

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**



**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**

**“ENERGÍA ELÉCTRICA Y LA SUSPENSIÓN DE ACTIVIDADES NO  
ESENCIALES EN TIEMPO DE PANDEMIA - CASO PERUANO”**

**Dr. Ing. FERNANDO JOSÉ OYANGUREN RAMÍREZ**

**PERIODO DE EJECUCIÓN: Del 24.10.22 al 30.04.23**

**Resolución de aprobación N° 841-2022-R del 28.12.22**

**Callao, 2023**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo nuestro Creador, quien está conmigo en todos los momentos de mi vida, a la memoria de mis padres y a mi esposa e hijas por su apoyo y comprensión.

## **AGRADECIMIENTO**

En el presente trabajo agradezco al Creador por bendecirme, darme la vida y la creatividad necesaria para continuar haciendo investigación

A la Universidad Nacional del Callao por haberme dado la oportunidad de ser docente a nivel de Pregrado y Posgrado en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

A mis colegas docentes, compañeros de trabajo y alumnos por el apoyo recibido para llevar a cabo el presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	5
INTRODUCCIÓN .....	7
I.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	9
1.1 Descripción de la realidad problemática .....	9
1.2 Formulación del problema.....	11
1.3 Objetivos .....	11
1.4 Limitantes de la investigación .....	12
II.   MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 Antecedentes .....	13
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	13
2.1.2 Antecedentes Nacionales .....	14
2.2 Bases Teóricas .....	16
2.2.1 Aspectos sanitarios.....	16
2.2.2 Aspectos de energía eléctrica.....	17
2.2.3 Actividades esenciales y no esenciales.....	18
2.2.4 Conceptual.....	20
2.3 Definición de términos básicos .....	21
III.  HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	24
3.1 Hipótesis .....	24
3.2 Definición conceptual de las variables .....	24
3.3 Definición operacional de las variables.....	25
IV.   DISEÑO METODOLÓGICO .....	26
4.1 Tipo y diseño de investigación .....	26
4.2 Método de investigación .....	27
4.3 Población y muestra.....	27

4.4	Lugar de estudio y periodo desarrollado .....	28
4.5	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información .....	28
4.6	Análisis y procesamiento de datos.....	28
V.	RESULTADOS .....	29
5.1	Impacto en la energía eléctrica .....	29
5.1.1	Impacto en centrales térmicas que utilizan gas de Camisea .....	30
5.1.2	Centrales RER y la tarifa regulada .....	33
5.1.3	Problemas de morosidad del pago del servicio eléctrico .....	37
5.2	Impacto en la demanda de potencia eléctrica.....	38
5.3	Impacto en la demanda de energía eléctrica.....	41
5.4	La suspensión de las actividades no esenciales y el despacho de carga en el SEIN .....	44
5.5	La suspensión de las actividades no esenciales y el costo marginal de energía eléctrica.....	48
5.6	La suspensión de las actividades no esenciales y la reserva rotante del sector eléctrico .....	49
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	51
6.1.1	Contrastación y demostración de las hipótesis con los resultados	51
6.1.2	Contrastación de los resultados con otros estudios similares.....	54
6.1.3	Responsabilidad ética de acuerdo a reglamentos vigentes 3.....	55
	CONCLUSIONES .....	56
	RECOMENDACIONES .....	58
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
	ANEXOS .....	61
	<b>Matriz de Consistencia</b> .....	61
	<b>Instrumento de captación de datos</b> .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	25
Tabla 2 Potencia Instalada centrales térmicas que usan gas de Camisea.....	31
Tabla 3 Evolución de la producción de energía eléctrica (GWh) centrales RER -2020.....	34
Tabla 4 Valorización de la energía RER (S/.).....	35
Tabla 5 Tarifa BT5-B Residencial – Luz del Sur (ctm. S./kWh).....	37
Tabla 6 Evolución de la Máxima Demanda de Potencia (MW).....	39
Tabla 7 Evolución de la Demanda de Energía (GWh).....	42
Tabla 8 Despacho de carga de Centrales Hidráulicas (GWh).....	45
Tabla 9 Despacho de carga de Centrales Térmicas (GWh).....	46
Tabla 10 Despacho de carga de Centrales Solares (GWh).....	47
Tabla 11 Despacho de carga de Centrales Eólicas (GWh).....	48
Tabla 12 Evolución de los costos marginales en barra de referencia Santa Rosa (US\$/MWh).....	49
Tabla 13 Evolución del margen de reserva – Regulación Primaria de Frecuencia.....	50
Tabla 14 Impacto del COVID-19 en la demanda de energía por países 2020...54	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Producción de energía eléctrica (GWh) de centrales RER-2020.....	35
Figura 2 Valorización de la energía activa para centrales RER-2020(S/.).....	36
Figura 3 Evolución de la Máxima Demanda de Potencia (MW).....	40
Figura 4 Incrementos Mensuales de la Máxima Demanda de Potencia.....	41
Figura 5 Evolución de la Demanda de Energía (GWh).....	43
Figura 6 Incrementos mensuales de la Demanda de Energía.....	44

## RESUMEN

El propósito de la presente investigación fue de analizar la relación que existe entre el mercado eléctrico y, la suspensión de las actividades económicas no esenciales en el Perú, durante el período 2020, con motivo de las normas de distanciamiento social, decretado por el gobierno a partir del 16 de marzo de 2020, ocasionado por la pandemia COVID-19.

Se realizó un estudio no experimental, de corte transversal, de alcance correlacional, utilizando el método científico, de las empresas que prestan servicio de generación, transmisión y distribución en el sector eléctrico peruano, sobre las siguientes dimensiones: situación financiera, pago del servicio eléctrico, producción de energía y precios de la energía. Los resultados mostraron que hay una relación significativa entre el sector eléctrico y la suspensión de las actividades económicas no esenciales, en las dimensiones antes mencionadas; en general, la situación empeoró para las empresas del sector eléctrico, con la suspensión de estas actividades económicas.

En conclusión, podemos afirmar que las empresas del sector eléctrico, tuvieron que enfrentar una fuerte reducción de la demanda de consumo de energía eléctrica, por parte de los usuarios del servicio, que a su vez tuvo un gran impacto en la determinación de la máxima demanda de generación del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional, además de la afectación de los precios de la energía eléctrica, pues los costos marginales bajaron drásticamente producto de la gradual parada de las actividades productivas y el comercio.

**Palabras clave:** Demanda de energía eléctrica, costos marginales, producción de centrales hidrotérmicas, tarifas de energía.

## **ABSTRACT**

The purpose of this investigation was to analyze the relationship that exists between electricity market and the suspension of non-essential economic activities in Peru, during the period 2020, due to the rules of social distancing, decreed by the government as of March 16, 2020, caused by the COVID-19 pandemic.

A non-experimental, cross-sectional, correlational study was carried out, using the scientific method, of the companies that provide generation, transmission and distribution services in the Peruvian electricity sector, on the following dimensions: financial situation, payment of electricity service, energy production and energy prices. The results showed that there is a significant relationship between the electricity sector and the suspension of non-essential economic activities, in the aforementioned dimensions; In general, the situation worsened for companies in the electricity sector, with the suspension of these economic activities.

In conclusion, we can affirm that the companies in the electricity sector had to face a strong reduction in the demand for electricity consumption, by the users of the service, which in turn had a great impact on the determination of the maximum demand. of generation of the National Interconnected Electric System, in addition to the impact on electricity prices, since marginal costs fell drastically as a result of the gradual stoppage of productive activities and trade.

**Keywords:** Demand for electrical energy, marginal costs, production of hydrothermal power plants, energy rates.

## **INTRODUCCIÓN**

A inicios del mes de diciembre de 2019, apareció el nuevo corona virus (COVID-19), en un mercado en la provincia de Wuhan en China. Han pasado alrededor de cuatro meses y el impacto económico en todos los países del mundo ha sido dramático.

Con el avance del nuevo coronavirus, los gobiernos del mundo, en particular en América Latina y el Caribe, han implementado medidas significativas para evitar su propagación, entre las cuales se encuentra el distanciamiento social, efectivizado a través de la cuarentena, que se traduce en la suspensión de las actividades no esenciales.

Las medidas de distanciamiento social tienen un costo económico directo en la productividad de un país, que se debe de cuantificar para conocer la profundidad de la pérdida económica asociada. Esta disminución de las actividades económicas afecta particularmente al sector energético, debido a que la diferencia entre la demanda esperada y la demanda real originará una brecha en los ingresos sustanciales del sector. Las consecuencias de esta brecha en el funcionamiento del sector eléctrico, dependerá mucho de la situación financiera que tenían las empresas antes de la cuarentena, la identificación de los riesgos y los costos durante la misma y los protocolos de recuperación implementados.

En el Perú la cuarentena empezó el 16 de marzo de 2020, y el gobierno ha desarrollado diversas medidas para tratar de reducir el impacto en la población, tratando de asegurar el acceso a los servicios básicos de agua, energía y transporte público.

Con el cierre de las oficinas públicas y privadas, las industrias y comercios que no pertenecen al sector de servicios no esenciales, el consumo de potencia eléctrica disminuyó en aproximadamente 30%, la misma que se dio en las últimas semanas del mes de marzo, cuando el gobierno impuso medidas de cuarentena para que las personas se quedaran en casa, y lograr el propósito de evitar la rápida propagación del coronavirus.

El trabajo titulado “Energía eléctrica y la suspensión de actividades no esenciales en tiempo de pandemia - caso peruano” tiene por finalidad determinar de qué manera impacta a la demanda de energía eléctrica, la suspensión de las actividades no esenciales, con énfasis en la demanda de potencia y energía, el despacho de carga asociado, el costo marginal del sistema y la reserva rotante del sistema eléctrico.

El índice del presente proyecto de investigación consta de seis capítulos, que describimos a continuación:

En el capítulo I se indica el análisis y estudio de la problemática, así como su formulación, y se detalla la justificación, limitantes y los objetivos de la investigación.

En el capítulo II se presenta el marco teórico basado del tema del proyecto y que guarda relación directa con el objetivo, la hipótesis, así como los antecedentes del estudio y la definición de términos.

En el capítulo III se especifica la hipótesis, se presentan las variables y su respectiva operacionalización.

En el capítulo IV se da a conocer el tipo, diseño y método de la investigación, señalándose la población y muestra de estudio que será utilizada para la recolección de datos con las técnicas e instrumentos presentados, y se finaliza con los métodos de análisis y procesamiento de datos.

En el capítulo V se presenta los resultados hallados en la investigación.

En el capítulo VI se da a conocer la discusión de resultados

Finalmente se presenta la discusión de resultados, las conclusiones, las recomendaciones, las referencias bibliográficas citadas con la norma APA, y en anexos presentamos la matriz de consistencia y el instrumento de recolección de datos.

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

A inicios del mes de diciembre de 2019, apareció el nuevo corona virus (COVID-19), en un mercado en la provincia de Wuhan en China, convirtiéndose al poco tiempo en una pandemia. Es así, que los gobiernos del mundo, en particular en América Latina y el Caribe, implementaron medidas significativas para evitar su propagación, entre las cuales se encuentra el distanciamiento social, efectivizado a través de la cuarentena, que se traduce en la suspensión de las actividades económicas no esenciales. Esta disminución de la producción manufacturera y prestación de servicios personales, afecta particularmente el buen funcionamiento del sector eléctrico, debido al impacto en la situación financiera de las empresas eléctricas.

En el Perú, la cuarentena comienza el 16 de marzo de 2020, y de acuerdo con el Comité de Operación Económica del Sistema (COES), ente que tiene a cargo la operación del sistema eléctrico peruano, la máxima demanda de potencia pasó de 7,125 MW en febrero a 5,173 MW en abril del año 2020. Esto significa alrededor de 1,950 MW dejados de consumir, de los cuales 60% corresponde a la paralización de las actividades de oficinas, pequeñas industrias y comercios, y el 40% por la semiparalización de las grandes industrias y centros mineros.

Si bien es cierto que por la cuarentena la demanda de los consumidores residenciales aumentó, pero disminuye a nivel total porque las industrias han disminuido drásticamente su producción y por ende el consumo de energía. Lo mismo ha ocurrido con las centrales de generación de electricidad, pues la demanda de energía se abasteció con generación hidráulica, centrales renovables no convencionales (RER) y con escasa participación de las centrales térmicas.

Debido a la disminución de la demanda de energía eléctrica, se produce una diferencia entre la demanda esperada y la demanda real que a su vez origina una brecha en los ingresos de las empresas del sector. Además de la disminución de la demanda de energía, se ha observado problemas de falta de pago de la población, problemas operativos en el suministro de energía y un impacto en los precios de la misma.

De acuerdo con Murillo et al. (2020) existen investigaciones relacionadas con la suspensión de las actividades no esenciales tales como, la afectación del sector eléctrico, por la brecha financiera de las empresas eléctricas causadas por las tendencias del consumo eléctrico. Agdas y Barooah (2020) van en el mismo orden de pensamiento con relación a la suspensión de las actividades no esenciales. Las modificaciones de otras variables como el consumo de energía eléctrica en las horas de máxima y mínima demanda (Liu y Lin, 2021), la producción de energía eléctrica debido a la disminución de generación de plantas con gas natural (Leach et al., 2020) y el incremento de la producción de hidroelectricidad, además de la variación de los precios o tarifas de electricidad (Kirli et al., 2021) son consecuencia de la disminución de la demanda de energía eléctrica.

La cuarentena pudo llevar a romper la cadena de pagos del consumo eléctrico de las personas de bajos recursos, para ello el sector eléctrico tomó la decisión de no cortar el servicio de energía eléctrica ante una falta de pago del consumidor. Si los consumidores no pagan a las empresas distribuidoras, que son las que pagan a su vez a las empresas transmisoras y generadoras, el sector eléctrico se quedaría sin dinero para pagar sus compromisos con empleados y proveedores.

Por lo expresado, la presente investigación cuantitativa, pretende identificar y analizar alternativas para evitar el colapso de las

empresas que conforman el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional en el año 2020.

## 1.2 Formulación del problema

La formulación del problema de investigación se hace indicando el problema general y los problemas específicos, luego de operacionalizar la variable independiente y en forma de pregunta.

El problema se enuncia en forma general y en forma específica (cuatro casos), como se indica a continuación.

### a) Problema General

¿Cómo se impacta la energía eléctrica por la suspensión de las actividades no esenciales?

### b) Problemas específicos

- ¿Cómo se afecta la demanda de potencia y energía por la suspensión de las actividades no esenciales?
- ¿Cómo se afecta el despacho de carga por la suspensión de las actividades no esenciales?
- ¿Cómo se afecta el costo marginal por la suspensión de las actividades no esenciales?
- ¿Cómo se afecta la reserva rotante del sistema eléctrico por la suspensión de las actividades no esenciales?

## 1.3 Objetivos

### a) Objetivo General

- Determinar de qué manera impacta en la energía eléctrica, la suspensión de las actividades no esenciales.

b) Objetivos específicos

- Determinar de qué manera impacta en la demanda de potencia y energía, la suspensión de las actividades no esenciales.
- Determinar de qué manera impacta en el despacho de carga, la suspensión de las actividades no esenciales.
- Determinar de qué manera impacta en el costo marginal, la suspensión de las actividades no esenciales.
- Determinar de qué manera impacta en la reserva rotante, la suspensión de las actividades no esenciales.

1.4 Limitantes de la investigación

La investigación se circunscribió al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) del Perú, cuyo ámbito geográfico abarca 21 departamentos del Perú.

El estudio se desarrolló durante los meses de marzo a diciembre del año 2020, período en el cual se analizaron las variables de investigación.

El estudio se efectuó dentro de los conceptos teóricos para las variables empresas del sector eléctrico y actividades económicas no esenciales, así como la Ley de Concesiones Eléctricas que rige el sector eléctrico peruano.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

Wen et al. (2022) expone que las medidas de emergencia impuestas por los gobiernos de todo el mundo han tenido impactos masivos en el sector energético, lo que ha resultado en reducciones dramáticas en el consumo total de energía. En Nueva Zelanda se introdujeron estrictas medidas de contención en respuesta al virus Covid-19 y propone un modelo de promedio móvil autorregresivo aumentado, para evaluar el impacto de las medidas de contención en la venta al por mayor de la energía eléctrica. El estudio abarca el período del 27 de febrero de 2020 al 23 de febrero de 2021. Los resultados muestran que el bloqueo del Nivel de Alerta 4 tuvo el efecto más grande, significativo y negativo en electricidad demandada en comparación con otras medidas de nivel de contención. Específicamente, el Nivel de Alerta 4 resultó en una reducción del 12% en la venta al por mayor electricidad demandada. Señala que las rupturas estructurales en los datos, son evidentes a medida que la contención avanza al Nivel de Alerta 1. Además, el análisis nos ofrece información sobre el desempeño de los mercados de electricidad cuando ambos se agregan demanda y el patrón de demanda cambia en respuesta a restricciones exógenas. Este antecedente contiene resultados que me permitirán tener una referencia sólida para mi trabajo de investigación, así como aprovechar el modelo de regresión utilizado.

Leach et al. (2020) estudian el efecto de la pandemia del COVID-19 en los mercados de electricidad en provincias canadienses seleccionadas. Usando datos de electricidad de alta frecuencia, encontraron que la demanda de electricidad disminuyó aproximadamente un 10 por ciento en Ontario y alrededor de un 5 por ciento en Alberta, Columbia Británica y New Brunswick. Adicionalmente, por el lado de la oferta, en Alberta

encontramos reducciones de algunas plantas de gas natural y un aumento en la generación neta de la región de arenas bituminosas, mientras que Ontario ve un aumento en las exportaciones netas de electricidad. Las implicaciones de política incluyen posibles impactos en las tarifas como resultado de cargos fijos distribuidos en una base de tarifas más pequeña, el uso potencial de datos de electricidad como un indicador económico en tiempo real durante la pandemia. Sus conclusiones me permitirán tener una visión sobre el posible efecto sobre las tarifas eléctricas en el sistema interconectado nacional peruano.

Navon et al. (2021) mencionan que los impactos de mediano y largo plazo de la pandemia en el sector energético han sido ampliamente estudiados en los últimos meses. Pero, hay muchas preguntas abiertas sobre la operación y planificación a largo plazo de los sistemas de energía. Por ejemplo, ¿cómo afectará la pandemia la integración de las fuentes de energía renovable? ¿Deberían cambiar los planes actuales de expansión de los sistemas de energía por el COVID-19? ¿Qué nuevas herramientas deberían proporcionarse para apoyar a los operadores del sistema durante las crisis sanitarias mundiales? Este documento. Este artículo me permitirá definir mejor cómo deberán operar las empresas eléctricas peruanas ante la presente pandemia.

### 2.1.2 Antecedentes Nacionales

Beraún (2020) analiza la eficiencia energética en los hospitales del Perú durante la pandemia y su influencia en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, en especial el 7 de Energía asequible y no contaminante; la alta demanda de energía que afronta el sector eléctrico debe estar garantizado, por lo que es importante reducir los consumos mediante el ahorro y el uso de tecnología apropiada. Si bien es cierto el consumo durante estos 9 meses se ha incrementado, muchos hogares han optado por cambiar las lámparas

ahorradoras por lámparas LED, representando un ahorro entre el 30 y 50% del consumo promedio. Este artículo permitirá definir con precisión cuáles son las cargas esenciales del sistema eléctrico interconectado peruano.

Okomura y Cabrera (Okumura y Cabrera, 2020) hacen un análisis sobre el efecto de las normas de distanciamiento social, tanto en la economía, como en el consumo de electricidad, que resultó en una marcada reducción en la demanda de electricidad. Así, para el mes de marzo, con el inicio de la cuarentena, se presentó una disminución significativa de la demanda, lo cual tuvo un impacto en la determinación de la máxima demanda de generación del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) y con ello, de los Costos Marginales de Corto Plazo (CMgCP), como resultado de la gradual parada de las actividades productivas y el comercio. La máxima demanda de potencia tiene una disminución de 25.21%, para el mes de abril 2020, respecto a la máxima demanda de abril del año 2019. En ese sentido es evidente que, si bien el crecimiento durante los meses de enero y febrero 2020 son similares, para el mes de marzo 2020 se ve un menor crecimiento, resultando para el mes de abril 2020 un crecimiento negativo, producto de la aplicación del distanciamiento social obligatorio implementado por el gobierno. Este artículo me permitirá cuantificar los efectos en la demanda de energía eléctrica en el Perú.

Wong (Wong Ou, 2019) concluye que la sobreoferta de generación del mercado eléctrico peruano y los precios deprimidos del mercado spot, han causado un freno en las inversiones de plantas de generación. Sin embargo, las inversiones en el sector minero alcanzarían una suma de US\$ 6,000 millones para el 2019, y, como son los principales consumidores eléctricos, se calcula que en los siguientes años la etapa de exceso de oferta eficiente se agotará, significando que la única opción para abastecer la demanda será con centrales de diésel. El despacho con diésel representaría un alza de

precios de energía y un retroceso en los esfuerzos ambientales que se han puesto hasta la fecha. El estudio definirá cuál tecnología podrá suplir la demanda de manera pronta (menor tiempo de construcción), oportuna (ubicación geográfica), eficiente (potencia y factor de planta/disponibilidad), económica (costo de capital y costo nivelado de electricidad) y limpia (factor de emisiones) de acuerdo a las proyecciones de oferta y demanda del mercado eléctrico del Perú. Este artículo servirá en la presente investigación pues orientará el desarrollo de la generación de energía eléctrica.

García et al. (2020) informan que la producción de energía eléctrica en Perú se redujo en promedio un 32%, mientras que la demanda ha caído casi en un 36%.

## 2.2 Bases Teóricas

### 2.2.1 Aspectos sanitarios

Para Rebolledo (2020) la presente crisis sanitaria es quizás la más global que el planeta haya enfrentado y tendrá impactos económicos desastrosos. La economía mundial y en Latinoamérica se contraerá entre 2% y 5% con los consecuentes efectos en la pérdida masiva de puestos de trabajo que deteriorará de forma significativa el ingreso disponible de las familias.

En América Latina el problema se agrava por la relevancia que tienen sectores informales que dependen de un ingreso diario o semanal que hoy se ha visto interrumpido por las necesarias cuarentenas para controlar los efectos de la pandemia. Hay países que hasta el 70% del valor de su economía lo explican estos sectores informales que hoy no pueden desarrollarse.

No enfrentamos una crisis tradicional que responde a un ciclo económico, hoy se contrae la oferta y la demanda a la vez, y los circuitos productivos se han interrumpido en lo doméstico y a nivel global. Sectores de servicios se encuentran prácticamente

paralizados, compañías de turismo, transporte aéreo, y logística valen un tercio o menos que antes de la crisis. Es decir, enfrentamos un momento excepcional en la historia de los últimos 100 años, no se parece ni a la crisis asiática de 1997, ni la crisis financiera y económica del 2008, por lo que las medidas y soluciones deben ser también excepcionales y heterodoxas (Rebolledo, 2020).

### 2.2.2 Aspectos de energía eléctrica

La electricidad es siempre un servicio esencial, pero la emergencia sanitaria global y las imágenes que vemos a diario estas últimas semanas nos recuerdan lo crucial que es la provisión de este servicio para el normal funcionamiento de nuestras vidas. El equipamiento en hospitales, la gente teletrabajando, comprando, vendiendo, impartiendo o recibiendo educación en sus casas serían simplemente imposible sin la continuidad de un suministro de calidad para garantizar estas actividades. Por ello, para los gobiernos y las empresas del sector, ésta debe ser una total prioridad.

El sector eléctrico tiene un rol significativo para contribuir a aliviar las grandes complicaciones que hoy enfrentan millones de familias que no tienen ingresos, ni liquidez para afrontar esta crisis. La electricidad, es un servicio básico y debe estar garantizado.

Los países en el mundo y en Latinoamérica en su mayoría lo entienden así y han tomado medidas en esta emergencia para asegurar el suministro e incluso, posponer su pago y aliviar en parte los efectos en las finanzas familiares de esta crisis. Otros, incluso han modificado transitoriamente regulaciones para congelar o rebajar tarifas industriales y contribuir a la competitividad de sectores económicos.

### 2.2.3 Actividades esenciales y no esenciales

En México, señala Murillo et al. (2020), la cuarentena a causa del Covid-19 ha traído consigo el paro de algunas actividades económicas relevantes como la producción manufacturera y la prestación de servicios personales, que a su vez ha ocasionado una caída en la contratación de insumos para la producción, en el empleo, la producción y el ingreso de las familias.

Estas actividades han sido identificadas por el gobierno mexicano como no esenciales y se vieron obligadas a suspender sus actividades presenciales por un periodo de 60 días. Sin lugar a duda, esta se medida ha afectado de forma importante a la producción del 2020.

Las actividades esenciales o cargas esenciales son aquellos suministros que requieren del Servicio Eléctrico para prestar servicios básicos a la población, tales como salud, saneamiento, sistema de transporte masivo, seguridad ciudadana, Defensa Nacional y Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú. (Definición de la Norma Técnica para la Coordinación en Tiempo Real de los Sistemas Interconectados, aprobado por Resolución Directoral N° 014-2005-DGE Ministerio de Energía y Minas).

De acuerdo con el Artículo 4 del D.S. N° 044-2020-PCM, los servicios y bienes esenciales son los que se indican a continuación:

- a) Adquisición, producción y abastecimiento de alimentos, lo que incluye su almacenamiento y distribución para la venta al público.
- b) Adquisición, producción y abastecimiento de productos farmacéuticos y de primera necesidad.
- c) Asistencia a centros, servicios y establecimientos de salud, así como centros de diagnóstico, en casos de emergencia y urgencias.
- d) Prestación laboral, profesional o empresarial para garantizar los servicios de agua, saneamiento, energía eléctrica, gas

combustible, telecomunicaciones, limpieza y recojo de residuos sólidos, servicios funerarios y otros.

- e) Retorno al lugar de residencia habitual.
- f) Asistencia y cuidado a personas adultas mayores, niñas, niños, adolescentes, dependientes, personas con discapacidad o personas en situación de vulnerabilidad.
- g) Entidades financieras, seguros y pensiones, así como los servicios complementarios y conexos que garanticen su adecuado funcionamiento.
- h) Producción, almacenamiento, transporte, distribución y venta de combustible.
- i) Hoteles y centros de alojamiento, solo con la finalidad de cumplir con la cuarentena dispuesta.
- j) Medios de comunicación y centrales de atención telefónica (call center).
- k) Los/as trabajadores/as del sector público que excepcionalmente presten servicios necesarios para la atención de acciones relacionadas con la emergencia sanitaria producida por el COVID-19 podrán desplazarse a sus centros de trabajo en forma restringida.
- l) Por excepción, en los casos de sectores productivos e industriales, el Ministerio de Economía y Finanzas, en coordinación con el sector competente, podrá incluir actividades adicionales estrictamente indispensables a las señaladas en los numerales precedentes, que no afecten el estado de emergencia nacional.
- m) Cualquier otra actividad de naturaleza análoga a las enumeradas en los literales precedentes o que deban realizarse por caso fortuito o fuerza mayor.

#### 2.2.4 Conceptual

A partir del 15 de marzo de 2020 el Gobierno peruano decretó el estado de emergencia sanitaria y el aislamiento social obligatorio en el país, lo que causó cambios en nuestros hábitos cotidianos: ahora miramos más televisión para informarnos o distraernos, usamos más internet para trabajar o estudiar y estamos las 24 horas en nuestros hogares consumiendo energía por medio de diversos aparatos electrodomésticos.

La pandemia que afecta al mundo nos hace ver la importancia que tiene la energía eléctrica en nuestra vida moderna, pues sin energía eléctrica no funcionan los hospitales, las áreas de cuidados intensivos y todos los instrumentos necesarios para la atención de miles de pacientes -con o sin coronavirus - en el mundo.

Debemos de garantizar el funcionamiento óptimo y continuo del servicio de energía eléctrica. Es fundamental abastecer a la industria de la electricidad con la infraestructura de respaldo adecuada; los productos e insumos eléctricos de calidad y los servicios que permitan la operación adecuada del sistema en estos momentos claves para el país y, con ello, minimizar los cortes e interrupciones del suministro de energía.

Debemos de garantizar el funcionamiento óptimo y continuo del servicio de energía eléctrica. Es fundamental abastecer a la industria de la electricidad con la infraestructura de respaldo adecuada; los productos e insumos eléctricos de calidad y los servicios que permitan la operación adecuada del sistema en estos momentos claves para el país y, con ello, minimizar los cortes e interrupciones del suministro de energía.

## 2.3 Definición de términos básicos

### 2.3.1. Energía eléctrica

La energía eléctrica es la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo cual permite establecer una corriente eléctrica entre ambos puntos cuando se los pone en contacto por intermedio de un conductor eléctrico. La energía eléctrica puede transformarse en otras formas de energía, tales como la energía luminosa, la energía mecánica y la energía térmica.

### 2.3.2 Central hidráulica

Es una instalación que aprovecha la energía potencia gravitatoria que posee la masa de agua de un cauce natural en virtud de un desnivel, también conocido como «salto geodésico».

En su caída entre dos niveles del cauce, se hace pasar el agua por una turbina hidráulica que transmite energía a un generador eléctrico donde se transformará en energía eléctrica.

### 2.3.3. Central térmica

Es una instalación empleada en la generación de energía eléctrica a partir de la energía liberada por combustibles fósiles como petróleo, gas natural, carbón, madera y núcleos de uranio. Este calor es empleado por un ciclo termodinámicos convencional para mover un alternador y producir energía eléctrica.

### 2.3.4. Centrales RER

Tecnología que aprovechan la energía denomina renovable, que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o por ser capaces de regenerarse por medios naturales. De acuerdo con su grado de desarrollo tecnológico las energías renovables se clasifican en Energías Renovables Convencionales y Energías Renovables No Convencionales. Dentro de las primeras se considera a las grandes centrales hidroeléctricas; mientras que dentro de las segundas se

ubica a las generadoras eólicas, solares fotovoltaicos, solares térmicas, geotérmicas, mareomotrices, de biomasa y las pequeñas hidroeléctricas.

#### 2.3.5. Cargas esenciales

Son aquellos suministros que requieren del servicio eléctrico para prestar servicios básicos a la población, tales como salud, saneamiento, sistema de transporte masivo, seguridad ciudadana, Defensa Nacional y Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú.

#### 2.3.6. Pandemia

Etimológicamente el vocablo “pandemia” procede de la expresión griega “*pandemon-nosema*” traducida como “enfermedad del pueblo entero”. La pandemia es una infección humana con una nueva cepa que se transmite eficientemente entre personas en un país y se propaga en otros, con patrones de enfermedad que indican que la morbilidad y mortalidad pueden ser graves (OMS, 2009).

#### 2.3.7. Coronavirus

Son una amplia familia de virus que pueden causar diversas afecciones, desde el resfriado común hasta enfermedades más graves, como ocurre con el coronavirus causante del síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS-COV) y el que ocasiona el síndrome respiratorio agudo severo (SRAS-COV). El coronavirus que se ha descubierto más recientemente causa la enfermedad por coronavirus Covid-19.

#### 2.3.8. Cadena de pagos

Una economía está compuesta por compradores y vendedores y gobierno. Una empresa para poder funcionar compra insumos y contrata trabajadores y con ellos produce bienes y/o servicios que los pone a la venta. Con los salarios recibidos, los trabajadores compran estos bienes y/o servicios a otras empresas para satisfacer sus necesidades. Entre compradores y vendedores existe un pago de

por medio como si fuera una cadena de pagos, además del gobierno que cobra impuestos y con el dinero recaudado ofrece educación y salud pública, seguridad ciudadana etc. La cuarentena interrumpe todo el flujo, pues nadie tiene dinero para pagarle a nadie. En este caso se rompe la cadena de pagos.

#### 2.3.9. Desarrollo sostenible

“Desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1987).

### III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### 3.1 Hipótesis

Las hipótesis son supuestos que se proponen para una de las dimensiones, así como para otras cuatro dimensiones que en conjunto influyen en determinar de qué manera impacta en la energía eléctrica, la suspensión de las actividades no esenciales.

##### a) Hipótesis general

- La suspensión de las actividades no esenciales impacta en la energía eléctrica.

##### b) Hipotesis específicas

- La suspensión de las actividades no esenciales impacta en la demanda de potencia y energía.
- La suspensión de las actividades no esenciales impacta en el despacho de carga.
- La suspensión de las actividades no esenciales impacta en el costo marginal del sistema eléctrico.
- La suspensión de las actividades no esenciales impacta en la reserva rotante del sector eléctrico.

#### 3.2 Definición conceptual de las variables

##### a) Energía eléctrica (Variable dependiente: Y)

Es aquella energía producida por los agentes generadores y comercializada en el mercado mayorista de electricidad, mercado cuyas transacciones se realizan entre los agentes generadores, transmisores, distribuidores y grandes usuarios de acuerdo con el Decreto Supremo N° 026-2016-EM, del 28 de julio de 2016

##### b) Suspensión de las actividades económicas no esenciales (Variable independiente: X)

Suspensión de las actividades económicas que no constituyen un servicio básico para la población. Las actividades económicas esenciales en general son: Salud, Saneamiento, Transporte masivo, Seguridad ciudadana, Defensa nacional y Bomberos (Murillo et al., 2020)

### 3.3 Definición operacional de las variables

#### a) Energía eléctrica

Es aquella energía cuyas transacciones se realizan entre los agentes generadores, transmisores, distribuidores y grandes usuarios. Esta variable se mide a través de las dimensiones: demanda de potencia y energía, despacho de carga, costo marginal y reserva rotante. El instrumento utilizado corresponde al sistema de información del Comité de Operación Económica del Sistema, que es una institución privada que tiene el manejo operativo del sistema eléctrico peruano.

#### b) Suspensión de las actividades económicas no esenciales

Las actividades económicas no esenciales, las medimos a través de la producción manufacturera y las actividades de prestación de servicios personales. El instrumento utilizado son las fuentes secundarias, obtenidas de las bases de datos del INEI.

**Tabla 1**

Operacionalización de las variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Y: Energía eléctrica.	Demanda potencia y energía. Despacho de carga Costo marginal Reserva rotante	Consumo Producción Tarifa Asignación
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> X: Suspensión de las actividades no esenciales	Producción manufacturera. Prestación de servicios personales.	Consumo de energía de estos sectores

## IV. DISEÑO METODOLÓGICO

### 4.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo y diseño de investigación presentan las siguientes características:

#### a) Tipo

El tipo o alcance de la presente investigación corresponde a Exploratorio pues se examina un tema de investigación poco estudiado, luego se pasa a Descriptivo donde se obtienen las características del problema, y finalmente Correlacional para saber el grado de asociación que existen en las variables o sea que busca encontrar una relación entre dos variables intervinientes. Según Hernández et al. (2014) un estudio correlacional asocia variables mediante un patrón predecible para un grupo o problema.

#### b) Diseño

El diseño de la investigación se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información necesaria. Para la presente investigación corresponde un Diseño No Experimental, pues se observará el problema tal como ocurre en la realidad, sin modificar sus variables, con alcance Correlacional, en razón que se analizará los cambios que hubo en el sector eléctrico peruano (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional) antes y después de la Pandemia ocasionada por el COVID-19.

Existe un antes y un después, que para el caso del Perú fue el 25 de marzo del año 2020, donde el gobierno central decretó el aislamiento total de la población para contener el avance del COVID-19.

## 4.2 Método de investigación

En el presente trabajo de investigación se utilizó como método general el método científico y como método específico el método cuantitativo porque se basa en la información numérica de la Estadística Operativa del SEIN, relacionada con la evolución de la demanda, los costos marginales, el despacho de carga y los niveles de reserva rotante.

Según Hernández et al. (2014) “Una buena investigación es aquella que disipa dudas con el uso del método científico, es decir, clarifica las relaciones entre variables que afectan al fenómeno bajo estudio; de igual manera, planea con cuidado los aspectos metodológicos, con la finalidad de asegurar la validez y confiabilidad de sus resultados” (p. 101).

## 4.3 Población y muestra

### a) Población

La población está constituida por la red eléctrica del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), constituido por los generadores, transmisores, empresas de distribución y grandes clientes libres.

En la presente investigación se adoptará un muestreo no probabilístico, en razón de que la muestra corresponderá a la misma población.

### b) Muestra

La muestra está compuesta por las 63 empresas generadoras, las 18 empresas de transmisión, las 13 empresas distribuidoras y los 76 clientes libres que conforman el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) peruano.

El criterio de selección muestral corresponde al método del juicio o criterio discrecional, en razón de las características de la investigación.

#### 4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la red eléctrica del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), para el período correspondiente al año 2020.

#### 4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

La recolección de datos corresponde a los principales parámetros como la demanda de potencia, la demanda de energía, los despachos de carga, los costos marginales en horas de punta, los costos marginales en horas fuera de punta y las necesidades de reserva rotante para mantener la regulación primaria y secundaria de frecuencia

Esta información se tomará de la Base de Datos, disponibles en la dirección electrónica del Comité de Operación Económica del Sistema (COES), que es la entidad privada, que tiene a su cargo la Operación y Mantenimiento del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional en el Perú.

#### 4.6 Análisis y procesamiento de datos

Se utilizará las técnicas de la estadística inferencial, a través de las pruebas de hipótesis.

Para ello, utilizaremos tanto el análisis como el procesamiento de los datos, utilizando el software Excel de Microsoft y el software IBM SPSS STATISTICS versión 26.

## V. RESULTADOS

Los resultados presentados se sustentan en el análisis del impacto que tuvo la suspensión de las actividades no esenciales, en el sector de energía eléctrica en Perú, durante el año 2020.

Se analizaron los impactos en centrales térmicas que operan con el gas de Camisea, los impactos en las centrales RER y la tarifa regulada, y los problemas de morosidad del pago del servicio eléctrico.

Asimismo, se analizaron los siguientes casos específicos:

- Caso 1: La suspensión de las actividades no esenciales y la demanda de potencia y demanda de energía eléctrica.
- Caso 2: La suspensión de las actividades no esenciales y el despacho de carga de generación.
- Caso 3: La suspensión de las actividades no esenciales y el costo marginal del sistema eléctrico peruano.
- Caso 4: La suspensión de las actividades no esenciales y la reserva rotante del sistema eléctrico peruano.

La pandemia originada por el Covid-19 ha tenido fuertes repercusiones en la demanda y la producción del parque generador peruano según se explica a continuación.

### 5.1 Impacto en la energía eléctrica

La disminución de la actividad económica dio lugar a grandes reducciones en el consumo de electricidad, a medida que los países implementaban medidas preventivas durante los dos primeros meses.

En muchos países las medidas de aislamiento social fueron establecidas entre mediados y finales del mes de marzo y se evidencia una disminución significativa en la demanda de energía eléctrica entre el 6% y el 32%, lo que ha ocasionado cambios en la programación en los centros de despacho de energía. La tendencia

ha sido la priorización de la participación de las energías renovables, principalmente la hidroelectricidad.

#### 5.1.1 Impacto en centrales térmicas que utilizan gas de Camisea

El marco regulatorio peruano establece que las centrales térmicas que operen con gas natural, deben cumplir con tener disponibilidad de combustible y con capacidad de transporte de combustible del campo de producción de gas hasta la central (Art. 110 del Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas)

Bajo esta obligación, las centrales térmicas a gas han suscrito contratos “take or pay” de suministro de gas natural, así como contratos con las empresas transportistas y distribuidoras de gas natural, para garantizar el transporte de dicho combustible desde Camisea hasta la central.

Los contratos de suministro, transporte y distribución de gas permiten al generador asegurar la disponibilidad de gas en todo momento, pero también significa que al margen del consumo del gas (según si el COES los convoca al despacho o no) estos contratos se convierten en “costos fijos” para los generadores, lo que a su vez tendrá un impacto negativo en sus flujos de caja.

Durante el año 2020 hubo nueve (9) centrales de generación térmica en el parque generador del SEIN (4,074.1 MW de Potencia Instalada), que no tienen ductos propios y deben firmar los contratos de generación, transmisión y distribución de gas de Camisea, representando el 54.3% del total de la Potencia Instalada del parque generador térmico (7,509.3 MW), y el 30.4% del total de la Potencia Instalada del SEIN (13,386.8 MW). Ver Tabla 2.

**Tabla 2***Potencia Instalada Centrales Térmicas que usan Gas Camisea-2020*

N°	Centrales Térmicas	Potencia Instalada (MW)
1	C.T Independencia (Egesur)	22.9
2	C.T Santa Rosa (Enel Generación)	461.7
3	C.T. Ventanilla (Enel Generación)	532.0
4	C.T Chilca (Engie)	962.7
5	C.T. Fénix (Fénix Power)	575.0
6	C.T. Kallpa (Kallpa)	979.0
7	C.T. Las Flores (Kallpa)	192.5
8	C.T Oquendo (SDF Energía)	31.0
9	C.T. Olleros (Termochilca)	317.3
TOTAL		4,074.1

**Nota:** Elaboración propia. Fuente: Estadística COES año 2020

Debido a la pandemia del COVID-9, los generadores que utilizan el gas de Camisea tuvieron problemas para cumplir sus contratos suscritos con los suministradores y con los transportistas del combustible, porque no serían convocados al despacho de carga por el COES, por la disminución de la demanda de potencia y energía en el SEIN.

Este hecho origina que no puedan recuperar sus costos, en las transacciones del Mercado de Corto Plazo (MCP) o a través de sus contratos con Usuarios Libres y Distribuidoras (contratos bilaterales o contrato por licitaciones), ya que no tendrán ingresos por inyecciones de energía en las Valorizaciones de Energía Activa, volviéndose compradores en el MCP.

En estas condiciones, estos generadores pueden enfrentar este problema analizado los dos casos que se pueden presentar:

Caso (a):

Generadores térmicos que usan la mayor parte de su Potencia Firme mediante contratos de suministro a Usuarios Libres y/o Distribuidores.

Caso (b):

Generadores térmicos que no disponen de contratos o que tengan contratos mínimos y no usen toda su Potencia Firme (nota: los contratos “take or pay” y de transporte firme, participan en el cálculo de la potencia firme).

Los generadores térmicos que se encuentran en el caso (a), y que compran (retiran) energía del Mercado de Corto Plazo para cumplir con sus contratos con Usuarios Libres y/o Distribuidores, compran la energía a bajo precio debido al bajo costo marginal de corto plazo (CMgCP), para luego venderla a sus clientes a un precio de contrato mayor. Esta situación es favorable económicamente, sin embargo, existe el peligro de que se rompa la cadena de pagos que afectaría esta situación.

Los generadores térmicos que se encuentran en el caso (b), y que no tienen contratos importantes, tienen el riesgo que sus ingresos por contratos, no sean suficientes para cubrir sus costos fijos, dentro de los cuales se encuentran los contratos de gas (suministro y transporte), además de posibles deudas con la que financiaron la construcción de su central (las centrales instaladas en Chilca son relativamente nuevas y están dentro de los plazos de pago del financiamiento) además, que los ingresos por la parte no contratada de sus ventas (inyecciones) le originarán bajos ingresos en el Mercado de Corto Plazo, como consecuencia de los bajos CMgCP producto de la pandemia.

### 5.1.2 Centrales RER y la tarifa regulada

Las centrales que operan con Recursos Energéticos Renovables (RER) como las solares, eólicas, hidráulicas menores a 20MW y aquellas que usan como combustible el bagazo y biogás, tienen precios fijos como resultado de su participación en las subastas RER realizadas por OSINERGMIN desde el año 2009.

Significa que estas centrales tienen asegurado un monto fijo de remuneración, por el tiempo de duración de sus contratos firmados como resultados de la subasta.

Esta remuneración asegurada, se paga a través de dos conceptos:

- a) Los ingresos obtenidos en el Mercado de Corto Plazo (MCP) por la valorización de la energía activa que producen, y por la valorización de potencia (nota: no todas las tecnologías RER tienen ingresos por potencia)
- b) La Prima RER, que es la diferencia entre los ingresos obtenidos en el MCP y el precio de la subasta. Esta diferencia es pagada por toda la demanda a través del Peaje Principal de Transmisión. Los precios que paga la demanda en el Peaje Principal son establecidos anualmente y actualizados mensualmente por OSINERGMIN.

Entonces, si los Ingresos por el MCP se redujeran, la Prima RER que debería pagar la demanda sería mayor, con la finalidad de cumplir con la Tarifa Adjudicada según contrato establecido con las centrales RER.

En la Tabla 3, se muestra la evolución de la producción mensual para el año 2020, de las centrales RER por tipo de recurso energético: bagazo, biogás, solar y eólico, en GWh.

**Tabla 3**

*Evolución de la producción de energía eléctrica (GWh)  
centrales RER - 2020*

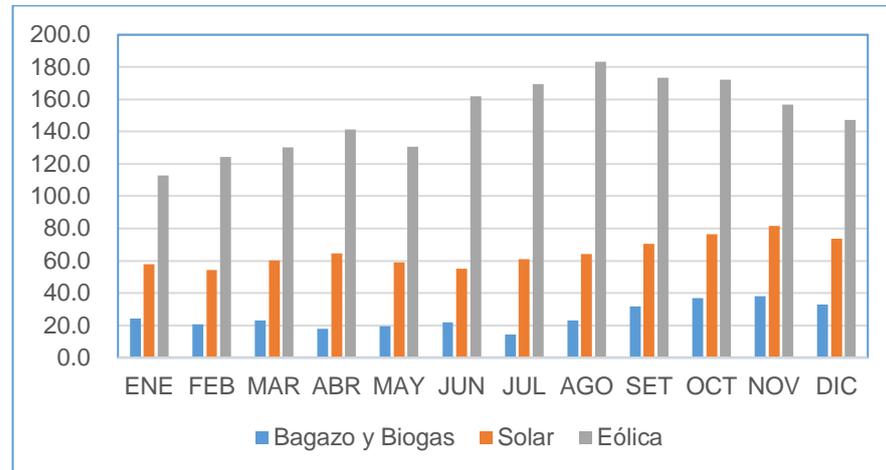
Meses	Bagazo y Biogás	Solar	Eólica
Enero	24.03	57.71	112.79
Febrero	20.65	54.23	124.22
Marzo	23.21	60.12	130.31
Abril	18.04	64.58	141.28
Mayo	19.60	58.92	130.50
Junio	21.87	55.06	161.88
Julio	14.21	61.04	169.47
Agosto	23.10	64.27	183.27
Setiembre	31.70	70.43	173.51
Octubre	37.04	76.33	172.07
Noviembre	37.99	81.51	156.67
Diciembre	33.00	73.65	147.23
<b>TOTAL</b>	<b>304.44</b>	<b>777.85</b>	<b>1,803.20</b>

**Nota:** Elaboración propia. Fuente: Estadística COES año 2020

En la Figura 1, se aprecia que la producción de las centrales Eólicas, Solares, Bagazo y Biogás, para los meses del año 2020 se ha mantenido con un crecimiento moderado, es decir no ha disminuido, y por lo tanto para cumplir con el pago de la Tarifa Adjudicada a estas centrales, se debe incrementar el pago de la Prima RER a cargo de la demanda, es decir se debe incrementar la tarifa, debido a la disminución de los costos marginales de corto plazo (CMgCP) como consecuencia de la pandemia por COVID-19.

**Figura 1**

*Producción de energía eléctrica (GWh) de centrales RER - 2020*



**Nota:** Elaboración propia. Fuente: Estadística COES año 2020

Con la finalidad de evaluar el impacto en los ingresos provenientes del Mercado de Corto Plazo debido a la pandemia originada por el Covid-19, en la Tabla 3 presentamos las valorizaciones de energía activa de las centrales RER, para el año 2020.

**Tabla 4**

*Valorización de la energía RER (\$/.)*

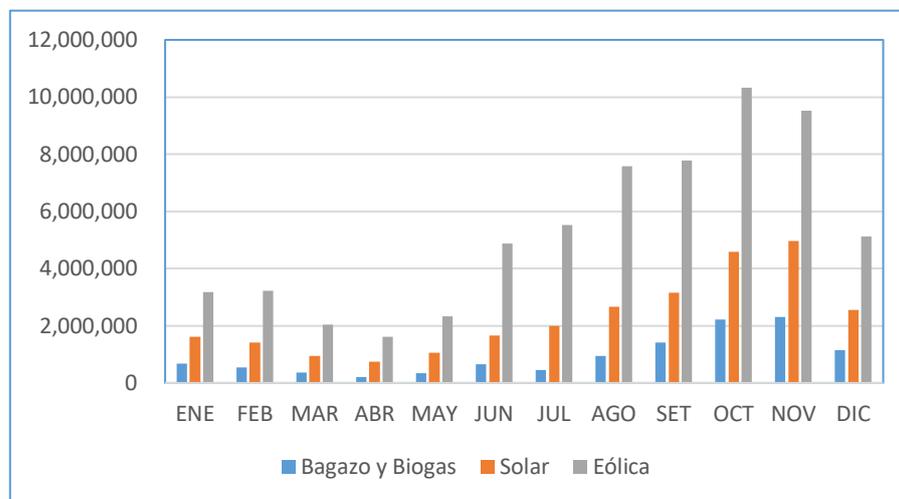
Meses	2020		
	Bagazo y Biogás	Solar	Eólica
<b>ENE</b>	675,276	1,621,731	3,169,555
<b>FEB</b>	537,132	1,410,591	3,231,118
<b>MAR</b>	364,531	944,232	2,046,621
<b>ABR</b>	205,553	735,844	1,609,786
<b>MAY</b>	348,799	1,048,532	2,322,360
<b>JUN</b>	659,071	1,659,280	4,878,393
<b>JUL</b>	463,138	1,989,438	5,523,428
<b>AGO</b>	954,579	2,655,879	7,573,409
<b>SET</b>	1,420,233	3,155,426	7,773,648
<b>OCT</b>	2,222,929	4,580,891	10,326,660
<b>NOV</b>	2,311,091	4,958,595	9,530,893
<b>DIC</b>	1,147,403	2,560,795	5,119,156
<b>TOTAL</b>	<b>11,309,737</b>	<b>27,321,234</b>	<b>63,105,028</b>

**Nota:** Elaboración propia.

En la Figura 2 se muestran gráficamente las valorizaciones de energía activa de las centrales RER, para el año 2020

**Figura 2**

*Valorización de la energía activa para centrales RER-2020 (S/.)*



**Nota:** Elaboración propia.

Del análisis de la Tabla 4, y la Figura 2 observamos que las valorizaciones de energía activa de las centrales RER disminuyeron en los meses de marzo, abril y mayo con relación al mes de febrero, como consecuencia de la reducción de los costos marginales de corto plazo, debido a la pandemia

Esto significa que la Prima RER debe incrementarse, y debe ser pagada por la demanda, a través del incremento de la tarifa (por aumento del valor del Peaje Principal de Transmisión), con la finalidad de cumplir con la Tarifa Adjudicada según contrato establecido con las centrales RER.

En la Tabla 5 se presenta la evolución de la tarifa BT5-B Residencial para la empresa distribidora Luz del Sur, por fechas de vigencia o actualización de las tarifas, realizada por OSINERGMIN, donde se aprecia que la tarifa sube el 14 de junio de 2020 con relación a la tarifa vigente al mes de febrero.

**Tabla 5***Tarifa BT5-B Residencial – Luz del Sur (cmt.S./kWh)*

Fecha	Rango de consumo		
	0 - 30 kWh	31- 100 kWh	> 100 kWh
4/01/2020	38.86	51.81	53.78
4/02/2020	38.45	51.26	53.21
14/06/2020	39.00	52.00	53.98
4/07/2020	39.90	53.20	55.22
4/08/2020	40.13	53.51	55.54
4/09/2020	40.13	53.51	55.54
4/10/2020	40.29	53.72	55.76
1/11/2020	40.24	53.65	55.90
4/11/2020	41.39	55.19	57.51
4/12/2020	41.39	55.19	57.51

**Nota:** Elaboración propia. Fuente: OSINERGMIN

Existe, por lo tanto, una distorsión en el mercado de electricidad, pues a pesar de que la demanda ha bajado y también los costos marginales de corto plazo, la tarifa a usuarios regulados y usuarios libres debe subir debido al esquema regulatorio peruano con relación a la remuneración de las centrales de generación RER.

#### 5.1.3 Problemas de morosidad del pago del servicio eléctrico

Producto de la pandemia por COVID-19, la economía ha sufrido un retraimiento, y por lo tanto un problema en la capacidad de pago de los usuarios libres y regulados. Para evitar problemas mayores el gobierno peruano emitió el Decreto de Urgencia N°035-2020 disponiendo que todos los Usuarios Regulados con consumos de hasta 100 kWh-mes, tenían la opción de fraccionar hasta en 24 meses los pagos de la factura de energía eléctrica, sin ser sujetos de intereses ni de moras.

De acuerdo con el artículo del Diario Gestión del 22 de mayo de 2020, desde que se dio este Decreto de Urgencia, la morosidad del pago

por el servicio eléctrico se incrementó en 40% en Lima Metropolitana mientras que, en ciudades del interior del país, el retraso en el pago del servicio, ha llegado en algunos casos en hasta el 80%.

Asimismo, la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, en su Boletín Estadístico de marzo de 2020 señala que ante la pandemia originada por el COVID-19, el no pago de facturas eléctricas a nivel nacional, ha llegado al 60%, lo cual pondría en riesgo la provisión del servicio eléctrico.

Los eventos señalados, significan una disminución en los ingresos de las empresas Distribuidoras, lo que podría afectar su capacidad de cubrir sus costos fijos, como por ejemplo los contratos a firme de suministro de electricidad que tienen con los Generadores.

El problema de la morosidad de las facturas puede traer consecuencias también a los generadores, pues las distribuidoras no podrán cumplir con los pagos a la generadora.

## 5.2 Impacto en la demanda de potencia eléctrica

En el Perú, la cuarentena por COVID-19 inició el 16 de marzo de 2020, por lo que hemos analizado la demanda mensual de la potencia eléctrica, a nivel de generación (demanda más pérdidas) del SEIN para los años 2019, 2020 y 2021, con la finalidad de estudiar el impacto producido por la suspensión de las actividades no esenciales.

En la Tabla 6 se muestra la evolución mensual de la máxima demanda de potencia generada para los años 2019, 2020 y 2021. También se muestran los incrementos porcentuales de crecimiento o decrecimiento mensual, entre los años 2020/2019 y 2021/2020.

**Tabla 6***Evolución de la Máxima Demanda de Potencia (MW)*

Meses	Años			Incr. %	
	2019	2020	2021	2020/2019	2021/2020
Enero	6,876.29	7,070.63	6,909.64	2.83	-2.28
Febrero	6,950.00	7,125.30	6,778.38	2.52	-4.87
Marzo	6,990.70	7,116.79	6,832.66	1.80	-3.99
Abril	6,917.74	5,173.49	6,808.85	-25.21	31.61
Mayo	6,884.75	5,682.04	6,869.71	-17.47	20.90
Junio	6,793.77	6,101.78	6,903.84	-10.19	13.14
Julio	6,739.28	6,383.09	6,855.78	-5.29	7.41
Agosto	6,728.48	6,550.73	6,927.99	-2.64	5.76
Setiembre	6,672.28	6,607.53	6,904.85	-0.97	4.50
Octubre	6,840.57	6,835.64	6,973.07	-0.07	2.01
Noviembre	6,928.23	6,836.60	7,078.52	-1.32	3.54
Diciembre	7,017.57	6,960.10	7,173.03	-0.82	3.06

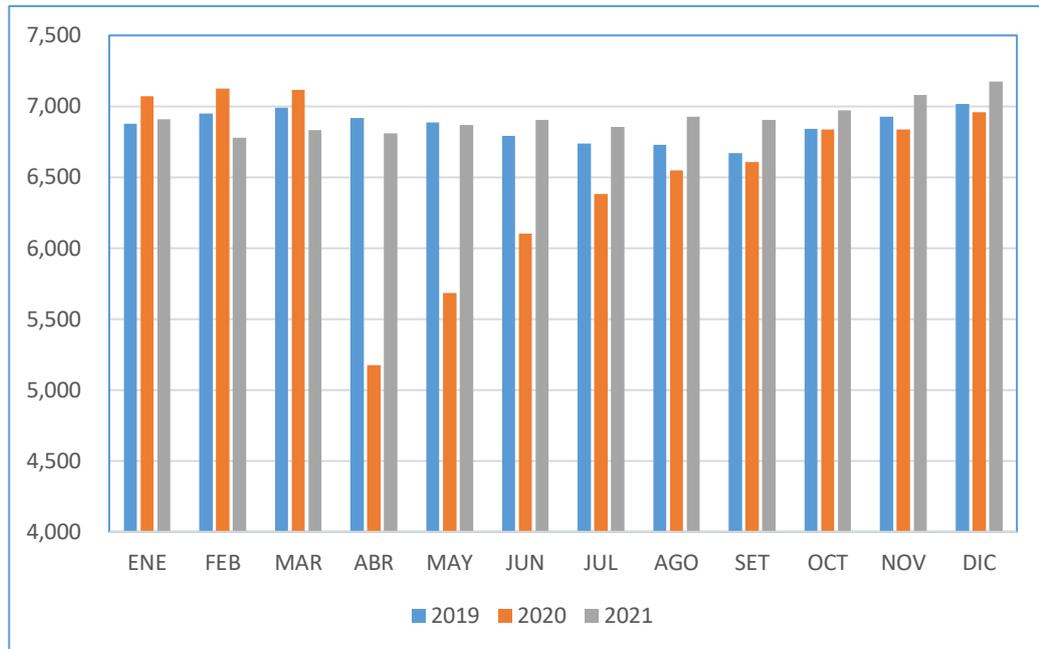
**Nota.** Elaboración propia. Fuente: Estadística COES años 2019, 2020, 2021.

La cuarentena por COVID-19 se inició el mes de marzo de 2020, por ello es que en el mes de abril de 2020, se nota una fuerte disminución en la demanda de potencia, de -25.21%, con relación al mes de abril del año 2019, continuando con -17.47% en el mes de mayo, con -10.19% en el mes de junio y -5.29% en el mes de julio, disminuyendo progresivamente hasta llegar a -0.82% en el mes de diciembre.

En la Figura 3 se representa mediante un diagrama de barras, la evolución mensual de la máxima demanda de potencia (MW), para los años 2019, 2020 y 2022.

**Figura 3**

*Evolución de la Máxima Demanda de Potencia (MW)*



*Nota.* Adaptado de Estadísticas COES años 2019, 2020 y 2021

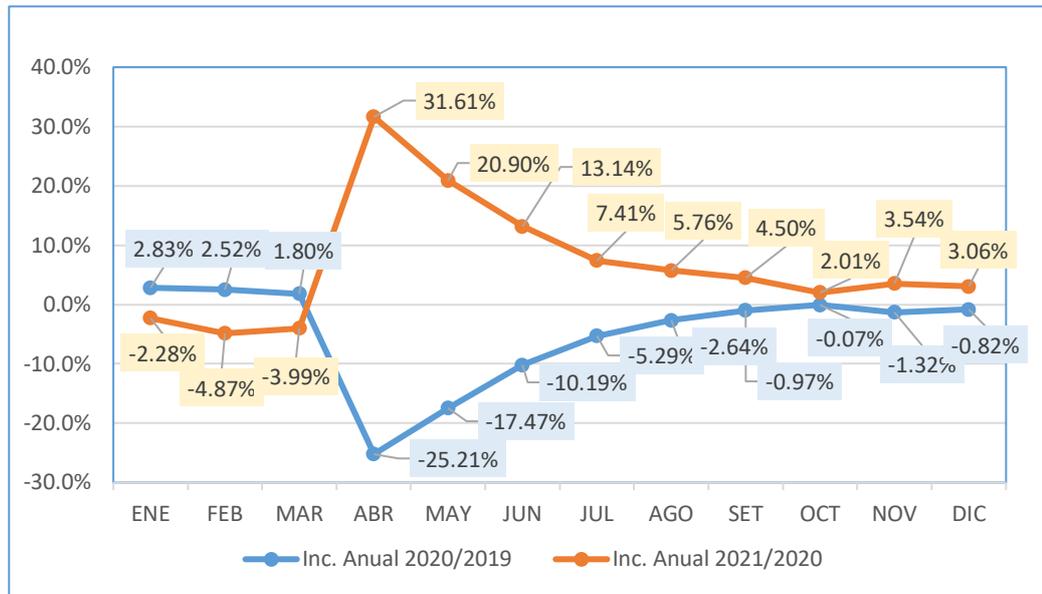
En la Figura 4 se muestran gráficamente, los incrementos mensuales de la máxima demanda de potencia, entre los años 2020 y 2019, y los incrementos mensuales de la máxima demanda de potencia entre los años 2021 y 2020, observándose una recuperación en el año 2021.

Se observa que en el año 2020, con relación al año 2019, el crecimiento fue negativo a partir del mes de abril, con tendencia a atenuarse en los siguientes meses.

Para el año 2021, con relación al año 2020, el crecimiento fue positivo, es decir la demanda eléctrica estuvo en recuperación.

**Figura 4**

*Incrementos Mensuales de la Máxima Demanda de Potencia*



*Nota.* Adaptado de Estadísticas COES años 2019, 2020 y 2021

**5.3 Impacto en la demanda de energía eléctrica**

Con relación a la demanda de la energía eléctrica, en la Tabla 7 se muestra la evolución mensual de la demanda de energía, generada para los años 2019, 2020 y 2021. También se muestran los incrementos porcentuales de crecimiento/decrecimiento mensual entre los años 2020/2019 y 2021/2020.

Para el mes de marzo se observa una disminución en la demanda de energía de -12.87%, para el mes de abril de -30.0%, para el mes de mayo de -25.43%, para el mes de junio de -12.42% con tendencia a un menor nivel de disminución mensual hacia diciembre del año 2020.

**Tabla 7***Evolución de la Demanda de Energía (GWh)*

Meses	Años			Incr. %	
	2019	2020	2021	2020/2019	2021/2020
Enero	4,497.08	4,603.82	4,557.44	2.37	-1.01
Febrero	4,140.24	4,397.79	4,154.35	6.22	-5.54
Marzo	4,589.86	3,999.06	4,619.30	-12.87	15.51
Abril	4,346.36	3,041.61	4,326.83	-30.02	42.25
Mayo	4,485.25	3,344.72	4,528.81	-25.43	35.40
Junio	4,289.36	3,756.71	4,438.20	-12.42	18.14
Julio	4,397.94	4,139.42	4,483.17	-5.88	8.30
Agosto	4,401.60	4,279.35	4,571.39	-2.78	6.82
Setiembre	4,269.94	4,190.85	4,468.15	-1.85	6.62
Octubre	4,482.57	4,464.68	4,618.90	-0.40	3.45
Noviembre	4,397.73	4,385.37	4,536.55	-0.28	3.45
Diciembre	4,591.22	4,583.26	4,687.26	-0.17	2.27
<b>Total</b>	<b>52,889.14</b>	<b>49,186.64</b>	<b>53,990.35</b>	<b>-7.00</b>	<b>9.77</b>

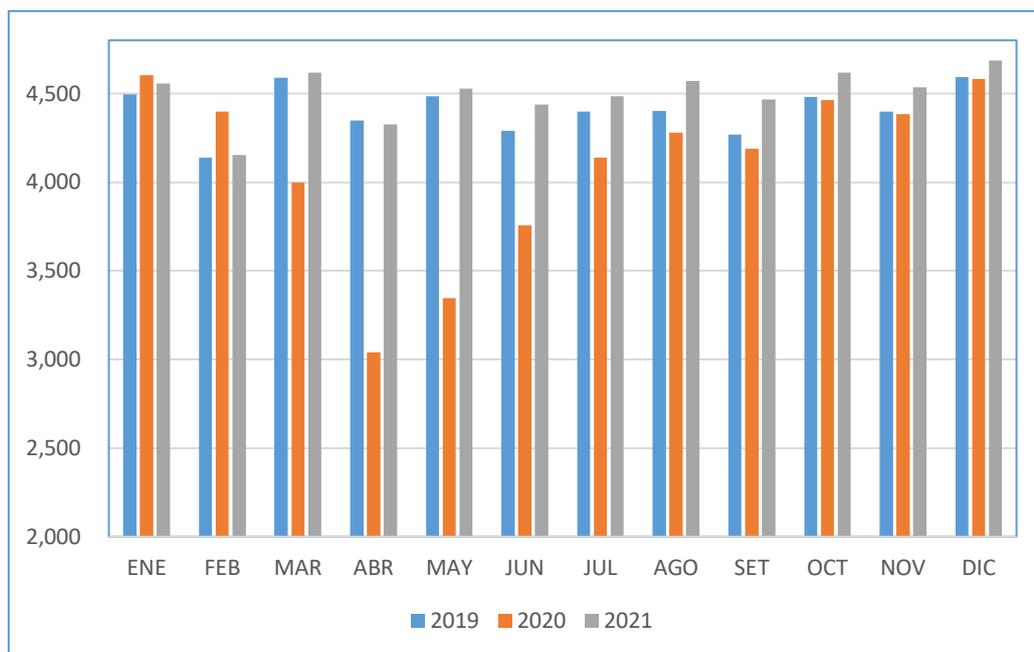
**Nota.** Elaboración propia. Fuente: Estadística COES años 2019, 2020, 2021.

Asimismo, la energía total anual del año 2020 fue de 49,186.64 GWh, que equivale a una disminución del 7% con respecto a la energía total del año 2019, que alcanzó los 52,889.14 GWh.

En la Figura 5, que se muestra a continuación presentamos en diagrama de barras, los consumos mensuales de energía, para los años 2019, 2020 y 2021, donde se observa que desde marzo 2020 se tiene una disminución de la energía demandada.

**Figura 5**

*Evolución de la Demanda de Energía (GWh)*



*Nota.* Adaptado de Estadísticas COES años 2019, 2020 y 2021

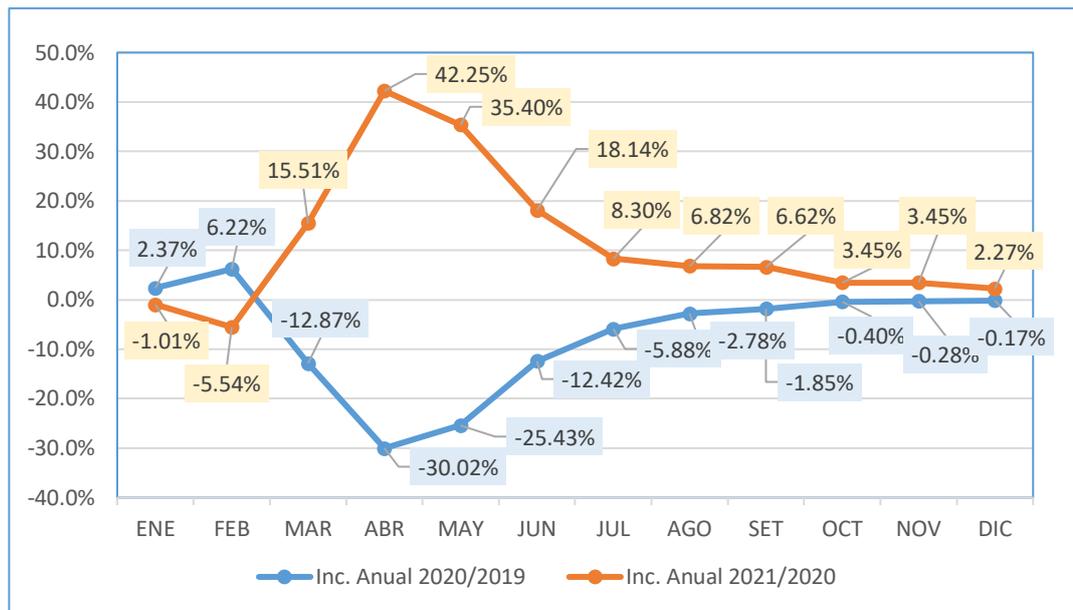
En la Figura 6 se muestran gráficamente, los incrementos mensuales de la demanda de energía, entre los años 2020 y 2019, y los incrementos mensuales de la demanda de energía entre los años 2021 y 2020, observándose una recuperación en el año 2021.

Se observa que en el año 2020, con relación al año 2019, el crecimiento fue negativo a partir del mes de marzo, con tendencia a atenuarse en los siguientes meses.

Para el año 2021, con relación al año 2020, el crecimiento fue positivo, es decir la demanda de energía eléctrica estuvo en recuperación.

**Figura 6**

*Incrementos Mensuales de la Demanda de Energía*



*Nota.* Adaptado de Estadísticas COES años 2019, 2020 y 2021

5.4 La suspensión de las actividades no esenciales y el despacho de carga en el SEIN

En la Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11 se muestran el despacho de carga de las diversas tecnologías de generación del SEIN, como las centrales hidráulicas, térmicas, solares y eólicas, para los años 2019, 2020 y 2021.

En la Tabla 8 se observa que las centrales hidráulicas disminuyeron su producción anual, entre los años 2020 y 2019, en 2.82%. El despacho de carga más bajo que tuvieron las hidráulicas en el año 2020, fue en el mes de abril con 2,718.69 GWh, que fue un 11.16% menos que el mes de abril del año 2019.

**Tabla 8***Despacho de Carga de Centrales Hidráulicas (GWh)*

Meses	Años			Incr. %	
	2019	2020	2021	2020/2019	2021/2020
Enero	2,780.51	3,224.72	3,326.61	15.98	3.16
Febrero	2,818.47	3,030.97	2,905.10	7.54	-4.15
Marzo	3,029.75	3,109.27	3,150.05	2.62	1.31
Abril	3,060.23	2,718.69	3,149.61	-11.16	15.85
Mayo	2,777.61	2,731.09	2,602.18	-1.67	-4.72
Junio	2,126.51	2,153.36	2,161.60	1.26	0.38
Julio	2,070.95	2,043.44	2,018.70	-1.33	-1.21
Agosto	1,894.86	1,903.05	1,895.25	0.43	-0.41
Setiembre	1,817.65	1,834.24	1,865.01	0.91	1.68
Octubre	2,126.11	2,050.49	2,250.49	-3.56	9.75
Noviembre	2,516.40	1,770.37	2,397.53	-29.65	35.43
Diciembre	3,149.39	2,747.87	2,942.29	-12.75	7.08
<b>Total</b>	<b>30,168.43</b>	<b>29,317.56</b>	<b>30,664.41</b>	<b>-2.82</b>	<b>4.59</b>

**Nota.** Elaboración propia. Fuente: Estadística COES años 2019, 2020, 2021.

En la Tabla 9 se muestra que las centrales térmicas disminuyeron drásticamente su producción anual, entre los años 2020 y 2019, en 14.89%.

El despacho de carga más bajo que tuvieron las térmicas en el año 2020, fue en el mes de abril con 117.06 GWh, que fue un 89.16% menos que el mes de abril del año 2019.

**Tabla 9***Despacho de Carga de Centrales Térmicas (GWh)*

Meses	Años			Incr. %	
	2019	2020	2021	2020/2019	2021/2020
Enero	1,550.17	1,208.59	998.81	-22.03	-17.36
Febrero	1,179.90	1,188.37	1,071.43	0.72	-9.84
Marzo	1,339.21	699.35	1,269.66	-47.78	81.55
Abril	1,079.43	117.06	953.71	-89.16	714.75
Mayo	1,507.68	424.20	1,709.98	-71.86	303.11
Junio	1,962.19	1,386.41	2,088.26	-29.34	50.62
Julio	2,112.52	1,865.48	2,258.51	-11.69	21.07
Agosto	2,316.02	2,128.77	2,426.08	-8.08	13.97
Setiembre	2,237.36	2,112.68	2,403.64	-5.57	13.77
Octubre	2,117.35	2,165.79	2,113.14	2.29	-2.43
Noviembre	1,677.74	2,376.82	1,903.08	41.67	-19.93
Diciembre	1,233.25	1,614.51	1,527.09	30.91	-5.41
<b>Total</b>	<b>20,312.83</b>	<b>17,288.02</b>	<b>20,723.38</b>	<b>-14.89</b>	<b>19.87</b>

**Nota.** Elaboración propia. Fuente: Estadística COES años 2019, 2020, 2021.

En la Tabla 10 se muestra que las centrales solares aumentaron ligeramente su producción anual, entre los años 2020 y 2019, en 2.12%.

El despacho de carga que tuvieron las solares en el mes de abril del año 2020, fue de 64.58 GWh, que fue un 13.01% mayor que el mes de abril del año 2019.

**Tabla 10***Despacho de Carga de Centrales Solares (GWh)*

Meses	Años			Incr. %	
	2019	2020	2021	2020/2019	2021/2020
Enero	56.28	57.71	72.94	2.54	26.39
Febrero	49.24	54.23	63.76	10.13	17.58
Marzo	68.40	60.12	63.76	-12.11	6.05
Abril	57.15	64.58	62.39	13.01	-3.40
Mayo	57.42	58.92	57.12	2.62	-3.05
Junio	52.87	55.06	54.26	4.15	-1.47
Julio	57.34	61.04	58.61	6.45	-3.98
Agosto	66.06	64.27	67.55	-2.72	5.11
Setiembre	67.23	70.43	70.78	4.75	0.50
Octubre	77.07	76.33	80.83	-0.96	5.89
Noviembre	75.16	81.51	76.36	8.46	-6.32
Diciembre	77.50	73.65	73.56	-4.97	-0.12
<b>Total</b>	<b>761.73</b>	<b>777.86</b>	<b>801.92</b>	<b>2.12</b>	<b>3.09</b>

**Nota.** Elaboración propia. Fuente: Estadística COES años 2019, 2020, 2021.

En la Tabla 11 se muestra que las centrales eólicas incrementaron su producción anual, entre los años 2020 y 2019, en 9.54%.

El despacho de carga que tuvieron las eólicas en el año 2020, fue en el mes de abril con 141.28 GWh, que fue un 5.53% menos que el mes de abril del año 2019.

**Tabla 11***Despacho de Carga de Centrales Eólicas (GWh)*

Meses	Años			Incr. %	
	2019	2020	2021	2020/2019	2021/2020
Enero	110.12	112.79	159.07	2.43	41.03
Febrero	92.62	124.22	114.05	34.11	-8.19
Marzo	152.50	130.31	135.84	-14.55	4.25
Abril	149.55	141.28	161.13	-5.53	14.05
Mayo	142.55	130.50	159.52	-8.45	22.24
Junio	147.78	161.88	134.09	9.54	-17.17
Julio	157.13	169.47	147.35	7.85	-13.05
Agosto	124.65	183.27	182.51	47.02	-0.41
Setiembre	147.70	173.51	128.71	17.47	-25.82
Octubre	162.04	172.07	174.45	6.19	1.38
Noviembre	128.44	156.67	159.59	21.98	1.86
Diciembre	131.08	147.23	144.33	12.32	-1.97
<b>Total</b>	<b>1,646.16</b>	<b>1,803.20</b>	<b>1,800.64</b>	<b>9.54</b>	<b>-0.14</b>

**Nota.** Elaboración propia. Fuente: Estadística COES años 2019, 2020, 2021.

### 5.5 La suspensión de las actividades no esenciales y el costo marginal de energía eléctrica

Debido a la pandemia por el COVID-19, Costos Marginales de Corto Plazo, para la barra de referencia Santa Rosa 220 kV, disminuyeron notablemente entre los meses de marzo y junio del año 2020.

En la Tabla 12 se muestra que los costos marginales promedios mensuales para el mes de marzo del año 2020 bajaron en 13.51% con respecto al mes de marzo del año 2019, para el mes de abril bajó en 53.55%, en el mes de mayo bajó en 39.94%, en el mes de junio bajó en 6.04%

**Tabla 12**

*Evolución de los Costos Marginales en la Barra de Referencia Santa Rosa (US\$/MWh)*

Meses	Años			Incr. %	
	2019	2020	2021	2020/2019	2021/2020
Enero	8.02	8.32	7.18	3.81	-13.78
Febrero	6.58	7.54	9.66	14.55	28.20
Marzo	5.28	4.56	8.15	-13.51	78.66
Abril	7.25	3.37	6.09	-53.55	80.91
Mayo	8.63	5.18	12.69	-39.94	144.97
Junio	9.06	8.51	13.25	-6.04	55.67
Julio	9.34	9.24	24.23	-1.14	162.40
Agosto	11.31	11.65	28.34	2.99	143.25
Setiembre	10.01	12.45	27.74	24.37	122.86
Octubre	13.98	16.60	24.77	18.75	49.18
Noviembre	9.87	16.85	23.28	70.65	38.12
Diciembre	7.65	9.55	22.08	24.80	131.30

**Nota.** Elaboración propia. Fuente: Estadística COES años 2019, 2020, 2021.

#### 5.6 La suspensión de las actividades no esenciales y la reserva rotante del sector eléctrico

La Reserva Rotante, para regulación primaria de frecuencia, que se fija anualmente por OSINERGMIN, como un porcentaje denominado Margen de Reserva Rotante para Regulación Primaria de Frecuencia (MRR-RPF), permite que los generadores del SEIN puedan regular la frecuencia a través de los reguladores de velocidad.

Estos márgenes se fijan tanto para el período de avenida (meses de enero a mayo y el mes de diciembre) como para el período de estiaje (meses de junio a noviembre)

En la Tabla 13 se muestran el Margen de Reserva Rotante para la Regulación Primaria de Frecuencia, para el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), para los años 2019, 2020 y 2021

**Tabla 13**

*Evolución del Margen Reserva Rotante – Regulación Primaria Frecuencia*

Años	MRR-RPF (%)	
	Avenida	Estiaje
2019	3.3	3.3
2020	2.9	2.9
2021	3.5	2.8

**Nota.** Adaptado de Resoluciones OSINERGMIN años 2019,2020,2021

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1.1 Contrastación y demostración de las hipótesis con los resultados

#### a) Contrastación de la hipótesis general

H0: La suspensión de las actividades no esenciales no impacta en la energía eléctrica.

H1: La suspensión de las actividades no esenciales impacta en la energía eléctrica.

De los resultados mostrados en la Tabla 7 se observa que la demanda de energía (expresada en GWh) para el año 2020, comenzó a disminuir a partir del día 16 de marzo, presentándose el menor valor en el mes de abril (3,041.61 GWh). A partir de la segunda quincena del mes de mayo comenzó la reactivación económica en el Perú, pero la demanda se mantuvo baja, con respecto al mes de febrero (4,397.79 GWh), hasta el mes de diciembre del año 2020.

Por lo tanto, podemos rechazar la hipótesis nula, y aceptar que la suspensión de las actividades no esenciales impacta en la energía eléctrica en el año 2020.

#### b) Contrastación de las hipótesis específicas

b1) H0: La suspensión de las actividades no esenciales no impacta en la demanda de potencia y energía

H1: La suspensión de las actividades no esenciales impacta en la energía eléctrica

De los resultados mostrados en la Tabla 6 se observa que la máxima demanda de potencia (expresada en MW) para el año 2020, comenzó a disminuir a partir del día 16 de marzo, presentándose el menor valor en el mes de abril (5,173.49 MW). A partir de la segunda quincena del mes de mayo comenzó la reactivación económica en el Perú, pero la

demanda se mantuvo baja, con respecto al mes de febrero (7,125.30 MW), hasta el mes de diciembre del año 2020.

Por lo tanto, podemos rechazar la hipótesis nula, y aceptar que la suspensión de las actividades no esenciales impacta en la potencia eléctrica en el año 2020.

b2) H0: La suspensión de las actividades no esenciales no impacta en el despacho de carga

H1: La suspensión de las actividades no esenciales impacta en el despacho de carga.

#### Centrales Hidráulicas:

De los resultados mostrados en la Tabla 8 se observa que el despacho de carga de las centrales hidráulicas (expresado en GWh) para el año 2020, comenzó a disminuir a partir del día 16 de marzo, presentándose el menor valor en el mes de abril (2,718.69 GWh). A partir de la segunda quincena del mes de mayo comenzó la reactivación económica en el Perú, pero el despacho de energía hidráulica se mantuvo bajo, con respecto al mes de febrero (3,030.97 GWh), hasta el mes de diciembre del año 2020.

Por lo tanto, podemos rechazar la hipótesis nula, y aceptar que la suspensión de las actividades no esenciales impacta en el despacho de carga, en el año 2020.

#### Centrales Térmicas:

De los resultados mostrados en la Tabla 9 se observa que el despacho de carga de las centrales térmicas (expresado en GWh) para el año 2020, comenzó a disminuir a partir del día 16 de marzo, presentándose el menor valor en el mes de abril (699.35 GWh). A partir de la segunda quincena del mes de mayo comenzó la reactivación económica en el Perú,

pero el despacho de energía térmica se mantuvo bajo, con respecto al mes de febrero (1,188.37 GWh), hasta el mes de agosto del año 2020.

Por lo tanto, podemos rechazar la hipótesis nula, y aceptar que la suspensión de las actividades no esenciales impacta en el despacho de carga, en el año 2020.

b3) H0: La suspensión de las actividades no esenciales no impacta en el costo marginal del sistema eléctrico.

H1: La suspensión de las actividades no esenciales impacta en el costo marginal del sistema eléctrico.

De los resultados mostrados en la Tabla 11 se observa que los costos marginales en la barra de referencia Santa Rosa (expresado en US\$/MWh) para el año 2020, comenzó a disminuir a partir del día 16 de marzo, presentándose el menor valor en el mes de abril (3.37 US\$/MWh). A partir de la segunda quincena del mes de mayo comenzó la reactivación económica en el Perú, pero los costos marginales en la barra de referencia Santa Rosa se mantuvo bajo, con respecto al mes de febrero (7.54 US\$/MWh), hasta el mes de junio del año 2020.

Por lo tanto, podemos rechazar la hipótesis nula, y aceptar que la suspensión de las actividades no esenciales impacta en el costo marginal del sistema eléctrico, en el año 2020.

b4) H0: La suspensión de las actividades no esenciales no impacta en la reserva rotante del sector eléctrico.

H1: La suspensión de las actividades no esenciales impacta en la reserva rotante del sector eléctrico.

De los resultados mostrados en la Tabla 13 se observa que el margen de reserva rotante para la regulación primaria de frecuencia del sistema eléctrico interconectado peruano

(expresado en %) y, fijado anualmente por OSINERGMIN, tanto para los meses de avenida (2.95 %) como para los meses de estiaje (2.9 %) es inferior a los fijados en el año 2019, que fueron 3.3% tanto para los meses de avenida como de estiaje.

Por lo tanto, podemos rechazar la hipótesis nula, y aceptar que la suspensión de las actividades no esenciales impacta en la reserva rotante del sector eléctrico.

### 6.1.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares

De acuerdo con la publicación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) “Impacto del COVID-19 en la demanda de energía eléctrica en Latinoamérica y El Caribe” presentamos la Tabla 14, donde se muestra el impacto en la demanda diaria de energía (GWh) de los países señalados.

**Tabla 14**

Impacto del COVID-19 en la demanda de energía por países 2020

País	Fecha Inicio Covid-19	Mes de Impacto Máximo	Impacto Mensual Máximo	Semana de Impacto Máximo	Impacto Semanal Máximo
Perú	16/03/2020	Abr-20	-32.00%	Abr-04	-34.00%
Bolivia	16/03/2020	Abr-20	-27.60%	Abr-03	-29.40%
Rep. Dominicana	16/03/2020	Abr-20	-16.80%	Mar-04	-21.90%
México	1/04/2020	May-20	-14.30%	May-03	-17.00%
Argentina	16/04/2020	Abr-20	-13.30%	Mar-04	-15.20%
Costa Rica	16/03/2020	May-20	-12.50%	May-02	-13.50%
Brasil	23/03/2020	Abr-20	-11.40%	Abr-03	-12.80%
Guatemala	16/03/2020	May-20	-10.90%	Mar-04	-14.70%
Chile	23/03/2020	Jul-20	-6.30%	Jun-05	-6.50%
Uruguay	16/03/2020	Abr-20	-5.80%	Mar-05	-8.10%

**Nota:** Elaboración propia. Fuente: BID

Se pueden apreciar diferencias marcadas, en los impactos de cada uno de los países. Perú y Bolivia tienen la reducción más grande de la demanda debido al COVID-19, mientras que Chile y Uruguay son los países que presentan el menor impacto, para el año 2020.

El porcentaje hallado se ha calculado como una relación entre el consumo mensual y semanal del año 2020 con relación al mismo período, pero del año 2019.

### 6.1.3 Responsabilidad ética de acuerdo a reglamentos vigentes 3

Los datos utilizados en el presente documento de investigación, se han obtenido de la base de datos del Comité de Operación Económica del Sistema (COES), que es la entidad que tiene a su cargo la operación y mantenimiento del sector eléctrico a nivel nacional en el Perú. También se ha utilizado información del OSINERGMIN en lo referente a las tarifas de servicio público de electricidad.

Adicionalmente, se ha utilizado información obtenida de otros autores, los mismos que han sido citados en el presente documento, y que además se encuentran listados en la bibliografía.

## CONCLUSIONES

- a) El COVID-19 y la suspensión de las actividades no esenciales, tuvieron un efecto negativo en la demanda de energía y potencia del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN). La peor condición ocurrió en el mes de abril del año 2020 con una caída en el consumo de potencia eléctrica del orden de -25.2% y con una caída del consumo de energía del orden de -30.02%, lo cual coincide con el estudio hecho por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que calculó una caída de -32.0% para la demanda de energía eléctrica.
- b) El COVID-19 y la suspensión de las actividades no esenciales, tuvieron un efecto negativo en el despacho de carga de las centrales del SEIN. Debido a la caída en la demanda de potencia y energía eléctrica, las centrales hidráulicas disminuyeron su generación en -11.16% en el mes de abril, y en -29.65% en el mes de noviembre del año 2020.
- El despacho de carga de las centrales hidráulicas para el año 2020 fue 2.82% menor que la ocurrida en el año 2019. Este resultado es coherente con la disminución de la demanda.
- El despacho de carga de las centrales térmicas para el año 2020 disminuyó en -89.16% en el mes de abril del año 2020, y el despacho de carga de las centrales térmicas para el año 2020 disminuyó en -14.89% con respecto al año 2019.
- c) El COVID-19 y la suspensión de las actividades no esenciales, tuvieron un efecto negativo en el costo marginal del SEIN. Los costos marginales promedios mensuales, en la barra de referencia Santa Rosa tuvo una caída del orden de -53.55% en el mes de abril, y de -39.94% en el mes de mayo del año 2020.
- d) El COVID-19 y la suspensión de las actividades no esenciales, tuvieron un efecto negativo en la reserva rotante para la regulación primaria de frecuencia, pues disminuyó de 3.3% en el año 2019 a 2.9% en el año 2020.

- e) La producción de las centrales RER se mantuvieron durante el año 2020, pero como los costos marginales promedios disminuyeron, la tarifa eléctrica al usuario final tuvo que subir, para remunerar estas centrales de acuerdo con el esquema regulatorio vigente. Es así que la tarifa doméstica por ejemplo para la distribuidora Luz del Sur incrementó la tarifa en junio de 2020 en 1.44%.
- f) Un efecto adicional del COVID-19 y la suspensión de las actividades no esenciales, es la morosidad de los clientes que en Lima Metropolitana alcanzó el 40% y en provincias al 80%. Como promedio de morosidad a nivel nacional se alcanzó un 60% lo cual pudo haber puesto en riesgo el sistema eléctrico en su conjunto.
- g) De acuerdo con el estudio del BID, Perú y Bolivia fueron los países en los que la pandemia ha causado un mayor impacto en el sector eléctrico durante el año 2020. Por otro lado, Chile y Uruguay serían los países que menos impacto tuvieron en el año 2020.

## RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda hacer un estudio sobre la morosidad de los clientes tanto regulados como libres del sector eléctrico peruano, con la finalidad de analizar el riesgo de que se rompa la cadena de pagos y se ponga en riesgo el sistema eléctrico.
- b) Se recomienda hacer un monitoreo de los patrones o hábitos de consumo por tipo de carga (doméstica, industrial, agropecuaria, comercial etc.), que ha cambiado con la pandemia, con la finalidad de tener una correcta caracterización del perfil de demanda en el sector eléctrico peruano.
- c) Se recomienda estudiar las distorsiones en el mercado eléctrico, pues ante la disminución de la demanda y de las tarifas, estas no se trasladan al usuario final. En la actualidad se manifiesta lo contrario pues bajan los costos marginales por la pandemia, y la tarifa a usuario final se incrementa.
- d) Las autoridades deben de disponer de planes de contingencia para una reactivación económica efectiva, ante casos de crisis como la pandemia y el sector eléctrico pueda salir adelante sin poner en riesgo el sistema.
- e) La disminución de la demanda de electricidad, provocada por el efecto del COVID-19, desplazó el uso de termoeléctricas que utilizan combustibles fósiles, por las energías renovables, por lo que es necesario hacer estudios sobre la nueva reestructuración del parque generador, en favor del medio ambiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agdas, D., y Barooah, P. (2020). Impact of the COVID-19 Pandemic on the U.S. Electricity Demand and Supply: An Early View from Data. *IEEE Access*, 8, 151523–151534. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3016912>

Beraún, M. (2020). La eficiencia energética en tiempos de pandemia basado en el consumo energético en hospitales del Perú. *revistas.uroosevelt.edu.pe*. <https://revistas.uroosevelt.edu.pe/index.php/VISCT/article/view/78>

García, F., Moreno, A., y Schuschny, A. (2020). Análisis de los impactos de la pandemia del Covid-19 sobre el sector energético de América Latina y el Caribe. *OLADE*, 16.

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (H. MacGraw (ed.); Sexta Edic).

Kirli, D., Parzen, M., y Kiprakis, A. (2021). Impact of the COVID-19 Lockdown on the Electricity System of Great Britain: A Study on Energy Demand, Generation, Pricing and Grid Stability. *ENERGIES*, 14(3). <https://doi.org/10.3390/en14030635>

Leach, A., Rivers, N., y Shaffer, B. (2020). Canadian Electricity Markets during the COVID-19 Pandemic: An Initial Assessment. *Canadian Public Policy*, 46. <https://doi.org/10.3138/CP.2020-060>

Liu, X. L., y Lin, Z. (2021). Impact of Covid-19 pandemic on electricity demand in the UK based on multivariate time series forecasting with Bidirectional Long Short Term Memory. *ENERGY*, 227. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120455>

Murillo, B., De Jesús, L., y Carbajal, Y. (2020). Impacto económico del cierre de las actividades no esenciales a causa del Covid-19 en México. Una evaluación por el método de extracción hipotética. *Contaduría y Administración*, 65(5), 1–18. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2020.3084>

Murillo Villanueva, B., Almonte, L. de J., y Carbajal Suárez, Y. (2020). Economic impact of the closure of non-essential activities due to covid-19 in Mexico. an assessment by the hypothetical extraction method. *Contaduria y Administracion*,

65(5), 1–18. <https://doi.org/10.22201/FCA.24488410E.2020.3084>

Navon, A., Machlev, R., Carmon, D., Onile, A. E., Belikov, J., y Levron, Y. (2021). Effects of the COVID-19 pandemic on energy systems and electric power grids—A review of the challenges ahead. *Energies*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/EN14041056>

Okumura, P., y Cabrera, M. (2020). Análisis: Apuntes sobre el impacto del COVID-19 en el Mercado Eléctrico Peruano. *Revista Energía*.

Rebolledo, A. (2020). Energía Eléctrica en Tiempo de Pandemia. *Energía Estratégica*.

Wen, L., Sharp, B., Suomalainen, K., Sheng, M. S., y Guang, F. (2022). The impact of COVID-19 containment measures on changes in electricity demand. *Sustainable Energy, Grids and Networks*, 29. <https://doi.org/10.1016/j.segan.2021.100571>

Wong Ou, L. (2019). *Evaluación pre-Covid19 de tecnologías para suplir la demanda de generación eléctrica en el Perú 2025-2030*. <https://repositorio.utec.edu.pe/handle/20.500.12815/144>

## ANEXOS

### Matriz de Consistencia

TEMA: ENERGÍA ELÉCTRICA Y LA SUSPENSIÓN DE ACTIVIDADES NO ESENCIALES EN TIEMPO DE PANDEMIA - CASO PERUANO

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cómo se impacta la energía eléctrica por la suspensión de las actividades no esenciales?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>1) ¿Cómo se afecta la demanda de potencia y energía por la suspensión de las actividades no esenciales?</p> <p>2) ¿Cómo se afecta el despacho de carga por la suspensión de las actividades no esenciales?</p> <p>3) ¿Cómo se afecta el costo marginal del sistema eléctrico por la suspensión de las actividades no esenciales?</p> <p>4) ¿Cómo se afecta la reserva rotante del sistema eléctrico por la suspensión de las actividades no esenciales?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Determinar de qué manera impacta en la energía eléctrica, la suspensión de las actividades no esenciales.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>1) Determinar de qué manera impacta en la demanda de potencia y energía, la suspensión de las actividades no esenciales.</p> <p>2) Determinar de qué manera impacta en el despacho de carga, la suspensión de las actividades no esenciales.</p> <p>3) Determinar de qué manera impacta en el costo marginal, la suspensión de las actividades no esenciales.</p> <p>4) Determinar de qué manera impacta en la reserva rotante, la suspensión de las actividades no esenciales.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>La suspensión de las actividades no esenciales impacta en la energía eléctrica.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <p>1) La suspensión de las actividades no esenciales impacta en la demanda de potencia y energía.</p> <p>2) La suspensión de las actividades no esenciales impacta en el despacho de carga.</p> <p>3) La suspensión de las actividades no esenciales impacta en el costo marginal del sistema eléctrico.</p> <p>4) La suspensión de las actividades no esenciales impacta en la reserva rotante del sector eléctrico.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p><b>Y:</b> Impacto en la energía eléctrica</p> <p><b>INDICADORES</b></p> <p>- Demanda de potencia y energía.</p> <p>- Despacho de carga.</p> <p>- Costo marginal.</p> <p>- Reserva rotante.</p> <p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p><b>X:</b> Suspensión de las actividades no esenciales</p> <p><b>INDICADORES</b></p> <p>- Actividades no esenciales</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descriptiva</li> <li>• Explicativa</li> <li>• Correlacional</li> </ul> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>No experimental</p> <p><b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>Cuantitativo</p> <p><b>POBLACIÓN</b></p> <p>Sistema Eléctrico Interconectado Nacional</p> <p><b>MUESTRA</b></p> <p>Sistema Eléctrico Interconectado Nacional</p>

#### Instrumento de captación de datos

Base de datos del Comité de Operación Económica del Sistema (COES)