



Ciudad de México a, 28 de febrero de 2019

Factor de Emisión del Sistema Eléctrico Nacional

De conformidad con el artículo 12 del Reglamento de la Ley de Transición Energética, y habiendo recibido e incorporado las observaciones realizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a la metodología para el cálculo del Factor de Emisión y su aplicación, se comunica a los Establecimientos Sujetos a Reporte, que el factor de Emisión del Sistema Eléctrico Nacional, correspondiente al año 2018, es:

0.527 tCO₂e / MWh

Dicho factor se podrá emplear para fines del reporte al Registro Nacional de Emisiones tomando en cuenta que este factor considera la generación de las centrales eléctricas que entregan energía a la red eléctrica nacional, de acuerdo a lo estipulado en la fracción XLIV del artículo 3 de la Ley de la Industria Eléctrica.

no estaba disponible; por esta razón, se aportaba al acueducto del Sistema Lerma a través del túnel de Atarasquillo. Al completarse la segunda etapa, el túnel Analco-San José ya estaba en servicio; desde entonces pasan por allí las aguas que se entregan en bloque para el abasto del Distrito Federal y de los 14 municipios de la zona conurbada del Estado de México.

11. **El túnel Analco-San José fue construido en paralelo al de Atarasquillo, y en la actualidad comparten las tres lumbreras existentes.** Desde su construcción y puesta en operación en 1978, se han realizado dos inspecciones parciales, en 2001 y 2011; ambas permitieron identificar las afectaciones y condujeron a una revisión completa e integral en 2012. (Las recomendaciones surgidas en ese momento se consideran vigentes y se exponen más adelante.)
12. **La tercera línea de conducción del Sistema está en construcción.** Tendrá 76 km de longitud con un diámetro de 99". La nueva línea evitará que se interrumpa el suministro a la ZMVM cada vez que se requieran labores de mantenimiento mayor en el Sistema Cutzamala; proporcionará, además, mayor seguridad en caso de fallas en las líneas de conducción existentes. Una segunda conducción desde la planta de bombeo 5 a la torre de oscilación 5 está también en proceso de construcción.

1.2. Bombeo

13. **Plantas de bombeo.** Las seis plantas de bombeo se construyeron en terrenos de perfil montañoso, en tramos de alta densidad de vegetación y fuertes precipitaciones. Son por ello obras que exigen una operación cuidadosa, así como conservación y mantenimiento continuos. Cada una con su subestación eléctrica, las instalaciones de bombeo alojan en total 36 conjuntos de motor-bomba-válvula esférica y 11 torres de oscilación y sumergencia, así como las correspondientes válvulas de seccionamiento (Figura 3.2). En varias de las plantas, los motores llegan hasta 22,000 caballos de fuerza para impulsar 4 m³/s cada uno y elevar el agua más de 1,100 metros. El conjunto consume aproximadamente 2,200 millones de kWh al año. El bombeo demanda alrededor de 147 GWh al año por m³/s de caudal, mientras que, por ejemplo, la extracción de agua subterránea en el Valle de México consume alrededor de 6 GWh anuales por m³/s. En la Tabla 3.4 se muestra el número de unidades, los caudales nominales y otras características de las plantas.
14. **Estado de los equipos.** Todos los elementos de las plantas de bombeo se encontraban en estado operativo en el momento de este diagnóstico, a excepción del grupo motor número 4 de la planta de bombeo 2, que estaba en reparación por mantenimiento, y el grupo n° 1 de la planta de bombeo 5, fuera de servicio debido a los daños provocados por una fuerte tormenta eléctrica y cuya reparación estaba en espera de la evaluación por la compañía aseguradora.

■ **Tabla 4.4. Características generales de las plantas de bombeo**

Elemento	Capacidad total (m ³ /s)	Elevación (msnm)	Altura a vencer (m)	Cantidad de grupos	Capacidad unitaria (m ³ /s)	Potencia motor(kW)	Potencia total instalada(kW)
Planta de bombeo 1(*)	20.00	1,600.18	121.15	5	4	7,960	39,800
Planta de bombeo 2 (*)	24.00	1,721.70	100.50	6	4	5,550	33,300
Planta de bombeo 3 (*)	24.00	1,832.90	355.60	6	4	16,100	99,000
Planta de bombeo 4 (*)	24.00	2,178.88	376.60	6	4	16,100	99,000
Planta de bombeo 5	24.00	2,497.00	174.00	6	4	7,960	47,760
Planta de bombeo 5 ^a	5.10	2,497.00	158.00	3	1.70	3,170	9,510
Planta de bombeo 6	5.10	2,324.98	213.00	3	1.70	4,200	12,600

(*). Estas plantas funcionan en serie.
(Fuente: elaboración propia con datos de OCAVIM)

exitosamente al mercado. No obstante, este desarrollo de la producción para el mercado ha favorecido la aparición de aprovechamientos no autorizados. Se observa, asimismo, la ocupación de zonas federales con propósitos productivos. Los productores del módulo 7 del Distrito de Riego 045 y de la unidad de riego Susupuato, ubicados en las proximidades de los canales Tuxpan-El Bosque-Colorines del Sistema Cutzamala, consideran que hay disponibilidad suficiente de agua para ser aprovechada por gravedad o por bombeo. De continuar el incremento de tomas irregulares, tanto los usuarios autorizados como la población servida por el Sistema podrían verse afectados. En el apartado de *Aspectos Hidroagrícolas* se expone esta situación con más detalle.

3. Transferencias de agua a las zonas metropolitanas

29. **Estado actual del suministro.** El caudal total de agua suministrada por el Sistema Cutzamala en el periodo 2006-2012 fue de 14.58 m³/s en promedio, con extremos de 15.40 m³/s en 2008 y de 12.68 m³/s en 2009. La aportación para uso público en el Estado de México fue de 5.55 m³/s (equivalente a una aportación total de 175 hm³/año) y para el Distrito Federal de 9.03 m³/s (284 hm³/año) en 2012. Reciben agua potable proveniente del Sistema 13 delegaciones en el Distrito Federal y 14 municipios en el Estado de México.
30. **Los costos de energía eléctrica consumida por las instalaciones del Sistema Cutzamala ascendieron a \$2,112 millones de pesos en 2012, equivalente a 77.5% de los costos totales de operación.**
31. **Prospectiva.** Un análisis reciente compara dos posibles trayectorias de balance físico en el suministro de agua a la ZMVM hacia 2030 (Banco Mundial, 2013). La primera es un escenario tendencial, sin cambios de eficiencia; la segunda es la que se obtendría con medidas para incrementar la eficiencia, la sustentabilidad y el abastecimiento de una manera equitativa. El déficit estimado para la primera trayectoria podría, según el estudio citado, reducirse a la mitad en el caso de optarse por la segunda trayectoria y las medidas necesarias. En ambas situaciones continuaría existiendo una brecha entre la demanda y la disponibilidad, siendo que en los dos casos se mantendría la actual sobreexplotación insustentable

de acuíferos locales. Tal déficit implica la necesidad de obtener nuevas fuentes en el mediano plazo o de reasignar el uso de fuentes existentes. Por esta razón, el Sistema Cutzamala continuará siendo un elemento clave en el abastecimiento a la población metropolitana.

4. Conflictividad

32. **Desigualdad social y acceso al recurso.** La carencia generalizada de servicios de agua y drenaje para una población con alta marginación y graves carencias es motivo de reclamos persistentes; constituye una fuente de conflicto entre organizaciones e individuos, por un lado, y entre ellos y las entidades de gobierno, por el otro, así como entre los diferentes usos y también entre localidades. En el apartado de *Panorama Socioeconómico y de Comunicación* se explica la relación que existe entre los distintos actores sociales y el origen de algunos conflictos por el acceso a los recursos y servicios de agua en el Sistema.
33. **Algunas percepciones.** Persisten percepciones que tratan de explicar por qué el recurso está fuera de alcance de algunos usuarios. Ciertas inconformidades evocan aprovechamientos con destino a terceros o a otros usos, en detrimento de la disponibilidad destinada a atender las necesidades locales; en otros términos, se trata de un reclamo por la desigualdad en el acceso al recurso, que expresa un sentimiento de injusticia.
34. **Con respecto a la transferencia de agua hacia otras cuencas, el análisis preliminar en terreno sugiere que no existe una idea compartida sobre el tema.** Como en otras causas de conflicto, la influencia y los liderazgos se construyen en torno a episodios específicos. Los impulsores de conflictividad y los espacios de resolución de controversias son diferentes en naturaleza, tiempo y forma. En realidad, la pobreza y la falta de oportunidades, así como las redes familiares y las disputas de interés sobre la tierra y su usufructo, son problemas más significativos que aquellos asociados directamente con la transferencia de agua.
35. **Los temas recurrentes.** Los conflictos asociados directamente con la existencia y operación del Sistema Cutzamala, que implica a grupos de población reducidos, incluyen reclamos de servicios de agua para uso doméstico o riego, afectación de terrenos, daños ocasionados

Cutzamala

Diagnóstico integral

CUADRO 4. 1. EMISIONES CONTAMINANTES POR COMBUSTIBLE
(Kg/MWh)

Tecnología	Contaminante			
	CO ₂	SO ₂	NO _x	Partículas
Carboeléctrica (≤ 350 MW)	818.7	9.9	6.1	0.5
Carboeléctrica (> 350 MW)	542.4	3.0	4.0	0.3
Ciclo combinado	417.3	0.2	1.4	0.0
Combustión Interna (≤ 20 MW)	757.7	14.7	16.5	0.2
Combustión Interna (> 20 MW)	619.4	14.5	11.6	0.3
Lecho fluidizado	860.0	2.6	0.0	0.1
Termoeléctrica convencional (≤ 115 MW)	805.7	14.7	1.3	1.0
Termoeléctrica convencional (≤ 250 MW)	600.5	9.7	0.9	0.6
Termoeléctrica convencional (> 250 MW)	678.4	12.7	1.1	0.8
Turbogás (diésel)	1408.3	47.2	8.2	0.1
Turbogás (gas)	525.5	0.0	1.8	0.0

Fuente: PRODESEN 2017-2031.

4.1.2. Metodología, Insumos y Descripción de los Escenarios

La influencia del precio de gas natural en la planeación óptima del sector eléctrico se analiza adoptando un enfoque exploratorio. Se describen varios escenarios que exploran diferentes futuros, y los resultados proporcionan conocimiento sobre el rango de posibles decisiones óptimas en la planeación del sector eléctrico bajo unas condiciones determinadas de precios de gas natural⁵⁰. El objetivo de los escenarios exploratorios es sensibilizar sobre la incertidumbre y los riesgos asociados a ella en la planeación del sector eléctrico y promover su integración en la toma estratégica de decisiones.

Metodología

Para la elaboración de este estudio se utilizó el Modelo de Optimización de Balmorel⁵¹, que es un modelo de código abierto y permite la optimización simultánea de inversiones y del despacho en el sector eléctrico, asumiendo libre competencia en el mercado. La optimización en Balmorel asegura que toda la demanda nacional de electricidad se satisface cumpliendo con las metas de energías limpias⁵², minimizando los costos totales de generación (costos de operación y de inversión anualizados) y sujeto a restricciones relativas a la disponibilidad de los recursos, como la infraestructura para la transmisión y el suministro de gas natural o los potenciales estacionales y/o horarios de la generación hidroeléctrica, eólica o solar.

En Balmorel, el SEN se representa agregado en 53 regiones de transmisión (Mapa 4.1), equiparables a las definidas en el modelo de planeación que la SENER utiliza para realizar el PIIRCE, y también empleadas por el CENACE para el proceso de Subastas de Largo Plazo. La transmisión de electricidad dentro de una misma región se considera ilimitada y entre las distintas regiones está restringida por la capacidad de las líneas que las conectan.

⁵⁰ Todos los valores monetarios reportados en este ejercicio, están representados en USD 2016.

⁵¹ Véase Anexo B Metodológico.

⁵² Véase Ecuaciones 7 y 14 de Anexo B Metodológico

PROSPECTIVA DEL SECTOR ELÉCTRICO

2017-2031

