanza casi un 87% de la estructura de la demanda de energía.

Por otro lado, la industria del carbón está abastecida desde el monte nativo, situación que no es sostenible en el tiempo, básicamente por limitaciones de mercado hacia este tipo de recursos.

En base al resultado del balance de oferta y demanda de biomasa sólida, es necesario definir estrategias fundamentales para lograr un manejo sostenible de la biomasa utilizada con fines energéticos.

En cuanto a la diferencia entre la oferta y la demanda de biomasa sólida anual, debe definirse una base para ejecutar un Plan de Manejo, basado en tres ejes principales (UNIQUE, 2013):

- El aprovechamiento de los bosques bajo Manejo Forestal para fines maderables y energéticos basado en el incremento anual por superficie manejada.
- Reforestaciones con fines energéticos.
- La implementación del Plan Nacional de Reforestación busca revertir el proceso de desabastecimiento de materia prima de las industrias forestales, así como la falta de provisión de biomasa para uso energético.

Para los Cambios de Uso de la Tierra, deberían existir normativas por las cuales se incentive el uso de la biomasa resultante para fines energéticos, evitando las quemas y el desperdicio de biomasa disponible, considerando estrategias que hagan factible dicho aprovechamiento.

A pesar de que la leña y el carbón vegetal son altamente utilizados en el país tanto a nivel residencial como comercial, industrial y agropecuario, estos recursos siguen perteneciendo a un mercado sumamente informal. Por esta razón, es muy difícil cuantificar de manera exacta el consumo de los mismos (UNIQUE, 2013).

Finalmente, como el consumo de leña incide mayormente en las familias rurales, la cuales realizan la extracción directa para la cocción de sus alimentos, calentar agua y calefacción de sus recintos, se entiende que sea difícil un cambio de cultura, como implicaría una actualización tecnológica por artefactos eléctricos o que utilicen GLP. En ese sentido, se debe actuar de manera íntegra en todos los aspectos para lograr la sostenibilidad de este uso. Atendiendo esto, una de las estrategias públicas en materia de energía debe apuntar a convertir el uso de leña en una práctica sostenible.

2.3. HIDROCARBUROS

El subsector hidrocarburo paraguayo se divide básicamente en tres sectores bien identificados, por una parte, la mayor parte del consumo se atribuye al sector transporte, seguido por el sector residencial a partir del consumo de GLP, y finalmente el sector industrial con la utilización de *fuel oil*.

2.3.1. Oferta y demanda de hidrocarburos

En lo que se refiere a la oferta de hidrocarburos, el 100% de los derivados del petróleo consumidos en el país es importado, lo cual convierte al Paraguay en uno de los principales dependientes de la importación de combustibles fósiles de la región.

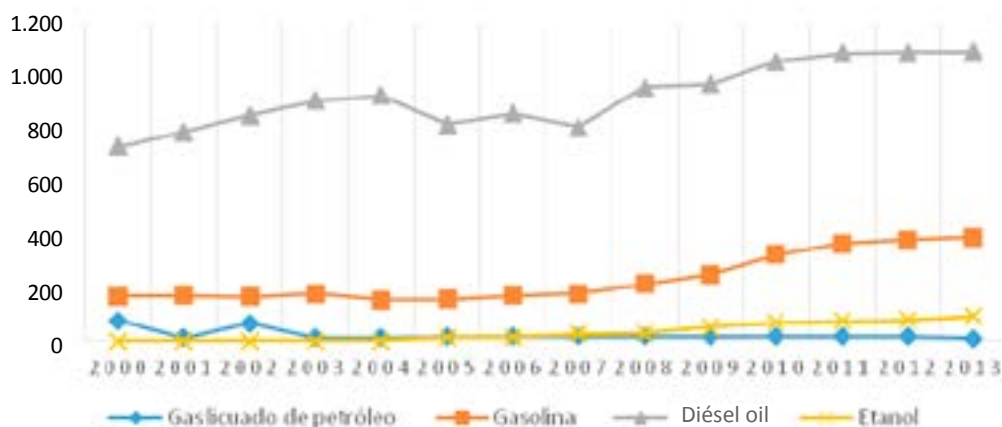
En lo que se refiere a la demanda, la mayor participación dentro del consumo de combustible es en el sector transporte, desarrollado a través de la utilización del diésel oil, presentándose una diferencia notoria con respecto a los demás tipos de combustibles.

Para el año 2011, el consumo total de energía neta de este sector ascendió a 1.346,7 kTep. De este total, un 97,6%, equivalente a 1.314,38 kTep, fue consumido por el sector carretero, utilizado para la movilidad de carga y personas, mientras que el modo aéreo consumió el 2,1% (28,2 kTep) y, finalmente, el tercer lugar corresponde al transporte fluvial, con el 0,3% restante, consumiendo 4,75 kTep².

En los últimos años, el consumo de diésel oil estuvo en el orden de 1.090 kTep por año. Por su parte, el consumo de gasolina y las mezclas de naftas con alcohol presenta un claro aumento. Este fenómeno está estrechamente emparejado al creciente aumento de importación de vehículos movidos a gasolina y a la masiva industrialización referente a la producción y posterior venta de motocicletas en el parque automotor, por lo que esta característica produjo un aumento en cantidad del parque automotor de vehículos a gasolina con respecto a los movidos a diésel.

2- Balance Energético Nacional en Energía Útil para la República del Paraguay para el año 2011. Itaipú Binacional, Fundación Bariloche, Parque Tecnológico Itaipú - Paraguay. Año 2014.

Gráfico 2: Consumo de hidrocarburos del sector transporte



Fuente: Balance Energético Nacional 2000/2013 - Viceministerio de Minas y Energía (VMME).

Del total del parque automotor, el 64% de los vehículos son movidos a nafta, el 35% a diésel y el 1% a GLP. El parque automotor está conformado en un 28% por automóviles, 28% motocicletas, 13% camionetas, 5% camiones y 1% ómnibus.

Tabla 1: Evolución del parque automotor registrado

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Automóviles	188,387	200,810	210,647	221,000	240,728	247,869	266,478	294,686	320,660	325,690	374,438	265,248
Camionetas	126,316	139,787	151,289	161,636	168,887	174,438	177,903	178,466	179,218	179,621	178,992	125,177
Camiones	39,142	42,531	44,611	46,663	49,426	46,741	48,539	51,095	53,665	54,222	59,894	50,942
Ómnibus	9,229	10,340	11,504	12,300	12,801	6,602	6,687	15,039	15,624	15,707	16,363	13,908
Acoplados	5,369	6,303	7,054	7,778	9,102	1,954	2,010	5,218	5,372	6,765	6,769	5,337
Maquinarias	12,200	15,840	17,549	19,019	20,671	12,054	12,099	12,149	12,214	12,406	12,363	10,255
Motos	78,795	84,610	94,093	110,413	134,865	156,790	189,300	221,002	267,887	275,076	342,779	339,259
Varios	1,226	1,286	1,327	1,359	1,402	64,442	89,610	113,276	145,872	148,722	235,871	229,327
Total	460,664	501,507	538,074	580,168	637,882	710,890	792,626	890,931	1,000,512	1,018,209	1,227,469	1,039,453

Fuente: Dirección Nacional del Registro Automotor.

Automóviles: automóviles y *stations wagons*; Camionetas: camionetas y furgones; Camiones: camiones, grúas y tractocamiones; Ómnibus: ómnibus y minibuses; Maquinarias: aplanadoras, excavadoras, topadoras, motoniveladoras, compactadoras, montacargas, tractores y maquinarias agrícolas.

Es importante resaltar que el consumo total de energía para el año 2011 del modo carretero es del orden de los 1.313,7 ktep, de los cuales el 65,4% corresponde a diésel seguido por la gasolina, con el 27,5%, y el alcohol, con el 5,7%. De este, el 59,4% de energía del carretero corresponde al transporte de pasajeros y 40,6% al de cargas.

Analizando el modo de transporte fluvial y aéreo, el consumo de ambos modos es mínimo con respecto al consumo de transporte carretero. El modo fluvial consume 4,75 ktep de energía, esto debido a que el 80% de la flota naval del país carga mediante la modalidad de *bunker*, comprando combustibles de los puertos de Argentina. Asimismo, se refiere que el consumo total del modo aéreo en el año 2011 fue de 28,22 kTep, correspondiendo

el 90,5% al *jet fuel* y el restante 9,5% a las aeronautas (combustible asociado principalmente a pequeñas aeronaves con motor a pistones).

En lo que respecta a la demanda de hidrocarburos en el sector industrial, el principal consumidor de energía es el subsector de producción de materiales no metálicos, el cual posee un 25,3% de participación en la matriz de consumo de energía del sector industrial. En este subsector, el *fuel oil* es la segunda fuente que más se consume por detrás de la leña, mencionando que el *fuel oil* representa un 14% del consumo de energía neta dentro de este subsector.

Gráfico 3: Consumo de hidrocarburos del sector industrial



Fuente: Balance Energético Nacional 2000/2013 - Viceministerio de Minas y Energía (VMME).

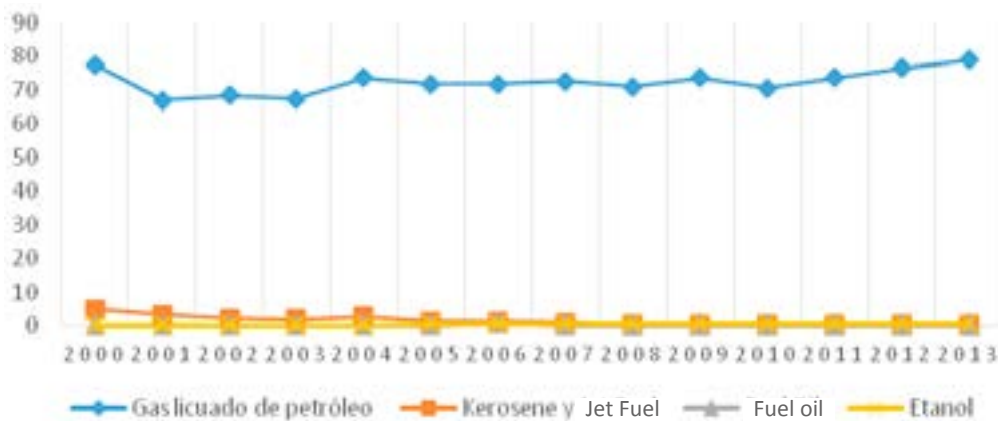
En el gráfico se detalla que la mayor fuente consumida a lo largo del tiempo dentro del sector industrial es el *fuel oil*, decreciendo paulatinamente debido a la inserción de la electricidad en los procesos de producción.

Dentro de este subsector, sobresalen las industrias de producción de cemento, las cuales utilizan este combustible dentro de su proceso de fabricación, y en menor medida en el subsector de procesos frigoríficos contribuye con el 0,5% del consumo neto de *fuel oil*, el cual es destinado totalmente a la producción de vapor. En los demás subsectores, la utilización del gas licuado de petróleo, gasolina y etanol posee una participación prácticamente nula.

Haciendo un análisis resumido de los demás subsectores, en el sector industrial se puede notar que el consumo del GLP, gasolina y etanol es prácticamente despreciable con respecto al consumo de *fuel oil*, ya que el sector industrial no presenta una diversificación en cuanto a procesos de fabricación y utilización de los recursos. Esto se debe principalmente a la renuencia de las industrias de actualizar sus procesos de producción y a la falta de incentivos o legislaciones que exijan a las industrias invertir en mecanismos de eficiencia energética.

Por su parte, con relación al consumo de hidrocarburos del sector comercial y residencial, en este subsector el consumo corresponde casi en su totalidad a gas licuado de petróleo, utilizado en los hogares para la cocción de alimentos y, en menor medida, para calentar agua.

Gráfico 4: Consumo de hidrocarburos del sector residencial y comercial



Fuente: Balance Energético Nacional 2000/2013 - Viceministerio de Minas y Energía (VMME).

Para el sector residencial y comercial, se puede notar en el gráfico que el consumo se mantiene prácticamente inalterable a lo largo del tiempo (78 ktep). Esta situación puede explicarse gracias al alto valor de consumo de biomásas y sus derivados utilizados en los sectores de menores recursos, así como también teniendo en cuenta el alto porcentaje de GLP de ingreso al país sin registro oficial, impulsado por la diferencia de precios en el combustible de los países limítrofes.

Dentro de la matriz de consumo del subsector residencial urbano, podemos decir que el gas licuado de petróleo representa un 8,6% del consumo neto, siendo la tercera fuente principal de consumo del subsector, detrás de la biomasa y la energía eléctrica. La utilización de este tipo de fuente se da principalmente en la cocción de alimentos, representando en el año 2011 el 60,1% del total energético de este subsector.

Para el subsector residencial rural, la proporción es distinta, ya que el consumo de GLP representa un total del consumo de energía neta de 643,5 ktep, en el cual solo el 2,7% de este subsector utiliza GLP, esto debido a la imposibilidad de acceso por los altos costos que acarrea la instalación de este tipo de fuente. En este subsector, el 78,7% del consumo de GLP es utilizado para la cocción de alimentos.

2.4. ENERGÍA ELÉCTRICA

Paraguay es el mayor exportador de energía hidroeléctrica del mundo; sin embargo, el sistema eléctrico local experimenta cortes regulares en el suministro de energía y una

elevada pérdida en el sistema. Según datos del Balance Energético del año 2011, la producción total de energía primaria del Paraguay en 2011 fue de 8.869,85 ktep. En el país se producen cuatro fuentes primarias, todas de origen renovable, donde la principal es la hidroenergía, cuya producción representó el 72,6% del total (11.161,4 GWh en el año 2011); seguida de la leña, con el 16,4%; los residuos vegetales (corresponden a los residuos de biomasa), con el 6,2%; y otras biomásas, con el restante 4,8% (VMME, 2012).

Además del alto valor de generación hidroenergética, tiene uno de los potenciales de generación de energía hidroeléctrica más elevados en el mundo. Se ha calculado que el país tiene recursos para producir 130 TWh/año de energía hidroeléctrica, de la cual se considera que 101 TWh/año es económicamente explotable (ANDE, 2012).

Considerando los proyectos hidroeléctricos instalados en el país, casi la totalidad de la electricidad proviene de tres plantas hidroeléctricas ubicadas sobre el río Paraná. La mayor parte de sus 8.816 MW de capacidad de generación nominal proviene de la represa Acaray (210 MW) y de dos plantas binacionales de energía hidroeléctrica: Itaipú, una instalación con titularidad y operación conjunta con el Brasil (7.000 MW para cada país), y Yacyretá, un proyecto binacional con la Argentina (1.600 MW para cada país). La Tabla 2 presenta la oferta de energía eléctrica producida en el Paraguay en el año 2011.

Tabla 2: Oferta de energía eléctrica (2011)

Central	Tipo	Potencia Nominal Instalada (MW)	Potencia Nominal correspondiente a Paraguay (MW)	Potencia Real correspondiente a Paraguay (MW)	Energía Disponible (GWh/año)	%
Itaipú	Hidro	14.000,0	7.000,0	6.067,5	45.179,0	82,6
Yacyretá	Hidro	3.200,0	1.600,0	1.440,0	8.578,0	15,7
Acaray	Hidro	210,0	210,0	210,0	901,0	1,6
Otros	Térmico	6,1	6,1	6,1	27,0	0,0
Total		17.416,1	8.816,1	7.723,6	54.685,0	100,0

Fuente: Toledano, 2013.

2.4.1. Oferta y demanda de energía eléctrica

La energía hidroeléctrica representa el 99,9% de la electricidad producida y suministrada en el país y la mayor parte de la misma es adquirida de las dos entidades hidroeléctricas binacionales de Itaipú y Yacyretá (Toledano, P. et al., 2013).

Tabla 3: Oferta de energía eléctrica (2011)

	GWh (2011)	%
Generación		
Acaray	949,9	8,5
Térmica	0,9	0,0
Total Generado	950,8	8,5
Comprado		
Itaipú	8.036	72,0
Yacyretá	2.174,6	19,5
Total Comprado	10.210,6	91,5
Total Oferta	11.161,4	100,0
Uso doméstico	11.020,7	98,7
Ventas a EBISA (Argentina)	140,8	1,3

Fuente: Toledano, 2013.

En lo que se refiere a la demanda, la cobertura de electricidad se extendió rápidamente durante la última década y llegó al 98% de todos los hogares en 2009, por encima del 84% en 2001. El uso residencial es el principal conductor del consumo de electricidad (50,3%), antes del uso comercial y servicios públicos (31,1%) y el uso industrial (13,3%) (ANDE, 2012).

Tabla 4: Consumo neto total de energía eléctrica por sector (2011)

Sector	Consumo (GWh)	%
Residencial	5.546,2	50,3
Comercial, Serv. y Público	3.432,5	31,1
Industria	1.464,6	13,3
Transporte	0,0	0,0
Agropecuario y Forestal	556,6	5,1
Minería y Construcción	20,8	0,2

Fuente: ANDE, 2011.

La demanda pico de energía ha crecido en promedio al 8% por año, de 425 MW en 1990 a 1.892 MW en 2010. En los últimos años, la demanda pico ha estado creciendo rápidamente, llegando a 2.576 MW durante el 2013.

Entre los usos de energía se destaca, en el sector residencial, la conservación de alimentos en un 26%, para calentar agua 20%, refrigeración y ventilación de ambientes 19%, y otros usos 19%. Esta información es importante, ya que indicaría las áreas en las cuales podrían considerarse, analizarse, estudiarse e investigarse cuestiones relativas a la eficiencia energética.

El grado de electrificación es muy alto, en promedio del 98%. Prácticamente todos los hogares tienen acceso a la electricidad, excepto en el módulo rural de bajos ingresos, donde el grado de electrificación de este grupo es del 94,6% (estimando unos 20.000 hogares sin acceso a la misma). No obstante, considerando el grado de acceso, el mismo presenta grandes asimetrías: los hogares de bajos ingresos consumen solo el equivalente al 14% y al 11% de los hogares de altos ingresos, según sea el medio urbano o rural, respectivamente.

En el sector comercial y servicios públicos, el principal uso al que se destina la electricidad es la refrigeración y ventilación de ambientes (29%), le siguen la conservación de alimentos (21%), la iluminación (20%) y otros (13%). Se concluye que gran parte del consumo de energía representa usos cautivos de la electricidad, y las medidas de uso eficiente deberían orientarse a la modernización de los artefactos utilizados (Cofré, A.; Larraín, R., 2009).

En el sector industrial, la utilización de electricidad representa el 13,3% del consumo nacional, compitiendo con la biomasa proveniente de residuos y leña como fuente de energía en los procesos industriales. Se estima que el 82% del consumo neto del sector industrial lo proveen las biomásas (VMME, 2013; GISE, 2013).

2.4.2. Transmisión y distribución

La red eléctrica está compuesta por un conjunto de líneas, transformadores e infraestructuras que llevan la energía eléctrica desde los centros de producción hasta todos los consumidores. Estas redes son las encargadas de transportar y distribuir la electricidad generada en las centrales (ya sean las tradicionales nucleares, hidráulicas, de carbón o las más recientes de ciclo combinado o renovables) hasta los puntos de consumo final. Las redes eléctricas actuales fueron diseñadas y puestas en funcionamiento desde la mitad del siglo pasado. Para convertirse en redes más efectivas y robustas, de forma que puedan soportar las necesidades futuras, tanto desde el punto de vista de los consumidores como de las características de las centrales basadas en energías alternativas, deben rediseñarse (FEDIT, 2011).

En todas las redes se pierde parte de la energía en la actividad de transporte y la distribución. La transmisión consiste en la conducción de la energía eléctrica a muy alta tensión, que asegura unas pérdidas de red menores y se considera cuando la tensión es igual o superior a 220 kV (generalmente 500 kV y/o 220 kV), además de las interconexiones con otros países. Por su parte, la distribución es la transmisión o transporte de energía eléctrica a tensiones de 132 kV e inferiores, desde las redes de transporte hasta los puntos de consumo. A medida que nos acercamos a los puntos finales de consumo, es preciso conseguir valores de tensión menores, que normalmente no superan los 1.000 V, operación que se realiza en los centros de transformación. Entre la instalación final del usuario y los centros de transformación existe una infraestructura, denominada red de enlace, y que permite la interconexión y protección de las instalaciones.

Las insuficiencias de las instalaciones de transmisión y distribución del sistema eléctrico nacional comprometen la seguridad y calidad del suministro eléctrico. La demora en las obras dirigidas a la ampliación del sistema de transmisión y distribución, sumada a la alta frecuencia de fallas, afecta la calidad del servicio, especialmente para la población de menores recursos. Así también, las elevadas pérdidas técnicas en los servicios de transporte y distribución de electricidad son algunas de las dimensiones y/o manifestaciones de este problema (Toledano, P. et al., 2013).

El sistema eléctrico carece de líneas de transmisión de alto voltaje. El Sistema Interconectado Nacional (SIN) depende en gran medida de una red troncal de 4.090 km de líneas de transmisión de 220 kV, complementadas por 1.409 km de 66 kV y 70 subestaciones de transmisión. Con solo 16 km de líneas de transmisión de 500 kV y 0,002 km de 500 kV por GWh producidos, Paraguay tiene el índice más bajo de la región (en relación a 0,066 km/GWh de Brasil, 0,089 de Argentina y 0,079 de Uruguay). Con esta configuración, la confiabilidad del suministro de energía es muy vulnerable a fallas del sistema de transmisión (Toledano, P. et al., 2013).

2.4.3. Costo y precio de la electricidad

El costo de generación de electricidad en el país es particularmente bajo, con un promedio de US\$ 2,63/kWh.

La estructura arancelaria del costo de la electricidad de la ANDE incluye un subsidio cruzado implícito desde clientes comerciales y residenciales de bajo voltaje a usuarios industriales. Asimismo, un arancel del tipo social benefició en el 2011 a 302.661 clientes (24,7% locales), representando un costo para el gobierno de Gs. 53 mil millones. El objetivo del arancel social (Ley N° 3.480/2008) es beneficiar a clientes residenciales de bajo voltaje, que consuman menos de 300 kWh por mes, teniendo una aplicación gradual. Los beneficiarios de este programa administrado por la Secretaría de Acción Social (SAS) son automáticamente elegibles para el arancel social. Los hogares pueden solicitar el beneficio del arancel si presentan una declaración jurada que justifique su bajo nivel de ingresos.

Tabla 5: Subsidio de energía eléctrica a clientes (2011)

Consumo residencial	Tasa de descuento en la tarifa (%)	Beneficiarios
0 - 100 kW/mes	75	199.369
101 - 200 kW/mes	50	82.387
201 - 300 kW/mes	25	20.905
Total		302.661

Fuente: ANDE.

2.4.4. Desfasaje del modelo eléctrico paraguayo

El modelo del sector eléctrico paraguayo no es el adecuado para los tiempos actuales, es necesario reformar el modelo actual de manera urgente para poder enfrentar el creciente requerimiento energético nacional que demanda el desarrollo económico. Podemos aprender de los países vecinos, que han reformado sus mercados eléctricos luego de enfrentar crisis energéticas debido a restricciones de la oferta y la incapacidad de absorber el crecimiento de la demanda. Chile, Argentina y Brasil poseen la experiencia en cuanto a la reestructuración necesaria para tener un mercado eléctrico capaz de abastecer con calidad y el menor precio posible de energía eléctrica a la demanda. Estos procesos se encuentran inclusive en una segunda generación de reformas, donde ya fueron identificados y resueltos los principales problemas surgidos en la primera reestructuración, originando regulaciones y estructuras de mercados eléctricos más eficientes y consolidadas.

El sector eléctrico paraguayo debe nutrirse de estas experiencias, para no cometer los mismos errores y replicar los aciertos de los países pioneros en el área. Las inversiones en líneas de transmisión en general buscan adecuar la capacidad del tronco de transmisión a los requerimientos de la demanda, con lo cual se obtendría un sistema que opere con mayor margen de carga, lo cual no implicaría menores niveles de pérdidas, puesto que no se prevén fuertes inversiones en los sistemas de distribución. Estas obras permitirían soportar una contingencia simple en el tronco de transmisión con un grado de afectación en el resto del sistema a ser evaluado, lo cual se traduciría en una mayor flexibilidad y aumento de la confiabilidad del sistema.



**TENDENCIAS
DEL SECTOR
ENERGÉTICO**

3

3.1. ENERGÍA DE BIOMASA

La producción, el consumo y el comercio de la mayoría de los productos de biomasa en América Latina y el Caribe se han incrementado de manera sostenida en los últimos años, principalmente los que se elaboran a partir de maderas de plantaciones forestales. Se ha percibido también un marcado desarrollo de estas plantaciones, en particular un gran aumento de las áreas plantadas, inversiones en tecnología e incremento del capital externo, estudios e investigaciones en este subsector. Por otro lado, la creciente internacionalización de las industrias pertenecientes a este subsector ha logrado que la madera de bosques plantados alcance altos grados de competitividad. Para el caso de los bosques naturales, el aumento de las restricciones para el acceso a los mismos por parte de los gobiernos y el aumento de los costos de explotación, han causado una disminución de la oferta de madera de especies autóctonas. Por un lado, el notable crecimiento de las áreas protegidas ha influido en la disminución de áreas de bosques naturales disponibles para el suministro de madera; en América del Sur principalmente se ha verificado un notable cambio del uso del suelo a causa del aumento de los cultivos agrícolas (soja, caña de azúcar, café, cacao y frutas tropicales tales como bananas y cítricos), monocultivos forestales y actividades ganaderas.

La superficie total de bosques de América Latina y el Caribe continuará disminuyendo, aun si se percibe una estabilización en la cubierta forestal en el Caribe y algunos países de Sud y Centro América. Los bosques de la región podrían pasar de una extensión estimada en 964 millones de hectáreas en el año 2000, correspondiente a cerca del 48% de la superficie total de la región, a unas 881 millones de hectáreas en 2020. La disminución que se está percibiendo y se percibirá en estos 20 años será de 83 millones de hectáreas. Esta restricción se deberá principalmente a la reducción de la cubierta forestal en América del Sur y México.

En América del Sur se prevé la mayor disminución de aproximadamente 68 millones de hectáreas, de las cuales cerca de 47 millones corresponderán al Brasil, país que ha verificado una reducción de 3,1 millones de hectáreas anuales en los primeros cinco años de la década del 2000. En Centroamérica y México se estima que la deforestación alcance casi 16 millones de hectáreas, con aproximadamente 11 millones en México y 1,5 millones en Nicaragua, percibiéndose en estos países el 79% de la deforestación de toda la subregión; para el periodo entre 2000-2005 se han perdido cerca de 500.000 hectáreas al año.

Las fuerzas impulsoras que determinan las tendencias son, principalmente, el crecimiento demográfico, el desarrollo económico y su repercusión a escala social, ambiental, económica y política y las inversiones privadas o públicas. El crecimiento de la población afectará directamente al estado de la cubierta forestal, no solo debido al incremento de la demanda de productos forestales, sino también al aumento de la demanda de productos agropecuarios y de energía.

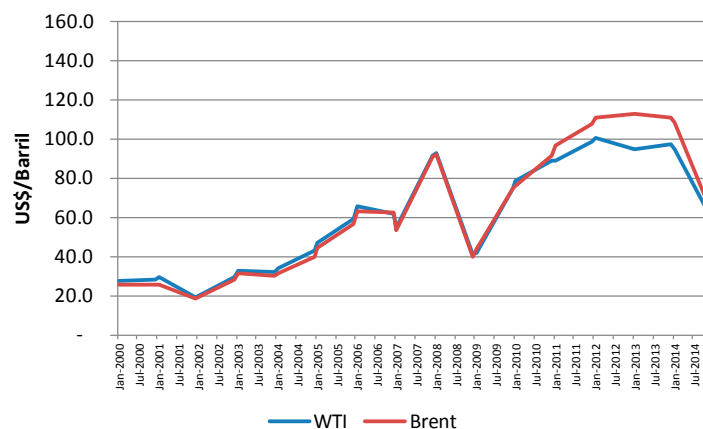
Este aumento de demanda energética, sumado a la disminución de cobertura de los bosques nativos y de reforestación, hará cada vez más escaso y costoso el acceso a la fuente de biomasa, con lo cual la tendencia a futuro es optar por la sustitución por otros tipos de fuentes de energía para la satisfacción de las necesidades ahora vinculadas a la biomasa.

3.2. HIDROCARBUROS

La región en la que se encuentran Paraguay, América Latina y en particular América del Sur se caracteriza por la diversidad y abundancia de recursos naturales. Según informaciones de la Organización Latinoamericana de Energía, cerca de un quinto de las reservas de petróleo en el mundo se encuentran en América Latina (la mayor parte, en Venezuela) y alrededor de un cuarto del potencial hidroeléctrico en el mundo está en las cuencas hidrográficas de América del Sur. Paraguay está inmerso en esta región y participa de todos los mecanismos e iniciativas de integración regional y subregional. Esto es principalmente conveniente para un país que, por un lado, depende históricamente de la importación de hidrocarburos (lo que representa un impacto negativo en la balanza comercial, que depende —en gran medida— de los valores del precio del petróleo) y, al mismo tiempo, produce importantes excedentes de electricidad para la exportación. Por consiguiente, es impensable un desarrollo energético de Paraguay desvinculado de la región en la que se encuentra y del mundo.

En el ámbito petrolero, uno de los hechos más destacados del año 2014 fue la drástica disminución de los precios internacionales observada en el último trimestre. Como se aprecia en el siguiente gráfico, al finalizar el último trimestre del año tanto el precio del West Texas Intermediate (WTI) como del Brent experimentaron disminuciones respecto a las observaciones pasadas. De hecho, comparando el comportamiento mensual del WTI, los niveles alcanzados en noviembre-diciembre del año 2014 apenas son mayores a los observados en 2008, año de la crisis financiera internacional.

Gráfico 5: Precios del petróleo WTI y Brent (US\$/Barril)



Fuente: Reuters.

Ante este escenario de precios, este fenómeno se explica a través del comportamiento de dos variables: 1) el incremento en la producción de petróleo por parte de los Estados Unidos de América (EE. UU.); y 2) la desaceleración en la tasa de crecimiento económico de la China habría originado una caída en la demanda de petróleo.

Para explicar el incremento de producción por parte de los Estados Unidos, desde una perspectiva técnica los hidrocarburos convencionales han migrado desde la roca madre hacia la roca reservorio y —dependiendo de las condiciones de porosidad y permeabilidad— el hidrocarburo fluye con relativa facilidad desde el almacén rocoso al pozo y, por la perforación, hacia la superficie. Por otra parte, los hidrocarburos no convencionales son aquellos que no están albergados en rocas porosas y permeables y no tienen la capacidad de fluir sin intervención. Así definido el grupo, entonces se incluye un rango amplio y heterogéneo de tipos de acumulaciones de hidrocarburos.

Esta mejora en la extracción de hidrocarburos posibilitó el incremento en la producción de petróleo de los EE. UU.; a su vez, ello incrementó la oferta de este producto en el mundo, generando (con elevada probabilidad) una caída en los precios internacionales de este producto, ello asociado además a que el resto de importantes países productores de petróleo (como Arabia Saudita) no ajustaron la producción a la baja.

Con datos preliminares del año 2014, la demanda de China habría disminuido en más de 1,3 millones de Bpd y para el resto de los países, donde se destaca la India y no introduce a EUA ni Alemania, la demanda habría disminuido en 1,6 millones de Bpd respecto al año 2013. Es importante notar el comportamiento de la India y China: en ambos casos, la disminución en el consumo de petróleo “quiebra” una tendencia observada en los últimos años.

Por lo expuesto anteriormente, se denota que gran parte de las proyecciones realizadas prevén precios relativamente bajos para este año, con una posible recuperación en dos años o más.

Este contexto internacional es particularmente importante para las actividades de exploración y desarrollo de campos de producción de hidrocarburos en países con alto riesgo exploratorio, como es el caso de Paraguay. Los precios internacionales pueden incidir en decisiones que tomen las empresas con relación al desarrollo de actividades exploratorias, por los elevados costos que estas actividades representan.

3.3. ENERGÍA ELÉCTRICA

Sudamérica enfrenta retos importantes en cuanto a suministro energético para asegurar la sustentabilidad del desarrollo económico futuro de la región.

La dependencia en los combustibles fósiles para producir electricidad en los países vecinos y la volatilidad observada en los precios del petróleo han obligado a estos países a

implementar reformas regulatorias destinadas a mejorar las condiciones para el desarrollo de un mercado para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica destinado a incentivar la participación privada en el financiamiento de las inversiones requeridas para el abastecimiento en las próximas décadas.

Los países de la región han implementado reformas en su sector eléctrico a partir de los problemas de suministro energético, Argentina en 1992 y Brasil en 1996 y 2004. El pionero en la reforma del sector eléctrico ha sido Chile, que adoptó esquemas de mercado eléctrico mayorista a partir de 1982. Brasil y Chile avanzan en una segunda etapa de reformas, con el acuerdo público de compra y subastas de energía en un ambiente privado. Por su parte, Argentina sufre un retroceso como consecuencia del intervencionismo estatal.

El crecimiento del consumo de energía eléctrica en Sudamérica ha estado por sobre el 5% anual en los últimos diez años, en tanto que en los países desarrollados el crecimiento medio anual del consumo eléctrico se ubica entre 1 a 2%. En Paraguay, esta tasa alcanzó el 15% anual en los últimos años.

El objetivo principal del diseño de un mercado mayorista para el suministro de energía es asegurar la disponibilidad de la misma en forma confiable y eficiente, a un costo predecible.

La tendencia en Latinoamérica ha sido adoptar reformas en dos etapas. En una primera etapa, las reformas se basaron en privatizar la prestación de los servicios públicos de propiedad estatal, y crear mecanismos de acceso a mercado de nuevos actores privados, para la generación, transmisión y distribución, con un mercado *spot* cuyos precios proporcionen una señal al mercado, y los incentivos para la construcción de nueva infraestructura cuando así se requiera, permitiendo la entrada de inversiones para aumentar la generación.

La experiencia adquirida hasta el momento ha mostrado aspectos positivos, como la mayor eficiencia, mayor transparencia, mayor inversión en el sector, y por sobre todo que esta mayor inversión no genera un incremento del endeudamiento público y efectos adversos sobre el déficit fiscal.

A pesar de las bondades de los mecanismos del mercado eléctrico, estos producen un exceso de volatilidad en los precios *spot*, que podrían haber sido responsables de dificultades en el suministro de energía (crisis de energía, racionamientos, etc.), en unos 20 países de todo el mundo, entre los cuales se hallaban Argentina, Brasil y Chile (Banco Mundial, 2004).

Una segunda razón es la combinación de un fuerte crecimiento de la demanda con una gran volatilidad en dichas tasas de crecimiento, debido a las cíclicas crisis económicas en Latinoamérica.

La segunda etapa de reformas, conforme a Skerk y Llarens (2012), se debe a que “diversos países en la región han hecho ajustes en sus marcos regulatorios, con el objetivo de mantener los aspectos positivos de la primera etapa de reformas, pero corrigiendo los detalles que no han funcionado como se esperaba”.

En el futuro, las acciones tendientes al aumento en la productividad energética se enfocarán en crear competencia en las empresas privadas para el aumento de la capacidad de generación futura de electricidad, en lugar de enfocar la competencia en el mercado de precios *spot* de la energía, como ha ocurrido con las reformas de primera generación. Para ello, los marcos regulatorios deben incorporar exigencias contractuales para que los competidores construyan capacidad de generación futura (competencia “por el mercado”, en lugar de “en el mercado”), así como el respaldo de estos contratos con capacidad de generación física. Estos cambios han sido observados en la región (Brasil, Chile, Colombia, Perú y Ecuador), también en Estados Unidos y la Unión Europea, donde los agentes deben asegurar capacidad de suministro para satisfacer la demanda de mediano y largo plazo.

En cuanto a la eficiencia y productividad del sector eléctrico paraguayo, son numerosos los problemas afrontados, los cuales van desde los problemas técnicos, pasando por los inconvenientes encontrados en la administración misma de la empresa encargada del servicio de electricidad.

Paraguay sigue manteniendo su mercado cerrado a la inversión privada, conservando el Estado el monopolio de la generación, transmisión y distribución de electricidad a través de la Administración Nacional de Electricidad - ANDE. Ello elimina los incentivos para la eficiencia del sistema. Existe una falta de incentivos para que la misma disminuya las pérdidas en el sistema y aumente su eficiencia operativa (Cofré, A.; Larraín, R., 2009).

Las tasas de ejecución presupuestaria de la ANDE son bajas y su rendimiento de recaudación se estima en un 70%. Aun así, dado el bajo costo de generación y el modo en que los aranceles se establecen en el Paraguay, el margen operativo que la ANDE generaría podría ser de superávit.

Sin embargo, la ANDE no se beneficia de márgenes operativos más elevados, debido a la obligación que tiene de transferir sus recursos financieros al Ministerio de Hacienda. Aunque sea una compañía de servicios públicos financieramente sólida, con relativa capacidad técnica, sus índices financieros podrían deteriorarse en caso de no darse una mejoría en la distribución y el rendimiento de la recaudación. A fin de mantener los aranceles a niveles competitivos, la inversión en el sistema de transmisión y distribución, además de la mejora del sistema de gestión de distribución son claves para mantener el rendimiento financiero de esta empresa (Toledano, P. et al., 2013).

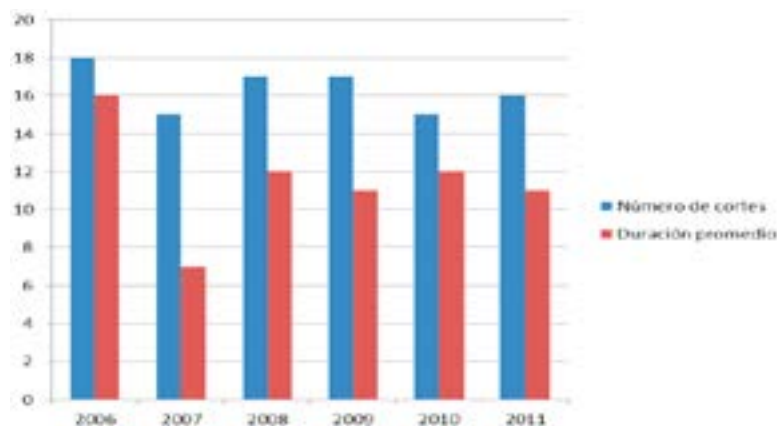
La segunda principal restricción institucional del sector de la electricidad es la falta de coordinación durante la fase de planificación para inversiones futuras. Aunque el Vice Ministerio de Minas y Energía (VMME) es responsable de la estrategia del sector en el país, existe poca coordinación y comunicación entre la directiva de la ANDE y los responsables del VMME para las obras y los planes del sector de la electricidad.

El tamaño de la ANDE (3.755 funcionarios en 2011) y la influencia política permiten que la compañía de servicio público de electricidad tenga acceso a los ejecutivos del Gobierno, pasando por alto al VMME. Los US\$ 2.573 millones requeridos para financiar las inversiones planificadas en el sistema eléctrico durante el periodo de 2012-2021 serán directamente pagados a la ANDE y no canalizados a través del VMME.

En lo que se refiere a las pérdidas del sistema, estas continúan siendo muy elevadas (25,5% en el 2014) y representan un déficit de ingresos estimado en US\$ 160 millones por año. Las pérdidas no técnicas, relacionadas al suministro de energía no facturada debido a conexiones clandestinas, alcanzan un 7%, en tanto que el 18,5% corresponde a pérdidas técnicas en el proceso de transmisión y distribución.

Estas pérdidas fueron en aumento continuo durante la década pasada, del 21% en 1999 al 34,5% en el 2009. Un programa de reducción de pérdidas de US\$ 100 millones lanzado en 2006 y cofinanciado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) contribuyó a reducir las pérdidas del sistema al 31,1% en 2011, al 30,9% en 2012 y 25,5% en 2014. Estas pérdidas globales del sistema se dividieron entre pérdidas de transmisión (aproximadamente 8%), de distribución técnica (10%) y de distribución no técnicas, con reducción del 12% en el 2011 al 7% en el 2014. El promedio ponderado para la región de América Latina y el Caribe es del 13,5%.

Gráfico 6: Cantidad de cortes y duración promedio en horas



Fuente: VMME, 2013.

Existen varias razones que explican estas pérdidas excesivas en la red de transmisión y distribución del Paraguay. La falta de líneas de transmisión de 500 kV y las largas distancias (aproximadamente 300 km), desde las plantas hidroeléctricas hasta el área metropolitana de Asunción, que es el principal centro de carga del país, dejan como resultado fluctuaciones del voltaje (ANDE, 2012).

La inversión en la red eléctrica ha sido insuficiente, generando una sobrecarga del sistema de distribución con excesivas etapas de transformación, una administración inadecuada de carga y una compensación reactiva en las subestaciones. Durante los últimos años, se ha puesto énfasis en aumentar el acceso de los hogares a la red de energía eléctrica en áreas rurales y urbanas de bajos ingresos a través de líneas de baja tensión largas de 11 kV y sistemas desordenados de subtransmisión/distribución. Como resultado, las pérdidas de transmisión y distribución de la energía eléctrica se han más que duplicado en la última década (+119%), aumentando a un ritmo más acelerado que el consumo de energía (solo el 42%) (ANDE, 2011; ANDE, 2012; VMME, 2013).

Las pérdidas comerciales son no técnicas, causadas por acciones externas a la infraestructura de la energía. Estas consisten en hurto de electricidad a través de conexiones ilegales a la red de energía eléctrica y/o alteraciones a medidores de consumo, errores en la contabilidad y en el registro, y falta de pago por parte de los clientes. Los índices de recaudación de facturación son bajos e incluso los grandes consumidores, incluyendo a entidades del sector público, no siempre son facturados por su uso de electricidad.

La provisión del servicio de electricidad también afronta restricciones significativas de confiabilidad, con cortes y fluctuaciones de voltaje frecuentes. El sistema de transmisión, estimado por ANDE en 1.700 MW (2.261 MW en 2012), alcanzó su capacidad máxima. La demanda pico máxima fue de 1.810 MW en 2009, creciendo a 2.384 MW en el 2012 y estimada en 2.576 MW para 2013, restringiendo las líneas troncales de transmisión de 220 kV a fin de transmitir cargas por encima de la capacidad nominal, y ya que la infraestructura de transmisión opera cerca de sus límites técnicos térmicos, la demanda en exceso genera constantes cortes y apagones (ANDE, 2012).

El clima extremadamente cálido del verano y otros factores climáticos generan regularmente la activación de los dispositivos de protección en la línea de transmisión, causando interrupciones. En el año 2011, los clientes del área metropolitana de Asunción afrontaron 16,3 interrupciones con una duración promedio de 10,7 horas por interrupción, no habiendo ningún signo de mejora en la última década, de acuerdo a las cifras de la ANDE.

La información adicional y la capacidad de compensación reactiva para sustentar la red de transmisión de la ANDE, por tanto, crítica para evitar una crisis de suministro e impedir un mayor deterioro de la calidad y confiabilidad del servicio de suministro eléctrico.



**FUENTES DE
FINANCIAMIENTO Y
CAPITAL DE RIESGO**

4

El país requiere de manera urgente altas inversiones en transmisión y distribución en la red eléctrica para satisfacer la creciente demanda, la cual está directamente relacionada con el desarrollo económico. En materia de generación se estima que a este ritmo de crecimiento de la demanda, para el 2025, Paraguay estaría alcanzando la utilización plena de sus recursos hidroenergéticos de generación.

El financiamiento del sector eléctrico es uno de los grandes temas a abordar en forma urgente. Si bien la ANDE cuenta con financiamientos para una parte de sus necesidades, algunos ya concedidos y otros en proceso, también es cierto que estos no cubren todas sus necesidades, por lo que habría que buscar alternativas financieras para cubrir el total de las obras proyectadas. Sin embargo, a medida que se desarrolla el Plan de Obras, se requiere un ordenamiento mínimo de prioridades en el sector eléctrico, que concuerde con las líneas estratégicas a ser analizadas.

Así también, se manifiesta la necesidad de contar con instrumentos y acciones detalladas y la necesidad de actuar simultáneamente en todas las áreas concernientes al sector eléctrico paraguayo, lo que requiere la aceptación de la necesidad de reorientar el modelo vigente implementado por la ANDE, en consenso con todos los actores y mediante señales adecuadas hacia la visión futura compartida, incluyendo sus instrumentos (Skerk, C.; Llarens, C., 2012).

En cuanto a la inversión en reforestación, de manera a garantizar en el futuro el acceso a la fuente de biomasa, es importante señalar que la inversión en el sector forestal es similar a la inversión en agricultura diversificada en general: cada proyecto de inversión tiene su tiempo de siembra, su tiempo de cuidados y su tiempo de cosechas. Las extraordinarias y ventajosas condiciones climáticas y de suelos que posee el país hacen posible el crecimiento y desarrollo de los árboles tanto nativos como exóticos, o introducidos a un ritmo mucho más rápido que en otras partes del mundo, y aseguran al Paraguay una importante ventaja competitiva a nivel regional y mundial. Aquí los árboles crecen más rápido que en otros países, y pueden producir en forma rentable, tanto las maderas para su industrialización como las maderas para combustible.

Para una mejor utilización del capital invertido en reforestación con fines energéticos, es necesario partir de la premisa del manejo y aprovechamiento sostenible de los bosques nativos existentes, y adicionalmente con las nuevas plantaciones forestales. Cada una de las actividades a desarrollar (limpiezas, producción de plantines, preparación de terrenos, plantaciones, podas, raleos, cosechas, etc.) ocupa mano de obra y genera beneficios en el sector rural.

El sector forestal involucra también al comercio local y de exportación, satisface las necesidades locales de maderas para su industrialización y posibilita la producción de energía, leña y carbón, así como alimentos y hierbas medicinales. Adicionalmente emplea gran cantidad de medios de transporte y otros servicios.

El aprovechamiento sostenible de los bosques nativos y las nuevas plantaciones forestales, aparte de posibilitar la creación de puestos de trabajo, en el ámbito rural así como en la industria y en los servicios, posibilitan además la conservación y el mejoramiento de los suelos, y conservan también la pureza del aire y los recursos hídricos, lo cual brinda valor agregado a estas actividades de inversión en biomasa para fines energéticos.



**TENDENCIAS
TECNOLÓGICAS Y
PERSPECTIVAS DE
INNOVACIÓN**

5

El desarrollo de formas alternativas a los combustibles fósiles para la producción de energía se ha convertido en un tema central de las agendas en gran parte de los países del mundo. El impacto negativo de combustibles fósiles en el medio ambiente está entre las principales causas de este esfuerzo.

Las tecnologías disponibles hoy en día en materia de fuentes de energía renovables resultan en costos mayores al de los combustibles fósiles. Por ejemplo, la producción de energía eólica o geotérmica puede tener costos equivalentes solo en ciertas zonas geográficas favorables. En el caso de la energía fotovoltaica, los costos de producción son generalmente mayores que los que actualmente pagan los consumidores finales producida mediante combustibles fósiles (Barreré, R., 2012).

Actualmente se verifica una caída progresiva en los costos de producción de energías renovables alternativas, gracias, por ejemplo, al desarrollo de materiales más livianos en turbinas eólicas o al diseño de celdas fotovoltaicas más eficientes. Esos costos llegan a ser entre 5 y 10 veces menores que los que se registraban en los años 80. Sin embargo, estas ocupan aún una pequeña porción del perfil energético global debido a los costos de producción. Alrededor del 18% de la energía eléctrica a nivel mundial proviene de fuentes renovables, aunque en su gran mayoría se trata de grandes centrales hidroeléctricas. Estas son tecnologías maduras con pocas expectativas de desarrollo, mientras que tecnologías como la energía solar, eólica o geotérmica solo alcanzan el 2% de ese total (Holm, D., 2005).

Gran parte del progreso en energías renovables alternativas se debe a los esfuerzos de promoción de la investigación y el desarrollo experimental (I+D) llevados adelante en los últimos años a nivel mundial. América Latina y el Caribe poseen un rico patrimonio de recursos energéticos renovables poco explotados. Se destaca el inmenso potencial de energías renovables (ER): hidráulica, eólica, solar, geotérmica y biomasa (Holm, D., 2005).

Actualmente, las ER son responsables de solo 2,5-5% de capacidad instalada en los países de ALC.

- Brasil, Perú \approx 5%
- Argentina, Colombia \approx 4%
- México, Chile \approx 2,5%

Estas se distribuyen en ER de biomasa (50%), pequeñas centrales hidroeléctricas (37%), eólica (13%), FV y otras (menos significativas). Si bien la penetración de ER es aún baja, la expansión en la mayoría de los países ALC está avanzando rápidamente, donde las mayores oportunidades de inversión en ER están en energía eólica y de biomasa.

5.1. VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Existe una correlación sólida entre el desarrollo económico de un país y la demanda de transporte de personas y mercancías. En general, a mayor crecimiento se incrementa la necesidad de movilización urbana y regional. El transporte, de hecho, enlaza todas las actividades económicas que forman la estructura urbana de cualquier población. Por otra parte, el crecimiento económico en las urbes también está acompañado de más vehículos movilizándose y contribuyendo a un mayor consumo de combustibles y, por ende, produciendo efectos nocivos sobre el medio ambiente.

La política energética en la mayoría de los países apunta a reducir el creciente consumo de combustibles fósiles por su impacto negativo sobre el medio ambiente y la salud de las personas. El efecto de esta situación en el transporte se ve reflejado en los esfuerzos que se están llevando a cabo para aumentar su eficiencia energética y disminuir su dependencia actual de la gasolina y el diésel (López, S., 2012).

En el transcurso de los últimos años ha surgido una tendencia social de concienciación respecto al cambio climático. En varios países se han establecido políticas relacionadas con la conservación de la energía, la reducción de la dependencia del petróleo y la protección del medio ambiente, las cuales han derivado en un interés común en los vehículos eléctricos (VE). Los vehículos eléctricos son un ejemplo perfecto de cómo ahorrar energía primaria sustituyéndola por una forma de energía más eficiente. El desarrollo tecnológico avanza hacia el uso y almacenamiento de energías limpias, pudiendo eventualmente apoyarse en el sistema eléctrico. Por consiguiente, es necesario analizar cómo afectará la llegada de los EV a las redes eléctricas, cómo deberán interactuar con ellas y qué nuevos elementos serán necesarios.

La reducción de los elementos contaminantes por el cambio de vehículos de combustión interna (VCI) a vehículos eléctricos (VE) varía de contaminante a contaminante y con el tipo de generación de electricidad. Para una mezcla de instalaciones de generación, como la que se encuentra en Estados Unidos, el monóxido de carbono desaparece casi totalmente, así como también desaparecen los compuestos orgánicos volátiles que contribuyen a la contaminación urbana, así como el O₃, el ozono que a nivel del suelo contribuye a la niebla fotoquímica y es perjudicial para la salud humana. Para otros contaminantes importantes como el bióxido de carbono, el bióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, el panorama de reducción es diferente, dependiendo del escenario regional de generación de energía eléctrica. El impacto nacional es relevante por el hecho de que más de dos terceras partes de la generación de energía eléctrica se logran a partir de combustibles fósiles.

Se estima que el mercado de producción y venta de los vehículos eléctricos de distintas fuentes sea promisorio en el futuro, siendo las desarrolladas por Deutsche Bank las más optimistas referidas a las ventas de vehículos eléctricos (coches, motos, autobuses, bicicletas, etc.) en Europa y EE. UU.

La comunidad científica y tecnológica ha puesto sus expectativas en estos vehículos interactuando con redes eléctricas inteligentes. Tales vehículos ya están penetrando en el mercado y en el parque automotor de los países industrializados y muy pronto harán parte de las alternativas de movilidad en Latinoamérica en general.

Aunque se han pronosticado distintos escenarios para los países, expertos en el tema de movilidad eléctrica aseguran que en menos de una década el mercado de vehículos eléctricos tendrá un gran potencial en el mundo entero.

En la Tabla 6 se presentan las estimaciones de la Consultora KPMG (2013)³, donde se observan los actores más importantes en el mercado de la movilidad eléctrica (*e-mobility*) dominado por los países asiáticos; de hecho, China ha anunciado como objetivo tener un millón de VE registrados para el 2015. Además, se pronostica que para el 2052 el parque automotor de Corea del Sur será en su totalidad de VE, aunque se aclara que puede haber una aceleración en la penetración relacionada con los esquemas de incentivos que implemente el gobierno.

Tabla 6: Actores más importantes en el mercado de la movilidad eléctrica (*e-mobility*)

País - Región	Ventas totales pronosticadas (Millones de unid.)	% de vehículos eléctricos - VE	Número de vehículos eléctricos - VE (Millones de unid.)
Estados Unidos	18,7	6 - 10%	1,1 - 1,9
Europa Occidental	19,3	6 - 10%	1,2 - 1,9
Japón	5,8	> 25%	> 1,4
China	37,5	11-15%	4,1 - 5,6
India	22,7	6 - 10%	1,4 - 2,3
Brasil	7,2	6 - 10%	0,4 - 0,7

Fuente: KPMG Global Auto Survey 2013.

En este contexto, el cambio de paradigma en movilidad y transporte supone un gran reto para los ingenieros en el diseño de nuevas soluciones tecnológicas relacionadas con el uso eficiente y almacenamiento de la energía eléctrica.

Otros factores que también favorecen la implementación del VE son su bajo nivel de ruido, si se les compara con los vehículos de combustión interna (VCI), así como su confiabilidad y menor mantenimiento. Los VE resultan muy sencillos en concepto y construcción, pues básicamente constan de un banco de baterías que alimenta a un motor eléctrico a través de un control de estado sólido, en comparación con la gran cantidad de componentes de un VCI, como son los inyectores de combustible, compresores, bombas y válvulas, los cuales crecen además en cantidad y complejidad al volverse más eficientes y menos contaminantes.

3- KPMG (2013). KPMG's Global Automotive Executive Survey 2013. Managing a multidimensional business model. KPMG International. kpmg.com/automotive

En contraposición a las mencionadas ventajas, los VE presentan actualmente tres grandes limitaciones: la autonomía es del orden del 30 al 50% en comparación con los VCI; lleva muchísimo más tiempo la recarga de baterías que el llenado de un tanque de gasolina, y son de dos a tres veces más caros en la inversión inicial (FEDIT, 2011).

La diferencia en la autonomía es el resultado de la mayor densidad de energía que poseen los hidrocarburos comparados con las baterías electroquímicas; esto es, 1 kg de gasolina ofrece mayor densidad energética que 1 kg de cualquier tipo de batería. Una batería típica de plomo-ácido posee una energía específica de 30 Wh por kg; una batería de la mejor calidad, por ejemplo de sodio-sulfuro, posee una energía específica de hasta 85 Wh por kg. En comparación, la gasolina acumula unos 12 mil Wh por kilogramo.

Todas las baterías requieren de un proceso lento de recarga por varias razones: en algunos tipos de baterías, la recarga se lleva a cabo con desprendimiento de gases, por lo cual se debe proceder muy lentamente para que el gas se recombine tan rápido como se va generando; en otros casos, la recarga genera un calentamiento que debe mantenerse bajo control.

Una importante limitación es el precio de los VE, que no poseen aún el volumen de ventas y la madurez tecnológica suficientes para lograr un modelo de alta eficiencia energética, bajo peso, con la resistencia y seguridad contra impactos en accidentes de los vehículos convencionales.

5.2. ENERGÍA SOLAR

Los elementos que constituyen un sistema fotovoltaico son: células fotovoltaicas, módulos, baterías, elementos de acondicionamiento de potencia, estructuras y accesorios. Su unidad básica es la célula fotovoltaica, que convierte la energía del Sol directamente en electricidad, gracias al efecto fotoeléctrico.

La potencia eléctrica de una célula fotovoltaica individual es muy débil, entre 1 y 3 W. Por lo tanto, con el fin de generar mayor potencia, las células se reagrupan en módulos fotovoltaicos. Las principales partes que constituyen estos módulos son (Holm, D., 2005):

- Vidrio templado con un alto coeficiente de transmisividad a la radiación incidente (~ 95%).
- Cubierta posterior de lámina delgada opaca o un polímero. En algunas aplicaciones en conexión a red, para una mejor integración en la cubierta o fachadas de edificios se suele colocar un polímero transparente con otro vidrio.
- Polímero transparente encapsulante, utilizado para ensamblar correctamente el módulo.
- Marco y caja de conexiones, perfiles de aluminio sellados, situándose la caja de conexiones en la cara posterior del módulo.

Las condiciones de funcionamiento de los módulos dependen de la radiación solar y la temperatura. Por ello, se han definido unas condiciones de trabajo estándar que permitan medir y comparar correctamente los diferentes módulos fotovoltaicos. Estas condiciones se han normalizado para una temperatura de 25 °C y 1.000 W/m² de radiación solar.

El mercado solar FV tuvo un volumen mundial aproximado de € 13.000 millones (2007), con una potencia instalada acumulada superior a los 9.000 MWp. Las ventas de módulos FV se ubicaron en el orden de 2.700 MW al año. En los últimos años, el crecimiento de esta industria oscila entre el 40 y el 70% anual, y alcanzó los mayores niveles de crecimiento en el mercado español, con más de un 300% en 2008 (CIEMAT e IALE Tecnología, S.L., 2009).

Los países líderes en cuanto a capacidad FV instalada son: España, Alemania, EE. UU. y Japón. En 2007, la Unión Europea acumulaba más del 50% de esta potencia. En la producción de células y módulos FV se ha experimentado un crecimiento global del mercado superior al 60%; en este segmento destacan —por orden de prioridad—: China, Alemania, Japón, Taiwán, EE. UU., India y Australia (CIEMAT e IALE Tecnología, S.L., 2009).

Las instalaciones conectadas a la red representan el 82% del total de aplicaciones FV, seguidas de los sistemas aislados integrados a viviendas, los remotos industriales y los productos de consumo. Los sistemas FV a gran escala conectados a la red son el motor del auge actual de la energía FV, debido fundamentalmente a los incentivos de países desarrollados como: Alemania, España, Japón y EE. UU. (CIEMAT e IALE Tecnología, S.L., 2009).

Uno de los principales obstáculos para el desarrollo del mercado FV es el costo de la electricidad solar. Los resultados más recientes vislumbran un futuro prometedor: las aplicaciones de consumo han logrado alcanzar la fase comercial sin necesidad de subvenciones; a pesar de los altos costos requeridos para la inversión inicial, los de la explotación son bajos; se han incrementado la fiabilidad y los tiempos de vida útil de los sistemas FV; se acentúa la tendencia al incremento y la continua fluctuación del precio de los combustibles fósiles; y se experimenta una paulatina disminución de los montos de generación de energía FV, derivada de los avances tecnológicos y las economías de escala: en los últimos 15 años, el costo de desarrollo e instalación —en sistemas conectados a la red en EE. UU.— ha disminuido de 16 \$/W (1992) a 7,6 \$/W (2007) (CIEMAT e IALE Tecnología, S.L., 2009).

Como fuera descrito en CIEMAT e IALE Tecnología, S.L., 2009, el silicio se mantiene como la materia prima básica para la industria FV. El silicio es el segundo elemento más abundante de la corteza terrestre y, sin embargo, el mercado de extracción y refinado de este elemento se enfrenta a un problema de escasez y a elevados costos de procesado. No obstante, las perspectivas de este mercado para los próximos años son alentadoras: las previsiones de producción de polisilicio pasaron de 33.000 toneladas en 2007 a 125.000 toneladas en 2012, a un precio inferior a los 100 \$/kg a finales de 2009 y entre 50 \$ y 80 \$ en 2010.

El mercado fotovoltaico mundial está dominado por grandes plantas FV centralizadas y la competencia entre los principales fabricantes se intensifica cada vez más. Las empresas líderes en la fase más avanzada de la cadena de valor son: Q-Cells (Alemania), Sharp (Japón), Suntech Power (China), Kyocera (Japón), First Solar (EE. UU.), Motech (Taiwán), SolarWorld (Alemania), Sanyo (Japón), Yingli (China) y Ja Solar (China). Estas empresas se dedican – fundamentalmente – a la producción de células y paneles fotovoltaicos de primera y segunda generación, y a la prestación de servicios de diseño, instalación y explotación de plantas FV conectadas a la red eléctrica (CIEMAT e IALE Tecnología, S.L., 2009).

5.3. GENERACIÓN EÓLICA

La energía eólica es una energía renovable proveniente del calentamiento no uniforme del planeta por los rayos solares y por el movimiento de rotación de la Tierra. Estos fenómenos causan el movimiento de las masas de aire, dando origen a los vientos.

El 35% de toda la energía solar fluye cerca de la superficie terrestre, y el 2% de todo lo que llega a nuestro planeta es convertido en energía cinética de los vientos, lo que representa decenas de veces más de la energía solar aprovechada en la fotosíntesis de las plantas.

Solo 10% del viento generado por el Sol puede ser utilizado en la producción de energía, esto debido a su velocidad (4-25 m/s = 15-90 km/h) (Holm, D., 2005). Si fuese aprovechada toda la energía utilizable del viento, estaría alrededor de los 75 Gtep (tep = tonelada equivalente de petróleo) = 876.000 TWh/año = 100 TW, teniendo en cuenta que el consumo mundial de electricidad en el año 2002 fue de alrededor de los 109.300 TWh/año; resulta más que evidente la gran potencialidad de este recurso primario (GWEC, 2006).

En el 2005, el sector global de la energía eólica registró un año récord. Se instalaron en más de 30 países un total de 11.531 MW de nueva capacidad. Esto representó un aumento del 40,5% anual y un crecimiento acumulado del 24%. Así, a finales de 2005, la capacidad instalada mundial de la energía eólica había llegado a los 59.084 MW. Actualmente, la energía eólica ya está establecida como fuente de energía en más de 50 países alrededor del mundo. Los países con la mayor capacidad instalada total son: Alemania (18.428 MW), España (10.027 MW), los EE. UU. (9.149 MW), la India (4.430 MW) y Dinamarca (3.122 MW). Otros países, como Italia, el Reino Unido, los Países Bajos, China, Japón y Portugal, han alcanzado el umbral de 1.000 MW.

Las cifras de la energía eólica mundial hoy se muestran como una realidad tangible y crecen continuamente; los proyectos a futuro, el tamaño unitario de los generadores, la potencia creciente de las granjas eólicas, la cantidad de las mismas, las locaciones *offshore* y el porcentaje cada vez mayor que representa este tipo de energía renovable dentro de la matriz energética mundial total.

A nivel mundial, en la actualidad se presentan (Holm, D., 2005):

- De los 6.000 GW de potencia mundial instalada, los casi 300 GW eólicos de potencia alcanzada hoy representan el 5% del total de esta potencia. Cifra casi inimaginable pocos años atrás.
- Hoy existen distribuidas 14.200 granjas eólicas.
- Casi 1.000 proyectos de granjas *offshore* se encuentran en diferentes etapas de desarrollo.
- 146 empresas en 100 países fabrican casi 1.000 modelos diferentes de turbinas.
- Hay proyectos de gigageneradores de hasta 17 MW unitarios por turbina.
- Es el tipo de energía, incluyendo renovables y no renovables, que más crece en todo el mundo.
- Su costo unitario de instalación decrece continuamente y hoy se pueden instalar granjas eólicas con valores inferiores a los 1.600 U\$\$/kw, siendo gratis su combustible.

Las nuevas tecnologías de *composites*, superconductores, materiales novedosos, etc., son parte de este veloz desarrollo. Se estima que, a este ritmo de crecimiento, en pocos años se alcanzaría la cifra del 20% de energía eólica instalada, porcentaje que, hoy por hoy, parece el nivel máximo digerible por las actuales redes eléctricas (Sustainable Energy, 2014).

Este porcentaje irá creciendo a medida que se reemplacen las rígidas redes de distribución actuales por unas más flexibles e inteligentes en todo el mundo y las granjas eólicas se integren a los reservorios de energía como las grandes presas hidráulicas o la generación de hidrógeno como vector energético (Sustainable Energy, 2014).

5.4. SISTEMAS DE MEDICIÓN (WAMS)

En la actualidad, los sistemas eléctricos de potencia a menudo operan bajo condiciones de estrés, para satisfacer una demanda cada vez mayor, con una expansión de la red de transmisión relativamente limitada. Esto genera la necesidad de utilizar nuevos recursos de equipos, metodologías de análisis y herramientas computacionales para hacer frente a esta situación. En particular, la estabilidad de tensión ocupa un lugar preponderante dentro de los nuevos fenómenos que ponen en riesgo la seguridad del sistema; por ello, reviste gran importancia el uso de indicadores que alerten de manera temprana sobre la posible ocurrencia de fenómenos que pudieran derivar en un colapso de tensión en la red. En este campo, uno de los avances más promisorios es el uso de mediciones sincronizadas entregadas por los llamados Sistemas de Medición de Área Amplia (*Wide Area Measurement Systems*, WAMS en inglés), que obtienen la información de entrada para los indicadores de estabilidad de tensión en base a PMU (*Phasor Measurement Unit*) (Calderón, J., 2013; Arias, D., 2009).

El PMU ofrece la medición en tiempo real de la operación del estado del sistema con activación satelital con tiempos de muestreo en intervalos inferiores a 20 milisegundos, y las

tasas de muestreo han ido subiendo constantemente a lo largo de los años, comenzando con una velocidad de 12 muestras por ciclo de la frecuencia nominal en las primeras PMU, y algunas fueron tan altas como 96 a 128 por ciclo en dispositivos modernos. Mayores tasas de muestreo son probables en el futuro para dar lugar a estimaciones más exactas de fasores, ya que conducen a una mejor precisión en la estimación (Calderón, J., 2013; Arias, D., 2009).

El PMU está basado en tecnología probada y es considerada como la más avanzada y precisa de tiempo sincronizado a disposición del sistema eléctrico. Las mediciones de los fasores de voltaje en las barras del sistema de potencia han sido un factor clave para los ingenieros de potencia, a fin de determinar el estado del sistema. Muchas de las consideraciones operacionales y de planificación en los sistemas de control y potencia están estrechamente relacionados con el seguimiento y la supervisión de variables eléctricas. Las medidas deben ser fiables y precisas, de tal forma que ofrezcan la mejor estimación del estado del sistema en cualquier instante de tiempo.

Las unidades de medición fasorial satisfacen la necesidad de sincronizar las variables y los fasores con sus ángulos (P, Q, V, I) en las barras de la red. Esta posibilidad ha abierto un amplio número de aplicaciones para el análisis de sistemas de energía, el funcionamiento, la fiabilidad y la seguridad.

El PMU permite una serie de nuevas aplicaciones para aumentar la fiabilidad de la red “basada en las mediciones” en lugar de modelos matemáticos de sistemas de energía. Las aplicaciones tradicionales de la EMS (*Energy Management System*) se basan en los modelos, y los resultados son tan buenos como la precisión del modelo (Calderón, J., 2013).

5.5. SMART GRIDS

Una *Smart Grid* o red inteligente se basa en el uso de sensores, comunicaciones, capacidad de computación y control, de forma que se mejoran en todos los aspectos las funcionalidades del suministro eléctrico. Un sistema se convierte en inteligente adquiriendo datos, comunicando, procesando información y ejerciendo control mediante una realimentación que le permite ajustarse a las variaciones que puedan surgir en un funcionamiento real. Gracias a todas estas funcionalidades aplicadas a la red, es posible conseguir las características descritas anteriormente.

Todas estas transformaciones están soportadas por diferentes elementos (transformadores, protecciones, seccionadores, elementos de control y mando, equipos de medida, etc.), elementos que, al igual que el resto de la infraestructura, deben soportar las necesidades futuras. Las previsiones indican un crecimiento moderado de la demanda, un fuerte incremento de las energías renovables y una necesidad de potencia firme y flexible. Todo ello está haciendo que aparezca un nuevo concepto de red eléctrica, las inteligentes, cuya definición básica puede corresponder a: “Las redes inteligentes son las redes eléctricas

que pueden integrar de manera inteligente el comportamiento y las acciones de todos los actores conectados a ellas (quienes generan electricidad, quienes la consumen y quienes realizan ambas acciones) para proporcionar un suministro de electricidad seguro, económico y sostenible” (Serrano, X., 2012).

El nuevo modelo energético pretende transformar el sistema actual en un sistema distribuido, donde cualquier agente que esté conectado a la red tiene la posibilidad de aportar energía, posibilitando la creación de microgeneradores, de forma que no exista una dependencia tan directa como con la generación energética actual (CIT, 2014).

Gracias a este tipo de red, es posible disminuir drásticamente las pérdidas por el transporte energético, facilitar la conexión a la red de todo tipo de energías renovables (facilitando la integración de porcentajes crecientes de energías no gestionables como la eólica o la solar), soportar las capacidades de almacenamiento energético, soportar la conexión masiva de vehículos eléctricos o híbridos (tanto para cargar como para volcar energía a la red), etcétera (CIEMAT, 2014).

Para poder llevar a cabo todas las acciones mencionadas, la red del futuro deberá (FEDIT, 2011):

- Permitir la autogestión de incidencias, tratando los errores producidos en la red y asegurando el flujo eléctrico en todos los puntos.
- Estar dotada de resistencia frente a ataques y desestabilizaciones.
- Potenciar la participación activa de los consumidores, incentivando la generación local de energía y la entrega del exceso energético a la red en el horario de mayor consumo.
- Tener capacidad de suministro de energía de calidad adecuada a la era digital, gracias a un mayor número de puntos de generación, lo que permitirá la entrega de diferentes calidades energéticas para cada tipo de aplicación.
- Acomodarse a una amplia variedad de modalidades de generación y almacenamiento, gracias a las micro redes y a la generación energética distribuida.
- Facilitar el florecimiento de mercados, debido a la inclusión de nuevos elementos en la red como el vehículo eléctrico, un mayor número de energías renovables, etc.
- Realizar una optimización más eficiente de sus activos y operación, gracias a la automatización de todos los elementos implicados.

La tendencia hacia las *Smart Grids* supone una replicación o expansión de las capacidades existentes en la red de transporte a la de distribución, teniendo en cuenta que, a diferencia de la red de transporte, los propietarios y gestores de las redes de distribución son varios. Esto implicará la definición de instrumentos estándares y la creación de herramientas basadas en soluciones técnicas ya probadas que permitan la integración de todo tipo de plantas generadoras, una gestión descentralizada de la energía, una automatización de la distribución y servicios de medida, apoyadas por un sistema de comunicaciones que llegue hasta el usuario final.

Se puede decir que el nivel de conciencia se ha despertado en Latinoamérica y las áreas convencidas ya están volcadas en el tema de la investigación sobre la migración a *Smart Grids*, ya que existen programas que han involucrado al gobierno, empresas, universidades y proveedores, así como los temas que estos entes de regulación internacional ponen en la mesa.

- Por ejemplo, Estados Unidos, desde 2007 apoya el desarrollo de *Smart Grids* y este tema es política federal, con una inversión que cerró al 2012 con más de \$ 8 billones en total.
- Colombia ya tiene un proyecto denominado Colombia Inteligente, el cual tiene estructurados planes concretos y metas específicas para ir avanzando hacia un verdadero enfoque *Smart Grid*.
- Chile, considerado uno de los países con más avance en lo que a energía renovable se refiere, cuenta con algunos prototipos como es el caso de Huatacondo, la primera micro-red inteligente, en un poblado de 80 familias y con servicio de energía renovable.
- Ecuador tiene planes en cuanto medición se refiere, y el gobierno trabaja en el proyecto para el desarrollo de las *Smart Grids* dirigido por el ministerio de electricidad y energía renovable.
- Brasil adelanta en este momento un acuerdo entre la Universidad Federal do Acre y el gobierno francés para crear un Centro de Investigación que fomentará el desarrollo de la energía solar fotovoltaica en el país.

A nivel general, la realidad es que en el continente americano, solo los EE. UU. han avanzado realmente con hechos “medibles” y cuantificables en la iniciativa *Smart Grid* o de redes inteligentes. Asimismo, Brasil avanza con la instalación pactada de 4,5 millones de unidades de *Smart Meters* o medidores inteligentes, cual es el primer paso dentro de un proceso de *Smart Grid* (Smart Grid Costa Rica, 2014).

Además de estas dos iniciativas mencionadas, podemos decir que todas se encuentran en la fase de inicio, con muchos deseos de integrar planes de redes inteligentes que ya están en papel y teoría, quedando por ahora aterrizar algunos planes y otros deben aún pasar de la fase de ensayo a la masiva.

Se puede notar claramente que en Latinoamérica hubo en los últimos años una profusión de proyectos eólicos, solares y biomasa, los cuales son los mejores socios de *Smart Grid* dentro de los procesos de generación de energía (Smart Grid Costa Rica, 2014).

5.6. PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS (PCH)

El potencial de generación de recursos hídricos del país fue estudiado por el Parque Tecnológico Itaipú y la Itaipú Binacional, que elaboraron en el 2011 un estudio denominado “Inventario de los Recursos Hidroenergéticos de las Cuencas Hidrográficas de los Ríos Afluentes del Paraguay en la Región Oriental del Paraguay” que identifica los sitios con

potencial hidroenergético aprovechable de 1 MW o más, orientados a pequeñas y medianas centrales hidroeléctricas (PCH y MCH).

El inventario hidroeléctrico del Paraguay fue realizado exclusivamente en la Región Oriental, debido a que la Occidental presenta serios inconvenientes para este tipo de emprendimiento. Fueron seleccionadas diez y seis cuencas hidrográficas, de las cuales cinco desembocan en el río Paraguay y once en el río Paraná.

Mediante ejercicios de simulación, fue estimado el Potencial Hidroenergético Hipotético (PHH) de cada cuenca, con un resultado preliminar de 523,92 MW media y potencia instalada de 1.047,84 MW, utilizando un factor de carga constante definido *a priori*, igual a 0,5. Con base en estos resultados se seleccionaron aquellos sitios con potencia igual o superior a 1 MW, realizándose una nueva regionalización de caudales, obteniéndose el Potencial Hidroeléctrico Aprovechable (PHA) de 265,46 MW y potencia instalada de 530,92 MW (FPTI-PY, 2013). Aquellos sitios con potencia igual o superior a 5 MW representan un PHA de 198,91 MW media y potencia instalada de 397,82 MW. Asimismo, se utilizó un programa de optimización para determinar la energía asegurada a partir de la serie de caudales definidos para cada sitio, sobre la base de datos de precipitación mensual y parámetros económicos adoptados para pequeñas y medianas centrales hidroeléctricas.

El resultado obtenido es el Potencial Hidroeléctrico Aprovechable optimizado (PHA optimizado) con una Energía Asegurada Máxima Total de 242,88 MW media y con una potencia instalada de 325,94 MW, lo que da un valor promedio de factor de carga para todos los emplazamientos de 0,75 (FPTI-PY, 2013).

Se estima que, en los próximos 10 años, la demanda de energía eléctrica alcanzará el potencial de generación del país con Itaipú y Yacyretá. Para abastecer dicha demanda, bastaría que la ANDE pueda llevar adelante las inversiones requeridas en términos de transmisión y distribución, que representarían USD 5.494 millones en el periodo 2015 al 2023 (ANDE, 2014. Plan Maestro de Obras del periodo 2014-2024).

A pesar de ello, el déficit energético en los países vecinos hace viables los proyectos que aumenten la oferta de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del también abundante recurso hídrico del país. Considerando las limitaciones de los tratados binacionales, que obligan a ceder la energía excedente a precios muy bajos, los proyectos de PCH podrían ser encarados como proyectos del sector privado para la venta de energía a terceros países, orientados a la exportación de energía a precios de los mercados energéticos regionales. Sin embargo, para viabilizar dicha exportación se debería adecuar la infraestructura de transmisión y distribución, y convertirlas en redes inteligentes mediante la actualización tecnológica requerida para contabilizar adecuadamente las interacciones de agentes públicos y privados dentro de la red.

Como resultado de los estudios realizados, surge *a priori* que la cuenca del Ypané es la más ventajosa, dada la relación beneficio/costo. La ANDE se encuentra en proceso de estudio de llamado a concurso de precios para la instalación de una PCH de 22 MW, a través de la Ley N° 5.102/13 Alianza Público Privada.

Tabla 7: Resultados de la simulación N° 4, para emplazamiento de las PCH

Orden	Cuenca	Caudal turbinado (m3/s)	PHA optimizado		Relación beneficio/costo
			Energía asegurada máx. (MWmedios)	Potencia instalada (MW)	
1	Ypané	174,79	15,41	22,68	5,466
2	Tembey	42,9	12,46	16,36	4,914
3	Ñacunday	157,13	77,75	94,11	4,614
4	Monday	211,4	85,89	119,13	3,225
5	Jejuí	349,45	13,39	21,81	3,197
6	Carapá	58,02	17,25	22,51	2,907
7	Capiibary	10,54	3,65	5,61	2,223
8	Acaray	49,26	7,58	10,32	1,328
9	Pirajuí	16,02	6,28	8,6	1,288
10	Itambey	17,05	3,22	4,81	1,092
	Total		242,88	325,94	
	Promedio	108,66			3,030

Fuente: FPTI-PY, 2013.

La Ley N° 3.009/2006 “De Producción y Transporte Independiente de Energía Eléctrica” (PTIEE) considera la generación independiente de energía eléctrica mediante fuentes renovables no convencionales, con costos de implementación distintos de acuerdo a la tecnología, pero sujeto al pliego tarifario de ANDE, el cual está referenciado a la generación hidroeléctrica de las centrales hidroeléctricas de gran porte existentes, las cuales no reflejan los costos de las energías alternativas por constituirse en más económica que estas.

5.7. TECNOLOGÍAS DE BIOMASA

La excesiva dependencia de los combustibles fósiles para la generación eléctrica ha originado la búsqueda de alternativas más sostenibles a través del desarrollo de energías renovables, como la combustión de biomasa, que permite transformar los residuos en recursos y reducir de este modo el impacto negativo de la actividad humana en el medio ambiente.

Las ventajas del uso de la biomasa con respecto a otras fuentes de energía son de tipo medioambiental, social y económico. Estas ventajas la están convirtiendo en una de las energías renovables más demandadas en todo el mundo:

Menores emisiones contaminantes: el balance en emisiones de CO₂ de la energía de la biomasa se considera neutro, puesto que el CO₂ absorbido por las plantas durante su crecimiento equivale prácticamente al que desprenden durante la combustión. Además, el proceso de combustión de biomasa emite menor cantidad de azufre en comparación con otros procesos de este tipo, lo que disminuye el fenómeno de la lluvia ácida.

Generación de empleo rural: las labores de limpieza y recogida forestal necesarias para la utilización de biomasa como combustible requieren de mano de obra, que revitaliza las áreas rurales y contribuye a la creación de nuevos puestos de trabajo.

Limpieza de los bosques: reduce la posible aparición de plagas y el riesgo de incendios, así como los gastos asociados a su prevención y extinción.

Disminución de la dependencia externa de combustibles fósiles: la progresiva implantación de un modelo energético sostenible basado en la generación eléctrica a través de energías renovables como la biomasa, podría producir importantes beneficios económicos en el futuro, debido a que el precio de la materia prima es inferior al de los combustibles fósiles; además de fomentar una menor dependencia energética, que da lugar a altos costos en importación de recursos.

Generación distribuida: la producción de electricidad a través de fuentes de energía cercanas al lugar de consumo, disminuye las pérdidas de distribución eléctrica a través de la red y contribuye al suministro de energía en periodos de gran demanda.

Mejor gestión de residuos: mediante la transformación de los desechos en recursos reutilizables. Desde el punto de vista económico, esta tecnología es conveniente en la medida en que la producción y el consumo se encuentren cercanos a las fuentes de suministro.

5.8. TECNOLOGÍA NUCLEAR

La energía nuclear representa solamente el 13% de la generación de electricidad y el 7% de consumo final de energía en el mundo (IEA, Balance 2012). Las centrales nucleares utilizan el calor producido por la fisión nuclear para generar vapor que impulsa turbinas, como en las plantas de combustibles fósiles. Sin embargo, existen varias ventajas de la generación de energía eléctrica en centrales nucleares por sobre la utilización de combustibles fósiles. En primer lugar, en el proceso de fisión, no hay gases de efecto invernadero y solo pequeñas cantidades se producen a través del ciclo del combustible radiactivo. Una pequeña cantidad de combustible genera grandes cantidades de energía utilizado en un reactor durante varios años, tres millones de veces superior al producido por el carbón de hulla. Las centrales nucleares entregan energía en forma continua y estable sin interrupciones.

En cuanto a las desventajas de la generación de energía eléctrica en centrales nucleares, se encuentran el alto costo de inversión relativa a la vida útil del emprendimiento, representando la amortización de capital un alto porcentaje del costo de la energía generada, la complejidad del manejo y disposición de los residuos radiactivos, y el potencialmente alto costo ambiental en caso de accidentes.

Además del Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA), creado en el año 1956, existen otras iniciativas de cooperación como el Global Nuclear Energy Partnership, creado en el año 2007, que generó un Marco Internacional de Cooperación para la Energía Nuclear (IFNEC), con la visión de convertirse en una red global de instalaciones del ciclo del combustible nuclear, con el objetivo de garantizar que las nuevas iniciativas de energía nuclear cumplen los más altos estándares de seguridad, y contribuyen a la reducción de la amenaza de proliferación de materiales nucleares y tecnología sensible para fines no pacíficos. Además de los países fundadores, EE. UU., Francia, Rusia, China y Japón, 26 países participan en IFNEC y 31 más son países observadores.

El acuerdo permite que países en desarrollo, como Paraguay, que no tienen la infraestructura de energía nuclear existentes, puedan acceder a conocimientos y experiencias de cómo utilizar la energía nuclear sin necesidad de establecer instalaciones del ciclo del combustible sensibles. Esto, con el objetivo de disuadirlos de desarrollar por iniciativa propia el enriquecimiento y el reprocesamiento de uranio y plutonio, actividades particularmente sensibles para la proliferación de armas nucleares. Los países denominados “naciones del ciclo del combustible” podrán asegurar el suministro fiable y económicamente suficiente de combustible enriquecido, en un arreglo supervisado por la IAEA, para la generación de electricidad.

Otra iniciativa del acuerdo marco de cooperación internacional es tratar el problema de la eficiencia del ciclo del combustible nuclear, que hasta ahora solo utiliza una pequeña parte de la energía potencial, mientras que cantidades sustanciales de energía potencial son desaprovechadas y tratadas como desechos que requieren almacenamiento de largo plazo como desechos potencialmente peligrosos y contaminantes. Potenciar el reprocesamiento de material radiactivo para ser reciclado en reactores nucleares avanzados y reducir de esta manera el volumen de residuos y la longevidad radiológica por este proceso.

5.8.1. Las nuevas tecnologías de reprocesamiento

El reprocesamiento de combustible nuclear tiene por objetivo aprovechar el potencial energético de materiales radiactivos para ser quemados en reactores avanzados de neutrones rápidos, de manera a reducir el volumen de residuos radiactivos que deben ser almacenados.

El reprocesamiento de material nuclear, al igual que los procesos de enriquecimiento de uranio y plutonio son actividades consideradas sensibles para la proliferación de armas

nucleares, de manera que la comunidad internacional mantiene precaución de que el material fisible separado no sea utilizado para crear armas atómicas. El uranio y el plutonio son miembros del grupo de los actínidos, que comprenden los 15 elementos químicos sucesivos de actinio en la tabla periódica. Los llamados “actínidos menores” son los actínidos presentes en el combustible nuclear usado diferentes al uranio y el plutonio. La mayor parte de la radiotoxicidad del combustible utilizado proviene del plutonio y los actínidos menores. La destrucción de plutonio y los actínidos menores a través del reciclaje, por lo tanto reduce la radiactividad a largo plazo en los desechos de alto nivel y también reduce la posibilidad de que el plutonio se utilice para fines diferentes a los del uso civil (World Nuclear Association, 2015).

Las nuevas tecnologías de reprocesamiento están diseñadas para combinar el plutonio, el cual es potencialmente utilizable en armas de destrucción masiva, con un poco de uranio y posiblemente con actínidos menores (neptunio, americio y curio), lo que hace que no sea práctico para utilizar el plutonio en la fabricación de armas. El IFNEC promueve la cooperación para diseñar e implementar las separaciones y técnicas avanzadas de fabricación de combustible que no den lugar a la acumulación de plutonio separado puro y que puedan ser empleados como combustible por la quema en un reactor de neutrones rápidos, donde el plutonio es el componente principal de combustible.

Asociado al reprocesamiento de combustible, se encuentra la necesidad de desarrollar las plantas de fabricación a ser utilizadas. Asimismo, otro desarrollo tecnológico importante originado en la iniciativa global nuclear es el reactor de reciclaje avanzado, un reactor rápido capaz de quemar actínidos menores. Países como EE. UU., Francia, Rusia y Japón tienen experiencia en el diseño y operación de reactores rápidos y trabajan en el desarrollo de reactores rápidos avanzados que sean competitivos en costos, incorporen características avanzadas de salvaguardias, y sean eficientes y confiables.

GE Hitachi Nuclear Energy está desarrollando el concepto de “*Advanced Recycling Center*”. Este concepto combina, por un lado, el reciclaje de residuos radiactivos mediante separación electrometalúrgica de los actínidos por electrodeposición sobre un cátodo, material que luego puede ser empleado en un reactor rápido, ya que no son sensibles a pequeñas cantidades de impurezas. El proceso separa el uranio, que puede ser utilizado en reactores de agua ligera, y en el mismo sitio, los actínidos residuos de productos de fisión, junto con el plutonio, son quemados en reactores rápidos para producir energía eléctrica (<http://gehitachiprism.com>).

Con relación a la disposición final de los residuos radiactivos, a la fecha, aún se está trabajando en un acuerdo y estrategias para el fin del ciclo del combustible. Con respecto a la disposición final de los residuos radiactivos, luego del reciclaje, existen tres opciones conceptualmente posibles en discusión. En primer lugar, que los residuos radiactivos del centro de reciclaje de combustible nuclear sean considerados como residuos procesados

pertenecientes a la nación usuaria, o sea quien envió su combustible nuclear usado al centro de reciclaje. Estos residuos pueden entonces ser enviados de vuelta a esa nación usuaria para su disposición final. Como segunda opción, se considera responsabilidad de la nación proveedora del combustible enriquecido, o alternativamente de la nación que proporciona el servicio de reciclaje. En este tercer caso, una instalación de eliminación podría estar situada en un país que no es ni el proveedor ni el usuario, pero está utilizando su capacidad tecnológica e idoneidad geológica para gestionar la entrega segura de un servicio comercial y ambientalmente valioso.

Bajo cualquier escenario, se requieren depósitos de residuos radiactivos: se recomienda el depósito geológico profundo o *Deep Geological Disposal* (DGD). El reciclaje del combustible usado reduce en gran medida la cantidad de residuos destinados a la eliminación. El enfoque de reprocesamiento de reciclado con la quema de actínidos y quizás también algunos productos de fisión de larga vida significaría mayor capacidad efectiva de repositorios de disposición final. Esto debido a la disminución de las cargas de radiotoxicidad y térmico, así como a la reducción en gran medida del volumen final de desechos que requieren disposición.

5.8.2. Reactores modulares pequeños

El número de reactores nucleares operativos está en declive. En los próximos 25 años, el 72% de las centrales nucleares llegarán a su vida útil estimada, de entre 50 y 60 años, y debido a los altos costos de inversión y complejidad de las grandes centrales nucleares, la industria está actualmente enfocada en reactores modulares pequeños, menores a 300 MW, más baratos, que incorporen mayor seguridad, simplicidad de operación y carga de combustible de larga duración. La mayoría de estos reactores están basados en diseños probados existentes, los propulsores nucleares de submarinos y portaaviones atómicos. Otra ventaja de estos reactores pequeños lo constituye su modularidad, generan menor calor y pueden utilizar sistemas de refrigeración más eficientes a escala más pequeña como el metal líquido o sodio. Asimismo, pueden estar protegidos por una capa más gruesa de hormigón y enterrados bajo tierra, haciéndolos más seguros que los grandes reactores, cuyo cofre no puede ser tan pesado que los haga colapsar por su propio peso (IAEA, 2015).

Tabla 8: Reactores modulares pequeños (SMR)

Nombre	Capacidad	Tipo	Desarrollador	Estado
CNP-300	300 MW	PWR	CNNC, Pakistán	En operación
PHWR-220	220 MW	PHWR	NPCIL, India	En operación
KLT-40S	35 MW	PWR	OKBM, Rusia	En construcción
CAREM	27 MW	PWR	CNEA & INVAP, Argentina	En construcción
HTR-PM	2x105 MW	HTR	INET, CNEC & Huaneng, China	En construcción
4S	10-50 MW	FBR	Toshiba, Japón	Diseño avanzado
RAPID-LAT	5	FBR	CRIEPI, Japón	Diseño avanzado
SSTAR	10-100	FBR	Lawrence Livermore National Laboratory, USA	Diseño avanzado
VBER-300	300 MW	PWR	OKBM, Rusia	Diseño avanzado
NuScale	50 MW	PWR	NuScale Power + Fluor, USA	Diseño avanzado
Westinghouse SMR	225 MW	PWR	Westinghouse, USA	Diseño avanzado
mPower	180 MW	PWR	Babcock & Wilcox + Bechtel, USA	Diseño avanzado
SMR-160	160 MW	PWR	Holtec, USA	Diseño avanzado
ACP100	100 MW	PWR	CNNC & Guodian, China	Diseño avanzado
SMART	100 MW	PWR	KAERI, Corea del Sur	Diseño avanzado
PBMR	165 MW	HTR	PBMR, Sudáfrica; NPMC, USA	Diseño avanzado
Prism	311 MW	FNR	GE-Hitachi, USA	Diseño avanzado
BREST	300 MW	FNR	RDIPE, Rusia	Diseño avanzado
SVBR-100	100 MW	FNR	AKME-engineering, Rusia	Diseño avanzado
EM2	240 MW	HTR, FNR	General Atomics (USA)	En etapa inicial de diseño
VK-300	300 MW	BWR	RDIPE, Rusia	En etapa inicial de diseño
AHWR-300 LEU	300 MW	PHWR	BARC, India	En etapa inicial de diseño
CAP150	150 MW	PWR	SNERDI, China	En etapa inicial de diseño
ACPR100	140 MW	PWR	CGN, China	En etapa inicial de diseño
SC-HTGR (Antares)	250 MW	HTR	Areva	En etapa inicial de diseño
Xe-100	48 MW	HTR	X-energy, USA	En etapa inicial de diseño
Gen4 module	25 MW	FNR	Gen4 (Hyperion), USA	En etapa inicial de diseño
IMR	350 MW	PWR	Mitsubishi, Japón	En etapa inicial de diseño
LFTR/TMSR	5, 100 MW	MSR	SINAP, China	En etapa inicial de diseño
PB-FHR	100 MW	MSR	UC Berkeley, USA	En etapa inicial de diseño
Integral MSR	29, 120, 288 MW	MSR	Terrestrial Energy, Canadá	En etapa inicial de diseño
Fuji MSR	100-200 MW	MSR	ITHMSI, Japón-Rusia-USA	En etapa inicial de diseño
Leadir-PS100	36 MW	lead-cooled	Northern Nuclear, Canadá	En etapa inicial de diseño

Fuente: World Nuclear Association; IAEA. 2015. Technology Roadmap. Nuclear Energy.


La Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA) estima que para el 2030 entre 40 y 90 pequeños reactores podrían estar en funcionamiento. Se calcula que más de la mitad de los países que van a construir plantas nucleares en los próximos años va a decidirse por estos diseños más pequeños, más simples.

En el 2001, un grupo de más de 100 expertos internacionales de EE. UU., Canadá, Francia, Reino Unido, Corea, Japón, Suiza, Sudáfrica, Brasil, Argentina, así como de la IAEA, y la Agencia de Energía Nuclear de la OECD evaluaron 130 conceptos de reactores basados en eficiencia en el uso de combustible, reducción de residuos, estándares de seguridad, costo, etc., y seleccionaron seis tecnologías en las cuales enfocar la investigación y desarrollo de la denominada Generación IV. Las tecnologías seleccionadas para futuro desarrollo fueron: *Gas-cooled Fast Reactor* (GFR), *Lead-cooled Fast Reactor* (LFR), *Molten Salt Reactor* (MSR), *Supercritical Water-cooled Reactor* (SCWR), *Sodium-cooled Fast Reactor* (SFR) y *Very High Temperature Reactor* (VHTR). Actualmente, esta generación de reactores está en etapa de construcción o serán construidos en los próximos años (GIF, 2013).

Fast Breeder Reactors (FBR), o reactores reproductores, son capaces de producir más material fisionable del que consumen durante la reacción de fisión en cadena, mediante la conversión de uranio U-238 a plutonio Pu-239, o torio Th-232 a Th-233. Así, un reactor reproductor de uranio, una vez en funcionamiento, puede ser realimentado con uranio natural o incluso empobrecido y un reactor reproductor torio puede ser realimentado con torio; sin embargo, se requiere una acción inicial de material fisionable (Advanced Reactor Information System, IAEA).

Toshiba propone un modelo comercial, denominado 4S (*super safe, small and simple*). Es un reactor de neutrones rápidos refrigerado con sodio líquido. Utiliza paneles reflectores de neutrones alrededor del perímetro para mantener la densidad de neutrones. Estos paneles reflectores reemplazan complicados mecanismos de barras de control, manteniendo la capacidad de apagar la reacción nuclear en caso de emergencia. Utiliza sodio líquido como refrigerante, el cual ejerce menor presión sobre la vasija del reactor, incluso a altas temperaturas. El reactor sellado, de 30 metros, se encuentra enterrado bajo tierra y el combustible tiene una duración de 30 años. Estos reactores son recomendados para su uso en lugares aislados de poca población. En nuestro país, la ANDE estuvo explorando la conveniencia de instalar un reactor de este tipo en Salto del Guairá, habiendo desechado su uso por una cuestión de costo en ese momento. (www.toshiba.co.jp/nuclearenergy)

TerraPower, una empresa estadounidense respaldada por Bill Gates, está trabajando con Toshiba para diseñar un pequeño reactor de onda progresiva o *Traveling Wave Reactor* (TWR). La característica de estos reactores, con respecto a diseños como *Fast-neutron* o *Breeder reactor*, es la habilidad de utilizar el combustible eficientemente sin enriquecimiento de uranio o reprocesamiento, utilizando en su lugar uranio empobrecido, uranio natural, torio, actínidos residuales de combustibles usados en reactores de agua ligera, o alguna combinación de estos. La reacción en el núcleo transcurre en una zona límite y avanza lentamente a través del núcleo en un periodo que podría decorrer en más de una década. En el proceso, convierte gradualmente el uranio empobrecido en plutonio fusiónable, generando combustible de alto grado para luego consumirlo (Ragheb, 2013).



**CAPACIDADES Y
REQUERIMIENTOS
DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA**

6

La oferta de investigación y desarrollo es incipiente en el país, y en el caso de la energía existen grupos de investigación identificados en el Centro de Tecnología Apropiada de la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, y en la Universidad Nacional, en las Facultades de Ingeniería y Politécnica. Asimismo, existen competencias en Itaipú, el Viceministerio de Minas y Energía, la ANDE y, en forma aislada, en el sector privado.

La demanda por conocimiento científico-tecnológico generado en forma endógena es escasa, la articulación de los actores es débil, la producción científica relacionada al sector energía es escasa para responder a los desafíos del desarrollo del sector a nivel nacional.

6.1. ÁREAS DE INVESTIGACIÓN Y TEMAS PROPUESTOS

La investigación en el campo de la eficiencia energética en nuestro país debe enfocarse prioritariamente en fortalecer las capacidades de identificación, análisis y aplicación de nuevas tecnologías en la optimización de la producción, transmisión y distribución de la energía eléctrica. Nuestro país cuenta con abundantes recursos hídricos y abundante energía hidroeléctrica, por lo cual un área natural de investigación y desarrollo está relacionada con el aprovechamiento de dichos recursos, la gestión de riesgos y la mejora de la eficiencia operativa en el área energética.

En lo que respecta a la transmisión y distribución, hay mucho por desarrollar. El crecimiento de la demanda energética presiona fuertemente sobre la actualización tecnológica de la infraestructura de la red eléctrica. Se necesitan la desregulación, la interconexión, reducir la vulnerabilidad de las redes y aumentar la confiabilidad en el suministro. Se requiere la aplicación de modelos de optimización y tecnologías de redes inteligentes con sistemas redundantes e información en tiempo real para aumentar la eficiencia, evitar las interrupciones de suministro, aumentar la confiabilidad del sistema, reducir las pérdidas eléctricas, analizar el costo de las interrupciones del servicio e integrar fuentes generadoras de energías alternativas renovables, para lo cual es necesario crear los incentivos adecuados a través de un marco regulatorio apropiado con mecanismos de acceso al sistema a múltiples operadores.

Otro campo importante a desarrollar es el de biocombustible. Paraguay es junto con el Brasil pionero en el uso de alcohol como carburante en motores de combustión interna, así como también ha avanzado significativamente en la utilización de biodiésel en motores a gasoil. En el país asimismo se han desarrollado investigaciones relacionadas a vehículos eléctricos y uso de hidrógeno en motores de combustión interna. Sin embargo, poco se ha avanzado en establecer políticas de reducción de las emisiones de CO₂ y el uso de energías limpias en la industria y el transporte público, principalmente.

El aumento de la demanda energética continuará en las próximas décadas. La energía seguirá siendo importante en la vida de los consumidores para los siguientes fines especí-

ficos: movimiento, iluminación, potencia para equipamiento, generación de calor y frío. Si bien el consumo de combustibles fósiles seguirá siendo significativo en la próxima década, el calentamiento global y la polución generan importantes incentivos para continuar con las investigaciones en energías alternativas y de fuentes renovables. La necesidad de resolver los problemas del almacenamiento y transporte de la energía sigue siendo un factor determinante para la reducción de los costos, principalmente de las energías alternativas.

Así también, viendo el alto grado de utilización de biomasa y derivados del petróleo en la matriz energética nacional, es necesaria la formación de capacidades en estas áreas, de manera a que en el futuro, y a medida que los recursos hidroeléctricos se encuentren saturados, estas áreas sean analizadas a fondo.

Las áreas de investigación identificadas son:

- Energía Solar
- Energía Eólica
- Generación Hidroenergética
- Gestión de cuencas y embalses para la Generación Hidroeléctrica
 - Impactos de Generación Hidroeléctrica
 - Gestión de Riesgos en la Generación Hidroeléctrica
 - Microgeneración Distribuida
 - Eficiencia Energética
- Sistemas de Planificación de Energía Eléctrica
- Operación de Sistemas de Potencia
- Supervisión, Control y Protección de Sistemas de Potencia
- Biocombustibles: bioetanol y biodiésel
- Hidrógeno y su almacenamiento
- Vehículos Eléctricos
- Vehículos movidos a Hidrógeno
- Almacenamiento eficiente de energía
- Biogás a partir de biomasa y desechos orgánicos
- Hidrocarburos. Consideraciones Generales.
- Hidrocarburos. Exploración, Investigación y Explotación.
- Hidrocarburos. La Ordenación del Mercado de los productos derivados del petróleo y la Garantía de Suministro.
- Hidrocarburos. La Gestión Técnica del Sistema de gas natural.
- Hidrocarburos. Regasificación, transporte y almacenamiento.
- Hidrocarburos. Distribución de combustibles gaseosos.
- Hidrocarburos. Comercialización de combustibles gaseosos.
- El Comercio de Derechos de Emisión de Gases de efecto invernadero.
- Tipos de biomasa

- Biomasa residual
- Cultivos energéticos
- Procesos de transformación de la biomasa en energía
- Desarrollo de Biorreactores
- Sustitución de Biomasa en procesos productivos.

6.2. APLICACIÓN EN EL SECTOR DE CAPACIDADES TRANSVERSALES

Investigaciones propuestas:

1. Biotecnología: Desarrollo biotecnológico de variedades de caña de azúcar, maíz, soja, sorgo, etc., para elaboración de biocombustibles.
2. Nanotecnología: I+D+i de materiales que ayuden e mejorar la transmisión de energía, buscando disminuir las pérdidas y el costo de transmisión.
3. Tecnología de materiales: I+D+i para el desarrollo de nuevos materiales que mejoren las estructuras de transmisión y distribución de energía.
I+D+i que determine uso de nuevos materiales para transformación rentable de motores de motocicletas con uso de combustibles hacia motores con uso de energía eléctrica o hidrógeno.
4. TICs: Diseño e implementación de *software* y *hardware* para control en tiempo real de consumo de energía e integración de energía a una red inteligente, *Smart Grid*.
Uso de TICs en medición remota con capacidades de detección de robo de energía y de mercado abierto en producción y consumo de energía eléctrica.
5. Ciencias y Tecnologías Ambientales: Diseño de modelos de reforestación que aprovechen los fondos internacionales que financian la adaptación y la mitigación del cambio climático. Estos fondos pueden cofinanciar e incentivar proyectos de reforestación y producción de biomasa.
Investigación que determine herramientas de purificación y limpieza de cauces hídricos del país en proyectos hidroeléctricos.
6. Ciencias Básicas y Sociales: Estudio de los modelos regionales de mercado de energía, de los diferentes sistemas interconectados y las reglamentaciones de estos mercados.
Estudio y diseño de reglamentos que se adapten a la realidad del Paraguay.
Diseño de marco regulatorio para el mercado paraguayo en base a las experiencias exitosas de otros mercados.
Estudios de demanda de energía desde el sector industrial y el sector agropecuario.

6.3. INNOVACIONES NECESARIAS

- Creación de un Modelo Descentralizado de Generación, Transmisión y Distribución
- Órgano Regulador del Mercado de Energía
- Mecanismos de medición y lectura remota

- Redes Inteligentes
- Software de Gestión de Redes
- Medios de Almacenamiento de energía
- Vehículos eléctricos o a hidrógeno para el transporte público
- Pequeñas Centrales Hidroeléctricas
- Biogás a partir de biomasa y desechos orgánicos
- Innovación en artefactos consumidores de biomasa
- Sustitución de cocinas ineficientes, tanto a cocinas con otras fuentes primarias de energía o cocinas a biomasa más eficientes.
- Implementación de planes de eficiencia energética
- Gestión social de la eficiencia energética.



TALENTO Y CAPITAL HUMANO

7

El talento humano es escaso y disperso. Si bien la oferta de capacitación por parte de las universidades públicas y privadas es amplia, la calidad es deficiente y la formación se concentra en las ciencias sociales. Se tiene noción de que existe un déficit significativo de oferta de graduados en Ingenierías y Tecnologías, no solo comparativamente con las ciencias sociales, sino también por el incremento de la demanda de graduados en Ciencias y Tecnologías en general.

El desarrollo de recursos humanos en el sector energético (en los subsectores de electricidad, hidrocarburos, electromecánica, mecánica) y áreas relacionadas (Física, Química, Geología) es de gran importancia para acompañar los procesos de desarrollo del país, y en el ámbito de la elaboración de Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) presenta una participación fundamental para el futuro desarrollo, ejecución y aplicación de dicha política energética.

En la actualidad, en nuestro país existen 54 universidades con marco legal aprobado para su funcionamiento, de las cuales ocho son públicas con notables deficiencias en cuanto a la formación de recursos humanos de alto nivel. La formación básica y media, preparatoria para la universidad, es pobre e inadecuada, especialmente en lo que respecta a lengua y matemáticas. Muchos de los programas de postgrado no cumplen con los estándares internacionales para la formación de investigadores y docentes universitarios en ciencia y tecnología altamente calificados. La formación de técnicos calificados no satisface las demandas de los sectores productivos y sociales del país. Los mecanismos financieros que faciliten la formación especializada y capacitación en CTI en los niveles universitario y técnico son insuficientes. Existen aún escasas oportunidades, condiciones laborales e incentivos a los investigadores, científicos y tecnólogos, para desarrollar sus actividades en el país, siendo todavía factores que generan subocupación y emigración.

La formación en nivel Técnico, de Grado, Postgrados y Doctorados disponibles en el país son los siguientes:

Tabla 9: Oferta formativa disponible para el Área Energética

1. Nivel Técnico	
Técnico Electromecánico	Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción” - Sede Alto Paraná
Especialización en Energías Renovables/Biocombustibles	Universidad Leonardo Da Vinci
2. Nivel de Grado	
Ingeniería en Energía	Universidad Nacional de Asunción, Facultad Politécnica
Licenciado en Electricidad	Universidad Nacional de Asunción, Facultad Politécnica Universidad Nacional de Villarrica del Espíritu Santo

Ingeniería en Electricidad	Universidad Nacional de Asunción, Facultad Politécnica Universidad Nacional de Caaguazú Universidad del Cono Sur de las Américas
Ingeniería Eléctrica	Universidad Politécnica y Artística del Paraguay Universidad Central del Paraguay Universidad Nacional del Este, Facultad Politécnica
Ingeniería Electrónica	Universidad Nacional de Asunción, Facultad Politécnica Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ingeniería Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción”, Facultad de Ciencias y Tecnología Universidad del Cono Sur de las Américas
Ingeniería Electromecánica	Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Itapúa, Facultad de Ingeniería Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción” - Sede Alto Paraná Universidad del Norte Universidad Internacional Tres Fronteras - Sede Alto Paraná Universidad Nihon Gakko Universidad Privada del Este Universidad Privada del Guairá
Ingeniería Mecánica	Universidad Internacional Tres Fronteras, Sede Alto Paraná
Lic. en Ciencias con mención en Geología	Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Ingeniería Química	Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Químicas
3. Postgrado	
Maestría en Gestión de la Energía	Universidad Nacional de Itapúa, Facultad de Ingeniería
Maestría en Energía para el Desarrollo Sostenible, Energías Renovables y Eficiencia Energética	Conjuntamente entre Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción”, Facultad de Ciencias y Tecnología y Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ingeniería
Maestría en Ingeniería Eléctrica	Universidad Nacional de Asunción, Facultad Politécnica
Maestría en Hidrogeología	Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Doctorado en Ingeniería Eléctrica	Universidad Nacional de Asunción, Facultad Politécnica

Fuente: Elaboración propia.

El sector eléctrico requiere de ingenieros, con formación en *Smart Grid* (medidores, telecomunicaciones, programación, etc.), ingenieros eléctricos, con formación en planificación de la expansión de sistemas eléctricos, con postgrados en sistemas de potencia, electrónica de potencia y economía de sistemas de potencia, abogados, con formación en Derecho Energético, y economistas, con formación en Modelos de Regulación del Mercado de Energía y Gestión Energética.

Para el sector de biomasa, las carreras deben formar profesionales altamente capacitados en evaluación de recursos energéticos, en producción y utilización de biogás de residuos. Leña. Producción de etanol. Gasificación. Otros procesos. Además, se deben potenciar los postgrados en operación de procesos extractivos de biomasa energética.

En el ámbito del sector de derivados del petróleo, actualmente se encuentra aprobada la carrera de Ingeniería en Energías, dictada en la Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción, donde en dicha carrera se pretende dotar al estudiante de una fuerte base en la ingeniería de prospección y explotación del petróleo. Sin embargo, es necesario formar profesionales especialistas en las siguientes áreas: Exploración y explotación de hidrocarburos, Perforación, Ingeniería de Reservorios, Transporte de hidrocarburos: Gas y Petróleo, Geología del Petróleo y Gas, Producción, Gas y Gasolina, Geofísica, Industrialización del Petróleo y Petroquímica, Contratos de Hidrocarburos, Licencias, permisos y procesos sancionatorios administrativos ambientales, Derecho laboral, penal y cambiario en materia de hidrocarburos, Los hidrocarburos y las comunidades: Responsabilidad Social Empresarial, Desarrollo de proyectos en hidrocarburos.

7.1. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA ENERGÉTICA

Los grupos de investigación más activos en el Área Energética identificados son los siguientes:

Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción”

Centro de Tecnología Apropiaada (CTA/UCA)

Es un centro de investigación en energía, agua, transporte, ingeniería vial y civil, dependiente de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Católica. Gestiona los programas de postgrados, capacitación y proyectos, los laboratorios de Ingeniería Civil y Química y Aguas. Tuvieron a cargo un proyecto de “Evaluación del Recurso Eólico como Potencial Fuente de Energía Renovable para Comunidades Aisladas del Paraguay”.

Universidad Nacional de Asunción

Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica

La Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica es la instancia dependiente del Rectorado de la UNA encargada del fomento y coordinación de las investigaciones realizadas en la Universidad. Administra una convocatoria de investigación para las diversas Facultades. Algunas investigaciones publicadas por la DGICT son las siguientes:

- “Cuantificación del campo electromagnético generado por líneas de distribución de energía eléctrica en zonas de Asunción”: Silvero, Juan Carlos.
- “Prospectiva energética de la República del Paraguay. Un modelo energético-ambiental en escenario del tipo demand-driven”: Blanco Bogado, Gerardo Alejandro.
- “Uso óptimo de energía eléctrica en los hogares paraguayos”: Roa Fretes, Benito Milciades.
- “Visión histórica de los distintos gobiernos nacionales sobre la importancia estratégica de la energía eléctrica”: Cristaldo Domínguez, César Luciano.
- “Biogás como alternativa energética y de conservación medioambiental”: Branda de Paredes, Lourdes Noemí.

Comisión Nacional de Energía Atómica

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), dependiente del Rectorado de la Universidad Nacional de Asunción, es la Autoridad Nacional en la materia, representante ante el Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA por sus siglas en inglés) desde 1968. Realiza periódicamente investigaciones respecto a la materia.

La CNEA realiza investigaciones en las siguientes áreas temáticas:

- Seguridad Alimentaria (agricultura, alimentación, veterinaria).
- Salud Humana (radiofarmacia, nutrición, protección al paciente, etc.).
- Medioambiente (atmósfera, recursos hídricos, medio terrestre, medio marino).
- Energía e Industria (energía nuclear, reactores de investigación y aplicaciones a la industria).
- Protección Radiológica (aspectos regulatorios de protección al paciente, al público, al medio ambiente).

Asimismo, a través del Acuerdo de Cooperación Regional para el Avance de la Ciencia y Tecnología Nuclear en América Latina (ARCAL), está involucrada en proyectos regionales de investigación.

Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Mecánica y Energía. Mecánica de Fluidos. Medios Reactivos

Liderado por el Prof. Dr. Juan Carlos Rolón, ha realizado, entre otros, los siguientes proyectos:

- Biocombustibles. Caracterización paramétrica del biodiésel. Estudio teórico y numérico de la eficiencia energética
- Mapeo energético. Distribución geográfica y dimensiones de recursos, esquematización de las cadenas de producción y sus flujos.
- Simulación de interacciones de neutrones y muones para la determinación de eventos de fondo (*background*) en un colisionador de partículas CCD del Experimento Fermilab.

Grupo de Electrónica de Potencia y Control de Accionamientos Multifásicos

A cargo del Ing. Raúl Gregor, este grupo realiza investigación en el campo del control de los accionamientos de potencia orientados hacia las energías renovables.

Se destacan sus proyectos:

- Estudio de eficiencia energética y desempeño térmico de viviendas de interés social.
- Análisis y evaluación de accionamientos multifásicos orientados a la generación de energía eléctrica basada en fuentes potenciales de energías renovables en Paraguay.
- Análisis de algoritmos de control aplicados a un rastreador solar de dos grados de libertad enfocados en la maximización de la eficiencia energética de paneles solares fotovoltaicos.
- Análisis, diseño e implementación de nuevos sistemas de compensación basados en filtros activos para la mejora de la calidad de la potencia eléctrica.

- Nuevas topologías de interconexión a red de sistemas de generación basados en energías renovables.
- Desarrollo e implementación de nuevos algoritmos de control aplicados al generador hexafásico para aplicaciones eólicas y pequeñas centrales hidroeléctricas.
- Nuevas estrategias de control aplicadas a las máquinas de inducción multifásicas para aplicación en vehículos eléctricos.

Facultad Politécnica

Grupo de Investigación de Sistemas Energéticos (GISE)

Es un grupo de investigación dependiente de la Dirección de Investigación, Postgrado y Extensión de la Facultad Politécnica (DIPE-FPUNA), conformado por profesores, investigadores y alumnos de la UNA, así como colaboradores externos de varias disciplinas, que pretende aportar al fortalecimiento académico y científico, desarrollado en el Área de energía dentro del Ámbito de programas de grado, postgrado e investigación con alcance nacional e internacional. Su visión es contribuir con la generación y consolidación de la masa crítica intelectual, necesaria para el crecimiento del sector energético, complementando la formación profesional básica con prácticas vinculadas a la identificación y análisis de problemas, desarrollo de soluciones y divulgación de resultados en un ámbito científico-académico.

Las líneas de investigación del grupo son:

- Estrategia Energética
- Política Energética
- Planificación Energética

Facultad de Química

Dpto. Aplicaciones Industriales de la Facultad de Química

Actualmente se encuentran en fase de estudios del uso energético de hidrógeno en teléfonos móviles y PC portátil. Además, también están realizando un proyecto de caracterización del rendimiento físico-químico del biodiésel.

Fundación Parque Tecnológico Itaipú (FPTI)

Es una Fundación instituida por la Entidad Itaipú Binacional, concebida como un espacio destinado a convertirse en un polo de desarrollo científico-tecnológico que contribuya positivamente al desarrollo regional.

Tiene en su historial un número importante de proyectos, entre los que se pueden destacar:

- Elaboración del Balance Energético Nacional de Energía Útil para la República del Paraguay.
- Obtención de energías renovables a partir de efluentes porcinos.
- Sistema de información geográfica de hidrología.
- Inventario de los recursos hidroenergéticos de las cuencas hidrográficas de los ríos afluentes del Paraguay y Paraná en la Región Oriental del Paraguay.

Centro de Innovación en Tecnología del Hidrógeno (CITH2)

Como parte del FPTI, el interés principal del CITH2 es el estudio metódico de las alternativas tecnológicas tanto de producción como de uso del hidrógeno para fines energéticos y no energéticos. Este centro se establece como el primero en el país en focalizar acciones exclusivamente en la elaboración, evaluación y ejecución de proyectos que tengan como principal componente al hidrógeno. Actualmente, es responsable de desarrollar el Proyecto Hidrometano.

De lo expuesto anteriormente, se puede concluir que tanto los objetivos como las líneas de acción deben guiar las acciones tendientes a:

- a. Aumento y mejoramiento en la oferta de carreras de grado formadoras de insumos para el sector energético nacional.
- b. Aumento y mejoramiento en la oferta de carreras de postgrado y grupos de investigación, con alto grado de capacitación en el ámbito energético.
- c. Mejoramiento en la infraestructura de laboratorios tecnológicos y centros de investigación aplicada y científica.
- d. Fuentes de financiamiento para el mejoramiento de las capacidades en personal e infraestructura.



ANÁLISIS DE ESCENARIOS

8

Para la construcción de escenarios se ha utilizado el modelo de planificación energética de demanda, transformación y suministro de energía *Long-range Energy Alternatives Planning System* (LEAP©), desarrollado por el *Stockholm Environment Institute*, ampliando el trabajo realizado por Amatte, J.; Riveros, E., 2011 y 2012. El LEAP© es una herramienta que sirve para modelar escenarios energéticos y ambientales, que se basa en los balances integrales sobre la forma en que se consume, convierte y produce energía, según una gama de hipótesis alternativas de población, desarrollo económico, tecnología, precios y otras características, y proyecta escenarios de la probable evolución futura de los sistemas energéticos a lo largo del tiempo en un contexto socioeconómico particular y bajo un conjunto determinado de condiciones de políticas aplicadas.

Los escenarios energéticos analizados buscan delinear el consumo de las diversas fuentes de energía y orientar la planificación y el desarrollo de fuentes alternativas de energía y el crecimiento sostenible de la economía paraguaya.

En primer lugar, se generó un escenario tendencial para observar la evolución de la matriz energética basado en las tendencias históricas inerciales y se propusieron y evaluaron las posibles estrategias o medidas a ser aplicadas para inducir el aumento del consumo de energía eléctrica en sustitución parcial de los hidrocarburos y la biomasa (escenarios deseados) entre los años 2013 a 2018.

Posteriormente se diseñaron escenarios donde se busca alcanzar una mayor penetración de la energía eléctrica en la composición de la matriz de consumo final, al tiempo de lograr un equilibrio adecuado en el uso de los productos derivados de la biomasa, básicamente tendiente a garantizar el manejo sostenible de estos recursos.

En este contexto, se planteó la implementación de los siguientes supuestos:

- Sustitución de cocinas ineficientes y mejoramiento de la eficiencia energética del sector residencial, implementando cocinas GLP, cocinas eléctricas y fogones eficientes para una mejor utilización de la leña y otros productos de la biomasa en los sectores residencial, urbano y rural.
- Mejoramiento en la eficiencia energética del sector comercial y servicios públicos.
- En el sector transporte se sugiere la implementación de alternativas tendientes a disminuir la dependencia de la matriz energética nacional a la importación de los derivados del petróleo. En ese sentido, se presentan los escenarios de aumento de utilización de vehículos híbridos, implementación del tren bioceánico y finalmente el estudio del tren eléctrico.
- Para el sector industrial se estudia el caso del escenario donde se prevé la instalación de empresas electrointensivas.
- Finalmente, se presenta el efecto que tendrían todos estos escenarios al ser aplicados en su conjunto.

En los escenarios que se modelaron, los efectos por sectores de consumo son reflejados, tomando en cuenta los sectores residencial, comercial y público, y finalmente se presentan alternativas a ser aplicadas en el sector de transporte.

Las políticas de planificación actúan sobre la intensidad energética y participaciones que tiene cada tipo de sector, mediante la implementación de políticas de eficiencia energética.

A partir de los análisis realizados, fueron planteadas las posibles soluciones para el aumento del consumo de energía eléctrica en sustitución parcial de los hidrocarburos y la biomasa, principalmente en los sectores residencial, comercial y servicios públicos.

La estructura básica utilizada del modelo energético paraguayo consta de las siguientes ramas: supuestos o variables conducentes, demanda, transformación y recursos.

Supuestos: variables independientes propias de cada modelo, son los indicadores macroeconómicos y demográficos en este caso. Entre las variables macroeconómicas resaltantes fueron utilizados el Producto Interno Bruto (PIB) del país, el PIB de la Industria, PIB del sector Comercio, PIB del sector Gobierno General, mientras que las variables demográficas corresponden a Población, Número de hogares del Paraguay, Porcentaje de hogares urbanos y Porcentaje de hogares rurales.

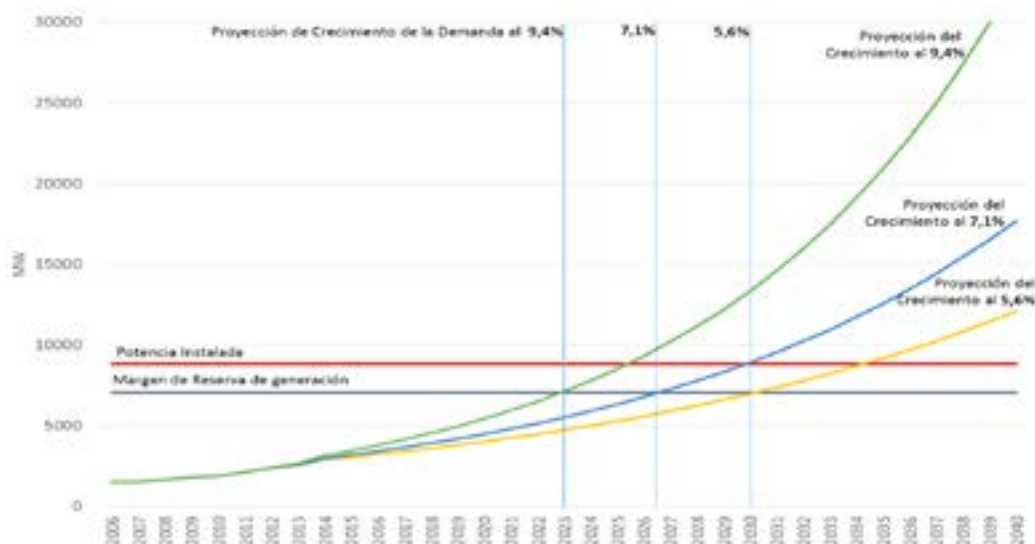
Los datos han sido tomados a partir de las series históricas proveídas por las entidades gubernamentales dedicadas a la elaboración de estadísticas nacionales, como la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos (DGEEC), el Banco Central del Paraguay (BCP) y el Viceministerio de Minas y Energía (VMME).

Demanda: se encuentran todos los consumidores de energía. La estructura de esta rama contiene las subdivisiones de sectores como el residencial, comercial, público y otros, transporte, y finalmente el sector industrial. Cada una de estas ramas posee un nivel de actividad estrechamente relacionada a la actividad del mismo, definido en las variables conducentes. Este nivel de actividad determinó la evolución de consumo final de energía en los escenarios futuros, introduciendo en el modelo el nivel de intensidad energética, nivel de participación y tipo de fuente utilizada. Cada rama fue dividida según el nivel de desagregación necesario para el análisis buscado, y en base a esta desagregación se calcularon los consumos finales por unidad de variable conducente.

8.1. EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El crecimiento tendencial de la demanda de energía eléctrica en los últimos 5 años fue de 9,4%, y si consideramos los últimos 10 años fue de 7,1% (ANDE, 2014). La evolución de la tendencia de la demanda de energía indica que entre los años 2023 y 2025 estaríamos alcanzando el margen crítico de suministro de energía eléctrica y los excedentes actualmente existentes se reducirían a los niveles mínimos.

Gráfico 7: Proyección de la demanda de energía eléctrica



Fuente: Elaboración propia.

8.2. ESCENARIO DE SUSTITUCIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SECTOR RESIDENCIAL

El sector residencial está representado por el consumo de energía obtenido por la cantidad de hogares por año para el Paraguay. Estos consumos incluyen la iluminación, cocción de alimentos, calentamiento de agua, calefacción, conservación de alimentos, refrigeración de ambientes, bombeo de agua, entre otros usos. En ese sentido, se sugiere la implementación de medidas que tiendan a sustituir los equipamientos utilizados para la cocción por otros con mayor rendimiento. Se propone la sustitución de las cocinas que utilizan biomasa como combustible principal por las cocinas que usan GLP y por cocinas eléctricas de inducción. Así también, se analiza el impacto de la modernización de los artefactos utilizados en las siguientes ramas:

- Iluminación
- Conservación de alimentos
- Refrigeración de ambientes

Según el Balance Energético Nacional (BEN), proveído por el VMME en el año 2011, la electricidad es la segunda fuente en importancia, con el 28% del consumo neto del sector y el 65% del consumo útil. A su vez, la electricidad se destina en un 26% a conservación de alimentos; un 20% a calentamiento de agua; un 19% a refrigeración y ventilación de ambientes; y otro 19% a otros artefactos. Estos usos debieran considerarse prioritarios para la aplicación de medidas de eficiencia energética.

Asimismo, se deben impulsar campañas de educación que comprendan las siguientes ramas:

REFRIGERACIÓN Y VENTILACIÓN DE AMBIENTES

- Educación de los usuarios.
- Apagar fuera del horario de trabajo.
- Ajustar termostatos.
- Limpiar filtros.

CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

- Etiquetados para comercialización de equipos.
- Mejorar aislación térmica.
- Mejora de sellos en puertas.

ILUMINACIÓN

- Apagar las luces que no se usan.
- Aprovechar al máximo la iluminación natural.
- Utilizar reguladores de intensidad.
- Limpiar focos.
- Hacer uso de colores claros.
- Utilizar la iluminación de mayor eficiencia y menor consumo.

Este escenario nos da como resultado el siguiente comportamiento: el ahorro energético conseguido mediante la aplicación de estas medidas puede verse en la Tabla 10.

Tabla 10: Resultados de la simulación del sector residencial

Sector Residencial- Sustitución de Cocinas y medidas de eficiencia																
Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Tendencial	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.213,00	4.263,00	4.313,00	4.364,00	4.415,00	4.468,00	61.051,00
Sustitución Eficiente	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.211,00	4.261,00	4.311,00	4.337,00	4.363,00	4.390,00	60.888,00
Diferencia										(2,00)	(2,00)	(2,00)	(27,00)	(52,00)	(78,00)	(163,00)

Fuente: Elaborada a partir del desarrollo del modelo energético integral del Paraguay en el entorno LEAP.

Con la implementación de los instrumentos anteriormente citados, se puede apreciar que para el año 2018, con el escenario deseado, en el sector residencial se tendría un consumo de 60.888 ktep, mientras que la tendencial estima un consumo de 61.051 ktep, con lo cual es posible verificar que con una campaña de concienciación agresiva, sumada a una campaña de sustitución de artefactos de iluminación, conservación de alimentos, refrigeración de ambientes y de cocción eficientes, es posible lograr un ahorro del 0,2% acumulado en un lapso de 5 años. Si bien estos valores no parecen ser de gran relevancia a esta

escala, nos brindan una idea de cómo se comportaría el sistema energético paraguayo en el futuro, por lo que sería importante extender este estudio a un periodo de tiempo mayor, periodo que debe ser definido por una política energética sustentable.

8.3. ESCENARIO DE MEJORAMIENTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SECTOR COMERCIAL Y SERVICIOS PÚBLICOS

El sector comercial y de servicios públicos contiene el consumo de los entes comerciales, gubernamentales y otros dedicados al mismo sector económico. Para este caso, se han englobado todos los consumos en una misma subdivisión. El nivel de actividad para esta rama está relacionado con el PIB de los sectores comercial y Gobierno Central, siendo las principales fuentes finales las que corresponden a electricidad, leña y GLP.

En el sector comercial, la mayor participación de consumo se centra en los usos cautivos de electricidad. Las medidas de eficiencia están orientadas al uso racional de la energía, relacionadas a cambios tecnológicos, modificaciones en la forma de utilización y mantenimiento de equipos y artefactos. Se analiza el impacto de la modernización de los artefactos utilizados en las siguientes ramas:

- Iluminación
- Conservación de alimentos
- Refrigeración de ambientes

Asimismo, se deben impulsar campañas de educación que comprenden las siguientes ramas:

REFRIGERACIÓN Y VENTILACIÓN DE AMBIENTES

- Educación de los usuarios.
- Apagar fuera del horario de trabajo.
- Ajustar termostatos.
- Limpiar filtros.

CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

- Etiquetados para comercialización de equipos.
- Mejorar aislación térmica.
- Mejora de sellos en puertas.

ILUMINACIÓN

- Apagar las luces que no se usan.
- Aprovechar al máximo la iluminación natural.
- Utilizar reguladores de intensidad.
- Limpiar focos.
- Utilizar colores claros.
- Utilizar la iluminación de mayor eficiencia y menor consumo.

Tabla 11: Resultados de la simulación del sector comercial y servicios públicos

Sector Comercial - Eficiencia Comercial y Servicios Públicos																
Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Tendencial	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.213,00	4.263,00	4.313,00	4.364,00	4.415,00	4.468,00	61.051,00
Eficiencia Comercial	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.212,10	4.261,05	4.310,00	4.360,25	4.410,49	4.462,73	61.031,61
Diferencia										(0,91)	(1,95)	(3,00)	(3,75)	(4,51)	(5,27)	(19,39)

Fuente: Elaborada a partir del desarrollo del modelo energético integral del Paraguay en el entorno LEAP.

Para este escenario, con los instrumentos propuestos, se puede notar que para el año 2018 es posible obtener un descenso en el consumo energético en todas sus fuentes en este sector, esto debido a la sustitución de artefactos obsoletos por artefactos más eficientes (61.051 ktep previstos por la tendencial contra 61.031,61 ktep si son aplicados los instrumentos de eficiencia). Sin embargo, cabe resaltar el hecho de que la ventana temporal de este estudio es corta, por lo cual en este caso particular se estima que, a medida que el periodo de estudio se extienda, sería posible obtener valores de ahorros energéticos mayores.

8.4. ESCENARIO DE INSERCIÓN DE AUTOMÓVILES HÍBRIDOS EN EL PARQUE AUTOMOTOR NACIONAL

La rama del sector transporte representa la demanda de energía de todas las fuentes energéticas destinadas al transporte. El consumo de esta rama fue obtenido del BEN proveído por el VMME.

En este escenario se propone la migración de automóviles y camiones tradicionales del sector transporte carretero a automóviles de tecnología de tipo híbrido, cuyo funcionamiento es a base de combustible y electricidad; dicho automóvil funciona a base de combustible y electricidad y combina un motor eléctrico y otro de combustión interna o de gasolina. Al arrancar el motor de combustión acciona el generador de energía, que inyecta electricidad al motor eléctrico; entonces, mediante ese motor eléctrico, el vehículo se mueve.

El rodado, altamente amigable con la ecología, no emana gases contaminantes. Por tal motivo, este tipo de vehículo presenta sobre los tradicionales estas ventajas:

- Puede conseguir una eficiencia doble, lo que se obtiene al eliminar la mayor parte de las pérdidas de potencia que se generan en los automóviles tradicionales.
- El sistema de frenado tiene una capacidad regenerativa de potencia absorbida, lo que reduce la pérdida de eficiencia.
- El motor está dimensionado solo para una potencia promedio, los picos de potencia los proporciona la fuente de energía alternativa, permitiendo además que el motor funcione en su punto óptimo o muy cerca de él. Por ello, su eficiencia es doblada y su volumen y peso se aligeran en un 90%.
- El motor se puede desactivar durante la marcha cuando no se lo necesita.
- El aumento de la eficiencia representa la reducción de las emisiones de gases de efecto

invernadero.

Tabla 12: Resultados de la simulación del sector transporte - Inserción de automóviles híbridos

Sector Transporte - Automóviles Híbridos																
Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Tendencial	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.213,00	4.263,00	4.313,00	4.364,00	4.415,00	4.468,00	61.051,00
Híbridos	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.212,53	4.261,93	4.311,33	4.362,01	4.412,69	4.465,38	61.040,86
Diferencia										(0,47)	(1,07)	(1,68)	(1,99)	(2,31)	(2,62)	(10,14)

Fuente: Elaborada a partir del desarrollo del modelo energético integral del Paraguay en el entorno LEAP.

Para el caso de implementación de incentivos a la importación de vehículos híbridos, se verifica que para el año 2018 es posible obtener un ahorro energético de 10.136 ktep acumulado. Esto debido al mejoramiento en la eficiencia debido a la sustitución por una tecnología de movilidad más eficiente. Sin embargo, para este caso, es necesario evaluar el impacto en los costos de importación de estos vehículos debido a los altos costos de adquisición de los mismos.

8.5. ESCENARIO DE IMPLEMENTACIÓN DEL TREN DIÉSEL - SECTOR TRANSPORTE

La medida de sustitución de fuente de energía analizada fue la “incorporación del tren diésel”. Se decidió aplicar dicha medida, atendiendo que el consumo del diésel es preponderante en el sector transporte del escenario tendencial, utilizado principalmente por los camiones de carga de larga distancia.

El consumo de diésel total del año 2008 fue de 960,48 MTEP, de los cuales el 49,29% fue utilizado por el transporte carretero de carga a largas distancias.

El trayecto y las características del tren a ser implementado están contemplados dentro del proyecto del tren transatlántico. En este trabajo, solo se tuvieron en cuenta los valores de consumo del sector energético paraguayo, dado que el alcance del proyecto del tren transatlántico es unir las redes ferroviarias de Argentina y Brasil.

Lo que se ahorraría de diésel sería lo que consumirían los camiones que transportan sus productos de las zonas de Alto Paraná e Itapúa. Se estimó un ahorro en el recorrido de los camiones de 150 km, ya que los de larga distancia deberían de acercar sus productos a las estaciones ferroviarias, además de un ahorro en el consumo de diésel en el transporte fluvial en el trayecto Asunción - Pilar de 100 km de recorrido. El recorrido total del tren sería de 250 km, entre los departamentos de Alto Paraná y Ñeembucú.

El total de toneladas que transportaría el tren por año se obtuvo del estudio de factibilidad del proyecto, tal como se detalla en la Tabla 13.

Tabla 13: Toneladas de carga anuales que transportaría el tren transatlántico

	Toneladas
Captación carga	15.000.000
Traslado interno	2.000.000
Maq. e industrias	8.000.000
Atlántico/Pacífico	25.000.000
Total	50.000.000

Fuente: Elaborada a partir del desarrollo del modelo energético integral del Paraguay en el entorno LEAP.

El valor de las toneladas transportadas que se utilizó en el modelo fue 25.000.000 y un rendimiento de 2,3 l/Tkm con un recorrido medio de 250 km, ya que eso sería el valor de la carga de origen nacional que transportaría el tren.

Los beneficios adicionales de la aplicación de esta medida serían incrementar la independencia energética, mayor competitividad en productos de exportación y reintegro a la economía. La reducción que se obtendría en el consumo del diésel, teniendo en cuenta un valor de transporte constante a lo largo del periodo de estudio, sería de 192.212 MTEP anuales a partir del año 2015.

Puede observarse en la siguiente tabla una comparación entre cómo va evolucionando la demanda de energía del escenario tendencial y el escenario planteado. Se presentan a continuación los valores de la demanda de energía desde el año 2004 hasta el año 2018.

Tabla 14: Resultados de la simulación del sector transporte - Tren diésel

Sector Transporte - Tren Diesel																
Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Tendencial	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.213,00	4.263,00	4.313,00	4.364,00	4.415,00	4.468,00	61.051,00
Tren Diesel	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.213,00	4.263,00	4.120,79	4.171,79	4.222,79	4.275,79	60.282,15
Diferencia												(192,21)	(192,21)	(192,21)	(192,21)	(768,85)

Fuente: Elaborada a partir del desarrollo del modelo energético integral del Paraguay en el entorno LEAP.

En la Tabla 15 se presentan los resultados de la relación que existe entre el costo/beneficio social del presente escenario, comparado con el escenario tendencial.

**Tabla 15: Costos y beneficios acumulados: 2004-2030.
Comparados con el escenario: Tendencial**

Costos y beneficios acumulados: 2004-2030. Comparados con el escenario: Tendencial	
En millones de dólares EE. UU. 2008. Con una tasa de descuento del 10%	
	Tren diésel
Por dejar de importar diésel	62,5
Por dejar de exportar electricidad	0
Externalidades	43,1
Valor Presente Neto	105,6
Ahorro de GEI (Mill. Ton CO ₂ Eq.)	-10,5

Fuente: Elaborada a partir del desarrollo del modelo energético integral del Paraguay en el entorno LEAP.

Estos resultados presentan la relación costo/beneficio con relación al escenario tendencial, los valores positivos en la fila importar representan beneficios con relación al escenario tendencial, por la reducción de la importación de diésel. Todos los valores son descontados al año 2008.

Para realizar el cálculo se asumió la valorización del beneficio de exportación de electricidad en 5 U\$D/MWh, y 60 U\$D/m³ de diésel, además de considerar el valor de reducción de 15 U\$D por tonelada de CO₂ no emitido.

8.6. ESCENARIO DE IMPLEMENTACIÓN DEL TREN ELÉCTRICO - SECTOR TRANSPORTE

Como ya se había mencionado, el consumo de diésel en el sector transporte tiene como mayor consumidor a los camiones de larga distancia. Este nuevo escenario utiliza el mismo trayecto, recorrido y cantidad de toneladas transportadas que el escenario deseado. El cambio se dio en la tecnología que utilizará la locomotora: en vez de consumir diésel, consumirá electricidad. El consumo del tren se mantiene constante en el horizonte de análisis. El rendimiento de dicha locomotora a electricidad sería de 24,18 KWh/Tkm. Los resultados de la proyección de la demanda de energía total del país después de la implementación del tren eléctrico pueden observarse en la Tabla 16. Se ven los valores y las diferencias entre el escenario tendencial y el escenario propuesto.

Del análisis de esta proyección se puede concluir que la aplicación de esta medida disminuiría la demanda de energía desde el año de su implementación, debido a una reducción del consumo de diésel y al aumento del consumo de electricidad.

Tabla 16: Resultados de la simulación del sector transporte - Tren eléctrico

Sector Transporte - Tren Eléctrico																
Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Tendencial	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.213,00	4.263,00	4.313,00	4.364,00	4.415,00	4.468,00	61.051,00
Tren Eléctrico	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.213,00	4.263,00	4.026,00	4.077,00	4.128,00	4.181,00	59.903,00
Diferencia												(287,00)	(287,00)	(287,00)	(287,00)	(1.148,00)

Fuente: Elaboración propia.

Se presentan los resultados de la relación que existe entre el costo/beneficio social del presente escenario, comparado con el escenario tendencial.

Tabla 17: Costos y beneficios acumulados: 2004-2030. Comparados con el escenario: Tendencial

Costos y beneficios acumulados: 2004-2030. Comparados con el escenario: Tendencial	
En millones de dólares EE. UU. 2008. Con una tasa de descuento del 10%	
	Tren eléctrico
Por dejar de importar diésel	100,7
Por dejar de exportar electricidad	-13,7
Externalidades	69,6
Valor Presente Neto	156,6
Ahorro de GEI (Mill. Ton CO ₂ Eq.)	-16,9

Fuente: Elaborada a partir del desarrollo del modelo energético integral del Paraguay en el entorno LEAP.

Estos resultados presentan la relación costo/beneficio con relación al escenario tendencial; los valores negativos en la fila exportar representan la reducción de exportación de electricidad con relación a este escenario, así como los valores positivos en la fila importar representan beneficios con relación al escenario tendencial, por la reducción de la importación de diésel. Todos los valores son descontados al 2008.

Para realizar el cálculo se asumió la valorización del beneficio de exportación de electricidad en 5 USD/MWh, y 60 USD/m³ de diésel, además de considerar el valor de reducción de 15 USD por tonelada de CO₂ no emitido.

Puede observarse que en el caso de la medida de introducción del transporte eléctrico ferroviario en el sector transporte, la reducción de costos debidos a la importación de diésel sobrepasa a la disminución de los beneficios vinculados a la exportación de energía eléctrica. Además, los beneficios vinculados a los bonos de carbono que podrían ser obtenidos por la reducción de GEI fortalecen esta medida energética.

8.7. ESCENARIO INSTALACIÓN DE INDUSTRIAS ELECTROINTENSIVAS - SECTOR INDUSTRIAL

Para el sector industrial, se han englobado todos los usos, donde se introdujeron todas las fuentes finales energéticas utilizadas en la industria, según el BEN. El nivel de actividad de esta rama es el PIB Industria.

La intensidad energética final para esta rama se ha calculado con el PIB Industria, y el consumo, medido en tep, para cada fuente energética.

Las fuentes energéticas incluidas para los cálculos abarcan: carbón vegetal, carbón mineral, residuos vegetales, gas licuado, gasolina motor, kerosene, *jet fuel*, *fuel oil*, alcohol, electricidad y leña.

Con todos estos datos fue calculado el escenario tendencial, donde da como resultado que para el año 2018, solamente este sector estaría consumiendo un total de 4.418 tep.

Para el diseño de un escenario alternativo, se modeló la inclusión de Industrias Electrointensivas. Los valores que fueron cargados en el modelo son la capacidad total de producción anual de aluminio que sería de 674.000 toneladas, con una demanda de 9.700 GWH/año, que según lo previsto por el proyecto⁴ entraría en total funcionamiento a partir del año 2016. Además, se prevé un consumo de *fuel oil* que se considera un 23% del total de la producción, según plantas estándares de fundición de aluminio en el proceso. La influencia de la instalación de esta industria en la proyección de la demanda total de energía del país es muy importante, ya que genera un aumento muy pronunciado en el consumo de energía, en comparación al comportamiento que se tendría en el escenario tendencial.

En la Tabla 18 se presentan los valores desde el año 2004 hasta el año 2018 del escenario tendencial y este escenario propuesto.

Tabla 18: Resultados de la simulación industrias electrointensivas

Industrias Electrointensivas																
Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Tendencial	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.213,00	4.263,00	4.313,00	4.364,00	4.415,00	4.468,00	61.051,00
Electrointensivas	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.213,00	4.263,00	4.313,00	4.745,00	5.177,00	5.610,00	63.336,00
Diferencia										0,00	0,00	0,00	381,00	762,00	1.142,00	2.285,00

Fuente: Elaboración propia.

4- Se modeló el escenario con relación a los datos del Proyecto Río Tinto Alcán, cuyo estudio se inició en el año 2009 tras la firma de una Carta de Intención con la ANDE para la negociación de un Acuerdo de Compra de Energía Eléctrica de Largo Plazo para la instalación de una planta productora de aluminio, con una capacidad de 674,000 ton. al año y una inversión de USD 4.000 millones. El desistimiento de las negociaciones con el gobierno se produjo en diciembre del 2013.

8.8. ESCENARIO COMPUESTO: APLICACIÓN DE TODAS LAS MEDIDAS

Finalmente, se presenta el caso de estudio de aplicación de todas las medidas descritas anteriormente, y el efecto que tendrán las mismas sobre la matriz energética del Paraguay.

La Tabla 19 presenta los valores de consumo energético, una vez aplicados todos los escenarios.

Tabla 19: Resultados de la simulación - Aplicación de todas las medidas de eficiencia energética al mismo tiempo

Todos los Escenarios																
Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Tendencial	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.213,00	4.263,00	4.313,00	4.364,00	4.415,00	4.468,00	61.051,00
Sustitución Eficiente	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.211,00	4.261,00	4.311,00	4.337,00	4.363,00	4.390,00	60.888,00
Eficiencia Comercial	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.212,10	4.261,05	4.310,00	4.360,25	4.410,49	4.462,73	61.031,61
Híbridos	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.212,53	4.261,93	4.311,33	4.362,01	4.412,69	4.465,38	61.040,86
Tren Diesel	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.213,00	4.263,00	4.120,79	4.171,79	4.222,79	4.275,79	60.282,15
Diferencia										(3,37)	(5,02)	(198,88)	(224,96)	(251,03)	(278,11)	(961,37)
Tren Eléctrico	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.213,00	4.263,00	4.026,00	4.077,00	4.128,00	4.181,00	59.903,00
Diferencia										(3,37)	(5,02)	(293,67)	(319,75)	(345,82)	(372,90)	(1.340,53)
Electrointensivas	3.754,00	3.696,00	3.653,00	3.657,00	3.894,00	4.027,00	4.093,00	4.082,00	4.159,00	4.213,00	4.263,00	4.313,00	4.745,00	5.177,00	5.610,00	63.336,00
Diferencia										(3,37)	(5,02)	(293,67)	61,25	416,18	769,11	944,48

Fuente: Elaboración propia.

En el caso en que se apliquen todos los instrumentos de eficiencia energética propuestos, se puede notar la gran influencia que tendría para el consumo de energía eléctrica la instalación de una empresa electrointensiva, que con el tiempo brindaría la señal clara de que si bien, en general, el consumo energético en las otras fuentes iría disminuyendo, es necesario prever nuevas fuentes de generación eléctrica, alcanzando finalmente el objetivo de modificar la composición de la matriz energética nacional, transformándola en una matriz basada en energía hidroeléctrica, fuente de energía sustentable y limpia, dejando de lado la dependencia en cuanto a importación de productos derivados del petróleo se refiere.

8.9. FACTORES CRÍTICOS PARA LA APLICACIÓN DE LOS ESCENARIOS

Los principales obstáculos y/o problemas encontrados en la implementación de políticas energéticas eficientes estarían localizados en:

- Bajos niveles de eficiencia en el consumo final de energía en los sectores de la economía nacional.
- Una parte de los recursos de la biomasa no se explota de manera sostenible, lo que puede derivar en un déficit de los mismos a futuro y ocasionar graves daños a los ecosistemas naturales.
- Bajo nivel de explotación de los potenciales de energías renovables, principalmente energía solar y los pequeños y medianos emprendimientos hídricos que podrían, en su

conjunto, dar solución a necesidades energéticas puntualmente localizadas.

- Bajo nivel de uso de las llamadas biomásas modernas, por ejemplo el biodiésel y el biogás.
- Bajos niveles en la formulación, el desarrollo y la implementación de proyectos energéticos en todos los sectores, lo que significa un importante potencial no aprovechado.
- Dependencia total de las importaciones de derivados del petróleo, lo que significa un bajo nivel de independencia energética respecto a estos productos.

Normalmente, las entidades encargadas incorporan en el marco de sus políticas energéticas la dimensión ambiental (en particular cambio climático), la incidencia que tiene el sector de la energía en los problemas del cambio climático en general y en lo referente a las emisiones de CO₂ por el consumo de combustibles fósiles en particular. En este contexto, se considera prioritario en el marco de las políticas energéticas:

- Cubrir las necesidades energéticas nacionales y utilizar la energía como factor de desarrollo, optimizando la matriz energética nacional hacia un modelo sustentable económico, social y ambientalmente.
- Sustitución de transporte urbano e interurbano a gasoil por sistemas de transporte a más eficientes, e incluso sistemas eléctricos, lo que redundará en una reducción en el nivel de emisiones de CO₂.
- Uso sostenible de la biomasa y sustitución del gas licuado de petróleo por electricidad y gas natural para uso familiar e industrial.
- Promoción de las fuentes renovables de energía.
- Promoción de la eficiencia energética en todos los sectores de consumo de energía y en los procesos de suministro y transformación de la energía.
- Políticas de concienciación sobre la utilización eficiente de los recursos energéticos.

Uno de los lineamientos de la política energética a ser aplicados es el fortalecimiento de la integración energética regional, especialmente la integración eléctrica. Este es un aspecto que tiene incidencia en lo relativo a la disminución de las emisiones de CO₂, considerando que toda la electricidad que se genera en Paraguay es de origen hidráulico, lo que significa una ventaja competitiva desde el punto de vista de su menor incidencia en los problemas del cambio climático frente a otras tecnologías, como las plantas de origen térmico. Un sistema eléctrico integrado y con libre flujo a nivel de la región del Cono Sur permitiría un uso más efectivo de la energía eléctrica de origen hidráulico.



CONCLUSIONES

9

El consumo de leña y carbón vegetal por habitante en el Paraguay está entre los más altos de la región, en tanto que el consumo de energía eléctrica por habitante está entre los más bajos. La dependencia en la importación del 100% de combustibles fósiles consumidos en el país es una desventaja en cuanto a seguridad de abastecimiento para el sector transporte.

El actual modelo del sector eléctrico paraguayo se presenta de manera arcaica y obsoleta. La generación, transmisión y distribución de energía eléctrica siguen estando verticalmente integradas en poder del Estado, a cargo de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE). Paraguay es uno de los pocos países que aún no han desregulado su mercado eléctrico. El modelo del sector eléctrico paraguayo no es el adecuado para los tiempos actuales y es necesaria su reforma urgente.

La interconexión de redes y mallas es todavía débil. Las instalaciones de la ANDE se hallan saturadas al límite de su capacidad, debido a la falta de inversiones para el refuerzo de la infraestructura del sistema eléctrico, ante el crecimiento sostenido de la demanda de energía en los últimos años. El sistema eléctrico local experimenta cortes regulares en el suministro de energía y una elevada pérdida en el sistema. La inversión insuficiente en la red de energía eléctrica ha generado una sobrecarga del sistema de distribución con excesivas etapas de transformación, una administración inadecuada de carga y una compensación reactiva en las subestaciones. En manos del sector público, no existen incentivos para que las pérdidas en el suministro disminuyan y aumente su eficiencia operativa.

La ejecución presupuestaria de la ANDE es baja y la facturación se estima en un 70% de la energía utilizada. Los índices de recaudación de facturación son bajos y además los grandes consumidores, incluyendo a entidades del sector público, no siempre son facturados por su uso de electricidad.

La ANDE solo se sostiene debido al bajo costo de generación y el modo en que se establecen los precios por parte de las binacionales, ensanchando la brecha de endeudamiento de estas empresas en beneficio de los países vecinos y socios condóminos. Debido a la energía no facturada por la Itaipú a la ANDE, los márgenes operativos deberían ser incluso más elevados; sin embargo, estos recursos, que podrían utilizarse para ampliar las inversiones, están sometidos a la obligación de ser transferidos al Ministerio de Hacienda.

Existe falta de coordinación y comunicación durante la fase de planificación para inversiones futuras entre la ANDE y el VMME. La influencia política permite que la compañía de servicio público de electricidad tenga acceso a los ejecutivos del Gobierno, pasando por alto al VMME. El monto de financiamiento requerido para financiar las inversiones planificadas en el sistema eléctrico durante el periodo 2012-2018 será proveído a la ANDE por recursos del endeudamiento público y no determinados en base a la capacidad de endeudamiento y repago de la ANDE. La demora en las obras dirigidas a la ampliación del sistema de transmisión y distribución pone en riesgo la sustentabilidad del sistema,

hecho sumado a la alta frecuencia de fallas que afecta la calidad del servicio. El sistema eléctrico carece de líneas de transmisión de alto voltaje suficientes.

Las pérdidas del sistema continúan siendo muy elevadas (25,5% en 2014) y representan un déficit de ingresos estimados en US\$160 millones por año. Las pérdidas del sistema son muy elevadas y están muy por encima del promedio de pérdidas ponderado para América Latina, del 13,5%. Las pérdidas comerciales son no técnicas, causadas por acciones externas a la infraestructura de la energía. Estas consisten en hurto de electricidad a través de conexiones ilegales a la red de energía eléctrica y/o alteraciones a medidores de consumo, errores en la contabilidad y en el registro, y falta de pago por parte de los clientes.

Durante los últimos años, se ha puesto énfasis en aumentar el acceso de los hogares a la red de energía eléctrica en áreas rurales y urbanas de bajos ingresos, a través de líneas de baja tensión largas de 11 kV y sistemas desordenados de subtransmisión/distribución. Como resultado, las pérdidas de transmisión y distribución de la energía eléctrica se han más que duplicado en la última década (+119%), aumentando a un ritmo más acelerado que el consumo de energía.

La infraestructura de transmisión opera cerca de sus límites técnicos térmicos y la demanda en exceso genera constantes cortes y apagones.

El clima extremadamente cálido del verano y otros factores climáticos generan regularmente la activación de los dispositivos de protección en la línea de transmisión, causando interrupciones

En lo que respecta a la proyección de energía eléctrica, solo siguiendo la tendencia de los últimos 5 años, 9,4%, o 10 años, 7,1% de crecimiento de la demanda de energía eléctrica, entre los años 2023 y 2025 estaríamos alcanzando el margen crítico de generación de energía eléctrica, por lo cual, considerando el tiempo que lleva el proceso de planificación y construcción de la infraestructura de provisión de energía, es importante que se inicien los procesos tendientes a asegurar la provisión de energía eléctrica para mantener niveles adecuados de crecimiento y desarrollo económico.

En lo relacionado a capacidades en ciencia y tecnología, existen notables carencias en la formación de recursos humanos altamente capacitados. Las capacidades humanas en CTI son insuficientes y dispersas. La calidad del sistema educativo es baja y la formación básica y media, preparatoria para la universidad, inadecuada y pobre, especialmente en lengua y matemáticas. Muchos de los programas de postgrado no cumplen con los estándares internacionales para la formación de investigadores y docentes universitarios en ciencia y tecnología, altamente calificados. La formación de técnicos calificados no satisface las demandas de los sectores productivos y sociales del país. Los mecanismos financieros que faciliten la formación especializada y capacitación en CTI en los nive-

les universitario y técnico son insuficientes. Existen escasas oportunidades, condiciones laborales e incentivos a los investigadores, científicos y tecnólogos, para desarrollar sus actividades en el país, generando subempleo y emigración.

La infraestructura y el equipamiento para la investigación son deficientes, en algunos casos, con retrasos tecnológicos notables. Los institutos estatales de I+D tienen muy limitada capacidad para generar y transferir tecnologías a los sectores de la producción y los servicios. Las universidades tienen limitada capacidad para realizar investigaciones y prestar servicios para atender las demandas de los sectores sociales y productivos.



MARCO LÓGICO

	RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES	INVERSIÓN/FUENTES DE FINANCIAMIENTO	SUPUESTOS	RESPONSABLES
OBJETIVO GENERAL: La eficiencia energética y la seguridad en el abastecimiento son aspectos esenciales de toda política energética.					
OBJETIVO 1: Transformar la matriz energética basada en energía hidroeléctrica, fuente de energía sustentable y limpia, dejando de lado la dependencia en cuanto a importación de productos derivados del petróleo se refiere.					
Eje de Acción Estratégica					
La reestructuración necesaria para tener un mercado eléctrico capaz de abastecer con calidad y al menor precio posible de energía eléctrica a la demanda.					
Las redes de energía eléctrica deben ser rediseñadas para convertirse en redes más efectivas y robustas, de forma que puedan soportar las necesidades futuras.					
Líneas de Acción					
Actividades					
1. Subastas anticipadas para compra de energía eléctrica de largo plazo.	Mecanismos de largo plazo mediante contratos o integración vertical flexible.	Contratos a largo plazo con empresas.	Alianza Público Privada - ANDE, Itaipú	Potencia reservada a tarifas especiales para empresas con uso intensivo de electricidad.	ANDE
2. Las inversiones en líneas de transmisión.	Aumento en la capacidad de demanda con menores niveles de pérdida.	Inversión en líneas de transmisión de 500 kV.	Alianza Público Privada - ANDE, Itaipú	Ejecución por parte del sector privado de obras de inversión.	ANDE, Itaipú, Yacaretá
3. Desarrollar un Plan de Obras.	Cubrir la mayor parte de las necesidades de la ANDE de obras proyectadas.	Inversión en líneas de transmisión de 500 kV.	Alianza Público Privada - ANDE, Itaipú	Ordenamiento mínimo de prioridades en el sector eléctrico, que concuerde con las líneas estratégicas.	ANDE
4- Crear un ente regulador del sector eléctrico equivalente a CONATEL o ERSAN.	Elaborar y coordinar los planes, las políticas y normas para el buen funcionamiento y desarrollo del sector energético; asesorar al Gobierno en todas aquellas materias relacionadas con la energía.	Creación de un ente regulador que maneje los temas relacionados a la energía.	Presupuesto General de la Nación	Responsable de supervisar que se cumplan las leyes, regulaciones y estándares técnicos para la generación, producción, almacenamiento y distribución de energía eléctrica.	ANDE y ente regulador de energía

RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES	INVERSIÓN/FUENTES DE FINANCIAMIENTO	SUPUESTOS	RESPONSABLES
OBJETIVO 2: Reforma del sector eléctrico como proceso de desregulación, manteniendo el flujo de inversión privada en el sistema eléctrico y la reducción de los precios de la electricidad.				
Eje de Acción Estratégica Regulaciones y estructuras de mercados eléctricos más eficientes y consolidadas.				
Líneas de Acción Impulsar una fuerte participación de los agentes privados, a través de nuevas concesiones.				
Actividades				
1. Autorización de transferencia de concesiones.	Los costos de construcción y los tiempos se reducen en un 40%.	ANDE APP	Operación coordinada del sistema eléctrico nacional.	Poder Legislativo, ANDE
2. Rediseño de regulación de los sistemas de transmisión.	Mejoras en la normativa del sector.	ANDE APP	Elaboración y coordinación de normas políticas y planes para el sector energético.	Poder Legislativo, ANDE
3. Expansión y desarrollo de los troncales y líneas de transmisión.	Reducir barreras a la inversión de transmisión y generación.	ANDE APP	Operación coordinada del sistema eléctrico nacional.	Poder Legislativo, ANDE
OBJETIVO 3: La política energética de reducción del uso de combustibles fósiles, que permitirá prolongar su existencia y mejorar la calidad ambiental.				
Eje de Acción Estratégica Disminución de las emisiones de CO ₂ .				
Líneas de Acción Utilización de energías renovables y su adaptación a las nuevas tecnologías.				
Actividades				
1. Desarrollo de materiales más livianos en turbinas eólicas o diseño de celdas fotovoltaicas más eficientes.	Reducción de los costos en la utilización de energías alternativas.	Financiamiento de I+D: CONACYT, Universidades FPTI de Itaipú	Potencial para desarrollo de energías renovables (ER): hidráulica, eólica, solar, geotérmica y biomasa.	CONACYT, UNA, PTI

	RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES	INVERSIÓN/FUENTES DE FINANCIAMIENTO	SUPUESTOS	RESPONSABLES
2. Promoción de la investigación y el desarrollo experimental (I+D) en energías renovables.	Reducción de los costos en la utilización de energías alternativas.	Aumento en la generación de energía limpia y renovable.	CONACYT, Universidades, Parque Industrial de Itaipú	Potencial de desarrollo de energías renovables (ER): hidráulica, eólica, solar, geotérmica y biomasa.	CONACYT, UNA, PTI
3. Sustitución de transporte urbano e interurbano a gasoil por sistemas de transporte a más eficientes, e incluso sistemas eléctricos, lo que redundará en una reducción en el nivel de emisiones de CO ₂ .	Transporte público eficiente, utilizando energía limpia, sin emisiones de CO ₂ .	Menores niveles de contaminación y mayor bienestar ambiental.	Financiamiento de Estudios de Factibilidad con instituciones intergubernamentales como KOTRA, KOIKA.	Existe interés por parte del gobierno coreano de implementar transportes inteligentes y limpios.	KOTRA, MOPC, KOIKA, Municipalidades
4. Utilización de vehículos híbridos a combustible y electricidad.	Utilización de transporte privado con energía limpia.	Menores niveles de contaminación y mayor bienestar ambiental.	Apoyo de empresas privadas para incentivar el uso.	Se necesitan incentivos a la importación de estos vehículos y a su uso.	Empresas privadas Poder Legislativos, Ejecutivo
OBJETIVO 4: Creación de redes inteligentes que pueden integrar de manera inteligente el comportamiento y las acciones de todos los actores conectados a ellas para proporcionar un suministro de electricidad seguro, económico y sostenible.					
Eje de Acción Estratégica Transformar el sistema actual a un sistema distribuido, donde cualquier agente que esté conectado a la red tiene la posibilidad de aportar energía, posibilitando la creación de microgeneradores.					
Líneas de Acción La creación de herramientas que permitan la integración de todo tipo de plantas generadoras, una gestión descentralizada de la energía, una automatización de la distribución y servicios de medida, apoyadas por un sistema de comunicaciones que llegue hasta el usuario final.					

Actividades	RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES	INVERSIÓN/FUENTES DE FINANCIAMIENTO	SUPUESTOS	RESPONSABLES
1. Implementación del MODELO de MARCO REGULATORIO y reglas que permitan el desarrollo e implementación de tecnologías de punta de <i>Smart Grid</i> .	Acuerdo Sector Privado y Estatal para implementación del MODELO de MARCO REGULATORIO.	Legislación aprobada por el Congreso.	APP	Alianza Público Privada a nivel local para atraer inversiones extranjeras y locales para la financiación de infraestructura para el sector energía.	Poder Legislativo, APP, ANDE, Ente regulador de energía
2. <i>Smart Grid</i> se basa en el uso de sensores, comunicaciones, capacidad de computación y control, de forma que se mejoran en todos los aspectos las funcionalidades del suministro eléctrico.	Optimización de producción y distribución de electricidad, con el fin de equilibrar mejor la oferta y la demanda entre productores y consumidores.	Tecnología de recolección automática de consumo, diagnóstico; datos de estado del contador de energía, transferencia de dichos datos a una base de datos central para la facturación, resolución de problemas y análisis.	APP, Itaipú, Yacyretá	Medidores inteligentes que ofrecen una facturación detallada por franjas horarias, lo que permitiría a los consumidores no solo elegir las mejores tarifas de entre las diferentes empresas eléctricas, sino también discernir entre las horas de consumo.	Ente regulador, ANDE

RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES	INVERSIÓN/FUENTES DE FINANCIAMIENTO	SUPUESTOS	RESPONSABLES
3. Implementación de esquema de lectura remota con capacidades de detección de robo de energía y de mercado abierto en producción y consumo de energía eléctrica.	Tecnología de recolección automática de consumo, diagnóstico; datos de estado del contador de energía, transferencia de dichos datos a una base de datos central para la facturación, resolución de problemas y análisis.	APP, Itaipú, Yacyretá	Medidores inteligentes que ofrecen una facturación detallada por franjas horarias, lo que permitiría a los consumidores no solo elegir las mejores tarifas de entre las diferentes empresas eléctricas, sino también discernir entre las horas de consumo.	Ente regulador, ANDE
OBJETIVO 5: Aumento y mejoramiento en la oferta de carreras de grado formadoras de insumos para el sector energético nacional.				
Eje de Acción Estratégica				
Formación de capacidades en cantidad y calidad.				
Líneas de Acción				
Incrementar y mejorar la oferta de las carreras de grado ofertadas.				
Actividades				
1. Aumentar la cantidad de carreras y especializaciones ofertadas por las Universidades.	Mayor cantidad de carreras y especializaciones ofertadas.	Número de carreras y especializaciones ofertadas.	A cargo de la Universidad/ Ministerio de Hacienda/ CONACYT	Incrementaría la cantidad de alumnos. Universidades
2. Mejorar el nivel de las carreras y especializaciones existentes.	Profesionales mejor capacitados.	Número de profesionales mejor capacitados.	A cargo de la Universidad/ Ministerio de Hacienda/ CONACYT	Profesionales formados con mejor capacitación en sus áreas. Universidades
OBJETIVO 6: Aumento y mejoramiento en la oferta de carreras de postgrado y grupos de investigación, con alto grado de capacitación en el ámbito energético.				
Eje de Acción Estratégica				
Aumento y mejoramiento en la oferta de carreras de postgrado formadoras de insumos para el sector energético nacional.				
Líneas de Acción				
Incrementar y mejorar la oferta de las carreras de postgrado ofertadas.				

Actividades	RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES	INVERSIÓN/FUENTES DE FINANCIAMIENTO	SUPUESTOS	RESPONSABLES
1. Aumentar la cantidad de postgrados ofertados por las Universidades.	Mayor cantidad de postgrados ofertados.	Número de postgrados ofertados.	A cargo de la Universidad/ Ministerio de Hacienda/ CONACYT	Incrementaría la cantidad de alumnos.	Universidades/CONACYT
2. Mejorar el nivel de los postgrados y especializaciones existentes.	Profesionales mejor capacitados.	Número de profesionales mejor capacitados	A cargo de la Universidad/ Ministerio de Hacienda/ CONACYT	Profesionales formados con mejor capacitación en sus áreas.	Universidades/CONACYT
3. Creación de nuevos grupos de investigación en áreas no abarcadas.	Nuevos grupos de investigación en áreas no abarcadas.	Número de grupos nuevos de investigación	A cargo de la Universidad/ Institutos	Existencia de investigadores con capacidad de abrir nuevas líneas de investigación no atendidas.	Universidades/CONACYT
4. Potenciación de grupos de investigación existentes.	Grupos de investigación mejor capacitados.	Mayor cantidad de publicaciones de grupos de investigación existentes.	A cargo de la Universidad/ Institutos	Áreas de investigación potenciadas.	Universidades/CONACYT
OBJETIVO 7: Mejoramiento en la infraestructura de laboratorios tecnológicos y centros de investigación aplicada y científica.					
Eje de Acción Estratégica					
Líneas de Acción					
Creación de nuevos laboratorios y mejoramiento de los laboratorios existentes.					
Fomentar la creación de nuevos laboratorios en áreas inexistentes y potenciar los laboratorios ya existentes.					
Actividades					
1. Crear laboratorios en áreas donde aun no se tienen líneas de investigación.	Creación de laboratorios en áreas inexistentes.	Número de laboratorios creados.	A cargo de la Universidad/ CONACYT	Incrementaría la cantidad de laboratorios para prácticas.	Universidades/CONACYT

RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES	INVERSIÓN/FUENTES DE FINANCIAMIENTO	SUPUESTOS	RESPONSABLES
2. Potenciar laboratorios ya existentes.	Mayor cantidad de alumnos capacitados.	A cargo de la Universidad	Incrementaría la cantidad de prácticas en los laboratorios.	Universidades/CONACYT
OBJETIVO 8: Fuentes de financiamiento para el mejoramiento de las capacidades en personal e infraestructura.				
Eje de Acción Estratégica				
Actividades				
1. Obtención de una mayor cantidad de becas de grado.	Mayor cantidad de alumnos en las carreras de grado.	A cargo de la Universidad	Bajo nivel de formación terciaria en el ámbito energético a nivel nacional.	Universidades/CONACYT
2. Obtención de una mayor cantidad de becas de postgrado.	Mayor cantidad de alumnos en las carreras de postgrado.	A cargo de la Universidad		Universidades/CONACYT
3. Financiamiento para construcción de laboratorios.	Número de laboratorios construidos.	A cargo de la Universidad	Cantidad escasa de laboratorios existentes.	Universidades/CONACYT
4. Financiamiento para repatriar profesores de postgrado paraguayos radicados en el exterior.	Mayor cantidad de profesores de postgrado.	A cargo de la Universidad/CONACYT	Se requiere capacitar a un mayor número de ingenieros en nuevas tecnologías y aplicaciones.	Universidades/Grupos de Investigación/CONACYT



BIBLIOGRAFÍA

Aguar, L.; Blanco, G.; Buzarquis, E. (2009). “Análisis de la Renegociación del Tratado de la Itaipu Binacional”. The 8th Latinamerican Congress on Electricity Generation and Transmission - CLAGTEE 2009.

Amatte, J.; Riveros, E. (2011). *Elaboración de un Modelo Energético Integral y Análisis de Prospectiva Energética de la República del Paraguay*. Tesis de Grado. Facultad Politécnica - Universidad Nacional de Asunción.

Amatte, S.; Riveros, E. (2013). “Medidas de sustitución eficiente de fuentes de energía en la República del Paraguay”. Eco_Lógicas: Concurso Mercosur de Monografías sobre Energías Renovables y Eficiencia Energética, Instituto IDEAL.

Amatte, S.; Riveros, E.; Blanco, G. (2012). “Desarrollo del modelo energético integral del Paraguay en el entorno LEAP”. X Seminario del Sector Eléctrico Paraguayo. Consejo Internacional de Grandes Redes Eléctricas - CIGRÉ.

Amatte, S.; Riveros, E.; Blanco, G. (2013). “Desarrollo del modelo energético integral del Paraguay en el entorno LEAP”. XV Encuentro Regional Iberoamericano del Consejo Internacional de Grandes Redes Eléctricas - CIGRÉ.

ANDE (2011). *Análisis de Modelos de Gestión Macro de ANDE N° 493/2010*. Administración Nacional de Electricidad, Asunción.

ANDE (2011). Licitación Pública Internacional ANDE N° 493/2011. Administración Nacional de Electricidad, Asunción.

ANDE (2012). *Compilación Estadística*. Departamento de Estudios Estadísticos. Administración Nacional de Electricidad, Asunción.

ANDE (2012). *Plan Maestro de Transmisión 2012-2021. Principales Obras del Sistema Eléctrico del Paraguay*. Administración Nacional de Electricidad, Asunción.

ANDE (2012). *Análisis Ambiental y Social. Línea de Transmisión 500 kV CH Yacyretá - Ayolas - Villa Hayes*. Administración Nacional de Electricidad.

Arias, D. (2009). “Índice de Detección de Problemas de Estabilidad de Tensión en Base a WAMS”. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería - Mención Eléctrica. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de Ingeniería Eléctrica.

BID (2008). *Informe Diagnóstico Paraguay. Herramientas para mejorar la efectividad del mercado de combustibles de madera en la economía rural*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Barrere, R. (2012). *La Investigación y el Desarrollo en Energías Renovables en Iberoamérica - Situación actual y tendencias*. Informe elaborado por la RICYT.

Bertinat, P. (2008). *Energía y cambio climático en la región*. ALAI, América Latina en Movimiento.

Calderón, J. (2013). “Metodología para la Ubicación de PMU para el Monitoreo de Oscilaciones Críticas en Sistemas Eléctricos de Potencia”. Boletín IEE. Revista *Tendencias Tecnológicas*.

CIT (2014). *SMART GRIDS*. Centro de Innovación y Tecnología. http://cit.upc.edu/es/destacados/smart_grid.

CIEMAT (2009). *Tendencias tecnológicas mundiales en el desarrollo y aplicación de paneles solares fotovoltaicos*. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas. CIEMAT e IALE Tecnología, S.L.

CIEMAT (2014). *El CEDER y las redes eléctricas inteligentes*. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas. <http://www.ciemat.es/cargar Aplicacion-Noticias.do?identificador=39>.

Cofré, A.; Larraín, R. (2009). *Desarrollo del Sector Eléctrico en Paraguay y Ecuador*. Pontificia Universidad Católica de Chile. Escuela de Ingeniería.

CONACYT (2014). Programa de Apoyo al Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación - PROCIT. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. <http://www.conacyt.gov.py/procit>.

CONICET (2013). Plan Nacional Energético de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y el Desarrollo Humano 2006 - 2021. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.

CONCYTEC (2006). Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en el Perú 2006 - 2021 (PNCTI). Plan Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y el Desarrollo Humano.

CPC (2014). Ciencia, Tecnología e Innovación. Capítulo 4. Consejo Privado de Competitividad. <http://www.compite.com.co/site/wp-content/uploads/informes/2007-2008/07-CAPITULO4.pdf>

DNP (2005). *Visión Colombia 2019*. Departamento Nacional de Planeación. Editorial Planeta Colombiana S.A.

Duarte, G. (2013). *PARAGUAY. Libro Verde de la Política de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Proyecto DeTIEC “Desarrollo Tecnológico, Innovación y Evaluación de la Conformidad”. Asunción: Publicado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONACYT.

FEDIT (2011). *Smart Grids y la Evolución de la Red Eléctrica*. Publicado por FEDIT - Centros Tecnológicos de España.

Friedman, A.; Penner, R. (2009). *Biocombustibles: Alternativas de Negocios Verdes*. Publicación desarrollada para la Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

Fundación Bariloche (2009). *Estrategia para el desarrollo del Sector Energético del Perú*. Fundación Bariloche en consorcio con Cenergía, Lima.

GIZ (2011). *Situación de energías renovables en el Paraguay*. Agencia Alemana para la Cooperación Internacional. Viceministerio de Minas y Energía (VMME).

GWEC (2006). *Informe de Perspectivas Globales de la Energía Eólica*. Greenpeace International. Global Wind Energy Council.

Gordon, A. (2013). *Políticas e instrumentos en ciencia, tecnología e innovación. Un panorama sobre los desarrollos recientes en América Latina*. Proyecto elaborado para politicasciti.net.

Holm, D. (2005). *Un Futuro para el Mundo en Desarrollo basado en las Fuentes Renovables de Energía*. White Paper. International Solar Energy Society, ISES.

INFONA (2011). *Informe de Gestión Institucional 2011*. Dirección de Ordenación Forestal - Manejo de Recursos Naturales. Instituto Forestal Nacional.

INFONA (2011). *Plantaciones forestales con fines energéticos: Las especies forestales Eucalyptus camaldulensis y Corimbia citriodora, fuentes alternativas de energías renovables*. Dirección General de Plantaciones Forestales. Instituto Forestal Nacional.

IPS (2007). *Políticas Energéticas en América Latina: Aspectos críticos y propuestas de la sociedad civil*. INFORME REGIONAL. Programa Cono Sur Sustentable. Institute for Policy Studies.

JICA (2004). *Informe final: Diagnóstico de Clúster de Madera y Competitividad de la Industria Maderera*. Agencia de Cooperación Internacional del Japón.

Koehler, P. (2008). *Política Energética en América Latina: Presente y Futuro. Críticas y Propuestas de los Pueblos*. Andes Ediciones.

Lemarchand, G. (2010). *Sistemas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Investigación en América Latina y el Caribe*. Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe. UNESCO.

Linkohr, R. (2006). "La política energética latinoamericana: entre el Estado y el mercado". *Revista Nueva Sociedad*.

López Flores, G.; Lucantonio, F. (2008). *Energía y Desarrollo de Infraestructura. Notas para el Debate Electoral 2008*. Centro de Análisis y Difusión de la Economía Paraguaya, CADEP.

López, S. (2012). *Proyecto de Estudio Integración del Vehículo Eléctrico a la Red Inteligente (V2G)*. Plan de Trabajo. Tesis Doctoral. San Juan, Argentina.

MOPC (2010). *Generación de Energías Renovables y Eficiencia Energética en Paraguay*. Viceministerio de Minas y Energía.

MOPC (2013). *Balance Energético Nacional 2012*. Asunción: Publicado por el Viceministerio de Minas y Energía de Paraguay.

Neufeld, F. (2003). *Determinación de la madera para carbón y leña y la evaluación de los troncos del estrato medio y del estrato superior de tres parcelas del Chaco Central*. Informe de Pasantía. Ing. For. FCA/UNA.

Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (Observatorio CTS) (2010). *Metodología para la medición de la I+D en Áreas Transversales*.

OCDE, Banco Mundial (2013). *La Educación Superior en Colombia 2012. Evaluaciones de Políticas Nacionales de Educación*.

Porta, F.; Suárez, D.; De Angelis, J.; Zurbriggen, C.; González, M. (2010). *Políticas regionales de Innovación en el MERCOSUR: obstáculos y oportunidades*. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior (Redes) - Centro de Formación para la Integración Regional (CEFIR).

Ríos Otero (1985). *Posibilidades de elaboración de carbón vegetal en el Chaco*. Tesis Ing. For. San Lorenzo, Py. UNA. FCA. CIF.

Riveros, E.; Amatte, S. (2011). *Medidas de Sustitución Eficiente de Fuentes de Energía en la República del Paraguay*. Concurso Mercosur de Monografías sobre Energías Renovables y Eficiencia Energética, promovido por el Instituto IDEAL. Monografía presentada a Eco_Lógicas.

Serrano, X. (2012). *Desarrollo de un Modelo de Simulación para la Integración Energética de Recursos Distribuidos mediante Trnsys*. Trabajo de fin de Máster. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Máster en Tecnología Energética para el Desarrollo Sostenible. Especialidad en Eficiencia Energética.

Skerk, C.; Llarens, C. (2012). *La Infraestructura en el Desarrollo Integral de América Latina: Energía eléctrica*. IDEAL.

Smart Grid Costa Rica (2014). Smart Grid y Latinoamérica. Extraído de <http://www.smartgridcostarica.com/2013/03/18/smart-grid-y-latinoamerica>.

Sustainable Energy (2014). *Energía eólica, panorama mundial. La energía eólica sopla con fuerza y se afianza*. Extraído de <http://energia-sustentable.org/energias-sustentables/energia-eolica/energia-eolica-panorama-mundial>.

Toledano, P.; Maennling, N.; Sachs, J.; Sachs, L. (2013). *Leveraging Paraguay's Hydropower for Sustainable Economic Development*. Draft consultation. Earth Institute. Vale Columbia Center on Sustainable International Investment.

UNA (2013). *Investigación para la caracterización del consumo de biomasa con fines energéticos en la producción de insumos básicos para el sector construcción en el Paraguay*. Asunción: Publicado por el Grupo de Investigación en Sistemas Energéticos. Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción.

Unión Industrial Paraguaya (UIP) (2005). *La demanda energética del sector industrial*. Centro de Estudios Económicos.

Unique (2013). *Análisis de factibilidad para técnica y económica*. Estancia Kuarajhy Retã. Dpto. de Boquerón.

Estudios de Prospectiva Tecnológica

LOGÍSTICA, TRANSPORTE Y SERVICIOS CONEXOS

Avantgarde Consulting Group:
Juan Roberto Salinas Sánchez



PRESENTACIÓN

En el marco del proceso de revisión de las Políticas de Ciencia, Tecnología, Innovación y Calidad, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONACYT ha contratado a la Consultora Avantgarde Consulting Group para la realización de estudios sectoriales prospectivos destinados a prever el comportamiento a largo plazo de la ciencia y la tecnología, la economía y la sociedad, con el fin de identificar aquellas tecnologías capaces de generar los mayores beneficios económicos y sociales, determinar la efectividad de las políticas, los programas e instrumentos relacionados con la ciencia, tecnología e innovación, reforzar dichas políticas y medidas, integrándolas al proceso nacional de desarrollo para mejorar la capacidad tecnológica, fomentar la innovación e incorporar mayor valor agregado a la producción.

El presente estudio se plantea generar conocimientos del sector LOGÍSTICA, TRANSPORTE Y SERVICIOS CONEXOS para el desarrollo sustentable del Paraguay, a los efectos de complementar la Política Nacional de Ciencia y Tecnología, dotando a esta de información que refleje las necesidades y los requerimientos de los sectores estudiados para potenciar su competitividad y su capacidad de innovación.

Utilizando herramientas de prospectiva, se busca visualizar escenarios futuros de desarrollo del sector, identificando tecnologías e innovaciones que puedan ser investigadas e incorporadas para alcanzar los escenarios óptimos realizables. En ese contexto, se busca identificar acciones que necesitan ser implementadas para construir y alcanzar con éxito los escenarios planteados.

Los estudios sectoriales prospectivos se constituyen en un marco de referencia desde la óptica de la demanda endógena en materia de ciencia y tecnología en el ámbito de cada sector estudiado.



INTRODUCCIÓN

1

1.1. CONCEPTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE PROSPECTIVA

Hay que tener en cuenta que la prospectiva no trata de predecir, sino de informar sobre las posibles sendas y escenarios que llevan al futuro y los factores críticos que lo pueden determinar, a fin de poder establecer estrategias adecuadas.

La finalidad de estudios de prospectiva en CyT es brindar al CONACYT un panorama de los posibles escenarios de futuro de la innovación, la tecnología y la ciencia, tanto a nivel mundial como nacional, con los consiguientes desafíos que le esperan al país en sus principales sectores productivos y sociales.

1.2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología diseñada y puesta a consideración para el presente trabajo toma en cuenta la limitada experiencia en el país en cuanto a estudios de prospectiva, de tendencias y factores críticos que la determinan. Los estudios han dado participación a diversos actores involucrados en el sector, de manera que sea lo más participativo, plural, amplio y democrático posible, de tal manera a la mayor validación técnica y política posible.

A continuación se presenta la propuesta metodológica utilizada para la elaboración de los seis estudios de prospectiva sectorial solicitados:

Paso 0: Como marco de trabajo inicial, y como línea base previa al inicio de los estudios sectoriales y del estudio de sostenibilidad del FONACYT, se construyó un análisis del estado actual del Paraguay en términos de competitividad, en términos de desarrollo humano y de crecimiento económico. Se analizó la situación actual del desarrollo del esfuerzo en CyT del Paraguay.

Paso 1: En consenso con el CONACYT, se procedió a delimitar el sistema a estudiar, y se definió el plazo intertemporal del estudio (2018 a priori), además de la confirmación del contexto nacional, regional y mundial.

Se ha revisado y analizado toda la documentación sectorial existente que pudiera ser relevante en la construcción de un diagnóstico y posterior construcción de escenarios, o que pueda contribuir al proceso de planificación llevado adelante en el proceso.

Como esfuerzo preliminar y como elemento de inducción, se analizaron las tendencias mundiales al 2020, 2030 en el contexto Social, Tecnológico, Económico, de Medio Ambiente y Político.

Paso 2: Se realizó una identificación de los actores claves por conocimiento, experiencia o poder en la toma de decisiones y se analizó la relevancia de su participación dentro del

sistema bajo estudio. Se contactó a los actores claves invitándoles a participar del proceso. Para ello, se realizaron entrevistas estructuradas, de tal suerte a ir obteniendo los aportes necesarios de cada uno. Se ha buscado como prioridad la mayor participación de actores relevantes para buscar una validación técnica y política que dé sustentabilidad al documento.

Paso 3: Se realizó un diagnóstico de la situación actual e histórica del sector para determinar cómo ha evolucionado desde el pasado hasta el presente. Para ello, se realizaron entrevistas con actores seleccionados con diversos puntos de vista. Se incorporó al análisis toda la documentación relevante existente respecto a la evolución de la investigación e innovación tecnológica del sector a nivel local y cómo se ha avanzado en este aspecto en los últimos años.

Paso 4: Se estableció un escenario sectorial tendencial probable en el año tope del plazo del estudio (2018 a priori), definido como aquel que nos muestra lo que podría ocurrir si las condiciones actuales permanecen de la misma forma. El escenario tendencial es el escenario más probable de mantenerse el *statu quo*.

Paso 5: Se identificaron aquellas variables de impacto en el desarrollo y avance del sector a considerar, jerarquizándolas de acuerdo a su importancia. En este proceso, las variables identificadas fueron consideradas tanto en el contexto de tiempo y espacio de interacción, como desde la óptica temática. Es decir, las variables serán clasificadas por tiempo (año de impacto), por ámbito de impacto (nacional, regional o mundial) y por temática (gobernanza, tecnológico, financiero, político, otros).

Paso 6: Se diseñó un escenario deseable. El escenario deseable infiere nuestros más profundos deseos de lo que queremos en el futuro. Por lo tanto, se identificaron las restricciones o limitantes de cada escenario, sus condicionantes y los riesgos asociados con cada uno. Igualmente se diseñaron algunos resultados sub óptimos, de tal manera a trabajar típicamente con 3 o 4 resultados al 2018.

Paso 7: Se contrastaron los escenarios. Este paso dentro de la metodología prospectiva consiste en contrastar las características de nuestro escenario deseable con la realidad actual para establecer cuál es la distancia que existe entre ambos y con los escenarios óptimos, y resultados sub óptimos. Esto nos permitió no solo conocer la factibilidad de nuestro escenario deseable, sino también proponer, mediante conjeturas, nuevos escenarios alternativos posibles.

Paso 8: El último paso de la metodología prospectiva propuesta consistió en la creación de estrategias y tácticas que identifiquen las condiciones y acciones que se deben tomar para que se pueda lograr el escenario deseable o algún resultado sub óptimo. Para ello, se identificaron las variables críticas, aquellas que se vinculan a puntos de inflexión en el

avance de la tendencia del sector. En esta etapa, se enfatizó el aspecto de la innovación, la capacitación y la investigación como elementos fundamentales dentro de una Política Nacional de Ciencia y Tecnología. Se identificaron cuáles son las acciones conducentes a potenciar los procesos de articulación entre los diferentes actores de los ecosistemas de la innovación en particular y los de la sociedad en general. Se tomaron en cuenta aspectos relacionados al nivel de inversión económica y financiera solicitada, las áreas de investigación requeridas, las necesidades de capacitación y formación de talento humano, como también las perspectivas de la innovación requerida en cada sector.

Igualmente en el proceso se analizaron las competencias o capacidades de las empresas de cada sector para desarrollar procesos o proyectos de innovación, como también un análisis de la oferta y demanda de recursos humanos en el área de CTI.

1.3. RESUMEN DE LAS ÁREAS ATENDIDAS EN CADA ESTUDIO SECTORIAL

1. Investigación: generación de nuevos conocimientos.
2. Innovación vía generación de nuevos productos y servicios de alto valor agregado.
3. Potenciamiento de los talentos humanos vinculados a la CyT.
4. Desarrollo de áreas o sectores caracterizados como estratégicos para el Paraguay con un enfoque de trabajo en gobernanza transversal y especializada.
5. Desarrollo de articulaciones, instituciones de interfase, acuerdos, redes y demás esquemas conducentes a potenciar el relacionamiento entre los actores nacionales y regionales asociados a los sistemas de las ciencias, la tecnología y la innovación.

También se tuvieron en cuenta aspectos transversales mencionados en los términos de referencia, entre ellos las tecnologías transversales, las regulaciones y la equidad e inclusión social.

1.4. RESULTADOS ESPERADOS

Se plantea el estudio como un elemento funcional al proceso de construcción de una Política de Estado que busca orientar los recursos y las acciones de la innovación en la dirección que optimice las potencialidades de un desarrollo nacional con sustentabilidad económica, ambiental y social.

Asimismo, como un marco de referencia general para la toma de decisiones en materia de políticas de Estado de Ciencia, Tecnología e Innovación. Para ello, el presente estudio ofrecerá elementos en términos de I+D+i para cada sector, sirviendo de base como para definir las prioridades en la aplicación de los recursos del FONACYT.

Cada estudio sectorial deberá incorporarse a la Política Nacional de CyT y deberá aportar los instrumentos para alcanzar los objetivos y metas de las cinco áreas de planificación ya

señalados (investigación, innovación, RR. HH., áreas Estratégicas & Redes) en el marco de cada sector estudiado.

1.5. PLAN DE RELEVAMIENTO DE DATOS

Para la elaboración del presente estudio sectorial prospectivo se ha realizado un relevamiento exhaustivo de diversas fuentes de información. Los datos o informaciones utilizados para el presente estudio fueron obtenidos de las siguientes fuentes:

- Papers disponibles en Internet.
- Libros relacionados a la materia de estudio.
- Documentos y estudios sectoriales tanto local como internacional.

Igualmente se recurrió a estudios elaborados por Cooperaciones Internacionales, Universidades, Consultores, Instituciones del Gobierno Nacional, Organismos Internacionales de Estudio (CEPAL, OECD, FMI, WEF, BM, BID, etc.).

Los trabajos describen las ideas conforme a la experiencia y el conocimiento del consultor responsable del estudio sectorial, combinado con la visión de los expertos que fueron contactados y entrevistados.



DIAGNÓSTICO ACTUAL

2



2.1. ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR DE LA LOGÍSTICA DEL TRANSPORTE EN EL PARAGUAY

El Paraguay es un país mediterráneo con una importante dependencia de la infraestructura de transporte de sus países vecinos, que lo conectan a mercados regionales y a puertos marítimos de enlace internacional.

Desde el punto de vista vial, el 25% de las rutas pavimentadas se encuentran severamente deterioradas y solo el 23% de los caminos rurales se encuentran bajo algún programa de conservación o mejoramiento. Existe por lo menos 1/4 de la población viviendo en asentamientos cuya capacidad de acceso a servicios depende de la calidad de los caminos rurales.

La marcada estacionalidad de la soja hace que, en determinadas épocas del año, las principales vías de acceso a la Gran Asunción se encuentren saturadas de camiones de gran porte que destruyen las rutas y generan grandes congestiones en las proximidades de los puertos de transbordo. Esta tendencia se mantendrá en los próximos años.

En lo que respecta a su transporte fluvial, el país cuenta con la cobertura de uno de los sistemas hidroviarios más grandes del mundo, pero posee un serio déficit en el mantenimiento de una adecuada navegabilidad, especialmente del río Paraguay, que es por donde transita el 70% de su comercio exterior. En este mismo sector, se ha notado un gran crecimiento de la actividad portuaria privada en la última década pero de una forma desordenada, instalándose muchos puertos en las inmediaciones de la ciudad de Asunción y creando un serio problema al desarrollo urbano.

En lo que respecta al transporte aéreo, el Paraguay posee un serio déficit de calidad de su principal terminal aérea, el Aeropuerto Internacional Silvio Pettirossi, con faltas de garantías a la aeronavegación. Importantes problemas institucionales en el sector hacen difícil la adopción de reformas que permitan la modernización de la infraestructura aeroportuaria.

El transporte ferroviario ha desaparecido y se tienen serios problemas en lograr que nuevas conexiones regionales enlacen al país con los sistemas portuarios oceánicos.

En promedio, el gasto estatal en mejoramiento del sector transporte representa solo el 1,7% del PIB, mientras que en países desarrollados este gasto llega a representar hasta el 4% del PIB.

El principal componente de la cadena logística del país es el transporte de cargas, pero para conocer la estructura total de la cadena logística y evaluar el impacto de la misma sobre la economía nacional, se debe hacer un análisis de otros factores, como el costo de inventario y almacenaje, los costos administrativos relacionados a la logística y los costos de fletes y seguros de importación. Estas son las variables utilizadas por el Consejo de

Profesionales de Gestión de la Cadena Logística (*Council of Supply Chain Management Professional*) para su Reporte anual sobre el Estado de la Logística (*State of Logistic Report*). Adicionalmente, dicho reporte incluye además otros costos de logística, como los riesgos de inventario, costos de planeamiento logístico de las empresas, empaquetado de los productos, a los servicios portuarios de estiba y desestiba, seguros, fletes internacionales, entre otros.

Para el cálculo del costo logístico del Paraguay se han considerado las siguientes variables, tomando en cuenta su disponibilidad:

- Costos operativos de transporte
- Costos de inventario
- Costos administrativos
- Costos de fletes y seguros de cargas de importación

El costo de transporte fue determinado principalmente respecto a recorridos totales sobre la malla vial nacional, y los costos de operación de vehículos establecidos a través de encuestas y a los costos publicados por la Dirección Nacional de Transporte (DINATRAN).

Cuando se hace referencia al costo de inventario, se deben tener en cuenta dos costos: 1) el de almacenamiento, y 2) el costo de oportunidad de mantener inventario, con relación al costo del capital. En cuanto al primero, el costo viene representando por un valor que se paga por almacenar los productos en un depósito, patio o silo; por otra parte, en cuanto al costo de oportunidad se mide el valor de tener capital operativo inmovilizado en bienes del inventario, lo que implica menos liquidez financiera, pero además valora el riesgo de tener que mantener bienes para afrontar compromisos. Para este cálculo se toma la tasa de interés promedio de un Certificado de Depósito de Ahorro.

Los costos administrativos son aquellos que implican la utilización de mano de obra, recursos tecnológicos e información, entre otros. Dada la información disponible, se toman datos de pagos de salarios en el sector transporte y almacenamiento (Nomenclatura 49 al 52 en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas - CNAEP), publicados por la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos (DGEEC) y el Banco Central del Paraguay (BCP).

Los registros de importaciones del Banco Central del Paraguay permiten tener los valores de fletes y seguros de productos que corresponden a los costos del segmento internacional de la logística para las cargas de importación. Las exportaciones se consideran como ventas FOB, por lo que el segmento internacional no se considera como parte del costo logístico nacional.

En la siguiente tabla se muestran los resultados del cálculo de cada componente del costo logístico nacional.

Tabla 1: Costo Logístico Nacional discriminado por tipo de costos en USD (incluye CIF de importación) - Año 2011

Costos	Valor en USD	%
Costo de transporte - Red vial principal	1.502.750.705	50,3%
Costo de transporte - Red rural	90.611.382	3,0%
Costo de transporte - Red urbana	23.309.080	0,8%
Costos de almacenamiento	148.169.933	5,0%
Costos de oportunidad	35.875.740	1,2%
Daños, pérdidas, mermas y/o robos	97.960.982	3,3%
Pólizas de seguros	110.206.105	3,7%
Costos administrativos	159.225.700	5,3%
Costos de fletes y seguros	818.476.131	27,4%
Costo Logístico Nacional	2.986.585.759	

Fuente: Plan Nacional de Logística, 2013.

El Costo Logístico Nacional, incluyendo el costo de fletes y seguros de importación, alcanza la suma de 2,9 mil millones de dólares y en un 50,3% está definido por el costo operativo del transporte, seguido por un 27,4% de costos de fletes y seguros, el costo de llevar el inventario representa un 13,1%, mientras que la proporción de participación para los costos administrativos es de 5,3%.

Seguidamente se presenta un cuadro donde el Costo Logístico Nacional es expresado como un porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) del año 2011.

Tabla 2: Costo Logístico Nacional (incluye CIF de importación) como porcentaje del PIB - Año 2011

Costos	Valor USD	% de PIB Total
Costos de transporte	1.616.671.167	6,24%
Costos de inventario	392.212.761	1,51%
Costos administrativos	159.225.700	0,61%
Costos de fletes y seguros	818.476.131	3,16%
Costo Logístico Nacional	2.986.585.759	11,52%
PIB Total	25.928.179.361	

Fuente: Plan Nacional de Logística, 2013.

En la tabla anterior se percibe que el Costo Logístico Nacional se encuentra en un 11,52% del PIB total (incluye la producción de energía eléctrica). Durante el periodo 2005-2012, el costo de logística ha variado en el periodo considerado entre 12,6% y 11,4% como porcentaje del PIB.

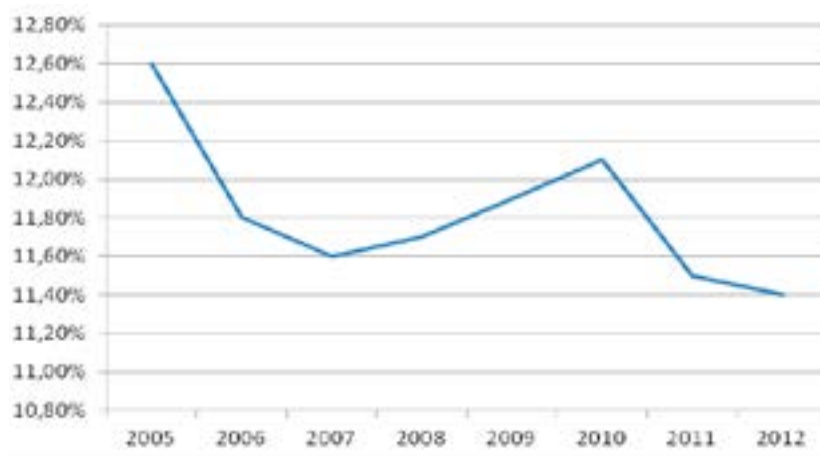
Tabla 3: Evolución del Costo Logístico Nacional en USD (a precios corrientes)

Año	Costo de transporte	Costo de inventario	Costo administrativo	Costo de fletes y seguros	Costo logístico	PIB	% PIB
2005	633.893.697	139.485.121	125.838.384	200.907.329	1.100.124.531	8.734.594.800	12,6%
2006	704.663.343	165.097.843	130.871.919	255.161.955	1.255.795.060	10.645.228.197	11,8%
2007	930.480.069	209.628.208	136.106.796	320.866.184	1.597.081.256	13.794.210.656	11,6%
2008	1.188.307.658	305.065.112	141.551.068	527.211.525	2.162.135.363	18.504.412.845	11,7%
2009	1.082.396.480	222.138.893	147.213.110	442.932.432	1.894.680.914	15.928.562.548	11,9%
2010	1.318.380.882	306.190.752	153.101.635	640.319.932	2.417.993.201	20.032.550.151	12,1%
2011	1.616.671.167	392.212.761	159.225.700	818.476.131	2.986.585.759	25.928.179.361	11,5%
2012	1.635.438.358	306.190.752	165.594.728	798.747.435	2.905.971.273	25.380.118.034	11,4%

Fuente: Plan Nacional de Logística, 2013.

En el siguiente gráfico se observa la evolución del Costo Logístico Nacional en relación al PIB entre los años 2005 y 2012.

Gráfico 1: Evolución del Costo Logístico en % del PIB

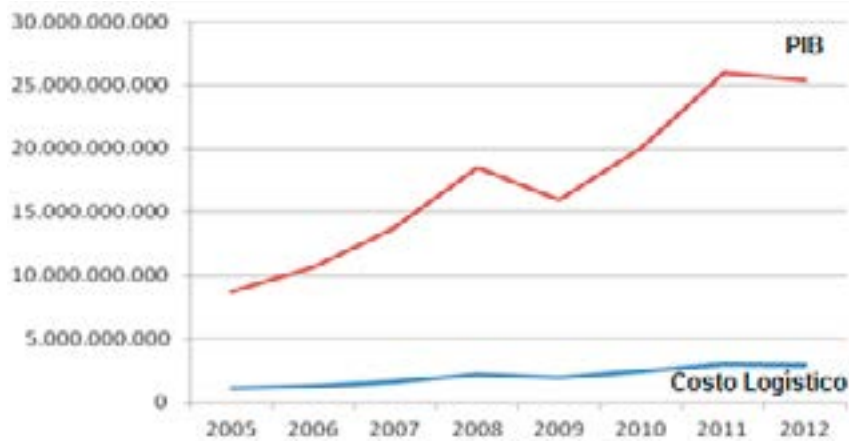


Fuente: Elaboración propia con datos del Plan Nacional de Logística, 2013.

Ante una expectativa de crecimiento del PIB a una tasa anual mayor que el 4%, se puede esperar que el costo logístico nacional por lo menos se mantenga estable en los próximos 5 años en un rango del 11,5 al 12,5%.

En el siguiente gráfico se representa la variación anual del Costo Logístico Nacional y del PIB a precios corrientes.

Gráfico 2: Variación anual del Costo Logístico en USD

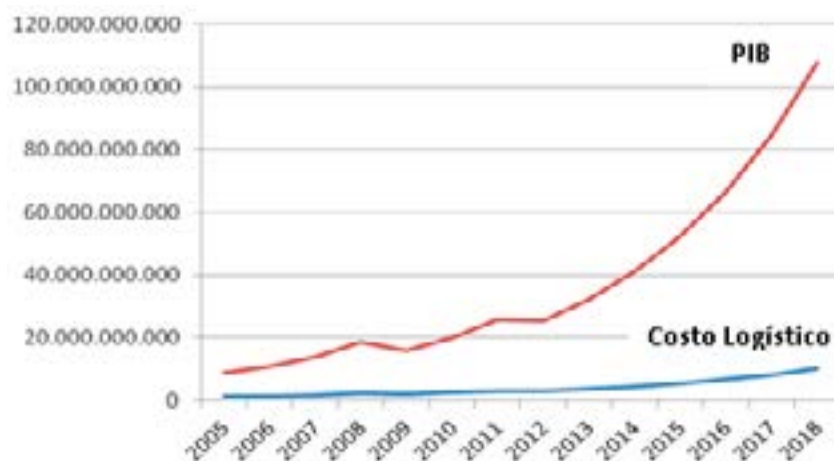


Fuente: Elaboración propia con datos del Plan Nacional de Logística, 2013

Se puede apreciar que la variación del Costo Logístico es más bien constante y no es mayormente afectada por los picos en la variación del PIB. Esto se debe a que tanto la capacidad de la infraestructura como la disponibilidad de bodegas exceden todavía a la demanda y que no se presentan aún cuellos de botella significativos que generan picos de sobrecostos generalizados en el transporte.

Si proyectamos el crecimiento del PIB y del Costo Logístico a la tasa de crecimiento promedio del periodo 2005-2012 a precios corrientes, obtendríamos el siguiente gráfico:

Gráfico 3: Crecimiento del PIB y Costo Logístico



Fuente: Elaboración propia con datos del Plan Nacional de Logística, 2013.

Como conclusión, podemos afirmar que el costo del transporte tiene un peso sumamente importante dentro del Costo Logístico Nacional. Este componente tiene mayor relevan-

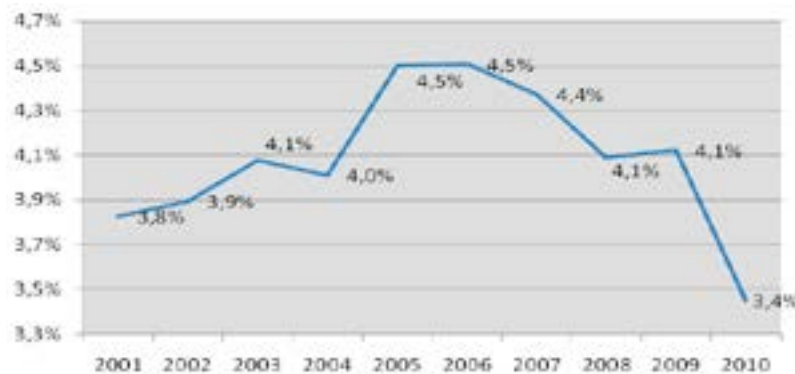
cia en aquellos productos de gran volumen de transporte y bajo valor unitario como, por ejemplo, la soja. Otros productos de mayor valor unitario, como la carne, tienen una menor incidencia de los costos de transporte sobre la red nacional y, en cambio, sus costos son más bien incididos por cuellos de botella específicos sobre la cadena logística en puntos como puertos y zonas de almacenaje.

2.2. TENDENCIAS DEL SECTOR TRANSPORTE Y LOGÍSTICA

Si una economía está creciendo, lógicamente es porque produce más, lo que genera mayor ingreso y esto, a su vez, se traduce en mayor consumo. La importancia del sector transporte radica en que, entre la producción y el consumo, existe el proceso de distribución (ya sea este un movimiento local y/o internacional).

Con relación a lo anterior, se observa en el siguiente gráfico el comportamiento del sector transporte por el lado de su producción (ingresos por servicios ofrecidos, gastos en salarios) respecto al PIB en los últimos 10 años.

Gráfico 4: Evolución de la participación del sector transporte en el PIB. Periodo 2000-2010

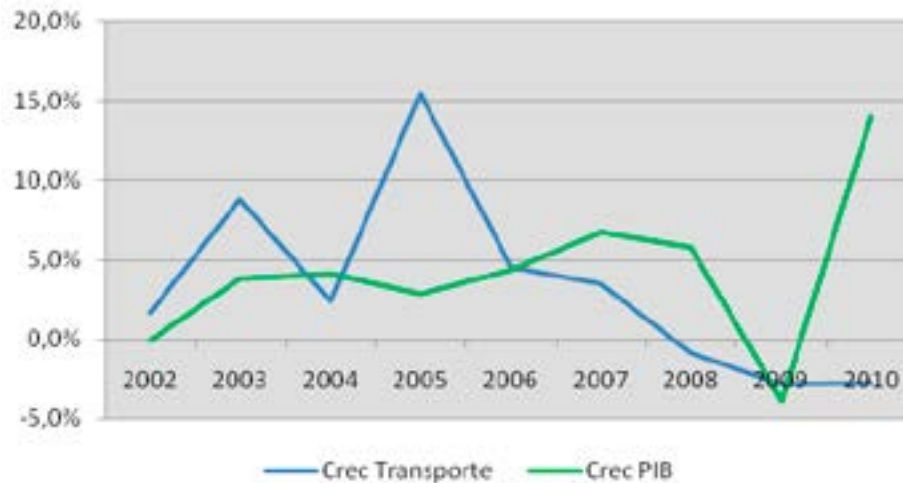


Fuente: BCP.

La participación del sector transporte respecto al PIB ha ido en aumento hasta el año 2006, llegando a un pico de 4,5%, donde comienza a descender. De todas formas, el promedio en la última década se mantuvo en 4,1%; al comparar esto con algunos países, se tiene que Colombia también se mantuvo alrededor del mismo promedio, según datos del Ministerio de Transporte de ese país. Por su parte, el sector transporte de Canadá representó, en promedio, 12,5% del PIB en los últimos 10 años y el de Estados Unidos 10,1%, según la Base de Datos de Estadísticas de Transporte de América del Norte. En la Unión Europea, este sector contribuye el 10% del PIB, según su página oficial en Internet.

Para entender el descenso del sector transporte respecto al PIB, que comienza a producirse en el año 2006, se debe observar el siguiente gráfico a precios constantes.

**Gráfico 5: Comportamiento de la evolución del sector transporte y el PIB.
Periodo 2000-2010**



Fuente: BCP.

Se observa en el gráfico que el sector transporte sigue la misma tendencia del PIB: es lógico que, como ya se explicó, si la economía crece, esta demanda más servicios de transporte. Ahora bien, se observa que antes del año 2006 la producción de servicios de transporte tenía saltos de crecimientos anuales superiores a los del PIB y a partir del siguiente año esto se invierte. De seguir la tendencia de una economía creciente, el sector deberá ofrecer mayor servicios, de modo a evitar grandes brechas como la que se observa en el año 2010; esto supone que deberá aumentar la frontera de producción de servicios con mayores inversiones en el sector, o de lo contrario la infraestructura y la logística se convertirán en factores ampliamente restrictivos del incremento de la producción y, por ende, del crecimiento económico.

No se observan indicios de grandes inversiones en modernización de flotas en el sector transporte hasta el 2018. Las regulaciones que permiten el crecimiento del parque de transporte de cargas usado y obsoleto continúan vigentes y la Ley de Inspección Técnica Vehicular tiene problemas de implementación por las diversas acciones de inconstitucionalidad planteadas por municipios. Además, cada vez son más notorias las congestiones en los accesos a puertos y la falta de una oferta eficiente de transporte fluvial. Estos aspectos se mantendrán por lo menos durante el próximo quinquenio, por lo que probablemente la economía empiece a presentar serios problemas de expansión a partir del año 2015. Por otro lado, también existen grandes problemas de congestión en el sistema portuario de gráneles sólidos en la Argentina, debido a falta de inversión del sector privado, lo que ya empieza a generar una fuerte restricción de la expansión del cultivo de soja, cuestión que no se muestra alentadora para el crecimiento del país.

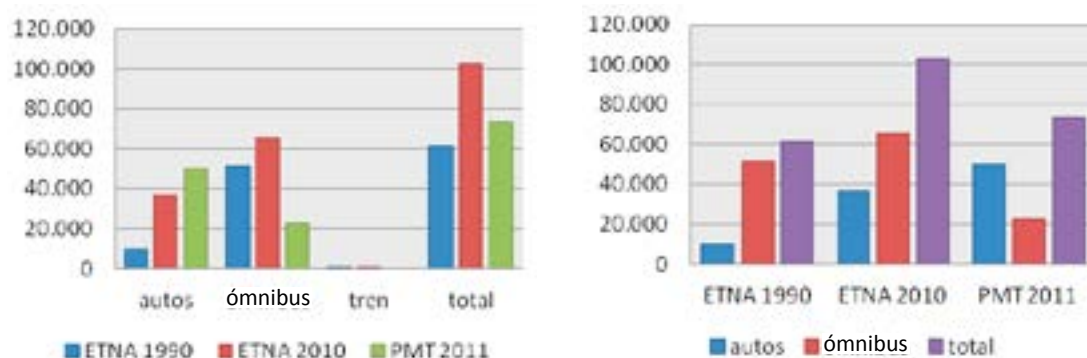
En lo que se refiere a la evolución del transporte de pasajeros, la demanda acumulada de pasajeros de ómnibus y vehículos livianos (autos y camionetas) ha crecido en un 15% entre el año 1992 y el 2011, mientras que la demanda de pasajeros de corta distancia (entre 50 a 100 km) en estos medios de transporte cayó en un 54%.

Tabla 4: Distribución de viajes de pasajeros por modo - ETNA vs. PMT (2011)

	ETNA 1990		ETNA 2010		PMT 2011	
	pax /día	%	pax /día	%	pax /día	%
Autos	9.583	16%	37.126	36%	49.697	69%
Ómnibus	51.476	84%	65.626	64%	22.362	31%
Tren	441	1%	416	0,4%	0	0%
Total	61.500	100%	103.168	100%	72.059	10
Población	4.277.000		6,550,000		6.928.000	
1 viaje por cada	70 pasajeros		67 pasajeros		91 pasajeros	

Fuente: ETNA 1992 y PMT 2011.

Gráfico 6: Distribución de viajes de pasajeros por modo - ETNA vs. PMT (2011)



Fuente: ETNA 1992 y PMT 2011: Encuestas OD y Conteos Volumétricos de Tráfico.

En la figura anterior se presentan los datos de viajes entre grandes zonas de tráfico dentro del país (o viajes interdepartamentales). En esta figura se puede observar que la relación de viajes por habitante disminuyó de 1:70 a 1:91, estando por debajo de lo proyectado para el 2010 en 24 habitantes por viaje. Otra cuestión que se puede notar es que el transporte ferroviario ha desaparecido, contrario a la proyección del ETNA 1992, que preveía unos 416 pasajeros por día en el 2010, y el transporte por ómnibus del servicio público cayó en un 66% respecto a lo estimado por el ETNA para el año 2010 (ETNA, 1991).

Llaman la atención la notable disminución de pasajeros de ómnibus y el crecimiento de los viajeros en automóviles. Esto se podría explicar porque el crecimiento del poder adquisitivo de la población hace que aumente el parque de automóviles, y más aún teniendo en cuenta las amplias facilidades de adquirir automóviles usados importados. Por otro lado, un medio de transporte que compite con el ómnibus son las motocicletas, que no figuran en las estadísticas mostradas pero que en los últimos años han invadido el mercado y posibilitan una opción más ventajosa y práctica (pero menos segura) que transportarse en ómnibus.

Esta situación demuestra una gran debilidad de las políticas públicas, desde el punto de vista que no se precautela un desarrollo armónico entre distintos modos de transporte, lo que ocasiona sobrecostos a la economía y falta de competitividad, reflejados en congestiones, contaminación ambiental, infraestructuras ineficientes para atender la demanda creciente y altos índices de accidentes de tránsito. Los congestionamientos ocasionan mayores costos de transporte en función al consumo de energía, el tiempo de los pasajeros, y otras externalidades negativas que afectan a la economía en general.

2.2.1. Infraestructura vial

El Paraguay tiene 0,77 km pavimentados por cada 1.000 habitantes, muy inferior a algunos de sus vecinos como Uruguay (4 km/mil hab.) y Argentina (3 km/mil habitantes).

La red de caminos pavimentados ha mejorado en algo, pero resultan aún insuficientes. Además, los caminos rurales y vecinales en buen estado son insuficientes en extensión, y predominan tramos de difícil acceso y salida a una red pavimentada.

Existe en la actualidad una red vial de 60.100 km aproximadamente de extensión, de los cuales unos 9.656 km son rutas nacionales, unos 6.384 km son rutas departamentales y 44.060 km son caminos vecinales.

Las rutas asfaltadas son de 4.800 km, aproximadamente, las enripiadas y empedradas corresponden a 3.623 km. Lo que sobra, 51.970 km son caminos de tierra. Solo el 40% de las rutas nacionales y el 10% de las departamentales están pavimentadas.

Entre el 2003 y el 2008, más del 50% del total de obras viales fueron obras de pavimentación. Se prioriza la ejecución de obras para mejorar los caminos primarios, dejando a un lado los secundarios y terciarios. El mal estado de estos caminos impacta negativamente en los fletes y genera demoras en la cadena logística.

Se necesita asignar urgentemente recursos para el mantenimiento y la rehabilitación de la red vial, además de solo concentrarse en obras viales nuevas.

El 48% de las rutas nacionales y departamentales están en mal estado. De un total de 4.800 km pavimentados, solo 2.900 km van a ser rehabilitados y mantenidos a través de contratos de servicios con el Banco Mundial (BM) y el Banco Interamericano de Desarrollo (2.000 km con el BM y 900 km con el BID) en los próximos años.

Asimismo, se tiene programado el mantenimiento de 3.370 km de caminos vecinales a través de terceros y por convenios con municipios (1.570 por terceros y 1.800 con municipios). Se estima que aproximadamente 40.000 km de caminos vecinales no cuentan con ningún programa regular de mantenimiento.

Respecto a la demanda creciente del complejo de la soja sobre la red vial, podemos identificar dos segmentos involucrados: i) la red vial que sirve de conexión a las zonas de producción con los silos de almacenaje, y ii) la red vial que sirve de conexión a los silos de almacenaje con los puertos fluviales o los pasos de frontera. En el primer caso, la red vial se caracteriza por estar constituida por caminos de tierra sin mayores mejoras en gran parte de su extensión, o en menor medida por enripiados y empedrados. La soja es transportada en camiones de entre 15 a 20 toneladas durante el periodo de zafra, que dura generalmente dos meses. Existen en el país aproximadamente 300 silos en la Región Oriental. Las principales zonas de cultivos se localizan en los departamentos de Alto Paraná, Itapúa y Canindeyú, al este del Paraguay. En el segundo caso, los silos existentes en su mayoría se encuentran situados sobre rutas asfaltadas o empedradas, que los conectan con la red vial principal y con los puertos sojeros sobre los ríos Paraguay y Paraná. El transporte se realiza en camiones de 25 a 30 toneladas. El principal problema que se observa en los últimos 10 años es que gran cantidad de los grandes puertos sojeros se instalaron sobre el río Paraguay, al oeste y lejos de las principales zonas de producción, por la sencilla razón de que el río Paraguay tiene mayor capacidad de transporte que el río Paraná. Esta situación ocasiona que durante la zafra (marzo, abril y mayo), los grandes camiones de transporte utilicen las principales carreteras del país, atravesándolas de este a oeste y causando peligros para el tránsito de vehículos menores o de pasajeros, y destruyendo el pavimento por el peso que transportan. Ante esta situación, el Gobierno se encuentra desarrollando las siguientes iniciativas: a) la concesión de las principales autopistas que forman el triángulo Asunción-Ciudad del Este-Encarnación y de dos tramos menores, para la ampliación a 4 carriles, construcción de circunvalatoria a ciudades y para mejorar la seguridad del tránsito y el control de peso, b) la promoción para la utilización de “bitrenes”, de tal forma a disminuir el costo y aumentar la seguridad del transporte terrestre de carga de corta y mediana distancia, y c) la reactivación del transporte ferroviario, en especial la construcción de nuevos tramos que se interconecten con el sistema portuario y con el sistema ferroviario argentino y brasilero.

En relación a la concesión de las carreteras mencionadas, el Gobierno posee actualmente un apoyo del BID para el estudio de factibilidad de la concesión que le permita avanzar en este sentido. Cabe señalar que estas carreteras son las que poseen mayor tráfico en

todo el país, y en especial la carretera Asunción - Ciudad del Este, con tramos en donde registra hasta 20.000 vehículos por día. El monto total de la concesión estaría alrededor de los USD 400 millones.

2.2.2. Transporte terrestre de cargas

El transporte terrestre de cargas domina más del 97% del movimiento de cargas internas, mientras que a nivel internacional tiene una participación del 37% en el comercio exterior, siendo el medio dominante el transporte fluvial. El comercio exterior del Paraguay movilizó aproximadamente 15 millones de toneladas en el año 2009, siendo aproximadamente 5,5 millones de toneladas los transportados por la vía terrestre. El producto predominante de esta exportación por carreteras fue la carne refrigerada a Chile, que alcanzó las 70.500 toneladas.

La entidad reguladora del transporte terrestre tanto de pasajeros como de carga es la Dirección Nacional de Transporte - DINATRAM (www.dinatram.gov.py), entidad autárquica encargada de la habilitación y el control de la flota de vehículos, y además de las negociaciones sobre el transporte internacional a través del acuerdo ATIT (Acuerdo de Transporte Internacional Terrestre).

El parque automotor está constituido por 22.481 vehículos habilitados para el transporte de carga nacional y 7.672 vehículos para el transporte de carga internacional pertenecientes a 177 empresas habilitadas (DINATRAM, 2007). En lo que respecta al parque de empresas de transporte a nivel nacional, este se encuentra altamente atomizado, con vehículos antiguos y con altos costos de operación.

Desde el punto de vista de la competitividad de las empresas paraguayas, en el Informe de Evaluación de la Infraestructura y Transporte en el país, realizado por el Banco Mundial en el año 2009, se ha evaluado el costo promedio del transporte de carga sobre itinerarios internacionales y nacionales en comparación con el costo de una empresa eficiente de transporte en el país y de una empresa eficiente de carga en la República del Uruguay, con el objetivo de tener una referencia con un país en la región, si bien más pequeño, de las más similares características topográficas y económicas. En la siguiente tabla se pueden apreciar los valores para cada itinerario.

Tabla 5: Costos de transporte terrestre de carga

	Tarifa eficiente PY	Tarifa eficiente UY	Tarifa típica	Rango de tarifas	
Transporte	US\$/t-km	US\$/t-km	US\$/t-km	US\$/t-km	
Int'l PY-AR	0,0641	0,0523	0,0731	0,0593	0,0957
Int'l PY-BR	0,0714	0,0523	0,0913	0,0696	0,1156
Nac Corta D			0,1644	0,1634	0,1663
Nac Larga D	0,0794	0,0652	0,0832	0,0613	0,1021

Fuente: Elaboración propia

Si analizamos el itinerario internacional Paraguay-Brasil, notamos que existe una diferencia de 0,0199 USD entre la tarifa típica y la tarifa eficiente en el Paraguay, lo que indica un sobrecosto de cerca del 28% y podría significar una gran diferencia de rendimientos de la oferta interna, mientras que cuando analizamos los 0,0191 USD existentes entre la tarifa eficiente de Paraguay vs. la de Uruguay, se encuentra un 36,5% de sobrecosto, lo cual indica un mejor desempeño de las empresas uruguayas (BM, 2009).

2.2.3. Transporte terrestre internacional

El Paraguay posee frontera con el Brasil al este, con la Argentina al oeste y sur y con Bolivia al norte. Los principales pasos de frontera con el Brasil son entre Ciudad del Este y Foz de Yguazú, Puerto Indio y Santa Helena, Salto del Guairá-Guaíra, Pedro Juan Caballero-Ponta Porá, mientras que con la Argentina son Puerto Falcón-Clorinda y Encarnación-Posadas.

Existen otros pasos de frontera menores que sirven para paso vecinal, pero no tienen servicios de migraciones o de aduanas como para considerarlos como pasos de frontera de nivel internacional.

Los pasos de frontera más importantes para el comercio exterior son Ciudad del Este-Foz de Yguazú, Puerto Falcón-Clorinda y Encarnación-Posadas. En general, se puede afirmar que poseen infraestructura y servicios adecuados para facilitar el tránsito de personas y bienes. Asimismo, las aduanas del Paraguay y las de sus vecinos han aumentado en los últimos años la coordinación y compatibilización de procesos de control tendiendo hacia la constitución de centros integrados de frontera, por lo que el intercambio comercial en general se ha visto favorecido.

No obstante, algunos pasos de frontera, como el de Ciudad del Este-Foz de Yguazú, se han visto últimamente desbordados por un crecimiento del flujo de pasajeros y cargas, por lo que en breve el Paraguay y Brasil iniciarán la construcción de un nuevo puente con paso de frontera en las cercanías del actual Puente de la Amistad.

El principal obstáculo en los pasos de frontera, y en especial para la carga paraguaya de exportación ya sea de tránsito o con el destino final al país vecino, son los permanentes problemas burocráticos que se “inventan”, en la mayoría de los casos, para trabar el flujo de bienes y que causan graves perjuicios económicos al país.

2.2.4. Logística urbana y regional

La logística urbana en su mayor problemática se concentra en las tres principales ciudades del país, Asunción y su área metropolitana al oeste, Encarnación al sur y Ciudad del Este al este. La Gran Asunción es el área en donde reside el principal mercado de consumo del país, con aproximadamente 2,5 millones de habitantes en su área de influencia y la mayor concentración comercial e industrial del país, y es en donde existe la mayor dinámica de la logística en términos urbanos.

La logística de distribución de la Gran Asunción se ha visto altamente afectada en los últimos 5 años debido a la instalación de numerosos puertos privados destinados a la exportación de cereales y oleaginosas, y al movimiento de contenedores.

A pesar de los esfuerzos del Gobierno de dotarles de nuevas rutas de acceso tanto al norte como al sur, estas rutas se han congestionado rápidamente debido al intenso movimiento de camiones de carga transportadores, principalmente de soja.

Los principales elementos que están impactando negativamente en la logística urbana son el crecimiento urbano caótico, la falta de coordinación de planes entre municipios vecinos, la creciente instalación de puertos graneleros, el pésimo estado del sistema de transporte de pasajeros y el rápido crecimiento del parque automotor. Si bien no existen indicadores oficiales que permitan apreciar y valorar de forma cuantitativa la problemática, hay referencias de que empresas de distribución ubicadas en las afueras de la ciudad han sufrido un incremento de más del 100% de su tiempo de entrega a clientes ubicados en la ciudad en los últimos 5 años.

En términos de logística regional, el Paraguay se está posicionando en un nodo importante de logística para la economía del *Hinterland*. Bolivia posee un importante porcentaje de su comercio exterior transportado a través de la Hidrovía Paraguay-Paraná (HPP) y está creciendo la utilización de puertos paraguayos como plataformas para el manejo de carga contenedorizada. Por su parte, amplias zonas de producción de granos en el este del estado brasileiro de Mato Grosso do Sul ya se encuentran utilizando puertos paraguayos sobre el río Paraguay al norte de Asunción, mientras que varias industrias al este del estado brasileiro de Paraná ya están comenzando a dislocar procesos en el Paraguay y a ver con mayor interés el uso de la HPP para la salida de sus productos, habida cuenta del gran congestionamiento de los puertos brasileiros sobre el océano Atlántico.

En cuanto al transporte urbano de pasajeros, el crecimiento urbano caótico, la falta de coordinación de planes entre municipios vecinos, el pésimo estado del sistema de transporte público de pasajeros y el rápido crecimiento del parque automotor son los principales elementos que impactan negativamente en la logística de transporte urbano. El sistema de transporte colectivo del país está en manos de empresas privadas permisionarias; el otorgamiento desordenado de itinerarios a las empresas de transporte público y la multiplicidad de los reguladores (SETAMA, DINATRAM, Municipalidad, Viceministerio de Transporte) han dado lugar a una enmarañada trama, existiendo superposición de trayectos, frecuencias irregulares y un sinnúmero de inconvenientes para el pasajero, como inseguridad, incomodidad, riesgo de accidentes y aumento de las enfermedades respiratorias por las emanaciones contaminantes.

El Estado no ha realizado inversiones en el sistema de transporte urbano. Asunción se ha estancado poblacionalmente debido a las limitaciones a la densificación urbana impuestas por las regulaciones territoriales establecidas por la municipalidad para evitar realizar las inversiones necesarias en infraestructura requeridas. Esto ha expandido la ciudad hacia los municipios vecinos, requiriendo el aumento de la infraestructura vial, lo cual induce el crecimiento desordenado y el congestionamiento del tráfico, aumentando los tiempos de viaje desde la periferia hacia la ciudad. La viabilización económica de los sistemas de transporte público masivos requiere de mayor densificación urbana

2.2.5. Transporte ferroviario

El sistema de transporte ferroviario de pasajeros y carga en Paraguay prácticamente ha desaparecido y su infraestructura actual es muy precaria. El Ferrocarril Central Carlos Antonio López data de la primera mitad del siglo XIX, con una red de 400 km en territorio paraguayo que unía las ciudades de Asunción y Encarnación, para de allí empalmar con el ferrocarril argentino General Urquiza hasta los puertos de Buenos Aires y Montevideo. La red estuvo operativa hasta finales de los años 90, cuando debido al embalse de Yacyretá fue cortada, desapareciendo todo movimiento, excepto un corto tramo de vía férrea que conectaba una plataforma de carga de granos contigua al Puente San Roque González de Santa Cruz, en Encarnación, con la red argentina, operado por la empresa América Latina Logística, que transportaba principalmente soja de origen paraguayo a puertos argentinos y brasileros hasta el año 2012. Se movilizaron a través de este enlace aproximadamente 150 mil toneladas de soja anuales.

Momentáneamente, el único medio ferroviario vigente en el territorio del país es el servicio ferroviario internacional que desde enero del 2015 opera entre las ciudades de Encarnación y Posadas, transportando 240 pasajeros en 2 vagones en un viaje de 6 minutos a través del Puente Internacional San Roque González de Santa Cruz, con una frecuencia de 30 minutos, durante todo el día. Unas 10.000 personas utilizan el servicio diariamente.

Entre los planes de reactivación del servicio ferroviario se encuentra el Plan de Tren de Cercanías, un tren ligero eléctrico de pasajeros de 31 metros de largo, piso bajo, aire acondicionado y wifi a bordo, para 300 personas, velocidad máxima de 80 km/h y velocidad de operación de 30 km/h. El proyecto cubriría inicialmente primero Asunción y Luque, para luego extenderse hasta Ypacaraí en el tramo original de 44 km. Se estima que dicho corredor moviliza diariamente a 118.000, un área de influencia donde habitan 1.000.000 de personas, conforme a un trabajo ejecutado por la Facultad de Ingeniería de la UNA junto con el Instituto de Transporte de Corea (KOTI) y la autoridad ferroviaria coreana, la Korean Rail Network Authority (KRNA)⁵.

Por otra parte, en el marco de los organismos regionales de integración existen conversaciones para construir un corredor bioceánico ferroviario que conecte el Paraguay con el Brasil hacia los puertos del Atlántico, por un lado, y con Argentina; y Chile hasta los puertos del Pacífico, por otro. Estudios elaborados por el BNDES del Brasil, para el corredor bioceánico entre Paranaguá y Antofagasta, y la Cooperación Coreana para el tramo paraguayo del mismo proponen conectar con el Brasil a través de un puente multimodal en la ciudad de Presidente Franco, y desde este punto hacia el sur atravesando las zonas productivas más importantes, pasando por Pirapó y Fram en un recorrido de 530 km hasta un puerto multimodal en Curupayty, en el extremo suroeste de la Región Oriental del país a orillas del río Paraguay, para su conexión con la provincia argentina de Chaco. La conexión con el sistema ferroviario brasileño, además de la construcción del puente multimodal sobre el río Paraná, requiere la concreción de un tramo entre Foz de Yguazú y la ciudad de Cascavel, desde donde la línea Ferro Paraná Oeste conecta con el puerto de Paranaguá en el Atlántico. Por su parte, la conexión ferroviaria argentina requiere un tramo entre Resistencia y Salta, desde donde conectaría con el Transandino Norte, que une Salta con los puertos de ultramar del Pacífico.

Actualmente, las zonas productoras de Itapúa y Alto Paraná exportan sus granos a través de la ruta de Ciudad del Este y Asunción y de ahí se utilizan los canales del río Paraguay. Se estima que este sistema integrado podría movilizar más de 5 millones de toneladas al año, principalmente soja y en menor proporción maderas, combustibles, cemento, carne, azúcar, etc.

La conexión con los puertos de ultramar del Atlántico y Pacífico es de gran importancia para el país, lo que generaría enormes beneficios al comercio exterior. Por un lado, permitirá diversificar los corredores de transporte de importación y exportación; por otro, este sistema complementa directamente al transporte carretero sobre el sentido este-oeste, dando una opción de menor precio y mayor volumen transportado.

5- FIUNA (2014). Estudio de Factibilidad de Proyecto Tren de Cercanía de Pasajeros entre Asunción e Ypacaraí. Facultad de Ingeniería UNA, KRNA, KOTI y FEPASA. Asunción.

Otra cuestión relevante a considerar son los servicios que se le puedan dar a la carga en tránsito, especialmente con destino a Chile o al Brasil, en zonas de “ruptura de carga”, como servicios de consolidación-desconsolidación, procesos de manufactura de agregación de valor, cambios de modalidad ferrovía-hidroavía, etc. En este último caso, es fundamental desarrollar un nodo de transferencia de carga entre la modalidad fluvial, carretera y ferroviaria, lo cual se tiene previsto instalar en la zona sur del Ñeembucú, en donde se construiría el nuevo puente con la provincia de Chaco, República Argentina.

Respecto a la construcción de este tramo ferroviario, es importante manifestar que está pendiente la indemnización por parte de la Entidad Binacional Yacyretá a la FEPASA para la reconstrucción de unos 80 km de vías por aproximadamente USD 100 millones por los daños ocasionados a su red.

2.2.6. Transporte aéreo

El transporte aéreo se encuentra poco desarrollado. Paraguay no posee una línea aérea de bandera nacional desde la liquidación de Líneas Aéreas Paraguayas a inicios de la década de los 90, y tampoco posee conexión internacional directa con Europa y EE. UU. Las conexiones intercontinentales se realizan a través de los aeropuertos de São Paulo y Buenos Aires.

El Sistema Aeronáutico Nacional se encuentra bajo la autoridad de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC), la que se encarga de la regulación, operación y el control del sistema en general. Posee bajo su responsabilidad la operación de una red de 3 aeropuertos internacionales y 8 nacionales.

Los dos principales aeropuertos internacionales son el de Silvio Pettrossi en la Gran Asunción y el Guaraní en Ciudad del Este. Además, existen otros aeropuertos de destacada infraestructura, como el aeropuerto de Mariscal Estigarribia y el aeropuerto de Encarnación, actualmente en construcción.

En el principal aeropuerto del país operan siete líneas aéreas internacionales con conexiones directas a la ciudad de São Paulo, Buenos Aires, Montevideo, Santiago de Chile, Santa Cruz (Bolivia), Lima, Panamá y Miami. No existe ninguna línea de cabotaje.

Las tres grandes ventajas comparativas de la red de aeropuertos en el Paraguay son:

- a. Nivel de operación de un 98% de tiempo al año debido a las óptimas condiciones climáticas.
- b. Topografía plana y a no más de 100 msnm.
- c. Equidistancia con las principales ciudades de Sudamérica.

Paraguay no puede actualmente ofrecer conexiones directas a los Estados Unidos. El Aeropuerto Internacional Silvio Pettrossi está categorizado 2 por el organismo regulador de los Estados Unidos, la Administración Federal de Aviación (FAA), que lleva a cabo inspecciones periódicas dentro de su programa de evaluación de la seguridad de la aviación internacional (IASA - *International Aviation Safety Assessment*). El aeropuerto internacional no cuenta con el equipamiento de comunicaciones y control de tráfico aéreo adecuados. En la actualidad, la DINAC ha contratado por más de 20 millones de USD la modernización de los equipamientos del aeropuerto, con lo que se espera una certificación favorable en breve.

El Gobierno tiene la intención actualmente de concesionar la modernización y operación de los aeropuertos Pettrossi, Guaraní y Mariscal Estigarribia. Se posee un estudio de factibilidad para la modernización del aeropuerto Pettrossi, realizado por la Louis Berger, con financiamiento del BID en el año 2004 y un estudio para el desarrollo de un Hub de Cargas en el aeropuerto Guaraní, desarrollado por la empresa Woolpert Inc., con el financiamiento de la USTDA del Gobierno de los EE. UU. realizada en el año 1997.

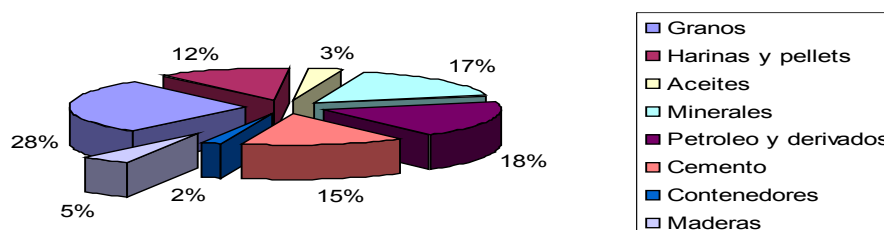
La IFC del Banco Mundial y la USTDA apoyaron al Gobierno paraguayo para la concesión de los aeropuertos, pero actualmente es la OACI la que apoya una iniciativa de desarrollar una APP.

2.2.7. Transporte fluvial

La HPP se ha constituido en una importante vía para el comercio exterior de la región, previéndose que para los próximos 10 años el volumen de carga transportado por la misma supere las 30 millones de toneladas. Es un sistema de transporte de fundamental importancia para países mediterráneos como el Paraguay y Bolivia, así como para estados y provincias mediterráneas de la Argentina y del Brasil. Posee una extensión de aproximadamente 3.200 km desde puerto Cáceres en el Pantanal brasileiro hasta puerto Nueva Palmira en Uruguay.

La composición de los principales productos transportados es la siguiente:

Gráfico 7: Productos transportados - Año 2011



Fuente: Elaboración propia.

La navegación fluvial es de máxima importancia para el comercio exterior del país. Aproximadamente el 75% de las cargas de exportación e importación se transportan por la Hidrovía Paraguay-Paraná en conexión con los puertos oceánicos de Buenos Aires y Montevideo.

El Paraguay mantiene una posición central en el movimiento de cargas de la región y casi un 80% de la flota transportadora de cargas de la HPP posee bandera paraguaya.

El principal problema existente son las condiciones de navegación de los ríos Paraguay y Paraná por falta de profundización que permita un transporte de todo tiempo en por lo menos 11 pies y falta de señalización y control de navegación que permita navegación nocturna. Existen esfuerzos unilaterales de cada país para mantener sus respectivos tramos soberanos. Argentina ha concesionado el mejoramiento y operación del río Paraná desde el km 0 hasta el puerto de Santa Fe, y actualmente ha extendido la concesión hasta la confluencia con el río Paraguay. Por su parte, el país se encuentra analizando la viabilidad de concesionar el mejoramiento y operación de su tramo soberano de 554 km entre el río Apa y Asunción, con la intención de llegar a un acuerdo con la Argentina sobre el tramo Asunción-Confluencia. Respecto a la concesión del tramo Apa-Asunción, ya se posee un estudio de factibilidad desarrollado con el apoyo del Banco Mundial, y el Gobierno se encuentra a punto de solicitar al Congreso Nacional la promulgación de una ley especial que le permita tal concesión. El monto aproximado es de 60 millones de USD y la recuperación de los costos de inversión, operación y mantenimiento se realizará a través de un peaje cobrado a los transportadores de carga.

La Hidrovía Paraná-Tieté posee un gran potencial de transporte y de interconexión con la zona de San Pablo. Actualmente se está evaluando la factibilidad de inversiones en este tramo, ya que el principal escollo a salvar es el paso de la represa de Itaipú, que no posee esclusa de navegación. La Entidad Binacional Itaipú y el Banco Interamericano de Desarrollo se encuentran financiando un estudio de prefactibilidad para la “transposición de la represa de Itaipú”. Este estudio determinará el potencial de carga a ser transportada por el sistema Paraná-Tieté, y las medidas de corto, mediano y largo plazo para que la misma transponga la represa. A corto plazo se prevé operativizar un “bypass” a la represa

con cambio de modalidad fluvial-terrestre-fluvial, utilizando puertos paraguayos y brasileros “aguas arriba” y “aguas abajo” de la represa, y a largo plazo la construcción de una esclusa de navegación en la represa, que podría representar una inversión de USD 1.200 millones. Como referencia de la prioridad que esta conexión posee para el Gobierno brasiler, el mismo ha identificado dentro del PNLT (Plan Nacional de Logística y Transporte) como una obra a ser construida luego del año 2020.

Como referencia a la competitividad de precios, un reciente estudio demuestra que para un tramo de 1.600 km, el costo de transporte en la HPP se encuentra alrededor de 20 USD x tonelada, mientras que en el Mississippi se encuentra entre 4 a 6 USD x tonelada.

El Paraguay es un país mediterráneo que accede al océano Atlántico a través de los ríos Paraguay y Paraná. Gran parte del comercio exterior del Paraguay se transporta a través de los ríos en conexión con los dos principales puertos sobre el Río de la Plata, el de Buenos Aires y el de Montevideo. Asimismo, casi el 90% de la producción de soja se transporta por la vía fluvial hasta puertos fluviales cercanos al Río de la Plata, en donde se transbordan en grandes buques oceánicos.

Hasta inicios de la década de los 90, el Paraguay poseía una flota marítima propia que realizaba transporte de mercaderías, principalmente de importación, entre puertos europeos y norteamericanos, llegando directamente a la ciudad de Asunción. Luego de liquidar su Flota Mercante, el comercio exterior quedó en manos de empresas paraguayas en su tramo fluvial y en manos de las grandes transportadoras mundiales en su conexión oceánica.

Los principales problemas que actualmente enfrenta el transporte fluvial son:

1. Una alta congestión del puerto de Buenos Aires, causando enormes sobrecostos, principalmente a las mercaderías de importación que allí hacen transbordo. Si bien existe la alternativa de utilizar el puerto de Montevideo, las principales líneas marítimas trabajan preferentemente con Buenos Aires.
2. Escasez de líneas internacionales que lleguen al Paraguay, lo cual genera problemas de precios y disponibilidad de contenedores, imposibilidad de elegir puertos de transbordo, menores opciones de frecuencias, etc.
3. Falta de mejora y mantenimiento de la navegación en el río Paraguay, lo que ocasiona problemas de navegación en época de estiaje (generalmente, 3 meses al año).

2.2.8. Infraestructura de puertos

El Paraguay tiene un gran crecimiento en lo que se refiere a la inversión en puertos privados. Hasta mediados de los 90, la actividad portuaria estaba monopolizada por el Estado a través de la Administración Nacional de Navegación y Puertos - ANNP, que es el ente autárquico del Gobierno encargado de prestar servicios portuarios y de mantener la navegación fluvial, especialmente del río Paraguay.

En el año 1996 se promulgó una ley de puertos privados que posibilita la inversión y operación de puertos por parte del sector privado, habida cuenta de la gran ineficiencia de los servicios de la ANNP y del rápido crecimiento de las cargas de exportación e importación, en especial el crecimiento de la producción y exportación de cereales y oleaginosas. Desde ese entonces se han instalado más de 35 puertos privados, la mayoría destinados para la exportación de granos, estimándose una inversión cercana a los 500 millones de USD. Asimismo, se ha desarrollado rápidamente la flota de barcazas y portacontenedores de bandera paraguaya, lo que permitió una importante reducción de costos de transporte en general.

Una importante zona de actividad portuaria se concentra en Asunción y sus alrededores, por tres razones principales:

1. Existen buenas condiciones de navegación al sur de Asunción por el río Paraguay.
2. En Gran Asunción se encuentran mejores ofertas de servicios de suministros para la actividad portuaria.
3. Gran Asunción es el mercado de consumo más importante del país.

Este crecimiento de la actividad portuaria no ha ido acompañado por una previsión de infraestructura de transporte público de soporte, por lo que actualmente genera una gran congestión al tránsito y al desarrollo urbano de la región. La actividad portuaria privada maneja el mercado de carga contenerizada en más del 90% y las exportaciones de carga a granel en más del 80%.

Desde el punto de vista del desempeño de los puertos, se puede afirmar que la mayoría de los puertos de granos trabajan muy congestionados en época de zafra. Esto se debe principalmente a la escasez de bodegas en transporte fluvial y a la baja eficiencia de la mayoría de las empresas transportadoras fluviales. Podrían también considerarse otros cuellos de botella, como la limitada capacidad de almacenamiento en los puertos, la limitada capacidad de las cintas cargadoras, o los espacios reducidos para el estacionamiento de espera de los camiones de carga. En todo caso, los puertos tienen la posibilidad de ampliar sus capacidades de carga, manejo y almacenamiento de carga, pero en gran medida son las limitaciones del transporte fluvial las que les condicionan fuertemente. Actualmente se están construyendo otros megapuertos de carga a granel, especialmente aguas abajo de Asunción y en la zona de la ciudad de Concepción.

En lo que se refiere a puertos de carga contenerizada, los principales puertos privados son dos: el complejo de puerto Fénix, aguas arriba de Asunción, y el puerto de TERPOR, aguas abajo de Asunción. Ambos puertos manejan más del 80% del transporte de carga contenerizada que se conduce por la Hidrovía Paraguay-Paraná. Los exportadores e importadores prefieren estos puertos por su seguridad y rapidez en el servicio en relación a los puertos públicos de la ANNP. Si bien en ambos casos todavía no se perciben gran-

des problemas de congestión, podrían a mediano plazo presentarse serias limitaciones de crecimiento y transporte, debido al rápido desarrollo urbano que se experimenta en sus alrededores.

2.3. FLUJOS DE FINANCIAMIENTO Y CAPITAL DE RIESGO

(Inversión doméstica, IED, etc., al sector).

El programa de inversión de mejoramiento de la infraestructura del transporte supone la construcción y mejoramiento de infraestructura multimodal en un horizonte de 10 años (al 2011-2021), con la siguiente distribución por modo:

Tabla 6: Programa de inversión

Modo	Inversión en USD	Participación
Aéreo	110.507.484	2%
Fluvial	214.000.000	4%
Vial	3.298.700.401	62%
Ferrovía	1.477.200.000	27%
Estudios y proyectos	255.020.394	5%
Total general	5.355.428.279	100%

Fuente: PMT, 2011.

En la actualidad ya existen proyectos viales con financiamiento público y en diferentes etapas de ejecución por un monto de USD 2.213.145.850.

El PMT propone la siguiente modalidad de financiamiento para los proyectos de la cartera que aún no cuentan con financiamiento:

Tabla 7: Modalidad de financiamiento

Modalidad	Inversión en USD	Participación
Mixta	1.607.707.485	53%
Privada	374.000.000	12%
Pública	1.049.917.653	35%
Total general	3.031.625.138	100%

Fuente: Plan Maestro de Transporte 2011-2031.

Esto implica un financiamiento adicional al presupuesto actual del MOPC de aproximadamente 300 millones de USD anuales. El MOPC no posee una estrategia institucional que permita predecir el aumento de la ejecución de proyectos a tasas mayores a la históricamente realizada. Entonces, se supone que el principal esfuerzo a realizar bajo este

escenario es el de mejorar urgentemente la capacidad institucional de gestión del gasto público para elevar el nivel de ejecución y para lograr un mayor flujo de financiamiento privado. Por este motivo se vuelve importante tomar medidas complementarias en las áreas institucionales, en fortalecer la capacidad del Ministerio en sus funciones de Rectoría del Sector, en su Organización, Gestión, y en su Coordinación interinstitucional entre los diferentes modos de transporte y entre las instituciones del sector y otras que inciden en ese ámbito. Además, se debe fortalecer la capacidad del mercado de la construcción civil, que incluye el fortalecimiento del sector empresarial, la formación de recursos humanos profesionales y mandos medios y las garantías de disponibilidad de insumos para la construcción.

Respecto a la participación privada, se propone promover y mejorar los instrumentos jurídicos, administrativos y financieros que permitan desarrollar y estimular la provisión de infraestructura y en la gestión de los servicios del sector por parte del sector privado. Para ello se recomendó la aprobación de una ley de asociación público privada (APP) que permita desarrollar diversas alternativas de participación conjunta del sector público con el sector privado en proyectos de infraestructura tales como los contratos de riesgo compartido, sociedades mixtas, fideicomisos, contratos de construcción y operación por niveles de servicios, entre otras modalidades. Actualmente, dicha ley ya fue aprobada por el Congreso y promulgada y reglamentada por el Poder Ejecutivo y se halla en plena capacidad de ejecución.

Cabe mencionar que esta ley complementa adecuadamente a la Ley N° 1.618/00 de Concesiones de Obras y Servicios Públicos y a la Ley N° 2.051/03 de Contrataciones Públicas.

Se propone asimismo la modificación de la Ley N° 1.618 de Concesiones, de tal forma a establecer que recién se acuda al Congreso para su autorización una vez que se tenga suscrito el contrato de concesión entre el Poder Ejecutivo y el Concesionario.



**TENDENCIAS
TECNOLÓGICAS Y
PERSPECTIVAS DE
INNOVACIÓN**

3

La aplicación de conceptos de manejo de la cadena logística o “*supply chain management*” es todavía limitada en el país, pero serán cada vez más importantes dentro de los esquemas de comercialización de bienes y servicios. Las empresas privadas poseen baja inversión en sistemas logísticos de información que les permitan planear la demanda, manejar inventarios, gestionar almacenes y sistemas de distribución, manejar la entrega a tiempo y gestionar sus proveedores. En la medida que las empresas nacionales vayan internacionalizándose, se incrementará la necesidad de informatizar áreas de las empresas que, hoy por hoy, se encuentran relegadas. En este sentido, existe una gran oportunidad para empresas nacionales de sistemas y *software* para desarrollar sistemas a la medida de las necesidades de empresas en crecimiento.

La infraestructura de transporte y logística sigue siendo un factor decisivo para las perspectivas económicas del país. Al evaluar las necesidades de inversión y las opciones de infraestructura, deben plantearse mecanismos de optimización que mejoren los procesos de diseño de la infraestructura, selección y administración de la cartera de proyectos. En este ámbito existe una amplia variedad de opciones de paquetes de soluciones estándar o hechos a medida con diferentes niveles de complejidad, de diseño asistido por computadora, modelos de simulación, de virtualización de la realidad, y otras herramientas de optimización. Las soluciones de infraestructura de transporte deberán tener en cuenta no solo factores técnicos, económicos y sociales, sino también medioambientales, y considerar la totalidad del ciclo de vida desde su construcción, su funcionamiento y su desinversión o desmantelamiento.

La información en tiempo real, de tráfico, movimiento de carga, flujo de procesos, etc., es cada día más importante. El sistema de infraestructura debe planearse de manera que esté plenamente integrado con las tecnologías de información y comunicación (TIC). Las TIC supondrán un motor clave para el desarrollo de infraestructuras de transporte de última generación y el desarrollo de este tipo de infraestructuras deberá centrarse cada vez más en la integración de las infraestructuras con los sistemas de información y comunicación.

Asimismo, las soluciones de infraestructura deberán enfocarse en la integración de diferentes medios de transporte en esquemas de multimodalidad, en la eliminación de cuellos de botella y congestión, así como en la eficiencia energética y reducción del impacto ambiental.

La estrecha colaboración entre la industria, el mundo académico y el gobierno en este tipo de *clusters* activará nuevas posibilidades en el desarrollo de las infraestructuras de transporte.

3.1. MOVILIDAD URBANA

La problemática del tránsito caótico y la movilidad urbana es uno de los temas prioritarios de investigación en todos los países. En el caso de Asunción, la velocidad de tránsito en las vías principales alcanza solo 10 km/h, y el sistema de transporte urbano colectivo del área metropolitana de Asunción está en crisis. La conclusión compartida es que es imposible resolver el problema de movilidad urbana con soluciones basadas en el transporte vehicular individual; por lo tanto, la solución debe pasar por el mejoramiento del transporte público urbano.

La solución debe incorporar una visión integral del problema urbano, incluida la planificación territorial. Por lo general, las soluciones de transporte colectivo adoptan formas lineales, de espina de pescado o de grilla. Son más eficientes en áreas de mayor densidad poblacional, e ineficientes en áreas poco pobladas o de gran dispersión. Por ello, es importante definir ejes estructurales centrales donde se permita la densificación de la ciudad, mediante edificios de mayor altura, construyendo la infraestructura urbana alrededor de dichos ejes. Dichos ejes centrales estarán servidos con prioridad por el transporte público masivo, de manera que habrá más gente viviendo donde existe mejor cobertura de transporte público. Asimismo, alrededor de dichos ejes centrales, debe mejorar la infraestructura de movilidad peatonal, ciclovías y áreas de expansión.

Cabe resaltar que la ciudad de Asunción no posee infraestructura urbana, no es una ciudad amigable al peatón ni al ciclista, las aceras son estrechas, están en mal estado de conservación, no existen ciclovías para transportarse a través de la ciudad y la prioridad de tráfico, en general, está reservada a los vehículos de motor.

El futuro de la organización del sistema de transporte masivo está asociado a la planificación territorial con corredores de transporte que unan las zonas de mayor tráfico con un eje articulador y, como espinas de pescado, la columna dorsal es alimentada por sistemas secundarios que cubren las áreas periféricas de menor tráfico.

En ciudades modelo de implantación del BRT como Bogotá y Lima, este papel principal ha sido desempeñado en una primera etapa por el BRT; sin embargo, en ambas ciudades estas soluciones han sido prontamente superadas por la demanda, encontrándose actualmente implementados sistemas de metro subterráneos.

En los últimos años, el Brasil ha invertido ingentes recursos en soluciones de movilidad en sus ciudades principales y secundarias, especialmente para actualizar su sistema de transporte con miras al Mundial 2014. El metro, monorriel, LRT y BRT han sido implementados dependiendo del volumen de tráfico y tamaño de las ciudades. En el caso de São Paulo, la ciudad más congestionada de Brasil, además de la expansión de las autopistas, cuenta con líneas de metro y BRT, implementando en los últimos años líneas elevadas

de monorriel como alternativa más económica al metro y menos congestivo que el BRT. Buenos Aires y Santiago de Chile cuentan con metro, y han optado por el BRT como alternativa más económica en áreas en las que el transporte colectivo en bus ha sido superado.

La visión de una ciudad sostenible es aquella en la que existe una alta concentración de personas que viven en un ambiente agradable y ofrece una buena infraestructura social a través de una buena infraestructura física, donde se preferencia a las personas por sobre los vehículos, y los residentes, trabajadores y visitantes, jóvenes y viejos, pueden caminar con seguridad o ir en bicicleta a sus actividades diarias.

Las opciones tecnológicas son varias, pero en términos de costo de inversión y volumen de pasajeros transportados pueden ser ordenados en metro o subterráneo (*Mass Transit Railway*), Tren Ligero de Superficie LRT/LRV (*Light Rail Transit /Light Rail Vehicles*), monorriel y BRT (*Bus Rapid Transit*), como medios que sustituyan al bus convencional.

Todas las tecnologías de transporte urbano han evolucionado considerablemente en los últimos 10 años, existiendo alternativas intermedias que vuelven difuso el límite entre una opción y la siguiente. Este cuadro pretende caracterizar los sistemas principales.

Tabla 8: Sistemas de transporte principales

	BRT	LRT/LRV	Monorriel	Metro
Capacidad (pasajeros/vehículo)	85-250	110-250	84-238	140-280
Vehículos por unidad	2-3 (articulado)	1-4	2-12	1-12
Velocidad máxima (km/h)	60-70	60-70	80-90	70-100
Velocidad comercial km/h)	15-30	15-40	35	25-55
Frecuencia máxima (unidades/h)	70-210	40	40	20-40
Capacidad (pasajeros/h/sentido)	5.000-40.000	5.000-40.000	5.000-40.000	10.000-72.000
Vida útil del material rodante	10-15	30-40	30-40	30-40
Costo de inversión (USD/km)	1.500.000/ 15.000.000	20.000.000/ 70.000.000	10.000.000/ 130.000.000	40.000.000/ 270.000.000

Fuente: Elaboración en base a datos de Steer, Davies, Gleave, 2010; Hidalgo et al., 2010; Tirachini et al., 2009; Henry & Dobbs, 2012; Kennedy, 2002.

3.1.1. Metro o MTR (*Mass Transit Railway*)

Es la alternativa más cara. Se refiere a un tren urbano subterráneo. Los trenes de pista del metro son similares a los trenes de cercanías. La construcción de la infraestructura subterránea de túneles, estaciones, andenes, sistemas de iluminación y ventilación, lo vuelven más caros que otras alternativas.

3.1.2. Monorriel

Es un vehículo de transporte público masivo, similar a un tren elevado, se desplaza sobre ruedas neumáticas colocadas en T sobre una monoguía soportada por columnas elevadas de 3 o más metros, por sobre el tráfico de la ciudad. Comparte con el metro la ventaja de no ser invasivo ni congestivo respecto al tránsito vehicular, y posee como ventaja sobre este su menor costo de implementación, debido a que requiere menor infraestructura. Su ventaja por sobre el LRT y BRT es que es mínimamente invasivo del tráfico y, elevado a tres metros o más sobre el tráfico, proporciona una magnífica vista de la ciudad, lo cual es un atractivo turístico particular; es, por lo general, menos ruidoso que trenes y metros y menos contaminante que los motores diésel.

Tabla 9: Comparación de alternativas de transporte urbano

	Buses en carriles exclusivos	BRT	LRT	Monorriel	Metro
Espacio requerido	2-4 carriles vías existentes	2-4 carriles vías existentes	2-3 carriles vías existentes	Bajo impacto sobre vías existentes	Bajo impacto sobre vías existentes
Flexibilidad	Alta	Media	Baja	Baja	Baja
Mejoramiento de tráfico	No	No	Impacto medio sobre tráfico	Reduce congestión	Reduce congestión
Integración de alimentadores	Desordenado	Simple	Difícil	Difícil	Difícil
Nivel de servicio (frecuencia y ocupación)	Bajo	Leve mejora	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
Seguridad	Deficiente	Media	Muy buena	Muy buena	Muy buena
Emisiones contaminantes	Altas	Altas	0	0	0
Confiabilidad	Baja	Media	Alta	Alta	Alta
Inversión requerida	Baja	Media baja	Media	Media alta	Alta
Requiere subsidio o garantías públicas	No	No	Sí	Sí	Sí
Estructura financiable por el sector privado local	Sí	Sí	No	No	No
Cortos plazos de implantación	Sí	Sí	No	No	No
Facilita el desarrollo empresarial local	Sí	Sí	Difícil	Difícil	Difícil
Facilita el desarrollo tecnológico e industrial local	No	Sí	Muy poco	Muy poco	Muy poco
Facilita el ordenamiento del transporte local	No	Alto impacto	Alto impacto	Impacto medio	Bajo impacto
Facilita cambios culturales	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Tiene impactos en desarrollo urbano	Impacto negativo	Bajo impacto positivo	Impacto positivo medio	Alto impacto positivo	Alto impacto positivo

Fuente: Adaptado de Hidalgo (2005).

3.1.3. Tren ligero de superficie (LRT)

El tren ligero LRT (*Light Rail Transit*) o LRV (*Light Rail Vehicle*) son trenes de superficie, que requieren menor infraestructura que el metro. Si bien algunos tienen plataformas altas similares a los metros o ferrocarriles, los más modernos utilizan plataformas de bajo nivel, están integrados con el tránsito vehicular, incluso si cuentan con pistas exclusivas, y poseen sistemas inteligentes de cruces y señales de prioridad de tráfico.

Funciona como línea de transporte principal en ciudades de tipo medio, superiores a 150.000 habitantes e inferiores a 2.000.000 de habitantes, así como también como sistema alimentador/distribuidor de otros sistemas de transporte de mayor capacidad, como trenes o metro convencional.

3.1.4. Metrobús (BRT)

El metrobús o *Bus Rapid Transit* es un sistema de buses sobre neumáticos con vehículos articulados o biarticulados implementado en corredores con pista exclusiva, plataformas-estaciones, sistema de billeteo y, lo más importante, sistemas inteligentes de cruces y señales de prioridad de tráfico. El BRT mejora la experiencia de viaje respecto a los autobuses, pudiendo incluso llegar a ser comparativamente tan satisfactorio como otras opciones tecnológicas de transporte urbano en términos de tiempo de viaje y espera, confiabilidad del servicio, capacidad de transporte.

3.2. SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE (TIS)

Los sistemas inteligentes de transporte están hoy día, en mayor o menor medida, en todos los países en las principales metrópolis. Los BRT, LRT, metros, trenes, están basados en sistemas de información y centros de control centralizado de transporte. Los vehículos son ubicados por diversas tecnologías GPS, wifi, radiofrecuencia, dispositivos guía, etc., y el sistema de señales y altos es manejado desde un control central.

También existen sistemas avanzados de información al público de horario de buses, anuncios dirigidos, noticias las 24 hs. En los *Smartphones* aparece toda la información, descargando aplicaciones para tener mayor facilidad y comodidad en los buses. Asimismo, los sistemas de transporte integran sus propias redes de fibra óptica que comunican los sistemas de información en parada, datos de video y audio, para proporcionar información al público.

3.3. SISTEMAS AVANZADOS DE GESTIÓN DE TRÁFICO

Las ciudades como São Paulo, New York o Los Ángeles poseen centrales de gestión de tráfico vehicular con sistemas de monitoreo de tráfico en línea, control semafórico, cámaras de video con sensores de tráfico y conteo de vehículos, helicópteros, drones y señales inteligentes en las autopistas. Las tecnologías de monitoreo en línea hoy son más variadas, siendo su implementación en ciudades medianas relativamente más económicas.

Asunción posee 117 km² con 6 accesos y un ingreso diario de 1.000.000 de personas, 400.000 vehículos y 23.000 buses. En la actualidad, es notable la necesidad de una ingeniería de tráfico. Existe un convenio entre KOIKA, la Facultad de Ingeniería de la UNA y la Municipalidad de Asunción para implementar una unidad de Control Semafórico de

Asunción para monitorear 70 cruces semafóricos con sensores de velocidad y cámaras de video. El convenio Municipalidad - KOIKA prevé cámaras a 15 metros de altura con paneles de control variable y 24 radares para velocidad y conteo de vehículos. Con el Centro de Control Semafórico se pretende mejorar un 30% el tránsito. Asunción no tiene onda verde vehicular y, con el centro semafórico se pretende agarrar una onda verde a 40 km/hora con generadores para evitar caídas del sistema.

3.4. TREN DE ALTA VELOCIDAD⁶

Podría ser utilizado para unir las ciudades principales, de un extremo a otro del país. Un tren de alta velocidad disminuye el tráfico en carreteras y el tráfico aéreo, siendo especialmente competitivo con respecto a esta última opción en distancias menores a 800 km. El tren de alta velocidad está definido por su infraestructura preparada o actualizada para trenes de alta velocidad, locomotoras que superen los 200 km/h y condiciones de operación con niveles de seguridad adecuados. Países como Corea y China han adquirido paquetes tecnológicos de empresas francesas y alemanas, como Alston y Siemens, desarrollando a partir de ello tecnología propietaria. Las nuevas tecnologías corresponden a los trenes de levitación magnética o MagLev⁷ existiendo actualmente solo una línea comercial de alta velocidad en funcionamiento, 30,8 km que unen el Aeropuerto Internacional Pudong de Shangai fabricado por el Consorcio Siemens y ThyssenKrupp. Alemania y Japón lideran las investigaciones en esta tecnología desde hace décadas, en tanto que, más recientemente, también China y Corea cuentan con instalaciones de prueba de trenes de alta velocidad de propulsión magnética. La combinación de la tecnología de levitación magnética y túneles de vacío, que evitan la fricción del aire, podría dar lugar, hasta ahora solo teóricamente, a velocidades superiores a 6.000 km/h. Investigadores de la Universidad Southwest Jiaotong de China construyeron el primer prototipo de túnel de vacío superconductor de levitación magnética para transporte a ultra alta velocidad en el 2013, y afirman haber alcanzado 2.900 km/h⁸.

6- International Rail Research Board (IRRB), www.railway-research.org. International Union of Railways (UIC), www.uic.org

7- JR Raiwail Technical Research Institute (RTRI), Korea Railroad Research Institute (KRRRI), ThyssenKrupp Transrapid GmbH (Siemens-ThyssenKrupp Transrapid MagLev).

8- State Key Laboratory of Traction Power, Southwest Jiaotong University (www.tplswjtu.com).



CAPACIDADES Y REQUERIMIENTOS DE CyT

4



El cambio de la matriz energética en el transporte y la logística, pasando del uso de los combustibles fósiles al uso de la energía eléctrica, es un salto tecnológico que ocasionará grandes beneficios sociales, económicos y ambientales para el país. Al ahorro propio de los costos de operación de vehículos se suman las cualidades no contaminantes de los motores eléctricos. Las instituciones públicas y los centros de investigación deben profundizar esfuerzos para adaptar tecnologías ya maduras internacionalmente a las condiciones operativas del país e iniciar procesos de investigación y desarrollo de algunos componentes críticos, tales como el sistema de almacenamiento de cargas. La Entidad Binacional Itaipú es un actor importante que ya ha iniciado investigación y desarrollo al respecto, pero que debe profundizar sus vínculos con centros de I+D en las universidades.

Se requiere I+D en Sistemas Inteligentes de Tránsito (ITS) aplicados principalmente a controles de tránsito para las principales ciudades, control de flota, así como coordinación del flujo de cargas hacia puertos fluviales. Desarrollo de sensores aplicados a operaciones de transporte y logística, tales como RFID, AVL, GPS y otros. Asimismo, I+D de tecnologías limpias para medios de transporte (baja emisión de CO₂).

Tabla 10: Capacidades faltantes en los sectores priorizados por la PCTI

Requerimientos de talento humano profesional	Requerimientos de I+D (tendencias tecnológicas, problemática y prospectiva)	Asociatividad y desarrollo de estructuras de interfase	Innovaciones necesarias
<p>Formación de ejecutivos en alta gerencia en Cadenas de Suministro (<i>Supply Chain</i>) a nivel de postgrado.</p> <p>Formación de mandos medios en actividades logísticas, tales como almacenes y centros de distribución, sistemas de distribución, manejo de inventarios, administración de compras, etc.</p> <p>Formación universitaria en ingeniería de transporte.</p>	<p>I+D de Sistemas Inteligentes de Tránsito (ITS) aplicados principalmente a controles semafóricos de tránsito y a coordinación del flujo de cargas hacia puertos fluviales.</p> <p>Desarrollo de sensores aplicados a operaciones de transporte y logística, tales como RFID, AVL y otros.</p> <p>I+D de tecnologías limpias para medios de transporte (baja emisión de CO₂).</p>	<p>Desde el punto de vista público, se sugiere la constitución del Consejo Nacional de Transporte y Logística como ente coordinador intersectorial y entre el sector público y privado, propuesto en el Plan Maestro de Transporte del Gobierno Paraguayo.</p> <p>Fortalecimiento de la Mesa de Logística para el Comercio Exterior de REDIEX o de un mecanismo similar que haga de interfase entre el sector público y privado.</p> <p>Fortalecimiento del Observatorio Nacional de Logística, creado a partir del Plan Nacional de Logística.</p> <p>Apoyo a la recientemente constituida Asociación Paraguaya de Logística (APYLOG).</p>	<p>Instalar un sistema de calidad de servicios logísticos en base a lo propuesto en el Plan Nacional de Logística.</p> <p>Innovar en la planificación del transporte de pasajeros tanto de larga distancia como urbano.</p> <p>Desarrollar proyectos de baja emisión de CO₂ y participar en el mercado de captura de carbono.</p> <p>Incentivar la innovación del sistema nacional de transporte movido a energía eléctrica, biocombustibles e hidrógeno.</p>

Fuente: Elaboración propia.

4.1. ESTIMACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE I+D+i

A continuación se identifican requerimientos de investigación y desarrollo desde el sector Transporte y Logística.

- Simulaciones numéricas de sistemas de transporte:
 - Modelos de Optimización de Flota
 - Modelos de Optimización de Tráfico
 - Modelos de Optimización de Sistemas de Transporte intermodales
 - Modelos de Optimización de Redes de Transporte
 - Modelos de Gestión y Control de flotas de transporte
- Planificación del transporte:
 - Infraestructuras de transporte, análisis y predicción de flujos de transporte
 - Diseño, cálculo y análisis de sistemas de transporte
 - Estudio de sistemas de transporte Intermodal
 - Movilidad Urbana
 - Movilidad Urbana y Desarrollo Territorial
 - Estudios de tráfico y movilidad
 - Simulaciones de procesos logísticos

- Impacto Ambiental del Transporte:
 - Estudios de emisiones vehiculares y su impacto ambiental
- Uso de energía en el transporte:
 - Vehículos híbridos y eléctricos con pilas de combustible
 - Ingeniería de vehículos no contaminantes
 - Biodiésel
 - Bioetanol
 - Hidrógeno
- Investigación de pavimentos, compuestos y suelos
- Sistemas de transporte inteligente
 - Gestión y control de flotas
 - Gestión de tráfico
 - Gestión de sistemas de transporte

4.2. ÁREAS DE INNOVACIÓN

Las empresas poseen baja inversión en sistemas de información logísticos que les permitan planear la demanda, manejar inventarios, gestionar almacenes y sistemas de distribución, así como también manejar la logística reversa. En la medida que las empresas nacionales vayan internacionalizándose, se incrementará la necesidad de informatizar áreas de las empresas que, hoy por hoy, se encuentran todavía relegadas. En este sentido, existe una gran oportunidad para empresas nacionales de sistemas y *software* para desarrollar sistemas a la medida de las necesidades de empresas en crecimiento.

Se requieren innovadores mecanismos de diseño de soluciones viales integrales, fiscalización de obras y auditoría del transporte. Por ejemplo, la implementación de Auditorías Técnicas de Seguridad Vial, la cual constituye una evaluación formal independiente (podría ser llevada adelante por las universidades) de una futura carretera, de un proyecto de tránsito de una carretera existente o de cualquier otro proyecto de carretera que interactúe con los usuarios de la misma, en donde se evalúa que un proyecto cumpla su objetivo siendo funcional y seguro, se analizan soluciones técnicas óptimas y medidas de mitigación de riesgos respecto a puntos críticos de diseño, relacionados a la geometría de la vía, la accidentalidad potencial, señalamiento y cruces, paradas de autobuses, facilidades peatonales y estado de mantenimiento, considerando al peatón como el más vulnerable de los miembros de un sistema vial que involucra múltiples modos de transporte. En este sentido, cabe resaltar que este procedimiento podría involucrar recomendaciones de soluciones de gran valor y menores costos, con el beneficio de una mayor funcionalidad y disminución de la accidentalidad en el tránsito vial.

4.3. APLICACIÓN DE CAPACIDADES TRANSVERSALES

4.3.1. Biotecnología y biocombustibles

Existe un importante desarrollo en el país referente a la utilización de biocombustibles de biomasa, como el biodiésel y el bioetanol, pero más investigaciones son requeridas en esta dirección para desarrollar estas alternativas. Asimismo, la utilización de hidrógeno es una alternativa que presenta muchas posibilidades prácticas y es posible avanzar la investigación en esta tecnología en nuestro país.

En lo que se refiere a la biotecnología, existen compuestos con bacterias que se empiezan a utilizar para la reparación de fisuras en pavimentos que se podrían desarrollar a nivel nacional.

4.3.2. Nanotecnología

La utilización de energías alternativas en general y relacionadas al transporte en particular tropieza como problema principal con las dificultades de almacenamiento de la energía. Se han hecho importantes avances en el desarrollo de baterías eléctricas de mayor capacidad; sin embargo, el peso continúa siendo un inconveniente importante. La nanotecnología podría contribuir a desarrollar baterías más pequeñas y duraderas, lo que beneficiará al desarrollo de transportes impulsados por energía eléctrica.

La nanotecnología aplicada al transporte en la actualidad prioriza el desarrollo de materiales más livianos para la construcción de vehículos, así como el desarrollo de compuestos especiales para la fabricación de cubiertas más resistentes.

Desde el punto de vista logístico, hay una revolución en cuanto al uso de nanotecnología en el desarrollo de RFID, lo que hará más económico y eficiente el *tracking* de cargas.

En todo caso, estas son áreas de oportunidades en las que el Paraguay podría desarrollar tecnología de punta

4.3.3. Tecnología de materiales

Desarrollar materiales para la construcción de carreteras adaptados a las condiciones de los suelos de la región chaqueña.

Mejorar la tecnología del uso de cemento p \acute{o} rtland en la construcción de rutas.

4.3.4. TICs

Desarrollo de Sistemas Inteligentes de Control de Tráfico urbano, así como también control de cargas sobre la red nacional de transporte (tráfico y control de peso).

Incentivar el desarrollo del concepto de infraestructura 2.0.

4.3.5. Ciencias y tecnologías ambientales

Incentivar el uso de energías alternativas para el transporte, como la energía eléctrica de fuentes hidroeléctricas y solares.

Impulsar el uso de barreras acústicas en el cruce de carreteras por zonas urbanas.

4.3.6. Ciencias Básicas y Ciencias Sociales

Fortalecer los programas de educación vial a nivel estructural en la sociedad para evitar el aumento de accidentes de tránsito.

Tabla 11: Aplicación en el sector de capacidades transversales

Biotecnología	Nanotecnología	Tecnología de materiales	TICs	Ciencias y tecnologías ambientales	Ciencias Básicas y Ciencias Sociales
<p>Se requiere desarrollo de variedades biotecnológicas de maíz, caña de azúcar, sorgo, etc., para reemplazo de combustibles de origen fósil por biocombustibles.</p> <p>Existen compuestos con bacterias que se empiezan a utilizar para la reparación de fisuras en pavimentos. Esto podría ser desarrollado a nivel nacional.</p>	<p>La nanotecnología aplicada al transporte en la actualidad prioriza el desarrollo de materiales más livianos para la construcción de vehículos, así como el desarrollo de compuestos especiales para la fabricación de cubiertas más resistentes.</p> <p>Desde el punto de vista logístico, hay una revolución en cuanto al uso de nanotecnología en el desarrollo de RFID, lo que hará más económico y eficiente el <i>tracking</i> de cargas.</p> <p>También otra área importante es el desarrollo de baterías más pequeñas y duraderas, lo que beneficiará al desarrollo de transportes impulsados por energía eléctrica.</p> <p>En todo caso, estas son áreas de oportunidades en las que el Paraguay podría desarrollar tecnología de punta.</p>	<p>Desarrollar materiales para la construcción de carreteras adaptados a las condiciones de los suelos de la región chaqueña.</p> <p>Mejorar la tecnología del uso de cemento pórtland en la construcción de rutas.</p>	<p>Desarrollo de Sistemas Inteligentes de Control de Tráfico urbano, así como también control de cargas sobre la red nacional de transporte (tráfico y control de peso).</p> <p>Incentivar el desarrollo del concepto de infraestructura 2.0.</p>	<p>Incentivar el uso de energías alternativas para el transporte, como la energía eléctrica de fuentes hidroeléctricas y solares.</p> <p>Impulsar el uso de barreras acústicas en el cruce de carreteras por zonas urbanas.</p>	<p>Fortalecer los programas de educación vial a nivel estructural en la sociedad para evitar el aumento de accidentes de tránsito.</p>

Fuente: Elaboración propia.

4.4. VINCULACIONES CON LA ACADEMIA Y CENTROS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

El principal problema reside en que los actores claves del sector transporte y logística no se encuentran “conectados” sobre la base de una visión común de largo plazo y, aunque existen intentos e iniciativas para que esto suceda, no se logra conformar una “masa crítica” que impulse una agenda de reformas.

Existe predominancia de aquellos actores que tienen foco en la dimensión de la infraestructura y de la facilitación comercial. La logística empresarial se encuentra poco desarrollada y son pocas las iniciativas orientadas a mejorar las prácticas en las cadenas de suministro. El foco principal se encuentra en las externalidades que plantean el transporte, los cruces de frontera y los problemas que se presentan en puertos regionales de transbordo.

La dimensión de infraestructura se encuentra dominada por instituciones pertenecientes al sector público, mientras que la dimensión de facilitación comercial se encuentra dominada por gremios de empresas prestadoras de servicios de transporte y logística y por gremios de la producción y el comercio de importación. El único actor identificado como articulador público-privado es la Red de Inversiones y Exportaciones REDIEX del Ministerio de Industria y Comercio.

El peso que tiene el sector académico en un medio de crecimiento y desarrollo tan dinámico como el de transporte y logística es escaso. Uno de los principales esfuerzos en este sentido debería ser conectar los centros académicos a las necesidades del mercado para desarrollar o adecuar soluciones tecnológicas a las demandas de las empresas. El rol del CONACYT en este sentido debería ser de fundamental importancia para la articulación de la academia y los demás actores del sector, la formación de CDTs en el sector transporte y el surgimiento de iniciativas de I+D+i para el mismo.

El sector académico debe garantizar la suficiente base técnica en función al desarrollo de centros de conocimiento e innovación que alimente de expertos al sistema y, además, que demuestre capacidad de equilibrar con criterio técnico los conflictos de intereses de los diversos actores al momento de formular políticas públicas del sector.

Los actores identificados fueron caracterizados en función al conocimiento de la política del sector transporte, a sus recursos técnicos y financieros, y al liderazgo que poseen en el sector. Las posiciones predominantes de los actores respecto al grado de apoyo a una política de transporte y logística se encuentran entre neutral y favorable. Se puede apreciar en la siguiente tabla la ubicación de actores en función a su posición.

Tabla 12: Actores

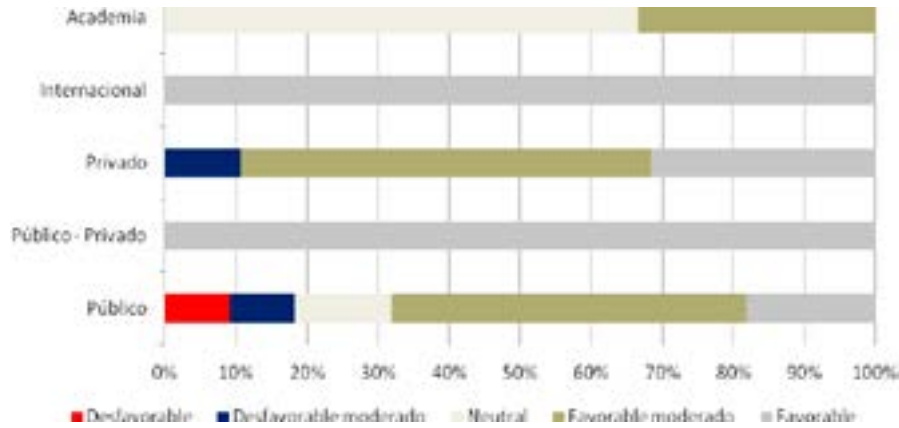
Favorable	Favorable moderado	Neutral	Desfavorable moderado	Desfavorable
Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones	Viceministerio de Obras Públicas / MOPC	Prefectura General Naval	Asociación Gremial de Empresarios del Transporte del Paraguay	Administración Nacional de Navegación y Puertos
Viceministerio de Transporte / MOPC	Ferrocarriles del Paraguay S.A.	Secretaría de Transporte del Área Metropolitana		Dirección Nacional de Aeronáutica Civil
Red de Inversiones y Exportaciones - MIC	Dirección General de Marina Mercante / MOPC	FIUNA		
Federación de la Producción, la Industria y el Comercio	Dirección General de Correos / MOPC	UCA		

Favorable	Favorable moderado	Neutral	Desfavorable moderado	Desfavorable
Cámara Paraguaya de la Construcción	Dirección Nacional de Transporte	Universidad Americana		
Cámara de Armadores Fluviales y Marítimos	Entidad Binacional Itaipú	UCSA		
Cámara Paraguaya del Transporte Internacional Terrestre	Dirección Nacional de Aduanas	UNE		
Cámara de Comercio Paraguayo-Americana	Cámara Vial del Paraguay	UNI		
Banco Interamericano de Desarrollo	Cámara de Terminales y Puertos Privados			
Agencia Japonesa de Cooperación Internacional	Asociación de Agentes Marítimos			
USAID	Cámara Nacional de Comercio y Servicios del Paraguay			
Banco Mundial	Asociación de Transitorios y Operadores Logísticos del Paraguay			
Federación de Cooperativas de la Producción - FECOPROD	Centro de Importadores del Paraguay			
Instituto Paraguayo de Cooperativismo - INCOOP	Cámara Paraguaya de Exportadores			
Agencia Financiera para el Desarrollo	Unión Industrial Paraguaya			
UNA	Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas			
	Unión de Gremios del Paraguay			
	Centro de Despachantes de Aduanas del Paraguay			
	Universidad Autónoma			

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se puede apreciar la cantidad de actores por sector de pertenencia y por su posición respecto al desarrollo de políticas públicas en el sector de logística y facilitación comercial.

Gráfico 8: Actores con incidencia en las políticas públicas en logística



Fuente: Elaboración propia.

Nótese que existe una predominancia de actores que apoyan iniciativas tendientes a la formulación e implementación de políticas en el sector. Los actores relevantes con posición desfavorable se encuentran dentro del propio Gobierno y son los entes autárquicos Dirección Nacional de Aeropuertos (DINAC) y la Administración Nacional de Navegación y Puertos (ANNP), especialmente por la posición de los sindicatos de estos dos entes que se oponen a toda política de modernización del sector.



TALENTO Y CAPITAL HUMANO

5

La brecha de conocimiento del sector transporte y logística es muy pronunciada. Existe una enorme necesidad de actualización tecnológica del sector, desde los sistemas de planificación del transporte en el sector público, diseño de infraestructura, gestión de los sistemas de transporte, así como capacidad de gerenciamiento de la cadena logística en el sector privado.

Se tiene una gran necesidad en el sector de formación de especialistas en Ingeniería del Transporte, además de investigadores en pavimentos, puentes e infraestructura vial, que apunten a las necesidades específicas del Paraguay. Ingenieros formados en estas áreas son requeridos, además, para formar los cuadros de planificadores del Estado.

Existe una demanda creciente para la formación de talento humano en las áreas de transporte y logística empresarial. No hay suficiente oferta para la formación de mandos medios y alta gerencia. Formación de ejecutivos en alta gerencia en Cadenas de Suministro (*Supply Chain Management*) a nivel de postgrado, y formación de mandos medios en actividades logísticas, tales como almacenes y centros de distribución, sistemas de distribución, manejo de inventarios, administración de compras, etc.

Se debería intensificar vínculos con centros de formación de primera línea a nivel internacional para la formación de personal en distintas actividades de logística demandadas por las empresas. Asimismo, es necesario profundizar los conocimientos en planeación de demanda y en todo lo que compete al gerenciamiento de cadenas de suministro. En el ámbito del Plan Nacional de Logística se ha contado con el apoyo de profesionales de la Universidad de Georgia Tech, USA, en el desarrollo de la Encuesta Nacional Logística, y se dejó un conjunto de jóvenes profesionales paraguayos formados en metodologías y herramientas de vanguardia.

Tabla 13: Capacidades faltantes

Grado	Maestría	Doctorado
Ingeniero de Transporte	Maestría en Transporte	
Ingeniería Civil	Maestría en Planificación del Transporte	PhD en Ingeniería Civil y del Transporte
Mención Transporte	Maestría en Transporte y Logística	PhD en Planeamiento e Ingeniería del Transporte
Mención Infraestructura Vial	Maestría en Administración de la Cadena Logística (<i>Supply Chain Management</i>)	PhD en Administración de la Cadena Logística y el Transporte
Lic. en Administración de la Cadena Logística (<i>Supply Chain Management</i>)	Maestría en Administración del Transporte y la Logística	

Fuente: Elaboración propia en base a las entrevistas.



REGULACIONES

6

El Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) es la entidad estatal responsable de la política de desarrollo vial (www.mopc.gov.py). Además del Viceministerio de Obras Públicas, encargado de planificar, ejecutar y fiscalizar las obras de infraestructura públicas, el MOPC cuenta con un Viceministerio de Transporte, cuyas responsabilidades comprenden el “estudio, formulación e implantación de políticas de transporte, así como la planificación, reglamentación, fiscalización de todo lo referente al servicio de transporte de cargas y pasajeros por vía fluvial y terrestre”. Por su parte, la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil, organismo autárquico, es la responsable de aeropuertos civiles y aeronáutica civil (Ley N° 73/90), la DINATRAN (Ley N° 1.590/2000) regula el sistema de transporte por carretera nacional e internacional y la Secretaría del Transporte del Área Metropolitana - SETAMA (Ley N° 1.590/2000) regula el transporte público intermunicipal en el área metropolitana de Asunción. Asimismo, las municipalidades tienen jurisdicción sobre el tránsito y el transporte público dentro de su ejido territorial.

En lo que respecta al transporte ferroviario, originalmente dependía del MOPC; sin embargo, a partir del 2001 está en manos de una entidad pública de derecho privado creada con la intención de privatizar la explotación ferroviaria, la empresa Ferrocarriles del Paraguay S.A., cuyo único accionista continúa siendo el Estado paraguayo.

6.1. ACUERDOS INTERNACIONALES Y REGÍMENES DE TRÁNSITO INTERNACIONAL

El transporte terrestre internacional se encuentra regulado por el Acuerdo de Transporte Internacional Terrestre - ATIT, suscrito por Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Paraguay y Uruguay y aprobado a nivel de ley en el año 1993. La autoridad de aplicación del Acuerdo en el Paraguay es la Dirección Nacional de Transporte Terrestre, creada en el año 2000.

El ATIT establece un marco regulatorio común para el transporte de cargas entre los países signatarios, disponiendo de procedimientos para la habilitación de transportistas y transportes, el manejo físico de la carga, los cruces de frontera, las medidas de seguridad en el caso del transporte de cargas peligrosas, la seguridad del transporte de pasajeros, etc.

Con el ATIT se logró establecer una normativa común que posibilita un desarrollo dinámico del transporte de cargas terrestres a nivel internacional; sin embargo, no se logró todavía un grado de liberalización tal que permita, por ejemplo, que los transportistas tomen carga de retorno, o que realicen fletes dentro de terceros países, etc. Por ejemplo, camiones paraguayos que transportan carne a Chile vuelven con sus bodegas vacías. Asimismo, todavía persiste la “reserva de carga”, cosa que restringe notablemente la eficiencia del sistema y mantiene los costos altos.

De la misma manera, persisten permanentes reclamos por excesivos y rigurosos controles en los países de tránsito, que muchas veces son considerados como acciones que, antes que buscar la seguridad en el tránsito, buscan desmotivar los flujos comerciales o la competencia en el sector. Esto se da especialmente en la carga paraguaya que tiene como destino o atraviesa el territorio argentino.

El Paraguay forma parte del Mercado Común del Sur - MERCOSUR, constituido en el año 1991 a partir del Tratado de Asunción, con el objetivo de crear un área de libre comercio entre Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Desde el año 2012, Venezuela conforma también dicho bloque comercial. El escenario para el debate de normas técnicas en materia de transporte es el Sub Grupo de Trabajo N° 5, Transportes del MERCOSUR.

Cabe resaltar que destaca entre los enunciados de creación del MERCOSUR el deseo de lograr *“la libre circulación de bienes, servicios y factores productivos...”*. Sin embargo, persisten en los países vecinos las barreras técnicas al comercio, medidas paraarancelarias y prácticas proteccionistas, así como permanentes trabas al tránsito de las cargas y medios de transporte de bandera nacional.

Complementariamente a los acuerdos básicos citados, fueron establecidos acuerdos específicos en el MERCOSUR, como el de Transporte de Productos Peligrosos y el Acuerdo sobre Tránsito.

En la actualidad, existen 177 empresas de transporte internacional de cargas por carretera, con una capacidad de parque de 5.334 unidades entre tractocamiones, acoplados y semi-remolques, etc., activando entre los países de la región (PMT, 2011).

Normativas que rigen el tránsito internacional:

- Ley N° 1.128/97 (ATIT)
- Resolución 53/02 (Reglamento de Transporte de Cargas)
- Listado y Cantidad de Empresas Paraguayas Habilitadas para el Transporte Internacional de Cargas
- Listado y Cantidad de Empresas Extranjeras con permiso para operar con Paraguay
- Listado de Empresas Canceladas
- Requisitos de Prórroga o Renovación del Permiso Originario
- Requisitos de Permiso Originario Empresas Unipersonales
- Requisitos para Renovación, Modificaciones de Altas y Bajas del Parque Automotor Autorizado de las Empresas Extranjeras
- Requisitos para Renovación, Modificaciones de Altas y Bajas del Parque Automotor Autorizado de las Empresas Paraguayas
- Requisitos para Viaje Especial o Viaje Ocasional
- Costos de Permiso Ocasional, Derecho de Línea Anual, Renovación de Habilitación,

Habilitación 1ra. vez, Comunicación de Fax, Modificación de Habilitación, Duplicado de Habilitación, Plastificado y Resolución N° 87 (6 jornales por habilitación 1ra. vez)⁹.

6.2. ADMINISTRACIÓN INTEGRADA DE FRONTERAS

En el marco del tratado del MERCOSUR, el Paraguay es signatario del Acuerdo de Recife para el control integrado de frontera suscrito en el año 1993, y en donde se acuerdan las medidas técnicas y operacionales que regulan el marco general del referido control. El objetivo de los Controles Integrados de Frontera es el de disminuir costos mediante la integración de procesos de control y la centralización de actividades en un solo complejo de infraestructura, utilizando el criterio de País Sede, que es en donde se encuentran las instalaciones físicas. La normativa legal puede accederse en el sitio www.aduana.gov.py.

6.3. SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE TERRESTRE

La seguridad en el transporte terrestre se encuentra especialmente relacionada al transporte de mercancías peligrosas.

Existe una normativa sobre el Transporte Internacional Terrestre en el ámbito del MERCOSUR, cuyas disposiciones entraron en vigencia en el año 1994 (Acuerdo para la Facilitación del Transporte de Mercancías Peligrosas en el MERCOSUR).

En el ámbito nacional está vigente el Decreto N° 17.723 del 4 de Julio de 1997, por el cual se autoriza la vigencia en la República del Paraguay del Acuerdo de Alcance Parcial, para la facilitación del “Transporte de Mercancías Peligrosas”, protocolizado en el marco del Tratado de Montevideo del año 1980.

La Resolución del Consejo de la DINATRAN N° 12 homologa la Resolución 923/2000 del MOPC. Dicho Acuerdo está basado fundamentalmente en las recomendaciones preparadas por el Comité de Expertos de las Naciones Unidas sobre transporte de mercancías peligrosas, las que constituyen la base también de otras regulaciones internacionales en materia de transporte marítimo y aéreo.

Las disposiciones del referido Acuerdo han sido incorporadas a los reglamentos nacionales de la mayoría de los Estados Partes, por lo que los requisitos en los transportes nacionales e internacionales han alcanzado un importante nivel de homogeneización.

En lo referente a la seguridad en las rutas para el transporte en general, en el Paraguay se dieron unas 2.000 muertes en accidentes de tránsito en el año 2009. Las principales

⁹- Un jornal equivale a Gs.70.156; según Decreto N° 1.324 del 28 de Febrero del 2014 de la Presidencia de la República del Paraguay, que fija el Salario Mínimo en Gs.1.824.055. Un jornal se obtiene de dividir el salario mínimo entre 26.

causas de accidentes son los adelantamientos indebidos y el cruce de las rutas nacionales en medio de las ciudades. Otra gran causa de muertes en los últimos 5 años es el gran incremento de accidentes con motocicletas. En lo que respecta a la delincuencia, el índice de asaltos es muy bajo y circunstancial. Ocasionalmente, se presentan casos de asaltos a transportadores de caudales en la carretera que une Asunción con Ciudad del Este. En lo que hace al transporte de cargas, en general no se presentan casos delictivos relevantes, excepto en algunos casos, como el “ordeño” de combustibles desde camiones cisternas en complicidad con los conductores. Finalmente, el gran flagelo de las rutas sigue siendo la corrupción existente en la Policía Caminera y en la Policía Municipal de Tránsito, las que aprovechan los controles para pedir “coimas” a los conductores, especialmente a los extranjeros.

6.4. TRANSPORTE AÉREO

La Dirección Nacional de Aeropuertos Civiles - DINAC es la entidad que regula y administra el transporte aéreo civil en el Paraguay.

La seguridad operacional de la DINAC se ajusta a las normas nacionales e internacionales de la OACI. En la página web www.dinac.gov.py se puede acceder a la Declaración de la Política de Seguridad Operacional.

En lo que hace a Acuerdos de Cielos Abiertos (OSA), el Paraguay mantiene tratados con los Estados Unidos, Chile y Panamá. Además, está adherido al Acuerdo de sobre Servicios Aéreos Subregionales, suscrito entre los gobiernos de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay, en Fortaleza, Brasil, el 17 de diciembre de 1996.

En general, se puede afirmar que el transporte aéreo en el Paraguay posee un bajo índice de accidentalidad. No obstante, la DINAC posee una calificación 2 ante el Programa IASA (International Aviation Safety Assessment) de la FAA de los Estados Unidos, lo que significa que ninguna línea aérea certificada por esta puede transportar pasajeros a los Estados Unidos. Aunque esto no restringe la operación de líneas aéreas de otras banderas, es un indicador que demuestra que la DINAC se encuentra incumpliendo algunas normas de la OACI. Como se mencionó anteriormente, el principal motivo de esta calificación es la condición en que se encuentra el sistema de comunicación y control de tráfico del Aeropuerto Internacional Silvio Pettirossi, que es operado por la propia DINAC, y que actualmente se encuentra en proceso de modernización.

Esta situación también demuestra un grave problema de regulación y operación dentro del sector que restringe el desarrollo de este, ya que al estar ambas funciones bajo la autoridad de la DINAC, no se produce el ambiente propicio para captar inversiones y modernizar el transporte aéreo.

6.5. TRANSPORTE MARÍTIMO

El país es miembro de la Organización Marítima Internacional (OMI) y ha suscrito el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS 74), el Código Internacional para la Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias (Código PBIP), que entró en vigor a partir del 1º de julio de 2004.

La autoridad designada para la aplicación del Código PBIP es la Prefectura General Naval, dependiente de la Armada Nacional en el ámbito del Ministerio de Defensa.

6.6. VENTANILLA ÚNICA DE EXPORTACIÓN - VUE

El VUE es un sistema integral de gestión basado en reingenierías de procesos, adecuación legal y estructura tecnológica, que permite a las personas e instituciones intervinientes en la exportación actuar en forma interactiva, disponibilizando el registro único de exportadores y la tramitación abreviada.

El propósito de su creación obedece a la necesidad de simplificar los procesos de exportación, en términos de gestión a partir del registro del exportador, hasta los trámites de egreso de mercaderías nacionales o nacionalizadas (exportación), con la finalidad específica de constituirse en una herramienta ágil y efectiva que facilite las operaciones de comercio exterior, incrementando la calidad del servicio y disminuyendo costos operativos.

Entre sus principales funciones y atribuciones se incluyen:

- Interactuar en las instituciones públicas y privadas que intervienen en el proceso de exportación.
- Lograr la conectividad de estas instituciones, a fin de asimilar el trámite aplicado en todo el tramo de gestión.
- Crear las condiciones administrativas y técnicas para la simplificación del trámite de exportación.
- Utilizar los sistemas existentes en el país para el logro más eficiente de sus objetivos.
- Proponer legislaciones de avanzada, acordes con las exigencias actuales del comercio internacional.
- Administrar el Registro Único del Exportador.
- Permitir realizar el seguimiento y control del Trámite de Despacho de Exportación, por parte de las autoridades nacionales para su beneficio y el de los usuarios.
- Disponer en forma permanente y actualizada de la información relacionada con las operaciones de exportación.
- Gerenciar una base documental de variadas proyecciones relacionada a la gestión de exportación.

Para el cumplimiento de sus propósitos, la VUE se relaciona e interacciona con instituciones del Estado y entidades privadas, tales como:

- Ministerio de Hacienda
- Ministerio de Industria y Comercio
- Ministerio de Agricultura y Ganadería
- Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social
- Cámara de Exportadores del Paraguay
- Cámara Paraguaya de Bolsa y Comercio

La VUE está basada en el Ministerio de Industria y Comercio y funciona hace 4 años. En este tiempo ha demostrado ser de una utilidad extremadamente importante, especialmente para los productos tradicionales de exportación, como la soja, la carne, las maderas, los textiles, el azúcar orgánico, entre otros. Si bien no existen datos cuantitativos precisos en cuanto a la reducción de costos y tiempos en los procesos, se estima que, en promedio, ha logrado reducir costos del proceso en un 50%.

Por otro lado y con el mismo criterio que la VUE, también se encuentra en plena implementación la VUI, Ventanilla Única del Importador, con base en la Dirección Nacional de Aduanas y que está próxima a ser inaugurada.

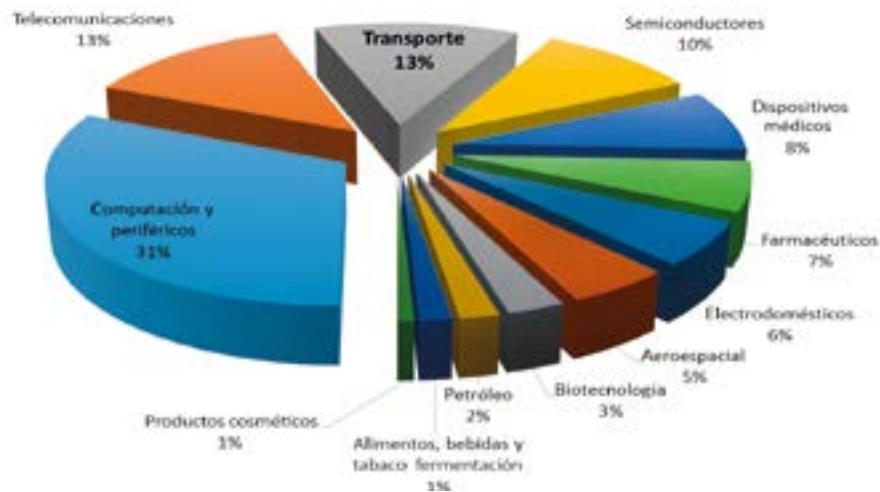


**PROPIEDAD
INTELECTUAL**

7

El sector transporte es un importante generador de patentes a nivel mundial, representando históricamente el 9% del total de patentes en los últimos 40 años, de acuerdo a la base de datos de patentes de EE. UU. (USTPO). En el 2013 ocupó el tercer lugar, solo detrás de la industria de la computación y telecomunicaciones, representando el 13% del total de patentes por industria en el 2013, conforme a datos de Thomson Reuters Derwent World Patents Index (2014). El 70% de las patentes corresponde a la industria automotriz, y el 30% restante a equipamiento del transporte.

Gráfico 9: Patentes por sectores 2013.
En %



Fuente: Thomson Innovation & Thomson Reuters Derwent World Patents Index (2014).

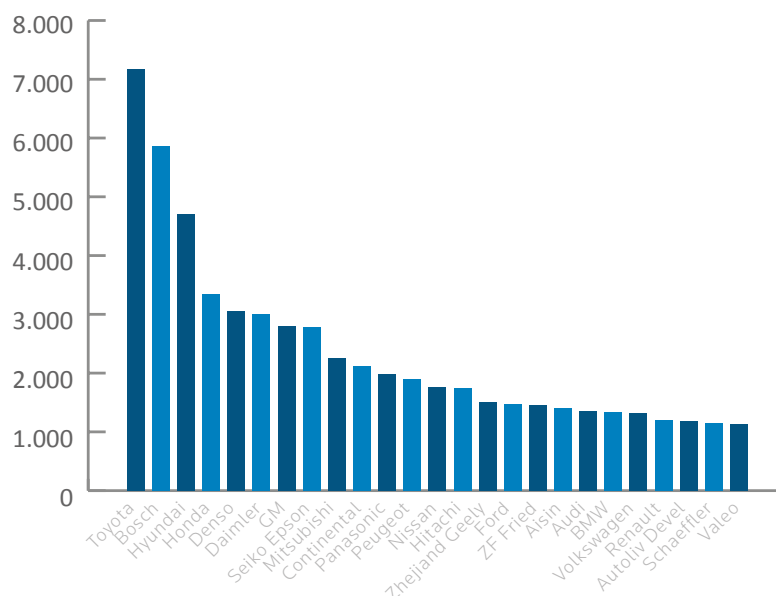
Las áreas principales de patentamiento en el sector transporte en los últimos años corresponden a eficiencia, rendimiento, emisiones, fiabilidad, velocidad, peso y tamaño de motores y trenes de potencia, así como vehículos híbridos, eléctricos y combustibles alternativos, software y sensores de electrónica y telemática, estructuras y materiales avanzados y diseños y procesos de fabricación.

Tabla 14: Áreas principales de patentamiento de la industria automotriz y de transporte

<p>1. Motores y trenes de potencia (E & PT) La eficiencia térmica y mecánica. Rendimiento y capacidad de conducción. Emisiones (contaminación y el ruido). Fiabilidad y durabilidad. La velocidad del mercado y el costo. Peso y tamaño.</p>
<p>2. Vehículos híbridos, vehículos eléctricos y combustibles alternativos (HEV) Hidrógeno y pilas de combustible. Híbridos y motores de combustión interna avanzados. Electricidad y electrónica para los sistemas de energía y los impulsos. Combustibles convencionales y alternativos.</p>
<p>3. Avanzadas de software, sensores, electrónica y telemática (ASSET)</p>
<p>4. Estructuras y materiales avanzados (FASMAT) Seguridad. Configurabilidad . Producto / flexibilidad.</p>
<p>5. Diseño y procesos de fabricación (DMAP) Ciclo vital. Fabricación. Integración.</p>

Fuente: Thomson Innovation & Thomson Reuters Derwent World Patents Index (2014).

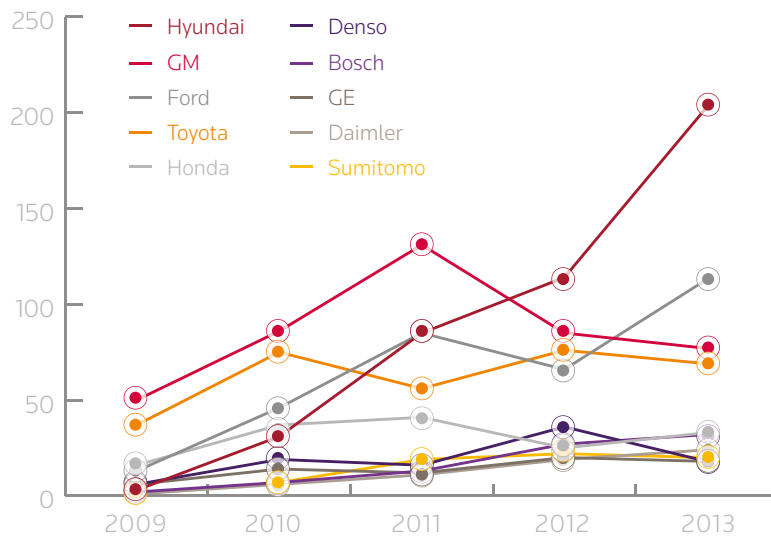
Gráfico 10: Empresas automotrices por número de patentes (2009-2013)



Fuente: Thomson Reuters Derwent World Patents Index. Extraído de Thomson Reuters (2015). The state of innovation in the automotive industry.

La empresa automotriz con mayor número de patentes es la japonesa Toyota, seguida por la alemana Bosch, la coreana Hyundai, Honda, Denso y Daimler Benz, en este orden.

**Gráfico 11: Patentes relacionadas a eficiencia de combustible.
Cantidad por empresa**



Fuente: Thomson Reuters Derwent World Patents Index. Extraído de Thomson Reuters (2015). The state of innovation in the automotive industry.

En lo referente a eficiencia de combustible, la firma coreana Hyundai lidera en número de patentes obtenidas, seguida por Ford y General Motors. En tanto que en materia de vehículos híbridos y de combustible alternativo, la japonesa Toyota es el claro dominante con 2.520 patentes en el 2013, seguida por Honda, Bosch, Hyundai, Nissan, Denso, Matsushita y Samsung Corporation (Thomson Innovation & Thomson Reuters Derwent World Patents Index, 2014).

Un sector en el que se puede avanzar en cuanto a patentamiento en el país es en modelos de utilidad. Los modelos de utilidad son “minipatentes” usadas para proteger una invención constituida por una forma, configuración o disposición de elementos de un artefacto, herramienta, instrumento, mecanismo u otro objeto, o de alguna parte del mismo, que permita un mejor o diferente funcionamiento, utilización o fabricación del objeto que lo incorpora, o que le proporcione alguna utilidad o efecto técnico que antes no tenía (Art. 51 de la Ley N° 1.630). Los investigadores podrían solicitar la protección de las mejoras novedosas que realicen sobre elementos ya existentes.



ANÁLISIS DE ESCENARIOS

8



El presente capítulo tiene como objetivo evaluar escenarios futuros de desarrollo del sector, identificando aquellos factores críticos necesarios a ser tenidos en cuenta para que la oferta de infraestructura y servicios satisfaga a la demanda de pasajeros y de cargas. Dentro de estos factores críticos se identificarán con preferencia aquellos que respondan a necesidades de investigación, desarrollo, innovación, articulación intra e intersectorial y el desarrollo de RR. HH. y de la Gobernanza, de tal forma a incorporar dentro de la Política Nacional de Ciencia y Tecnología elementos que contribuyan con el desarrollo del sector logística y transporte. Cabe señalar que el Gobierno cuenta en la actualidad con un Plan Maestro de Transporte y un Plan Nacional de Logística recientemente elaborados mediante un proceso ampliamente participativo con la sociedad académica, el sector privado empresarial, gremios de empresas proveedoras de servicios, y liderados por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones y por el de Industria y Comercio, por lo que podemos afirmar que poseemos un sector ampliamente analizado y con la formulación de medidas concretas para su desarrollo y apuntalamiento de un crecimiento económico en el largo plazo.

Ante un sector agropecuario de gran importancia para la economía del país, tanto las exportaciones como las importaciones vienen registrando un gran crecimiento año tras año; aunque si bien la dependencia de estas todavía no es muy fuerte, no se puede decir lo mismo de las exportaciones, ya que son grandes impulsoras del crecimiento económico.

Paraguay es un país mediterráneo, que si bien posee salida al mundo a través de dos grandes ríos, el Paraguay y el Paraná, requiere prestar atención a los siguientes puntos: i) fortalecer el proceso de integración regional, respetando los tratados comerciales, ii) planificar adecuadamente lo referente al transporte y la logística, de modo a brindar eficiencia y evitar sobrecostos que resten competitividad.

8.1. DEMANDA DE TRANSPORTE HASTA EL AÑO 2030

Analizando las proyecciones de la demanda hasta el 2030, PMT (2011), se evidencian cuellos de botella críticos de transporte en algunos puntos de la red vial, y la reducción del nivel de servicio de tráfico en las rutas 2 y 7, que presiona sobre las áreas metropolitanas de Asunción y Ciudad del Este.

La configuración de distribución del tráfico en la red vial se mantendría de manera que se intensificarían las externalidades derivadas de la concentración de flujos de transporte en la región central de la Gran Asunción, incrementando las dificultades y externalidades negativas causadas por el transporte de cargas regionales en el área urbana.

En la evolución de las exportaciones de los principales productos, se destacan la soja y la carne, que forman parte del 60% del total. La producción de soja superó en un 160% a lo proyectado en el marco del Plan Maestro del Transporte ETNA 1992; en cambio, la

producción de algodón prácticamente desapareció. La soja es actualmente el principal generador de carga estacional en el sistema de transporte del Paraguay. Otros rubros que crecieron de manera notable respecto al estimado de producción son la madera, en un 66%, y el maíz, en un 28%.

**Tabla 15: Producción total anual
(en miles de toneladas por año)**

PRODUCCIÓN	ETNA 1990	ETNA 2010	ETNA 2011	PMT 2011	VAR %
Soja	1.497	3.115	3.271	8.500	160%
Trigo	453	2.171	2.280	1.272	-44%
Maíz	1.081	2.910	3.056	3.913	28%
Algodón	539	1.280	1.344	67	-95%
Caña de azúcar	3.284	6.706	7.041	5.418	-23%
Madera	4.867	3.052	3.205	5.332	66%

Fuente: ETNA: Producción 1990 y ratios de estimación de la producción para el 2010. PMT 2011: Producción para el 2011.

Estos flujos de transportes concentrados en la región de la Gran Asunción contemplan de manera relevante la participación de productos de exportación (soja y cadena de carne). Otros productos también presentan concentración geográfica en la región de la Gran Asunción (combustibles, azúcar, madera), pero en escala de demanda menor.

Gráfico 12: Red vial



Fuente: PMT, 2011.

La soja representa el producto de mayor relevancia en el transporte de cargas, con el 28 % del total del momento de transporte (Ton/km) de toda la circulación de cargas en el país. Casi un 70% de este producto es exportado por puertos situados dentro del área metropolitana de Asunción. Un 7% es exportado hacia el Brasil a través de Ciudad del Este.

**Tabla 16: Productos transportados
(toneladas por km para el año 2011)**

Nro.	Productos transportados	Ton/día	Ton/km	%	km
1	Soja	39.099	10.623.171	28%	272
2	Combustible	10.431	3.213.945	8%	308
3	Fertilizantes	8.268	1.866.174	5%	226
4	Ganado vacuno	4.921	1.605.930	4%	326
5	Piedra, canto rodado, ripio	1.522	981.122	3%	64
6	Cerámica roja y ladrillos	6.937	965.542	3%	139
7	Máquinas agrícolas	3.508	948.268	2%	270
8	Arroz	3.230	836.786	2%	259
9	Cemento	2.830	794.361	2%	281
10	Gas licuado	1.454	717.483	2%	494
11	Otros	79.091	15.623.722	41%	198
	Total General	174.988	38.176.503	100%	218

Fuente: PMT, 2011-2030.

La distribución de participación de exportación de soja indica que esta sale en 77% por el río Paraguay y un 23% por el Paraná. Esta proporción muestra una preferencia hacia la salida por el río Paraguay, aunque gran parte de la producción sojera se encuentre más próxima al río Paraná. Esto se explica por la esclusa de Yacyretá, la cual dificulta la navegación con convoyes de barcazas.

**Tabla 17: Participación de modos de transporte
(en toneladas)**

Modo	Exportación	%	Importación	%
Fluvial	8.184.663	76,57%	4.022.676	67,01%
Terrestre	2.502.434	23,41%	1.963.247	32,70%
Aéreo	1.760	0,02%	17.600	0,29%
Total	10.688.857	100,00%	6.003.523	100,00%

Fuente: PMT, 2011-2030.

La demanda de carga para el transporte fluvial se encuentra dominada por la soja en grano, con más de 5 millones de toneladas exportadas anualmente. En segundo lugar se encuentra la importación de combustibles derivados del petróleo, transportándose unos 1,5 millones de toneladas anuales, y en tercer lugar, el transporte de carga general en contenedores, movilizándose un millón de toneladas anuales.

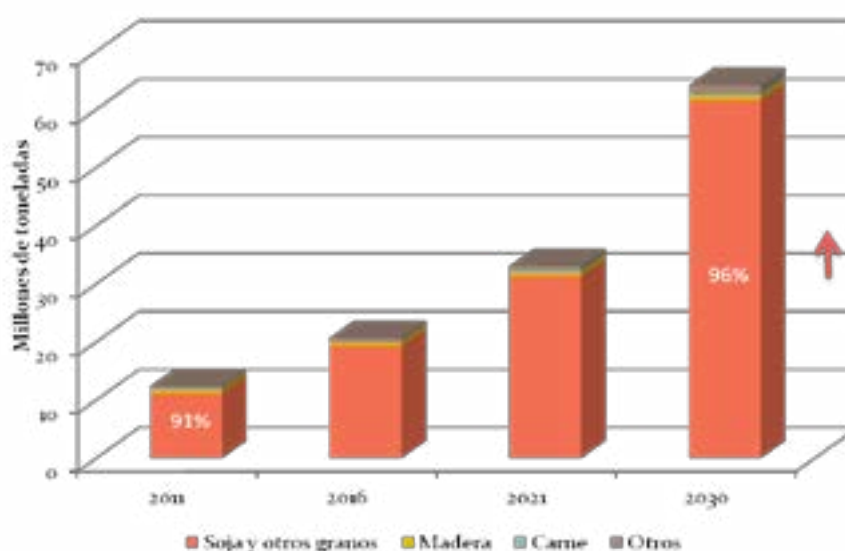
Las estimaciones de crecimiento de la demanda, conforme al crecimiento de la producción y de los volúmenes de exportación e importación, proyectan un pronóstico de la

demanda sobre la red de transporte, simulando escenarios futuros en base a propuestas de intervenciones tendientes a ampliar su capacidad, así como de intervenciones tendientes a reconfigurar tráficos, de tal forma a optimizar el uso de la misma dentro de un concepto de multi modalidad.

Según estudios realizados por la consultora Investor (2011), la producción nacional en toneladas se cuadruplicará hasta el año 2030 y la soja crecerá en participación de un 29% actual hasta un 47%.

En lo que respecta a las exportaciones, el volumen exportado se incrementará en 6 veces hasta el año 2030, manteniéndose la soja como el rubro de mayor participación en volumen y no apareciendo otro producto que pudiera competir con ella.

Gráfico 13: Volumen exportado

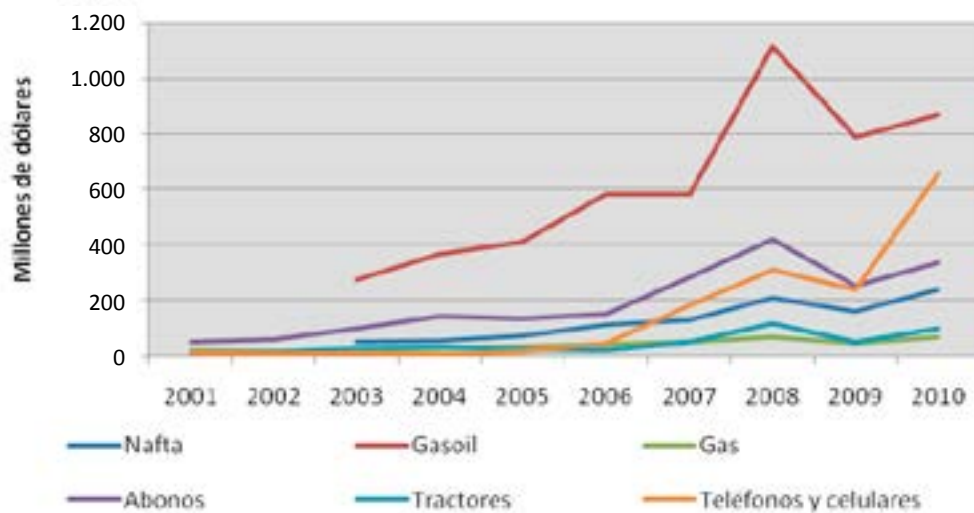


Fuente: Investor, 2011.

Los mayores productos importados por el Paraguay son combustibles, con 11% del total y productos de electrónica (celulares, videojuegos, *notebooks*, monitores, etc.), con 19%. Es importante, además, saber que la importación de vehículos de transporte para pasajeros y cargas representó en el año 2010 el 6% de los totales. Mientras que por el lado de las exportaciones, se tienen a la soja y sus derivados junto con la carne, que representan el 60% de las exportaciones totales. Se puede notar que los mayores productos de exportación e importación son grandes demandantes de servicios de transporte especializados (el combustible requiere de barcazas y camiones tanques, mientras que la carne, de contenedores tipo *reefer* y camiones refrigerados), por lo que es necesaria la correcta proyección y planificación del sector transporte tanto de parte del sector público, ofreciendo las condiciones necesarias, como las del sector privado, suministrando servicios eficientes.

El siguiente gráfico muestra la evolución de los principales productos de importación.

**Gráfico 14: Principales productos importados por Paraguay.
Periodo 2001-2010**

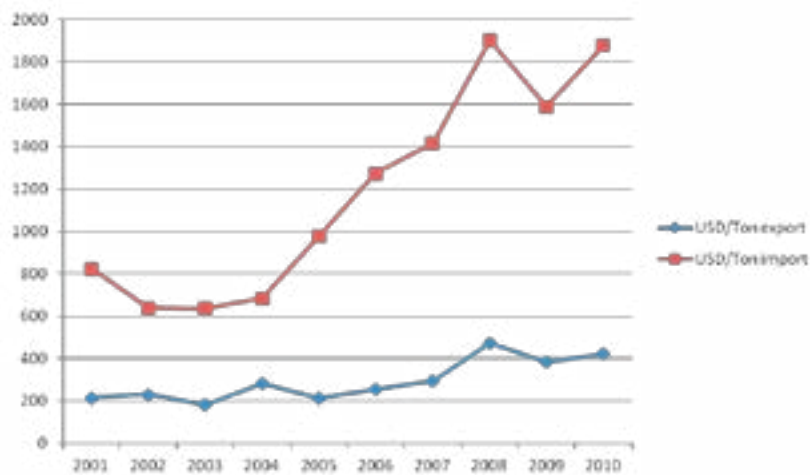


Fuente: PMT, 2011, con datos del BCP y SOFIA.

El gasoil es el principal producto de importación en valores monetarios. A partir del año 2009, los teléfonos móviles o celulares se ubican en segunda posición, superando a los abonos. Es lógico que el gasoil, la nafta y el gas licuado se encuentren en los primeros lugares de productos importados, ya que el Paraguay no posee explotaciones de petróleo, por lo que el combustible derivado del petróleo es 100% importado.

En el siguiente gráfico se muestra la variación de la densidad de valor de las exportaciones e importaciones en el periodo 2001-2010. Nótese el gran incremento de la densidad de valor de las cargas de importación, lo que podría significar que el crecimiento de la economía y del poder adquisitivo de la población está demandando bienes cada vez más costosos; por otro lado, que la producción se encuentra agregando más valor, lo que requiere de insumos cada vez más caros. De cualquier manera, esto es un indicador de que los requerimientos por servicios logísticos más complejos irán en aumento para atender en forma eficiente esta demanda.

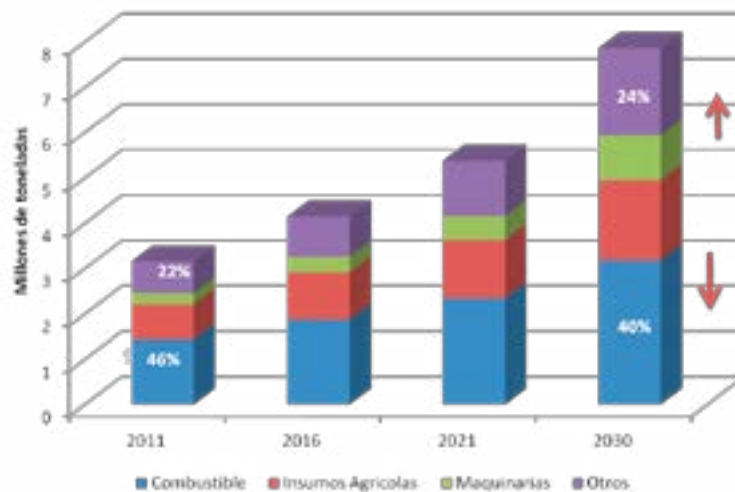
Gráfico 15: Variación de la densidad de valor



Fuente: Elaboración propia con datos del BCP.

A nivel de importaciones, se estima que la significancia de la importación de combustibles decrecerá en términos relativos y, en contraposición, crecerá la demanda de carga general de un 22 a un 24%.

Gráfico 16: Importaciones



Fuente: Investor, 2011.

La concentración de puertos en la región de la Gran Asunción es uno de los condicionantes que determinan la concentración de los embarques de la soja vía río Paraguay con destino a los puertos argentinos y uruguayos para la exportación. Actualmente son transportadas 39.099 toneladas de soja en el país por día, siendo embarcadas 24.000 toneladas de soja en los puertos de la región de la Gran Asunción.

De una participación dentro de la matriz de transporte de prácticamente 100% del modo carretero, se pasa a una situación en el comercio exterior, en la que el modo fluvial incide en prácticamente un 75% de la matriz.

Las proyecciones realizadas indicarían que para el año 2030 se estarían embarcando aproximadamente 106.000 toneladas de soja por día en la región de la Gran Asunción, transportada en promedio 272 km, situación insostenible debido a la congestión a la que se vería sujeta la red vial del país, los puertos y alrededores de Asunción.

En cuanto a los productos de la cadena asociada a la carne (ganado en pie, productos de frigoríficos, etc.), también se verifican concentraciones de transporte en la región de la Gran Asunción. El ganado vacuno representa el 4% de la carga transportada en el país, con longitudes carreteras promedio de 326 km.

Desde el punto de vista de asignación de tráfico a la red existente, en las siguientes figuras se puede apreciar el creciente flujo absorbido por las rutas 2 y 7, que alimentan de viajes a las áreas metropolitanas de Asunción y de Ciudad del Este entre los años 2011 y 2030. En segundo orden, se encuentra la ruta 1, que alimenta a la zona metropolitana de Encarnación.

Gráfico 17: Tráfico de red vial al 2011 y 2030



Fuente: PMT, 2011.

La alternativa de no realizar inversiones para el mejoramiento de la infraestructura de transporte, tales como la ampliación de la capacidad vial y de los demás sistemas modales de transportes, incrementará las externalidades negativas y la presión sobre el área metropolitana de la concentración de viajes sobre la zona de Asunción, hasta el punto que la congestión no sea solucionable, sino solo ampliando la infraestructura vial.

En conclusión, se puede afirmar que los costos de transporte se irán incrementando hasta el año 2018, pues a pesar de la “holgura”, en general, de la red nacional vial para cubrir la demanda en este periodo, la expansión de la producción de *commodities* empezará a formar cuellos de botella en los nodos de intercambio modal, como los puertos, por lo rezagos principalmente en inversión en el transporte fluvial.

Alternativa “con inversiones”

La alternativa “con inversiones” se fundamenta en medidas tendientes a favorecer la desconcentración de los flujos de cargas de bajo valor de Asunción y al incremento de la matriz de transporte fluvial.

Además de las acciones de infraestructura, debido al volumen de los recursos requeridos para el mejoramiento de la infraestructura de transporte, necesariamente deben ir acompañadas de mejoras en la gestión de ejecución de los proyectos de inversión, y el fortalecimiento del marco institucional del Ministerio de Obras Públicas principalmente, así como un marco regulatorio adecuado. En términos de infraestructura, esta alternativa comprende intervenciones asociadas a las cadenas productivas, principalmente de soja y de la carne, presentadas a continuación.

Acciones asociadas a la cadena soja y derivados:

- Mayor concentración de embarques de soja en Puerto Rosario (departamento de San Pedro).
 - Mejora de los accesos carreteros a Puerto Rosario.
 - Ampliación de la capacidad del Puerto Rosario.
 - Especialización del Puerto Rosario para el embarque de soja.
- Inducir un proceso de *cluster* de soja en la región de Puerto Rosario.
- Crear una alternativa vial de acceso al puerto de Villeta.
- Mejorar las estructuras de los puertos ubicados sobre el río Paraná.
- Mejorar las estructuras de los accesos carreteros a los puertos ubicados sobre el río Paraná.
- Mejorar las condiciones de navegabilidad en los ríos Paraguay y Paraná.
- Mantener la posibilidad de exportación por el puerto de Paranaguá.

Acciones asociadas a la cadena carne y derivados:

- Inducir un proceso de *cluster* de la carne/ganado en la región de Concepción.
- Inducir mayor concentración de embarques de carne en el puerto de Concepción.
- Mejora de los accesos carreteros al puerto de Concepción.
- Ampliación de la capacidad del puerto de Concepción.
- Especialización del puerto de Concepción para embarque de productos de la cadena de carne/ganado.

Tabla 18: Mejoras en indicadores bajo la alternativa “con inversiones” del periodo 2011-2030

Indicador	Soja	Ganado	Carne y cuero	Otros	Total cargas
Vehículo/km	4,9%	-11,9%	3,9%	-1,2%	1,5%
Vehículo/h	11,8%	-10,6%	15,1%	-0,4%	6,8%
Longitud promedio	4,9%	-11,9%	3,9%	-1,2%	1,6%
Tiempo promedio (h)	11,8%	-10,6%	15,1%	-0,4%	6,9%
Costo generalizado por viaje (US\$)	-14,8%	-4,1%	0,2%	-2,8%	-5,6%

Fuente: PMT, 2011.

Sobre la cadena soja y derivados, la simulación muestra que hay un aumento en vehículo/kilómetro del 4,9% en relación a la alternativa “sin inversiones”. Por su parte, el indicador vehículo/hora aumenta 11,8%. En forma global, el costo generalizado por viaje disminuye 14,8%, representando una mayor utilización del transporte por modos hidroviarios.

En cuanto a la cadena carne y derivados, se reducen todos los indicadores globales, debido a la reducción de los desplazamientos en la red vial. De hecho, el indicador vehículo/kilómetro se reduce 11,9%, mientras que el ítem vehículo/hora disminuye 10,6%.

En el total de cargas, a pesar del aumento de 1,5% en el indicador vehículo/kilómetro y 6,8% en el indicador vehículo/hora, el costo generalizado medio disminuye 5,6%, lo que significa una reducción de US\$ 28,62 en el costo de transporte por viaje.

8.2. ESCENARIO INERCIAL A 5 AÑOS

Para todos los escenarios, se parte de la base de que el Paraguay posee un costo logístico razonable que le permite lidiar con los sobrecostos existentes en sus enlaces marítimos que se encuentran en los países vecinos. Por lo tanto, posee todavía la posibilidad de promover la diversificación de su cartera de productos en un escenario de costos razonable. Aun en una situación de alta variabilidad del PIB provocada por la volatilidad de los precios de los *commodities* internacionales y por la situación del clima.

Esta situación se proyectará hasta el año 2018. Luego del 2018, se tendrán dos situaciones estructurales, una situación sin haber implementado eficaz y eficientemente las medidas

propuestas, lo que provocará un peligroso aumento de los costos de transporte, básicamente por la elevada congestión de los nodos intermodales y por la alta incertidumbre de los segmentos de comercio internacional en los países vecinos. Esto podría incrementar los costos en los nodos intermodales, lo cual afectará a todos los productos. La otra situación plantea las inversiones necesarias para mejorar la infraestructura que permita cubrir el aumento de la demanda esperada con efectos positivos para la economía en su conjunto.

En el **escenario inercial**, se enfrentaría un incremento en los costos de transporte y, por ende, una pérdida de competitividad de la producción. En este escenario no se moderniza el sector transporte, el MOPC continúa con su bajo nivel de inversión y, sin una adecuada coordinación intra e intersectorial, las regulaciones del mercado de los servicios logísticos y de transporte no se implementan y los agentes privados no coordinan sus operaciones (la flota de camiones no se moderniza y se sigue importando camiones usados para responder a la creciente demanda de producción de cereales y oleaginosas), especialmente en lo relacionado a los servicios carretera-puerto-fluvial. Este escenario es indicado en el gráfico como Atl.1 y el riesgo es que luego del año 2018 el incremento de costos sea mayor que el demostrado en el gráfico, en función a factores externos que pueden amplificar el incremento de costos como, por ejemplo, políticas comerciales restrictivas impuestas por nuestros países vecinos.

8.3. ESCENARIO SUBÓPTIMO A 5 AÑOS

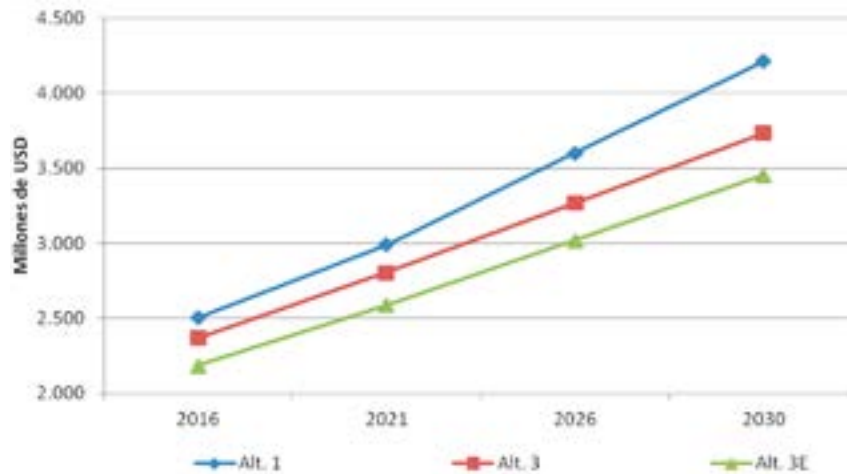
Representado como Alt.3, consiste en una implementación de los proyectos de infraestructura, con el incremento moderado de la capacidad de coordinación, gestión y regulación del MOPC, pero sin las medidas de modernización de los agentes privados prestadores de servicios. En este caso, los costos disminuyen por la ampliación de la infraestructura, pero no es acompañada por las medidas regulatorias que optimicen los servicios privados, especialmente el transporte de carga a granel sólido por camiones. A la larga, la inversión física no será suficiente para garantizar la competitividad estructural y el país dejará de ser atractivo para las inversiones empresariales.

8.4. ESCENARIO ÓPTIMO A 5 AÑOS

Representado como Alt.3E, en donde se cumplen los planes de inversión física, el MOPC incrementa sustancialmente su capacidad de rectoría del sector y su capacidad técnica y de gestión se fortalece. La coordinación entre actores públicos y privados se profundiza y las decisiones se toman en base a informaciones actualizadas provistas por observatorios logísticos. Además, los agentes privados se modernizan y se optimiza su operación en función también de la aplicación de regulaciones modernas y el mercado adopta un sistema de calidad para servicios de transporte y logística que logran mejorar notablemente el desempeño de las cadenas de abastecimiento de las empresas nacionales.

A continuación, el gráfico de costos con las curvas que representan a los tres escenarios mencionados. Alt.3E = Aumento de +10% en la eficiencia de camiones expresada en el promedio de ton/camión eficiencia actual: 12 ton/camión (incluye 33% de camiones vacíos).

Gráfico 18: Costos en tres escenarios



Fuente: Elaboración propia con datos del PMT, 2011-2030.

8.5. FACTORES CRÍTICOS

Del análisis de problemas y la evaluación del Plan Maestro de Transporte y el Plan Nacional de Logística, se identifican los siguientes factores críticos para el cumplimiento del escenario ideal:

1. La necesidad de un sistema institucional reformado y fortalecido, en donde se prioricen ámbitos públicos y privados para la adopción de decisiones estratégicas y para la priorización de acciones. En este sentido, se propone un esquema sectorial configurado en torno a un nuevo esquema de roles del sector público. Este esquema de gobernanza conferirá al sector una alta capacidad de coordinación intra e intersectorial fundamental para lograr los resultados esperados en términos de desarrollo integral. En el ámbito del propio sector privado, se requiere incrementar la coordinación entre proveedores de servicios para optimizar el uso de la infraestructura, sin necesidad que se desarrollen nuevas regulaciones estatales. Para esto, es necesario también al interior del sector privado, y a nivel gremial, crear mecanismos efectivos de coordinación y de cooperación entre empresas. Además, esta cooperación debe apuntar no solo al uso eficiente de la infraestructura pública, sino también a optimizar procesos logísticos a lo largo de cadenas de abastecimiento.
2. Un plan de inversión que requiere de una institucionalidad pública capaz de gerenciar un proceso de, como mínimo, triplicar los niveles actuales de inversión en el sector para el año 2018, además de la implementación de herramientas jurídicas que permitan formas innovadoras de financiamiento de la infraestructura pública. En este sentido, se encuentra en pleno proceso de implementación la Ley de Alianza Público Privada, o Ley APP, que podría ser implementada en el corto plazo. El desafío es crear los mecanismos correctos para obtener una adecuada combinación de inversión pública, privada o mixta para el desarrollo de la cartera de proyectos de infraestructura pública.

3. Tal como se mencionó anteriormente, la planificación debe ser un proceso continuo y dinámico, y con un permanente flujo de información que retroalimente el proceso, de tal forma a ir ajustando la implementación en función de escenarios altamente cambiantes, especialmente el internacional. En este contexto, la generación de información es un factor crítico que, según se plantea tanto en el PMT como en el PNL, debe consolidarse a través de la creación de un Observatorio de Logística vinculado a una red de observatorios a nivel regional. Este Observatorio debe constituirse en un ámbito de acción autónomo e independiente de cualquier sector y debe mantenerse para proveer información estratégica a agentes económicos del mercado que estén dispuestos a pagar por ella.
4. Innovación a través de la instalación de un sistema de calidad para la logística y el transporte. No se poseen estándares de calidad, por lo que la oferta de servicios de transporte se nivela por los proveedores más ineficientes. No se genera una competencia por calidad, sino por tarifas. Se plantea la constitución de un Sistema de Calidad y Certificación que promueva la adopción de normas y procedimientos de calidad en las distintas modalidades de servicios, pero priorizando la modernización del transporte de cargas a granel por camiones.
5. Ecoeficiencia. La implementación del PMT generará un importante ahorro en los Costos de Operación Vehicular, Costos de Accidentabilidad, Costos en emisiones de CO₂ y Costos en tiempos de viaje en los siguientes órdenes anuales: 186.715.686 de USD para el 2016, 215.820.094 de USD para el 2021 y 507.766.192 de USD a partir del 2030. Estos ahorros no contemplan el reemplazo de combustibles fósiles por energía eléctrica, por lo que esto se presenta como un área de oportunidad tremendamente importante para el país. En lo que hace a este tema, el Gobierno se encuentra desarrollando dos proyectos emblemáticos con uso de energía eléctrica, como son el BRT para el corredor de la Av. Eusebio Ayala y el Tren de Cercanías Asunción-Ypacaraí. Respecto a este último, se estima que captando una demanda de 60.000 pasajeros por día hacia el sistema eléctrico se estaría generando un beneficio económico de unos 200 millones de USD al año.
6. Un sistema de planificación continuo y dinámico, con un permanente flujo de información que retroalimente el proceso, de tal forma a ir ajustando la implementación en función de escenarios altamente cambiantes, especialmente el internacional.



ESTRATEGIAS DE ACCIÓN SUGERIDAS

9



9.1. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS

Falta de infraestructura vial

Rutas severamente dañadas un 25% y 77% de los caminos rurales no tienen mantenimiento. Existe un déficit en mantenimiento de rutas. Las vías de acceso a Asunción están saturadas de camiones muy pesados que destruyen las rutas y congestionan las zonas cercanas al puerto.

Déficit en el mantenimiento de la navegabilidad

El 70% del comercio es sobre la hidrovía. Actividad portuaria creciente de manera desordenada. Existen puertos en la mayor parte de la capital con camiones de gran porte congestionando el tráfico.

Falta profundización para transporte permanente de por lo menos 11 pies o 3,325 m. También faltan señalización y control de navegación para navegación nocturna. Actualmente existen problemas de navegación durante 3 meses en época de bajante del río.

El crecimiento de la actividad portuaria no fue acompañado por una previsión de infraestructura para transporte público de soporte, lo que genera una gran congestión del tránsito y el desarrollo urbano de la región.

La mayoría de los puertos trabajan muy congestionados en época de zafra.

Otro problema es el de la congestión del puerto de Buenos Aires, con sobrecostos de mercaderías importadas y escasez de líneas internacionales que lleguen hasta el país.

Falta de infraestructura aeroportuaria

El transporte aéreo está poco desarrollado. Paraguay no posee una línea aérea nacional.

No se tienen conexiones con Europa, Paraguay no puede ofrecer conexiones directas a EE. UU. ni a Europa por problemas de certificación. Los equipos del Aeropuerto Silvio Pettirossi están obsoletos, especialmente en equipamientos de comunicaciones y de control de tráfico aéreo.

Falta de infraestructura ferroviaria

El transporte ferroviario es inexistente en la actualidad en el país.

Movilidad urbana

Hay crecimiento caótico, falta de coordinación de planes entre municipios vecinos, creciente instalación de puertos graneleros, pésimo sistema de transporte de pasajeros y aumento del parque automotor.

9.2. ANÁLISIS DE PARTICIPACIÓN

Actores claves en transporte y logística: el problema principal de los actores es que no están conectados entre sí, no existe una masa crítica para reformas.

El sector académico, con muy poco aporte para la formulación de políticas públicas y no hay un equilibrio neutro entre el conflicto de intereses de cada actor.

Las instituciones públicas frenan el proceso de modernización porque tienen sindicatos que no comparten la política de reformas.

Los gremios de empresarios camioneros poseen poca capacidad financiera y bajo poder de negociación y buscan políticas proteccionistas ante la competencia internacional.

El rol del CONACYT se convertiría de vital importancia.

Tabla 19: Actores con incidencia en las políticas públicas en logística

Público	Privado	Académico	Internacional
Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones Viceministerio de Transporte / MOPC Viceministerio de Obras Públicas / MOPC Administración Nacional de Navegación y Puertos Dirección Nacional de Aeronáutica Civil Ferrocarriles del Paraguay S.A. Dirección General de Marina Mercante / MOPC Dirección General de Correos / MOPC Prefectura General Naval Dirección Nacional de Transporte Secretaría de Transporte del Área Metropolitana Entidad Binacional Itaipú Entidad Binacional Yacyretá Congreso Nacional Ministerio de Relaciones Exteriores Ministerio de Hacienda Subsecretaría de Tributación / MH Dirección Nacional de Aduanas Secretaría Técnica de Planificación Red de Inversiones y Exportaciones - MIC Instituto Paraguayo de Cooperativismo - INCOOP Agencia Financiera para el Desarrollo	Cámara Vial del Paraguay Cámara de Terminales y Puertos Privados Asociación de Agentes Marítimos Cámara Nacional de Comercio y Servicios del Paraguay Asociación de Transitorios y Operadores Logísticos del Paraguay Centro de Importadores del Paraguay Cámara Paraguaya de Exportadores Unión Industrial del Paraguay Federación de la Producción, la Industria y el Comercio Cámara Paraguaya de la Construcción Cámara de Armadores Fluviales y Marítimos Cámara Paraguaya del Transporte Internacional Terrestre Asociación Gremial de Empresarios del Transporte del Paraguay Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas Unión de Gremios del Paraguay Centro de Despachantes de Aduanas del Paraguay Cámara de Comercio Paraguayo-Americana Medios de prensa ABC Color Federación de Cooperativas de la Producción - FECO-PROD	Universidad Nacional de Asunción Universidad Católica Universidad Americana Universidad Autónoma de Asunción	Banco Interamericano de Desarrollo Agencia Japonesa de Cooperación Internacional USAID Banco Mundial

Fuente: Basado en el informe del consultor sobre el diagnóstico de actores para las Notas Técnicas del Banco Interamericano de Desarrollo.

9.3. ANÁLISIS DE OBJETIVOS

Algunos de los objetivos principales de transporte y logística son:

- Infraestructura vial: implementación de proyectos de infraestructura propuestos en el Plan Maestro de Transporte.

- Incremento de la capacidad de coordinación, gestión y regulación del MOPC: se fortalece su capacidad de gestión.
- Profundización en la coordinación de actores públicos y privados.
- Los agentes privados se modernizan y optimizan su operación y aumenta la calidad del sistema de transporte y logística.
- Un plan de inversión acompañado con institucionalidad pública para triplicar los niveles de inversión para el 2018.
- Implementación de herramientas jurídicas que permitan formas innovadoras de financiamiento de la infraestructura.
- Sistema de planificación continua y dinámica.
- Innovación de un sistema de calidad para transporte.
- Salto tecnológico con cambio de energía eléctrica para transporte.
- Sistemas inteligentes de control de tráfico urbano; sensores, cámaras de video, pantallas led.
- Fortalecer los programas de educación vial.

9.4. LÍNEAS DE ACCIÓN ESTRATÉGICAS O INTERVENCIONES

Transporte vial

- Inversión en infraestructura, hacer por lo menos 500 km/año de rutas a través de un plan vial (MOPC). Es necesario el endeudamiento para la inversión con bonos del Tesoro (Ministerio de Hacienda).
- La posibilidad de alcanzar el objetivo depende mucho de la voluntad política del gobierno, coordinación de sus instituciones y formar parte del Plan Maestro de Transporte.
- La factibilidad política está relacionada con establecer plazos para alcanzar el objetivo.
- Según el programa de inversión multimodal, en un horizonte de 10 años ascendería a 3.298.700.401 U\$\$, de acuerdo al Plan Maestro de Transporte.

Ferroviario

- Se prevé la concesión del Ferrocarril Pte. Franco - Curupayty y Pte. Franco - Asunción. El tramo Pte. Franco - Curupayty con interconexión con el Brasil a través de un puente multimodal en Pte. Franco, y con la Argentina en Curupayty, constituirá una gran sinergia en el aumento de volumen de intercambio logístico mediante la conexión con Argentina y Brasil a través del corredor bioceánico ferroviario.
- Con el ferrocarril se reducirán los gastos de traslado en aproximadamente 10 horas de transporte y 320 millones de U\$\$. También se reducirán las emisiones de dióxido de carbono, con 1.060 millones de U\$\$ en costos ambientales. La reducción de los tiempos de transporte será en 2.540 millones U\$\$, gastos en operaciones de transporte de 9.620 millones U\$\$, la disminución de accidentes de tránsito que generará un ahorro de 110 millones de U\$\$.
- Se fortalecerán las economías locales y se crearán más puestos de trabajo. Su influencia directa generará 29.000 puestos de trabajo y una repercusión económica de 3.100 millones de U\$\$. A nivel nacional, se espera un beneficio económico de 5.400 millones

de U\$S y la creación de 40.000 empleos. La relación costo-beneficio es de ahorro en millones de dólares al año en tiempo y eficiencia en transporte de cargas y de personas.

- Un desafío importante sería recuperar la franja de dominio del antiguo ferrocarril.
- La sostenibilidad tecnológica sería aplicable con el uso eficiente de la energía eléctrica disponible para el país.
- Según el Plan Maestro de Transporte, se debe invertir aproximadamente 1.477.200.000 U\$S.

Aeropuertos

- Una solución viable sería concesionar los aeropuertos especialmente el Silvio Pettrossi, para lo que se necesitaría una inversión de 110.507.484 U\$S, según el PMT. Se podría convertir a Asunción en un punto de enlace internacional donde puedan bajar nuevamente grandes compañías aéreas.

Hidrovia

- Inversión en dragado para la navegabilidad del río, los 12 meses del año y las 24 horas del día.
- Según el Plan Maestro de Transporte, se maneja un monto de 214.000.000 U\$S en 10 años. Esto podría realizarse con la Alianza Público Privada. El proyecto tiene los obstáculos del sector de camiones y los ecologistas.

Movilidad urbana

- Metrobús, tren de proximidad ligero. Desincentivar el uso de vehículos particulares. Se necesita un transporte público eficiente y ordenado. Esto también implica semáforos inteligentes, pantallas led, videocámaras, sistema WIFI y GPS para monitoreo y control de las unidades de transporte.
- Con el metrobús, buses de alta capacidad transportarán a los pasajeros. Esto implica cruces a nivel, rampas, funcionalidad con tarjeta de pago externo desde San Lorenzo hasta el Puerto de Asunción.

Otros

- Focalizar políticas de innovación para fiscalizaciones, transporte urbano y ampliación de la infraestructura vial de todo tiempo en áreas rurales.



CONCLUSIONES

10

El Paraguay es un país mediterráneo con una importante dependencia de la infraestructura de transporte de los países vecinos, que lo conectan a mercados regionales y a puertos marítimos de enlace internacional.

Desde el punto de vista vial, el 25% de las rutas pavimentadas se encuentran severamente deterioradas y 77% de los caminos rurales no tienen mantenimiento. Existe un déficit en mantenimiento de rutas. Las vías de acceso a Asunción están saturadas de camiones muy pesados que destruyen las rutas y congestionan las zonas cercanas al puerto.

En promedio, el gasto estatal en el sector transporte representa solo el 1,7% del PIB, mientras que en países desarrollados este gasto llega a representar hasta el 4% del PIB.

En lo que respecta a su transporte fluvial, el país cuenta con la cobertura de uno de los sistemas hidroviarios más grandes del mundo, pero posee un serio déficit en el mantenimiento de una adecuada navegabilidad, especialmente del río Paraguay, por donde transita el 70% de su comercio exterior. Falta profundización para transporte permanente de por lo menos 11 pies o 3,325 m. También faltan señalización y control de navegación para navegación nocturna. Actualmente existen problemas de navegación durante 3 meses en época de bajante del río. Asimismo, el crecimiento de la actividad portuaria privada no fue acompañado por una previsión de planificación adecuada, instalándose muchos puertos en las inmediaciones de la ciudad de Asunción y creando un serio problema de congestión de tráfico en los alrededores por los camiones de gran porte.

En lo que atañe al transporte aéreo, el Paraguay posee un serio déficit de calidad de su principal terminal aérea, el Aeropuerto Internacional Silvio Pettrossi, con pocas garantías para la aeronavegación. Paraguay no posee una línea aérea nacional y no cuenta con rutas directas con Europa ni EE. UU. por problemas de certificación. Los equipos del Aeropuerto Silvio Pettrossi están obsoletos, especialmente en equipamientos de comunicaciones y de control de tráfico aéreo.

El transporte ferroviario ha desaparecido y se tienen serios problemas en lograr que nuevas conexiones regionales enlacen al país con los sistemas portuarios oceánicos.

La problemática del tránsito caótico y la movilidad urbana es uno de los temas prioritarios para Asunción, cuya velocidad de tránsito en las vías principales alcanza solo 10 km/h, y el sistema de transporte urbano colectivo del área metropolitana de Asunción está en crisis. Hay falta de coordinación de planes entre municipios vecinos, creciente instalación de puertos graneleros, pésimo sistema de transporte de pasajeros y aumento del parque automotor.

La conclusión compartida es que es imposible resolver el problema de movilidad urbana con soluciones basadas en el transporte vehicular individual; por lo tanto, la solución debe pasar por el mejoramiento del transporte público urbano. La solución al problema de movilidad debe incorporar una visión integral del problema urbano, incluida la planificación territorial, que permita densificar los corredores centrales de la ciudad, permitiendo edificios de mayor altura alrededor de las zonas donde se crean los corredores de transporte masivo, así como la infraestructura urbana y social, como áreas verdes, ciclovías y aceras adecuadas, donde se otorgue preferencia a las personas por sobre los vehículos, y los residentes, trabajadores y visitantes, jóvenes y viejos, puedan caminar con seguridad o ir en bicicleta a sus actividades diarias.

En lo que respecta a la logística, esta se refiere a la gestión de la “Cadena de Suministro” que planifica, implementa y controla el flujo eficiente y efectivo de insumos y materias primas, y el almacenamiento de productos, así como la información asociada desde el punto de origen hasta el de consumo, con el objetivo de satisfacer las necesidades de los consumidores. Los costos logísticos, como cualquier otro valor de la estructura de costos de producción y comercialización de un producto, tienden a ser transferidos al precio del producto, por lo que se constituye en un “factor de competitividad” del producto. Paraguay posee un costo logístico razonable que le permite lidiar con los sobrecostos existentes en sus enlaces marítimos que se encuentran en los países vecinos. Por lo tanto, posee todavía la posibilidad de promover la diversificación de su cartera de productos en un escenario de costos razonable.

Entre los problemas identificados por este estudio del sector transporte y logística, destaca el hecho de que los actores claves no se encuentran “conectados” sobre la base de una visión común de largo plazo y, aunque existen intentos e iniciativas para que esto suceda, no se logra conformar una “masa crítica” que impulse una agenda de reformas.

Por otro lado, el sector académico posee una baja incidencia en la formulación de políticas públicas, lo que hace que no exista un tercer sector entre el público y el privado que garantice la suficiente base técnica en función al desarrollo de un centro de conocimiento e innovación que alimente de expertos al sistema y, además, que demuestre neutralidad al momento de buscar un equilibrio entre el conflicto de intereses que generalmente entran en juego en el sector.

Las instituciones públicas son entes autárquicos de capacidad técnica y financiera moderada, que particularmente frenan el proceso de modernización porque tienen sindicatos que generalmente no comparten las políticas de reformas. Los gremios de empresarios-camioneros poseen escasa capacidad financiera y bajo poder de negociación de precios y, por lo general, son propensos a gestionar políticas proteccionistas ante la competencia internacional.

La principal interacción entre el sector público y el privado tiene lugar de manera bilateral entre gremios empresariales e instituciones públicas, al momento de negociar regulaciones, facilidades y acuerdos comerciales, problemas al tránsito de cargas a través de terceros países, incentivos a la inversión, regímenes tributarios y, en general, ante cualquier problema comercial que se presente en los procesos de importación y exportación. Los principales Ministerios intervinientes en estos temas son los de Relaciones Exteriores, Hacienda y de Obras Públicas junto con las instituciones autárquicas relacionadas a este, y el Ministerio de Industria y Comercio.

En lo referente al aspecto de I+D+i, es evidente el escaso “peso” que tiene el sector académico en un sector de crecimiento y desarrollo tan dinámico como el logístico, por lo que uno de los principales esfuerzos en este sentido debería ser conectar los centros académicos a las necesidades del mercado para desarrollar o adecuar soluciones tecnológicas a las demandas de las empresas. El rol del CONACYT en este sentido debería ser de fundamental importancia.

Se precisa de un sistema institucional reformado y fortalecido, en donde se planifique en base a las prioridades de desarrollo del sector privado para la adopción de decisiones estratégicas y planes de acción encuadrados en un ambicioso programa de inversiones para la construcción de la infraestructura requerida, además de la implementación de herramientas jurídicas que permitan formas innovadoras de financiamiento de la infraestructura pública.

Áreas que requieren de investigación y desarrollo

El cambio de la matriz energética en el transporte y la logística, pasando del uso de los combustibles fósiles al uso de la energía eléctrica, es un salto tecnológico que ocasionará grandes beneficios sociales, económicos y ambientales para el país.

Áreas que requieren de innovación

Las empresas poseen baja inversión en sistemas de información logística, que les permitan planear la demanda, manejar inventarios, gestionar almacenes y sistemas de distribución, así como también manejar la logística reversa. Se precisan innovadores mecanismos de diseño de soluciones viales integrales, fiscalización de obras y auditoría del transporte.

Formación de talento humano

Existe una demanda creciente por la formación de talento humano en las áreas de transporte y logística empresarial. No hay suficiente oferta para la formación de mandos medios y alta gerencia.

Áreas de oportunidad para profundizar la gobernanza

Es fundamental dotar de mayor liderazgo y capacidad de coordinación para la implementación de políticas transversales al sector transporte dentro del Gobierno. Focalizar políticas de innovación para fiscalizaciones, transporte urbano y ampliación de la infraestructura vial de todo tiempo en áreas rurales.

Áreas de oportunidad para potencializar la articulación de actores y *networking*

En un país con baja economía de escala debido a un mercado interno limitado, es fundamental incentivar la logística colaborativa empresarial.



MARCO LÓGICO

	RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES	INVERSIÓN/ FUENTES DE FINANCIAMIENTO	SUPUESTOS	RESPONSABLES
OBJETIVO GENERAL: Minimizar los tiempos y costos en el proceso de distribución de personas y mercaderías.	La reducción del tiempo y costo en el traslado de personas y mercaderías de un lugar a otro.	Eficiencia en el tiempo y costo de traslado.	Bonos del Tesoro, APP, Itaipú	Ejecución del Plan Maestro de Transporte, inversión a gran escala con aporte de APP.	MOPC
OBJETIVO 1: Mejorar la infraestructura vial.	Tener 3.000 km de rutas asfaltadas en buenas condiciones en 5 años.	Km de rutas asfaltadas por año.	Bonos del Tesoro	Disponibilidad de recursos externos.	MOPC
Eje de Acción Estratégica: Mantenimiento de rutas y caminos rurales.					
Actividades 1. Reparación de las rutas principales.	Reparaciones de las rutas 2, 7, 4 y 6.	Índices de servicio a través del contrato.	Bonos del Tesoro	El Gobierno realizará el primer llamado a precalificación de las empresas para el diseño, financiación, construcción, mantenimiento y explotación de las rutas.	MOPC
2. Mantenimiento constante de los caminos rurales.	Rehabilitación de los caminos vecinales de comunidades de San Pedro, Canindeyú, Concepción.	En un plazo de 3 meses para verificación in situ y supervisión de los trabajos.	Bonos del Tesoro	Plan de emergencia del gobierno para los departamentos de San Pedro, Concepción y Canindeyú.	MOPC
OBJETIVO 2: Instalación de redes ferroviarias en el país.	Empezar los trabajos de implementación de por los menos dos líneas de ferrocarril.	Km de vías instaladas por año.	APP Gobierno de Corea 1.477.200.000 US\$	El gobierno coreano se encargará de la instalación, puesta en marcha y la financiación.	MOPC FEPASA
Eje de Acción Estratégica: Tener en funcionamiento nuevamente un sistema ferroviario moderno en el país.	Concretar el proyecto de tren de cercanías Asunción-Ypacarai y el proyecto bioceánico.	Aprobación del proyecto para su ejecución en un plazo aproximado de 2 años.	APP Gobierno de Corea	Actualmente existen dos proyectos: el tren de cercanías a Ypacarai y el tren bioceánico. Se espera la aprobación para la ejecución.	MOPC FEPASA

	RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES	INVERSIÓN/ FUENTES DE FINANCIAMIENTO	SUPUESTOS	RESPONSABLES
Líneas de Acción: Instalación del ferrocarril bioceánico y recuperación del trazado histórico y su ampliación.	Tren de cercanías finalizado y 530 km de vías entre Curupayty y Pte. Franco.	Supervisión y monitoreo a través del MOPC y FEPASA.	APP Gobierno de Corea	Se aplicarán tecnología coreana y las unidades de tren movidas a electricidad.	MOPC FEPASA
Actividades					
1. Recuperación de la franja de dominio de la antigua línea.	Franja de dominio libre para la habilitación de los rieles.	Supervisión y monitoreo del MOPC y FEPASA.	KOIKA APP		MOPC FEPASA
2. Realizar nuevos trazados para instalación de un tren entre Asunción y ciudades fronterizas.	Una nueva línea entre Asunción y Ciudad del Este.	Proyectos de nuevas líneas.	APP	Proyectos de nuevas vías.	MOPC FEPASA
3. Planear la estructura logística del tren bioceánico.	Obtener capacidad de carga y descarga de productos agrícolas en los patios de cargas.	Infraestructura logística instalada.	FEPASA KOIKA, financiamiento privado, APP	Parte del proyecto tren bioceánico.	MOPC FEPASA
OBJETIVO 3: Mejorar la infraestructura aeroportuaria.	Habilitación del Aeropuerto Silvio Pettrossi para vuelos internacionales, según el programa IASA.	Certificación de la IASA al aeropuerto internacional para vuelos directos a Europa y USA.	Concesión del aeropuerto por medio de APP.	Licitación para la concesión del aeropuerto a la mejor oferta privada.	DINAC MOPC
Eje de Acción Estratégica: Convertir a Asunción en un punto de enlace internacional.	Convertir a Asunción en un HUB de pasajeros y de cargas.	Habilitación para vuelos directos a USA y Europa.	APP por medio de concesión.	Llamado a licitación de empresas para la concesión.	DINAC MOPC
Líneas de Acción: Poner en condiciones la infraestructura aeroportuaria para lograr la habilitación de vuelos a Europa y USA.	Aeropuertos Silvio Pettrossi y Guarani modernizados para pasar las inspecciones internacionales.	Habilitación aeroportuaria de la IASA.	APP por medio de concesiones.	Licitación para mejora de infraestructura.	DINAC MOPC
Actividades					
1. Mejora de la infraestructura aeroportuaria.	Mejora de la plataforma, la pista de rodaje, calles de circulación interna.	Pistas según las normas de calidad requeridas por la IASA.	APP	Licitaciones para mejora.	DINAC MOPC

	RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES	INVERSIÓN/ FUENTES DE FINANCIAMIENTO	SUPUESTOS	RESPONSABLES
2. Adquisición e implementación de equipamientos nuevos para el aeropuerto internacional.	Implementación de sistema de navegación, vigilancia por radar, sistema de radiocomunicación, sistemas de aterrizaje por instrumentos, servicio meteorológico.	Equipamientos acordes a las normas IASA.	APP	Licitaciones para mejora.	DINAC MOPC
3. Entrenamiento y capacitación de los encargados del control aéreo.	Entrenamiento para control de tráfico aéreo, capacitación y eficiencia de los recursos humanos asignados por la DINAC en la administración y operación del aeropuerto.	Programa de entrenamiento y capacitación, así como evaluación de desempeño constante del personal según las normas de calidad.			DINAC
OBJETIVO 4: Mejorar la navegabilidad de la hidrografía.	Mantener la navegabilidad los 12 meses del año y las 24 h del día en los ríos Paraná y Paraguay.	Monitoreos constantes, especialmente los meses de bajante de los ríos.	APP		MOPC ANNP
Eje de Acción Estratégica: Mantenimiento constante de los canales hídricos del país.	Buena profundidad para las barcazas, con un mínimo de 11 pies, apta para navegación de todo el año.	Profundidad mínima en los puntos críticos de 11 pies. Control y monitoreo constantes.	APP		ANNP MOPC
Líneas de Acción: Contratar y monitorear a la empresa encargada del mantenimiento de los cauces hídricos.	Canales hídricos aptos para la navegación todo el año.	Profundidad mínima de 11 pies en los puntos críticos.	APP		ANNP MOPC
Actividades 1. Señalización correcta, especialmente para la navegación nocturna.	Correcta señalización y balizamiento.		ANNP	La fiscalización de la ANNP para la correcta señalización y balizamiento.	ANNP

	RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES	INVERSIÓN/ FUENTES DE FINANCIAMIENTO	SUPUESTOS	RESPONSABLES
2. Dragado en los puntos críticos.	En el tramo comprendido entre la desembocadura del río Apa y el río Pilcomayo existen 16 pasos críticos que deben solucionarse mediante buena señalización y dragado	Los puntos críticos bajo control y mantenimiento.	APP	La fiscalización de la ANNP en los puntos críticos y verificación de dragado.	ANNP MOPC
OBJETIVO 5: Reingeniería de la logística urbana y de transporte de la Gran Asunción.	Servicio del transporte público más eficiente y rápido. Menor congestión del tráfico en Asunción.	Disminución de la cantidad de vehículos particulares y mayor cantidad de usuarios en el transporte público.	BID Bonos del Tesoro, Itaipú	Trabajo en conjunto de la Municipalidad de Asunción con los municipios de la periferia, con asesoramiento coreano para los equipos.	MOPC, Municipalidades de Asunción y Gran Asunción
Eje de Acción Estratégica: Mejoramiento del servicio del transporte público y reordenamiento del tráfico en Asunción.	Transporte público más rápido y eficiente. El flujo de movimiento de tráfico con mayor velocidad.	Aumento en la cantidad de usuarios que usan el transporte público, menor cantidad de vehículos particulares.	BID Bonos del Tesoro, Itaipú	Utilización de equipamiento coreano, funcionamiento del metrobús, coordinación de trabajos intermunicipales.	MOPC, Municipalidades de Asunción y Gran Asunción
Líneas de Acción: Instalación del metrobús, activación del sistema de transporte inteligente.	Capiatá, San Lorenzo y Asunción en 40 minutos con alta capacidad de transporte de pasajeros.	Disminución de vehículos particulares y aumento de usuarios del transporte público.	BID Bonos del Tesoro Itaipú	Utilización de equipamiento coreano, funcionamiento del metrobús, coordinación de trabajos intermunicipales.	MOPC, Municipalidades involucradas
Actividades					
1. Billetera electrónica para el metrobús.	Desarrollo de tarifas que incentiven el uso masivo del metrobús.	Disminución de vehículos particulares y aumento de usuarios del metrobús.	BID Bonos del Tesoro, Itaipú		MOPC, Municipalidades involucradas
2. Instalación de cámaras a 15 m de altura.	Centro de control semafórico funcionando plenamente en los cruces más problemáticos	Disminución de accidentes de tránsito.		Eficaz implementación del Centro de Control Semafórico.	MOPC, Municipalidades involucradas
3. Implementación de la unidad de Control Semafórico de Asunción.	Centro de Control Semafórico funcionando plenamente en los cruces más problemáticos.	Disminución de accidentes y agilización del tráfico.		Eficaz implementación del Centro de Control Semafórico.	MOPC, Municipalidades involucradas



BIBLIOGRAFÍA

ALADI (2007). “Estudio sobre los efectos económico-comerciales de la mediterraneidad sobre el comercio en Bolivia” - Publicación *DAPMDER* N° 05/07. Dr. Alberto Rubial.

Allport, R. (2000). *Urban mass transit in developing countries*. London: Halcrow Fox.

Banco Mundial (2009). *Informe de desempeño del sector transporte en el Paraguay*.

BCP (2012). *Informe Económico Anual*. Recuperado en febrero de 2014, de www.bcp.gov.py

Benítez (2011). *Presentación del Banco Mundial al Gobierno del Paraguay*.

Consejo Nacional de Inteligencia, USA (2009). *Global Trends 2025*.

DGEEC (2004). *Pobreza y Desigualdad por Distritos*. Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos, Fernando de la Mora, Paraguay.

DGEEC (2011). Encuesta Permanente de Hogares. Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos, Fernando de la Mora, Paraguay.

DGEEC (2013). Datos Población. Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos, Paraguay.

DINATRAN (2012). *Estructura de costos operativos de vehículos automotores*. Paraguay.

DINATRAN. *Transporte de Carga Internacional. Normativas y leyes*: www.dinatran.gov.py

ETNA (1991). Estudio de Transporte Nacional - MOPC.

INVESTOR (2011). *Informe de tendencias de la economía para el PMT*.

MIC (2013). Plan Nacional de Logística. Ministerios de Industria, de Obras Públicas y Comunicaciones y Banco Interamericano de Desarrollo.

MOPC (2012). Plan Maestro de Transporte. Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Banco Interamericano de Desarrollo y Nippon Koei LAC, Asunción, Paraguay.

MOPC (2011). Proyecto BRT. Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Banco Interamericano de Desarrollo y Consultora LOGIT, Asunción, Paraguay.

Nippon Koei LAC, M. d. (2013). Plan de Inversión Vial. Asunción, Paraguay.

PwC (2011). *Transporte y Logística 2030*. Volumen 2: “Infraestructuras de transporte. ¿Motor o freno de mano para las cadenas de suministro globales?” PricewaterhouseCoopers, USA.

Red Europea de Ideas (2011). *El mundo en el 2025*.

Salinas, R. (2007). *Informe Sectorial para el MOPC*.

Salinas, R. (2008). *LOGÍSTICA e INFRAESTRUCTURA BÁSICA*. Proyecto FOCOSEP STP/UE.

SPI (2008). *Estudo da Dimensão Territorial para o Planejamento*. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. Gobierno de la República Federativa del Brasil.

Tirachini et all. (2009). “Comparing operator and users costs of light rail, heavy rail and bus rapid transit over a radial public transport network”. 11th Conference on Competition and Ownership in Land Passenger Transport. Delft University of Technology, Netherlands, 20-25 September 2009.

USAID (2006). *Impacto del transporte y la logística en el comercio internacional del Paraguay*.

Wright London (2001). *Sustainable Transport: a sourcebook for policymakers in developing cities*. GTZ. Eschborn, Germany.

Yachico Engineering Co. Ltd. (1999). *Estudio de observación acerca de la planificación del transporte urbano en el área metropolitana*. Paraguay.







