

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,  
INFORMÁTICA Y MECÁNICA  
***ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA***



**“MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA Y CALIDAD DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA EN EL HOSPITAL DE CONTINGENCIA ANTONIO  
LORENA DEL CUSCO - 2021”**

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

Br. MARIO CESAR TITO FARFÁN

**ASESOR**

ING. WILBERT JULIO LOAIZA CUBA

**CUSCO-PERÚ  
2022**

# Presentación

Señor:

Decano de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Informática y Mecánica, señores miembros que pertenecen a la comisión de dictamen para el presente trabajo de tesis.

En cumplimiento con las disposiciones del Reglamento de Grados y Títulos Vigente de la facultad de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Informática y Mecánica, para optar al Título Profesional de Ingeniero Electricista, pongo a vuestra consideración el presente trabajo de investigación intitulado, **“MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA Y CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOSPITAL DE CONTINGENCIA ANTONIO LORENA DEL CUSCO - 2021”**, el presente estudio tiene por finalidad encontrar una alternativa de solución al problema de armónicos de corriente y así contribuir al mejoramiento de la eficiencia y calidad de la energía eléctrica en este hospital.

Esperando señores miembros que pertenecen a la comisión de dictamen y miembros del jurado, hagan llegar sus opiniones y sugerencias al presente trabajo, que permita mejorar el presente trabajo de tesis y pueda servir de consulta a los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica.

Atentamente:

Br. Mario Cesar Tito Farfán

## DEDICATORIA

*Dedico esta Tesis a mis padres Mario Tito Becerra y Luz Mila Farfán Salcedo, que siempre me guiaron por el camino del bien, me apoyaron y depositaron su confianza en mí, sin ellos no lo habría logrado.*

*A mi gran amor Rosa María Pérez Retamozo, quien siempre confió en mí, por creer en mi capacidad, por el apoyo incondicional que siempre me brindo, por estar siempre a mi lado.*

*Con mucho amor a mis hijos Brianna Abigail y Cesar Emilio por ser mi motivación e inspiración, por darme la fuerza para poder superarme cada día más.*

***Mario Cesar Tito Farfán***

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por estar siempre a mi lado y guiar todos mis pasos, por darme fuerza para seguir adelante en mis momentos de debilidades, por todas las bendiciones que derrama en mi vida.

Le doy gracias a mi familia y mis amigos, quienes me dieron su aliento y apoyo para poder culminar con la presente tesis.

Le doy gracias a la Universidad San Antonio Abad del Cusco y en especial a los Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica, por todos los conocimientos que me impartieron por brindarme lo necesario para seguir creciendo profesionalmente.

**Mario Cesar Tito Farfán**

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la energía eléctrica es el corazón de las industrias y de gran parte de las actividades humanas. En los últimos años, con el avance de la tecnología existe un incremento sustancial del uso de aparatos o dispositivos electrónicos. En especial en los hospitales que cuentan con un gran número de aparatos electrónicos que son cargas electrónicas de un comportamiento no lineal, que afecta al sistema de distribución eléctrico, provocando contaminación armónica en las redes de distribución.

Los hospitales cuentan con un gran número de equipos que producen cargas no lineales como son los ordenadores, balastos electrónicos, variadores de velocidad, respiradores artificiales, máquinas de anestesia, esterilizadores eléctricos, electrocardiógrafos, desfibriladores entre otros, estos equipos eléctricos tienen componentes electrónicos para su funcionamiento como diodos, transistores, triac, diacs, que son los causantes de las perturbaciones eléctricas como las tensiones y corrientes armónicas los cuales deben ser soportadas por las redes eléctricas. Además, las presencias de armónicos dañan los equipos eléctricos y electrónicos con lo cual obtenemos una eficiencia energética deficiente, esto sumado con el uso de equipos eléctricos antiguos o en mal estado que ocasionan mayores costos de operación y mantenimiento.

En el presente trabajo de investigación, analizaremos las alternativas de solución para mitigar los armónicos de corriente en baja tensión y mejorar la eficiencia energética de la SED N° 001056 del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, el cual se presenta en 6 capítulos que son los siguientes:

En el primer capítulo desarrollamos los aspectos generales, ubicación geográfica, el planteamiento y formulación del problema, objetivos, hipótesis, alcances y limitaciones, metodología.

En el capítulo II se desarrolla los fundamentos teóricos y normativos, conceptos generales de calidad de energía, el factor de potencia, armónicos de tensión y corriente, eficiencia energética y las bases normativas.

En el capítulo III se desarrolla el diagnóstico de la situación actual del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, su ubicación, las instalaciones eléctricas con el que cuenta, también veremos el analizador de redes que se utilizó para las mediciones, el registro de las mediciones realizadas, y finalmente un análisis de los resultados obtenidos.

En el capítulo IV se desarrolla las alternativas de solución para mejorar la eficiencia y calidad de energía eléctrica, evaluando los tipos de filtros para seleccionar el filtro más adecuado para mitigar los armónicos de corriente, finalmente realizaremos un análisis para la mejora de la eficiencia energética.

En el capítulo V se desarrolla el modelamiento de la alternativa más óptima para mitigar los armónicos de corriente, se realiza el cálculo de los parámetros y se modela en el software DigSILENT.

En el capítulo VI se desarrolla las propuestas para mejorar la eficiencia energética, se realiza las estrategias para el ahorro de energía, finalmente veremos las conclusiones y sugerencias de la presente tesis.

## RESUMEN

La presente tesis tiene por finalidad analizar la eficiencia y calidad de energía eléctrica en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, y mitigar la presencia de armónicos de corriente con la propuesta de un filtro eficiente en baja tensión de la SED N° 001056.

El Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, es uno de los hospitales más importantes del Cusco, el cual cuenta con un gran número de equipos eléctricos y electrónicos, los cuales inyectan armónicos de tensión y corriente al sistema eléctrico por ser cargas no lineales, que deforman las señales de ondas senoidales. En este hospital se producen distorsiones por presencia de armónicos de corrientes de orden 3<sup>ro</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup>, 9<sup>no</sup>, 13<sup>vo</sup>, las cuales están por encima de los límites establecidos por la norma IEEE Std 519-1992.

Se realiza un análisis de los distintos tipos de filtros para mitigar los armónicos de corriente, se realiza los cálculos de los parámetros para el filtro eficiente y finalmente se selecciona el filtro más eficiente para mitigar los armónicos de corriente en la SED N° 001056. Para observar mejor esta solución se realiza la simulación del filtro eficiente en el software DigSILENT. Esta simulación es favorable y se observa que la distorsión de los armónicos de corriente del orden 3<sup>ro</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup>, 9<sup>no</sup>, 13<sup>vo</sup> se reducen a valores por debajo de los límites establecidos por norma.

Finalmente se indican los usos inadecuados de la energía eléctrica, se establecen estrategias para el ahorro de energía eléctrica y se dan propuestas para mejorar la eficiencia energética.

**Palabras Claves:** Calidad de Energía, Eficiencia, Rendimiento, Equipo Eléctrico y Electrónico, Distorsión Armónica, Factor de Potencia.

## ABSTRACT

The purpose of this thesis is to analyze the efficiency and quality of electrical energy in the Antonio Lorena Contingency Hospital in Cusco, and to mitigate the presence of current harmonics with the proposal of an efficient low-voltage filter of SED N° 001056.

The Antonio Lorena del Cusco Contingency Hospital is one of the most important hospitals in Cusco, which has a large number of electrical and electronic equipment, which inject voltage and current harmonics into the electrical system as they are non-linear loads, which distort sine wave signals. In this hospital, distortions occur due to the presence of harmonics of currents of the 3rd, 5th, 7th, 9th, and 13th order, which are above the limits established by the IEEE Std 519-1992 standard.

An analysis of the different types of filters to mitigate current harmonics is carried out, the calculations of the parameters for the efficient filter are made and finally the most efficient filter is selected to mitigate current harmonics in SED N° 001056. To observe This solution is best performed by simulating the efficient filter in the DigSILENT software. This simulation is favorable and it is observed that the distortion of the current harmonics of the 3rd, 5th, 7th, 9th, 13th order are reduced to values below the limits established by the standard.

Finally, the inappropriate uses of electrical energy are indicated, strategies for saving electrical energy are established and proposals are given to improve energy efficiency.

**Keywords:** Power Quality, Efficiency, Performance, Electrical and Electronic Equipment, Harmonic Distortion, Power Factor.



**GLOSARIO**

MT	Media Tensión
BT	Baja Tensión
SED	Subestación Eléctrica de Distribución
DL	Decreto Legislativo
CNE	Código Nacional de Electricidad
QU	Alimentadores de la Subestación de Quencoro
SED	Subestación de Distribución
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
FP	Factor de Potencia
PPC	Punto de conexión de carga
IEEE	Institute of Electrical Electronics Engineers
NTCSE	Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos
FAP	Filtro activo de potencia
TDD	Tasa de Distorcion en la Demanda
$\text{Cos}\Phi$	Coseno de $\phi$
HD <sub>i</sub>	Distorsión Armónica de Corriente
HD <sub>v</sub>	Distorsión Armónica de Tensión
THD <sub>i</sub>	Distorsión Armónica Total de Corriente
THD <sub>v</sub>	Distorsión Armónica Total de Tensión
S.A.A.	Sociedad Anónima Abierta
MEM	Ministerio de Energía y Minas

## ÍNDICE GENERAL

Presentación .....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
INTRODUCCIÓN .....	iv
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT.....	vii
GLOSARIO .....	viii
ÍNDICE GENERAL .....	ix
ÍNDICE FIGURAS.....	xviii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xxii
CAPITULO I .....	1
ASPECTOS GENERALES .....	1
1.1  Ámbito Geográfico .....	1
1.2  El Problema .....	2
1.2.1  Planteamiento del problema.....	2
1.3  Formulación del Problema.....	3
1.3.1  Problema principal .....	3
1.3.2  Problemas específicos .....	3

1.4	Objetivos.....	3
1.4.1	Objetivo general .....	3
1.4.2	Objetivos específicos.....	4
1.5	Hipótesis y Variables.....	4
1.5.1	Hipótesis general .....	4
1.5.2	Hipótesis específicas .....	4
1.6	Variables e Indicadores .....	5
1.7	Justificación del Problema.....	5
1.8	Alcances y Limitaciones.....	7
1.8.1	Alcances .....	7
1.8.2	Limitaciones .....	7
1.9	Metodología.....	8
1.9.1	Características de la investigación .....	8
1.9.2	Población y muestra .....	9
1.9.3	Técnicas para la recolección de datos .....	9
1.9.4	Técnica de análisis de datos .....	10
1.9.5	Herramientas y procesamiento de datos.....	10
CAPITULO II .....		11
FUNDAMENTO TEÓRICO .....		11
2.1	Introducción.....	11

2.2	Antecedentes.....	11
2.3	Marco Teórico .....	13
2.3.1	Calidad de Energía Eléctrica.....	14
2.3.2	Tipos de Carga .....	15
2.3.3	El $\cos\phi$ Factor de Potencia.....	18
2.3.4	Corrientes Armónicas.....	21
2.3.5	Eficiencia Energética.....	31
2.4	Marco Normativo .....	37
2.4.1	Normativa Nacional .....	37
2.4.2	Normativa Internacional.....	41
2.5	Marco conceptual .....	43
3	CAPITULO III: DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL HOSPITAL DE CONTINGENCIA ANTONIO LORENA. ....	46
3.1	Introducción.....	46
3.2	Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco .....	46
3.2.1	Distribución del Hospital .....	46
3.2.2	Ubicación Eléctrica .....	47
3.2.3	Datos técnicos de la SED N° 001056.....	47
3.3	Instalaciones eléctricas en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena .....	48
3.3.1	Planos eléctricos de la red de distribución del Hospital.....	51

3.3.2	Transformador de 400 KVA .....	52
3.3.3	Conductores.....	52
3.3.4	Generador de emergencia.....	53
3.3.5	Tableros de distribución .....	55
3.3.6	Puesta a tierra existente.....	60
3.3.7	Pararrayos.....	63
3.4	Características del Analizador de Redes .....	64
3.4.1	Descripción del Analizador de Redes PQ-BOX 100 .....	64
3.4.2	Conexión del Analizador de Redes PQ-Box 100 .....	66
3.4.3	Registro de la medición en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena .....	67
3.5	Registro de las mediciones .....	68
3.6	Análisis de la Subestación de Distribución N° 001056 .....	69
3.6.1	Forma de onda de tensión y corriente .....	69
3.6.2	Análisis de los armónicos de tensión .....	71
3.6.3	Análisis de los armónicos de corriente.....	76
3.6.4	Factor de Potencia en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena .....	80
3.7	Análisis de resultados en la Subestación de Distribución N° 001056 .....	82
3.8	Análisis de Eficiencia Energética en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena ..	83
3.8.1	Pliego Tarifario Actual.....	83
3.8.2	Análisis del consumo de energía eléctrica .....	85

3.8.3	Principales cargas eléctricas.....	85
3.8.4	Diagnóstico de la eficiencia energética actual .....	87
3.8.5	Rendimiento del Transformador .....	87
3.8.6	Uso de las calderas .....	88
3.8.7	Uso de Iluminación .....	88
3.8.8	Uso de Tomacorrientes.....	90
3.8.9	Uso de equipos ofimáticos .....	91
3.8.10	Uso de los equipos biomédicos eléctricos .....	92
3.8.11	Uso de los sistemas eléctricos .....	92
3.9	Conclusiones del Capítulo.....	93
3.10	Validación de Hipótesis específica I.....	94
4	CAPITULO IV: ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA Y CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	96
4.1	Introducción.....	96
4.2	Filtros.....	97
4.3	Filtros Pasivos de Potencia.....	97
4.3.1	Tipos de Filtros Pasivos de Potencia.....	99
4.3.2	Filtros Pasivos Serie .....	99
4.3.3	Filtro Pasivo Paralelo o Shunt.....	101
4.3.4	Ventajas y desventajas de los filtros pasivos .....	109

4.4	Filtros Activos de Potencia.....	109
4.4.1	Tipos de Filtros Activos de Potencia .....	110
4.4.2	Filtros Activo en Serie.....	111
4.4.3	Filtros Activo Paralelo .....	112
4.4.4	Ventajas y desventajas de los filtros activos .....	113
4.5	Filtros Híbridos.....	114
4.5.1	Tipos de filtros híbridos .....	114
4.5.2	Filtro activo en serie con la línea .....	114
4.5.3	Filtro activo en serie con el filtro pasivo.....	115
4.5.4	Filtro activo en paralelo con el filtro pasivo .....	117
4.5.5	Ventajas y desventajas de los filtros Híbridos .....	117
4.6	Comparación entre los tipos de filtros.....	118
4.7	Selección del filtro para el presente caso.....	120
4.8	Criterios de Selección del filtro pasivo.....	120
4.8.1	Numero de Ramas del filtro .....	121
4.8.2	Ubicación del filtro pasivo .....	121
4.8.3	Según la configuración del filtro pasivo .....	122
4.8.4	Tamaño del filtro pasivo .....	123
4.8.5	Costo del filtro pasivo .....	123
4.8.6	Facilidad de construcción del filtro pasivo .....	123

4.9	Dimensionamiento del filtro pasivo .....	124
4.9.1	Calculo de los parámetros principales del filtro pasivo .....	124
4.10	Análisis para la mejora de la eficiencia energética .....	126
4.10.1	Análisis tarifario .....	126
4.10.2	Resumen del consumo de energía eléctrica .....	127
4.10.3	Determinación de la tarifación más optima .....	128
4.10.4	Aplicación de guías para la eficiencia energética.....	134
4.11	Conclusiones generales del Capítulo .....	134
4.12	Validación de hipótesis especifica II .....	136
5	CAPITULO V: MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE LA ALTERNATIVA MAS OPTIMA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	137
5.1	Propuesta de mitigación al problema con la alternativa más optima .....	137
5.2	Simulación del estado actual de la SED N° 001056 .....	137
5.2.1	Modelamiento de la SED N° 001056 con el software DIgSILENT.....	137
5.3	Simulación del barrido de frecuencia .....	139
5.4	Simulación de las corrientes armónicas en la SED N° 001056 .....	139
5.4.1	Resultados de las simulaciones .....	142
5.5	Análisis y conclusiones de la simulación de las corrientes armónicas.....	142
5.6	Calculo de la corriente residual del filtro pasivo .....	143
5.7	Calculo de los parámetros del filtro pasivo .....	143



5.7.1	Determinación de la potencia reactiva .....	143
5.7.2	Cálculo del capacitor del filtro pasivo.....	144
5.7.3	Cálculo del inductor del filtro pasivo.....	145
5.7.4	Cálculo de la resistencia del filtro pasivo.....	146
5.8	Modelamiento de la SED N° 001056 con filtro pasivo en el software DigSILENT	148
5.9	Simulación y análisis con filtro pasivo en la SED N° 001056 .....	148
5.9.1	Caso 1: filtro pasivo con R-L-C en delta.....	149
5.9.2	Caso 2: filtro pasivo con R-L-C en estrella.....	151
5.9.3	Análisis de los resultados de las simulaciones con filtro pasivo.....	154
5.10	Conclusiones generales del Capítulo .....	156
5.11	Validación de hipótesis específica III.....	156
6	CAPITULO VI: PROPUESTA DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	157
6.1	Introducción.....	157
6.2	Propuestas para mejorar la eficiencia energética.....	157
6.2.1	Uso de las calderas .....	157
6.2.2	Uso de Iluminación .....	157
6.2.3	Uso de Tomacorrientes.....	158
6.2.4	Uso de equipos ofimáticos .....	159
6.2.5	Uso de los sistemas eléctricos .....	159
6.2.6	Uso de los equipos biomédicos eléctricos.....	159

6.2.7	Plan de mejoras de las diferentes áreas del hospital.....	160
6.3	Estrategias para el ahorro y eficiencia energética .....	160
6.4	Plan de uso eficiente de energía .....	161
6.4.1	Planificar .....	161
6.4.2	Hacer lo planificado .....	162
6.4.3	Verificar .....	163
6.4.4	Actuar .....	164
6.5	Conclusiones generales del Capítulo .....	164
6.6	Validación de hipótesis específica IV .....	164
	CONCLUSIONES .....	165
	SUGERENCIAS .....	167
	BIBLIOGRAFÍA .....	168
	ANEXOS	

## ÍNDICE FIGURAS

<b>Figura 1-1</b> Plano de Ubicación de la Zona de Estudio .....	1
<b>Figura 2-1</b> Representación de una Carga Resistiva .....	16
<b>Figura 2-2</b> Representación de una Carga Inductiva.....	17
<b>Figura 2-3</b> Representación de una Carga Capacitiva.....	17
<b>Figura 2-4</b> Triangulo de Potencias.....	18
<b>Figura 2-5</b> Triangulo de Potencia de componentes armónicas .....	20
<b>Figura 2-6</b> Formación de una señal armónica.....	22
<b>Figura 2-7</b> Onda cuadrada con sus 7 primeros armónicos.....	26
<b>Figura 2-8</b> (a) Circuito. (b) Onda distorsionada .....	28
<b>Figura 2-9</b> Generación de Electricidad por fuentes , 2019 .....	32
<b>Figura 2-10</b> Etiqueta indicador de eficiencia energética .....	35
<b>Figura 2-11</b> Áreas de servicio de un hospital .....	36
<b>Figura 2-12</b> Consumo de Energía Eléctrica por Equipos .....	37
<b>Figura 2-13</b> Bases de la Ley N° 27345 .....	41
<b>Figura 3-1</b> Croquis del Hospital de Contingencia Antonio Lorena .....	46
<b>Figura 3-2</b> Ubicación Técnica de la SED N° 001056 .....	47
<b>Figura 3-3</b> Distribución de ambientes del Hospital de Contingencia Antonio Lorena.....	51
<b>Figura 3-4</b> Transformador del Hospital de Contingencia Antonio Lorena.....	52
<b>Figura 3-5</b> Salida en BT del Transformador del Hospital de Contingencia Antonio Lorena.....	53

<b>Figura 3-6</b> Generador de emergencia del Hospital de Contingencia Antonio Lorena.....	54
<b>Figura 3-7</b> Tablero General Normal .....	55
<b>Figura 3-8</b> Tablero de Distribución de Servicios Generales.....	56
<b>Figura 3-9</b> Tablero de Distribución de Servicio de Emergencia .....	58
<b>Tabla 3-10</b> Puestas a tierra existentes .....	61
<b>Figura 3-11</b> Puestas a tierra en los servicios más importantes .....	62
<b>Figura 3-12</b> Puestas a tierra en obstaculizados .....	62
<b>Figura 3-13</b> Pararrayos existentes en el hospital .....	63
<b>Figura 3-14</b> Equipo de medición PQ-Box 100 Export .....	65
<b>Figura 3-15</b> Diagrama para medición de tensión para red trifásica de baja tensión.....	67
<b>Figura 3-16</b> Comportamiento de la forma de onda de tensión con presencia de armónicos .....	70
<b>Figura 3-17</b> Comportamiento de la forma de onda de corriente con presencia de armónicos ....	70
<b>Figura 3-18</b> Variación de TDHv en los primeros 50 Armónicos de la SED N° 001056.....	71
<b>Figura 3-19</b> Armónicos de tensión sobresalientes .....	72
<b>Figura 3-20</b> Variación de la distorsión armónica total de tensión en la SED N° 001056.....	75
<b>Figura 3-21</b> Variación de la distorsión armónica total de tensión en la SED N° 001056.....	81
<b>Figura 3-22</b> Variación de la distorsión del factor de potencia en la SED N° 001056.....	81
<b>Figura 3-23</b> Recibo de luz mes de junio 2022 .....	84
<b>Figura 3-24</b> Consumo de energía eléctrica de julio 2021 a junio 2022 .....	85
<b>Figura 3-25</b> Rendimiento del transformador .....	87

<b>Figura 3-26</b> Estado de equipos de iluminación.....	89
<b>Figura 3-27</b> Estado de tomacorrientes .....	90
<b>Figura 3-28</b> Uso de extensiones eléctricas.....	91
<b>Figura 4-1</b> Filtro pasivo serie.....	99
<b>Figura 4-2</b> Filtro pasivo serie.....	100
<b>Figura 4-3</b> Elementos del filtro pasivo serie.....	100
<b>Figura 4-4</b> Implementación de un filtro pasivo paralelo.....	102
<b>Figura 4-5</b> Configuración de filtros pasivos paralelos.....	102
<b>Figura 4-6</b> Implementación de un filtro pasivo paralelo.....	103
<b>Figura 4-7</b> Componentes de un filtro pasivo sincronizado simple .....	104
<b>Figura 4-8</b> Comportamiento del filtro sincronizado simple.....	106
<b>Figura 4-9</b> Filtro pasivo de segundo orden .....	107
<b>Figura 4-10</b> Filtro pasivo pasa alto de tercer orden .....	107
<b>Figura 4-11</b> Filtro pasivo de tercer orden pasa tapa.....	108
<b>Figura 4-12</b> Principio de funcionamiento de un filtro activo.....	110
<b>Figura 4-13</b> Filtro activo en serie.....	111
<b>Figura 4-14</b> Filtro activo paralelo .....	112
<b>Figura 4-15</b> Filtro activo en serie con la línea .....	115
<b>Figura 4-16</b> Filtro activo en serie con el filtro pasivo.....	116

<b>Figura 4-17</b> Filtro activo en paralelo con el filtro pasivo .....	117
<b>Figura 4-18</b> Ubicación de los filtros pasivos .....	121
<b>Figura 4-19</b> Rama de un filtro sincronizado simple .....	126
<b>Figura 5-1</b> Modelamiento en DigSILENT de la SED N° 001056 .....	138
<b>Figura 5-2</b> Impedancia vs frecuencia en la barra 0.23 kV (sistema sin filtro).....	139
<b>Figura 5-3</b> Espectro armónico de las corrientes armónicas individuales SED N° 001056.....	141
<b>Figura 5-4</b> Onda Distorsionada SED N° 001056 por presencia de armónicos de corriente .....	142
<b>Figura 5-5</b> Modelamiento del filtro pasivo .....	148
<b>Figura 5-6</b> Impedancia vs frecuencia sistema con filtro pasivo en delta .....	149
<b>Figura 5-7</b> Filtro pasivo en delta para mitigar armónico de corriente SED N° 001056 .....	150
<b>Figura 5-8</b> Corrección de onda distorsionada con instalación de filtro pasivo en delta .....	151
<b>Figura 5-9</b> Impedancia vs frecuencia sistema con filtro pasivo en estrella .....	152
<b>Figura 5-10</b> Filtro pasivo en estrella para mitigar armónico de corriente SED N° 001056 .....	153
<b>Figura 5-11</b> Corrección de onda distorsionada con instalación de filtro pasivo en delta .....	154

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1</b> Valores de tensiones armónicas eficaces.....	39
<b>Tabla 2-2</b> Límites de máxima distorsión de corrientes.....	42
<b>Tabla 2-3</b> Límites de distorsión de tensión.....	43
<b>Tabla 3-1</b> Características técnicas del transformador.....	48
<b>Tabla 3-2</b> Características técnicas del generador.....	54
<b>Tabla 3-3</b> Datos técnicos de analizador de redes PQ-Box 100 Expert.....	66
<b>Tabla 3-4</b> Análisis de armónicos de tensiones en la SED N° 001056.....	73
<b>Tabla 3-5</b> Distorsión armónica total de tensión.....	75
<b>Tabla 3-6</b> Máxima distorsión armónica de corriente en %.....	77
<b>Tabla 3-7</b> Análisis de armónicos de corrientes en la SED N° 001056.....	77
<b>Tabla 3-8</b> Resultados de la distorsión armónica total de corriente.....	80
<b>Tabla 3-9</b> Resultados de la distorsión armónica total de corriente.....	83
<b>Tabla 3-10</b> Principales equipos eléctricos.....	86
<b>Tabla 3-11</b> Rendimiento total.....	88
<b>Tabla 3-12</b> Distorsión armónica total de tensión.....	93
<b>Tabla 3-13</b> Resultados de la distorsión armónica total de corriente.....	94
<b>Tabla 4-1</b> Cuadro comparativo de los tipos de filtros.....	119
<b>Tabla 4-2</b> Características tarifarias.....	127

<b>Tabla 4-3</b> Consumos eléctricos de julio 2021 a junio 2022.....	128
<b>Tabla 4-4</b> Pliego tarifario MT3 .....	129
<b>Tabla 4-5</b> Costo por facturación en MT3.....	130
<b>Tabla 4-6</b> Pliego tarifario MT4 .....	131
<b>Tabla 4-7</b> Costo por facturación en MT4.....	131
<b>Tabla 4-8</b> Pliego tarifario MT2 .....	132
<b>Tabla 4-9</b> Costo por facturación en MT2.....	133
<b>Tabla 4-10</b> Resumen de las facturaciones de tarifas eléctricas .....	133
<b>Tabla 5-1</b> Valores de cortocircuito trifásico en la barra de 0.23kV .....	140
<b>Tabla 5-2</b> Límites de distorsión armónica de corriente.....	140
<b>Tabla 5-3</b> Potencias registradas en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena.....	144
<b>Tabla 5-4</b> Valores de los parámetros eléctricos del filtro pasivo para el 5to armónico .....	147
<b>Tabla 5-5</b> Valores de los parámetros eléctricos del filtro pasivo para el 5 <sup>to</sup> armónico.....	149
<b>Tabla 5-6</b> Resumen de los casos de mitigación de armónicos de corriente.....	155





## **1.2 El Problema**

### ***1.2.1 Planteamiento del problema.***

Con el avance de la tecnología, se vienen desarrollando equipos biomédicos cada vez más complejos que cuentan con componentes electrónicos que inyectan en la red de baja tensión tensiones y corrientes armónicas lo que produce una mala calidad de la energía eléctrica que a su vez producen la reducción de la vida útil de los equipos eléctricos. Es el caso del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, que cuenta con un gran número de equipos biomédicos que vienen inyectando de tensiones y corrientes armónicas a la red de baja tensión de la SED N° 001056, haciendo que la calidad de energía de esta SED N° 001056 no sea la adecuada trayendo como consecuencia el deterioro de los equipos eléctricos del Hospital de Contingencia Antonio Lorena, trayendo grandes pérdidas económicas en la reparación o renovación de estos equipos eléctricos.

Para el desarrollo del presente estudio de tesis se contó con las mediciones y datos proporcionados por la empresa Electro Sur Este S.A.A., quienes realizaron las mediciones de calidad de energía eléctrica en este hospital, de estas mediciones lo que nos interesa observar es los valores de los armónicos de tensión y corriente, el factor de corriente. Debemos tener en cuenta que a raíz de la pandemia ocasionada por el COVID-19, este hospital tiene mayor carga eléctrica debido a los equipos eléctricos adquiridos para combatir esta pandemia, lo que tiene como consecuencia que los valores de los armónicos de corrientes y tensiones sean mayores y excedan mucho más a los valores límites de la norma NTCSE, perjudicando la vida útil de estos equipos eléctricos.

El Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco está diseñado para atender 350 personas al día, a la fecha se vienen atendiendo un promedio de 750 personas al día, las instalaciones han

crecido de una manera no planificada, por lo que ha crecido las instalaciones eléctricas, algunas de ellas son improvisadas que se verán en el desarrollo de la presente tesis.

### **1.3 Formulación del Problema**

#### ***1.3.1 Problema principal***

¿Cómo desarrollar una mejora de la Eficiencia y Calidad de Energía Eléctrica en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021?

#### ***1.3.2 Problemas específicos***

- a) ¿Cómo se encuentra el Sistema Eléctrico y su operación del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021?
- b) ¿Qué alternativas de corrección o mitigación se pueden definir para mejorar la Eficiencia y Calidad de Energía Eléctrica del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021?
- c) ¿Cómo mejorará la Calidad de Energía Eléctrica del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco – 2021, con la alternativa seleccionada?
- d) ¿Cómo mejorará la eficiencia energética del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco – 2021, aplicando las alternativas seleccionadas?

### **1.4 Objetivos**

#### ***1.4.1 Objetivo general***

Analizar y proponer la mejora de la eficiencia y calidad de Energía Eléctrica del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco – 2021.

### **1.4.2 *Objetivos específicos***

- a) Realizar un diagnóstico del Sistema Eléctrico y su operación del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021.
- b) Analizar alternativas de solución para mejorar la Eficiencia y Calidad de Energía Eléctrica del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021.
- c) Simular el funcionamiento del Sistema Eléctrico con la alternativa más óptima para mejorar la calidad de energía eléctrica en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021.
- d) Proponer alternativas de mejoras de la eficiencia energética en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco – 2021.

## **1.5 Hipótesis y Variables**

### **1.5.1 *Hipótesis general***

Con una propuesta adecuada se mejorará la eficiencia y calidad de la energía eléctrica en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco – 2021.

### **1.5.2 *Hipótesis específicas***

- a) La situación actual del Sistema Eléctrico y su Operación del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco – 2021, sirve como base para plantear alternativas de solución de calidad y eficiencia de energía eléctrica.
- b) Para mejorar la Eficiencia y Calidad de Energía Eléctrica del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco – 2021, es necesario analizar y seleccionar las alternativas más óptimas.
- c) Con la alternativa más óptima se logra mejorar la calidad de la Energía Eléctrica del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco – 2021.
- d) Las alternativas propuestas al implementarse logran mejorar la eficiencia energética en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco – 2021.

## 1.6 Variables e Indicadores

### a) Variable independiente.

Equipamiento del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco.

### b) Variable dependiente.

Eficiencia y Calidad de la energía eléctrica en las redes de baja tensión en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco.

### a) Indicador independiente.

Factor de Potencia, Tensión, Corriente.

### b) Indicador dependiente.

Rendimiento, Potencia, Distorsión Armónica.

## 1.7 Justificación del Problema

El Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, es uno de los más importantes del Cusco, de da trato social que recibe pacientes no solo de la ciudad del Cusco sino de todas las provincias de Cusco e inclusive de otros Departamentos como Apurímac y Madre de Dios, ante la necesidad de contar con un hospital que brinde una atención adecuada, dándole seguridad a las personas es necesario que técnicamente responda adecuadamente, ante esta situación el presente trabajo se justifica en la necesidad de estudiar la eficiencia y calidad de energía eléctrica en las redes de baja tensión de la SED N° 001056 del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco y dar solución a la presencia de tensiones y corrientes armónicas en las redes eléctricas de baja tensión del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, para esto se determinará cual es la mejor solución para mitigar las tensiones y corrientes armónicas.

Con el avance de la tecnología, en los últimos años se dio un aumento exponencial en el uso de equipos electrónicos, ya que estos tienen muchas ventajas como por ejemplo facilitan y simplifican los trabajos, hacen que la cantidad y calidad de las producciones aumenten, pero en contrapartida, el uso de estos equipos electrónicos inyectan en la red de baja tensión tensiones y corrientes armónicas

que ocasionan alteraciones eléctricas, afectando al sistema eléctrico ya que estas cargas tienen un comportamiento no lineal.

En la actualidad el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco cuenta con cargas que tienen componentes electrónicos como por ejemplo ordenadores, balastros electrónicos, variadores de velocidad, respiradores artificiales, máquinas de anestesia, esterilizadores eléctricos, electrocardiógrafos, desfibriladores entre otros, que inyectan en la red de baja tensión corrientes armónicas que afecta la red de baja tensión. La presencia permanente de estas corrientes armónicas distorsiona las señales eléctricas, las cuales deben ser de la manera más eficiente.

Como anteriormente se indicó, el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, se ubica en la Urb. Primavera S/N Huancaro del distrito de Santiago, este hospital de contingencia se construyó con el propósito de albergar por un tiempo al hospital Antonio Lorena mientras se realiza la construcción del nuevo hospital Antonio Lorena, el hospital de contingencia se construyó en el año 2012, teniendo una vida útil programada de dos años, pero hasta la fecha sigue funcionando siendo uno de los hospitales más importantes y concurridos del Cusco, y en este tiempo de pandemia ocasionado por el COVID-19, viene siendo ampliado tanto en su infraestructura como en la cantidad de equipos eléctricos para combatir esta pandemia.

La necesidad e importancia de la presente tesis radica en dar una solución a la presencia excesiva de tensiones y corrientes armónicas en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, estas afectarán a la red de distribución eléctrica, ocasionando pérdidas económicas porque los equipos disminuirán en su vida útil. Social y económicamente también es muy importante, porque al ser uno de los hospitales más importantes de la ciudad del Cusco, es necesario que la red eléctrica sea eficiente, con lo que obtendremos beneficios como menores gastos por consumo de energía eléctrica y aumento en la expectativa de vida útil de los equipos eléctricos. Las consecuencias de no realizar la

presente investigación es seguir teniendo mayores gastos por el consumo de energía y recortar la vida útil de los equipos eléctricos por la mala calidad de energía, lo que provoca grandes pérdidas económicas lo cual es muy importante en este tiempo de pandemia.

## **1.8 Alcances y Limitaciones**

### **1.8.1 Alcances**

- Para el estudio se solicitó información de datos técnicos del alimentador DO-02 a la empresa Electro Sur Este en concreto de la Oficina del Sistema Informático Georeferencial (SIG).
- El estudio se realizó con los datos obtenidos de la Oficina de Control de Calidad de la empresa Electro Sur Este S.A.A.
- Con el presente estudio demostraremos la existencia de armónicos de corriente en la SED N° 001056 del Hospital de Contingencia Antonio Lorena, y se propondrá alternativas de solución.
- Se realizará la simulación de la alternativa más óptima en el software DigSILENT.
- Se analizará los usos inadecuados de energía eléctrica y se propondrá métodos y estrategias para el ahorro y mejoramiento de la eficiencia energética.

### **1.8.2 Limitaciones**

- Se realiza el análisis de la calidad de energía eléctrica con las mediciones y datos proporcionados por la Oficina de Control de Calidad de la empresa Electro Sur Este S.A.A.
- A causa de la pandemia por el COVID-19, se tiene acceso restringido a los ambientes del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco.

- La norma internacional IEEE Std 519-1992, será considerada para determinar los límites de distorsión armónica.
- La alternativa más óptima de solución será a nivel de simulación el cual se realizará en el software DigSILENT.
- Los métodos y estrategias para el ahorro y mejoramiento de la eficiencia energética, serán recomendaciones, no se desarrollará diseño de los mismos.

## 1.9 Metodología

### 1.9.1 Características de la investigación

#### 1.9.1.1 Tipo de enfoque de investigación

El presente trabajo por su naturaleza se ha identificado como un estudio de ingeniería. Por consiguiente, el mejor método para este tipo de investigación es el método con **enfoque cuantitativo**.

“Usa la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p. 4).

Al ser un método con enfoque cuantitativo utilizaremos un análisis diagnóstico – propositivo porque es un proceso que utiliza un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de identificar y evaluar el problema y se formulara una solución para resolver el problema.

#### 1.9.1.2 Tipo de alcance en la investigación

El tipo de alcance es **descriptivo**, porque se describen los fenómenos que ocurren en la SED N° 001056 del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, como son los armónicos de tensión y corriente y se establece las causas. Este tipo de alcance “describe tendencias de un grupo



o población, también es **correlacional** porque asocian variables mediante un patrón predecibles para un grupo o población” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, págs. 92,93).

### **1.9.1.3 Diseño de investigación**

El diseño de la investigación se considera experimental en simulación, porque la presente investigación manipula la variable independiente. “experimento situación de control en la cual se manipula, de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos)” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p. 130).

### **1.9.2 Población y muestra**

La población en el presente trabajo de investigación está conformada por el Sistema Eléctrico del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, en el que se encuentran un número considerable de equipos eléctricos y electrónicos.

La muestra está conformada por la información que se recolectara en la sub estación SED N° 001056 que tienen que ver con la eficiencia y calidad del sistema eléctrico del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, que se encuentra en la Urb. Primavera S/n Huancaro, el cual tiene un alto grado de componentes reactivos inductivos, las cuales van a ser obtenidos con un analizador de redes.

### **1.9.3 Técnicas para la recolección de datos**

En el presente trabajo para obtener una muestra de datos fue variable, porque se recopiló datos de los equipos eléctricos del Hospital de Contingencia Antonio Lorena, también se recopiló los datos técnicos de Electro Sur Este S.A.A., con la base de datos de todo los equipos utilizados en el estudio, se procedió a realizar las mediciones eléctricas en la red de baja tensión de la SED N°

001056 con un analizador de redes, mediciones que se hicieron cada 15 minutos durante una semana, con estos resultados buscamos la alternativa de solución más óptima y procedimos a la simulación del sistema eléctrico con la solución más óptima. La información que obtuvimos fue muy necesaria aplicar las técnicas de recolección de datos.

- El análisis
- Observación
- Simulación

#### ***1.9.4 Técnica de análisis de datos***

- Muestra de datos
  - Figuras
  - Tablas
  - Simulaciones

#### ***1.9.5 Herramientas y procesamiento de datos***

- WinPQ mobil
- DIgSILENT
- Office 2016 (Word, Exel, Power Point)
- Autocad

## CAPITULO II

### FUNDAMENTO TEÓRICO

#### 2.1 Introducción

El propósito de este capítulo es desarrollar toda la teoría básica, para tener la información necesaria que nos permita desarrollar el estudio propuesto, es necesario conocer la base teórica y normativa para desarrollar los aspectos técnicos de la ingeniería eléctrica.

Para realizar el mejoramiento de la eficiencia y calidad de energía eléctrica en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco debemos considerar, los parámetros de la red. En la cual intervienen las variables en su operación, el equipamiento del hospital y la calidad y eficiencia de la energía eléctrica.

#### 2.2 Antecedentes

Para la elaboración del presente trabajo de tesis se tomó en consideración como antecedentes los siguientes trabajos de investigación.

- Mario Corimanya León y Fredy Omar Arphi Huamani (2018). “**Filtro pasivo y armónicos de corriente en las instalaciones eléctricas del Hospital Regional, Clínica San Juan de Dios y UNSAAC**”. (Tesis de grado). Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú.

#### **Conclusiones:**

- Los filtros pasivos sintonizado al quinto armónico de corriente son necesarios para reducir la transferencia de corrientes armónicas en el Hospital Regional, hogar clínica San Juan de Dios y el pabellón de Ing. Eléctrica de la UNSAAC por mayor porcentual del quinto armónico.

- El punto de conexión común de las cargas estudiadas estará localizado en el lado de baja tensión de los transformadores estudiados por su proximidad a las cargas conexas al transformador y por cumplir con la norma internacional IEEE Std-5819-2014.
- Williams Ezequiel Ligas Nina (2017). **“Evaluación de armónicos en los bancos de capacitores de la subestación eléctrica de Dolorespata”**. (Tesis de grado). Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú.

#### **Conclusiones:**

- Se desarrolló el diagnóstico de armónicos en la subestación eléctrica de Dolorespata 10.6kV, el cual, se efectuó numerosas simulaciones de barrido de frecuencia y flujo de potencia armónica a través del software DIgSILENT Power Factory, donde se pudo analizar y evaluar la incidencia negativa que tienen los armónicos sobre los bancos de capacitores instalados. Las soluciones planteadas son reemplazar las bobinas de choque por reactores desintonizados, para así, reducir significativamente la magnitud de los armónicos y sobre todo ayudando a proteger a los bancos de capacitores frente a la distorsión armónica.
- Cintya Indira Salas Castillo (2018). **“Estudio de la eficacia energética para el mejoramiento del uso de la energía eléctrica en una empresa embotelladora industrial de agua de la región del Cusco”**. (Tesis de grado). Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú.

#### **Conclusiones.**

- El Estudio de la Eficiencia Energética para el Mejoramiento del Uso de la Energía Eléctrica en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol. S.R.L. incidió positivamente en

el ahorro de energía eléctrica, pues contribuye a brindar un conocimiento más claro y detallado de lo que significa la eficiencia energética y propone alternativas de ahorro y mejor utilización de la energía eléctrica para su aplicación en el sector industrial.

- El diagnóstico Energético muestra con claridad que existe la posibilidad de ahorrar 51,810.68 kW.h de energía activa y 143,020 Kvar.h de energía reactiva por año, lo cual se traduce en un ahorro de S/. 60,736.7 en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. a través de la mejora en sus sistemas eléctricos en el corto plazo.
- Las propuestas de mejora planteadas en el presente estudio contribuyen tanto al incremento de la eficiencia energética eléctrica como al ahorro de energía eléctrica y preservación del medio ambiente, que de ser implementadas logran ser sostenibles en el tiempo sin reducir su capacidad de producción ni vulnerar los niveles de confort necesarios para producirlos, llegando a ser más eficientes y orientados a la mejora continua.

### **2.3 Marco Teórico**

En los últimos años, con el avance acelerado de la tecnología, las redes de distribución eléctrica han ido incrementando y creciendo rápidamente. Trayendo consigo la necesidad de suministrar y/o consumir energía eléctrica. La energía eléctrica como la conocemos tiene un poco más de 100 años de existencia para el consumo. Han pasado de ser utilizados simplemente por conductores (cobre, aluminio) hasta llegar a tener varios dispositivos (semiconductores). Este incremento obligo al desarrollo de nuevos y modernos sistemas de distribución eléctrica, pero a su vez incluyó problemas como los armónicos, que no es nuevo, pero ha cobrado mayor importancia, esto debido al uso de muchos equipos eléctricos modernos que tienen componentes electrónicos que inyectan a la red de baja tensión corrientes armónicas.

Los armónicos son las distorsiones o deformaciones de las formas de ondas de corriente y tensión en las redes de distribución eléctrica debido a la proliferación de cargas no lineales (electrónica de potencia) que ocasionan mareas de frecuencias múltiplos enteros de la frecuencia fundamental (60 Hz).

Uno de los mayores problemas es el daño que producen en los electrodomésticos este es un problema que se presenta muy a menudo por las distorsiones que se producen en las redes de baja tensión, los dispositivos electrónicos actuales presentan tecnologías y componentes cada vez más sofisticados, pero esto mismo hace que sean más vulnerables a ciertas condiciones como son las distorsiones en las redes de baja tensión tales como caídas, picos de tensión, y perturbaciones en las formas de onda tanto de corriente como de tensión conocidos como armónicos.

Otro de los problemas que ocasionan la existencia de mala calidad de energía eléctrica en las redes de baja tensión es las pérdidas de energía que estas producen y por ende las pérdidas económicas. Este es un problema del cual no escapa el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, el cual cuenta con muchos equipos eléctricos que tienen componentes electrónicos.

Para tener un uso eficiente de energía es importante utilizar la energía necesaria para realizar cualquier trabajo con las menores pérdidas. Ya que las pérdidas, por más mínimas que sean o que no se utilice, es energía que si requirió grandes esfuerzos y costos en generarla, siendo así, que las compañías suministradoras de energía, premian o castigan a quien hace un uso irracional de la energía eléctrica en el sector industrial.

### ***2.3.1 Calidad de Energía Eléctrica***

“La energía eléctrica es un producto que se genera, transporta y finalmente se distribuye, así la empresa generadora-distribuidora de energía eléctrica entrega una onda de tensión constante y el consumidor impone una onda de corriente. La energía eléctrica desde su generación tiene cuatro

parámetros que caracterizan la onda de tensión sinusoidal las que permiten medir su grado de pureza: como son la frecuencia, amplitud, forma y simetría”. (Altamirano & Soto, 2017, p. 2).

Se entiende por calidad de energía eléctrica cuando esta energía es suministrada a los equipos y dispositivos con las características y condiciones adecuadas que les permita mantener su continuidad sin que se afecte su desempeño ni provoque fallas a sus componentes.

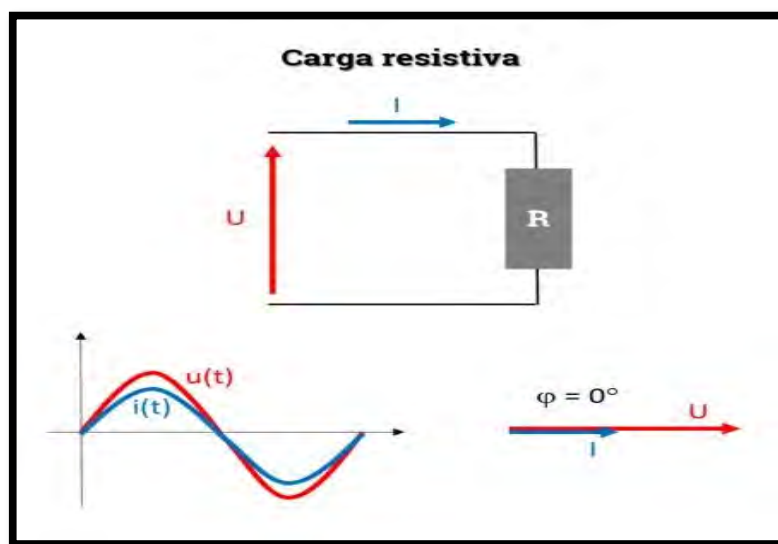
La calidad de energía eléctrica debe ser normalizado mediante reglas que fijan los niveles, parámetros básicos, forma de onda, armónicos, niveles de distorsión armónica, interrupciones, etc.

## **2.3.2 Tipos de Carga**

### **2.3.2.1 Cargas Lineales**

Las cargas lineales lo podemos definir de forma sencilla como la carga eléctrica que al ser aplicado una tensión senoidal, también resulta en una corriente senoidal, estas cargas lineales están compuestos por Cargas Resistivas, Cargas Inductivas Puras y Cargas Capacitivas Puras.

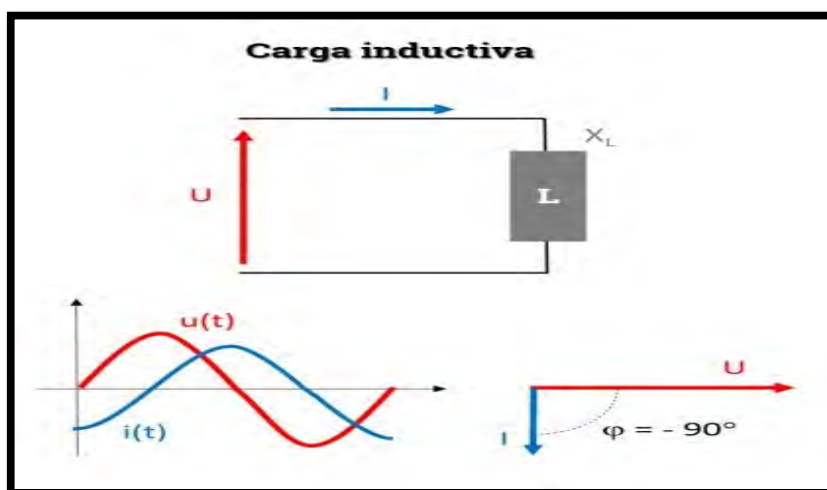
**Carga Resistiva.** La energía suministrada a un equipo se transforma en energía lumínica o calorífica, no en movimiento, por ejemplo, tenemos a todos los equipos que disipan energía en forma de calor como las estufas. La corriente, a su paso por la resistencia siempre se encuentra en fase con la tensión; es decir, ambas tienen el mismo ciclo y pasan por los mismos puntos en el mismo momento. El ángulo de tensión y corriente es cero.

**Figura 2-1***Representación de una Carga Resistiva*

Fuente: elaboración propia.

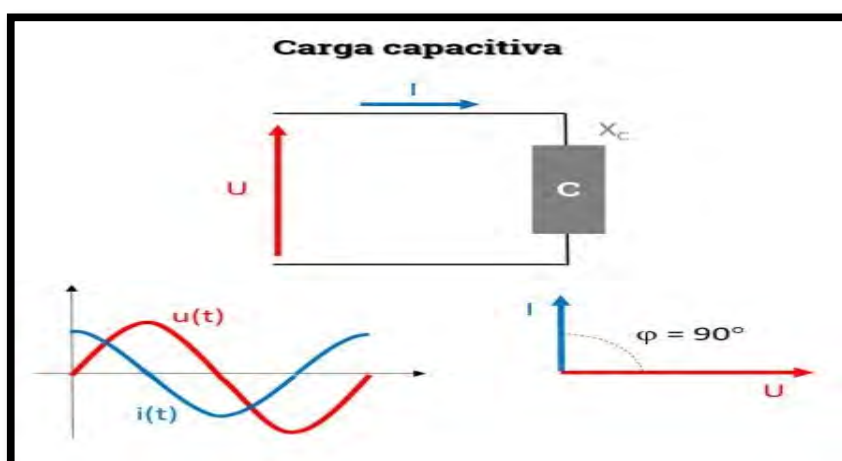
**Carga Inductiva.** La energía suministrada a un equipo, la corriente eléctrica genera un campo magnético que convierte la energía eléctrica en la energía magnética necesaria para hacerlos funcionar. Al inicio la carga inductiva se opone al funcionamiento, de tal forma que en el siguiente ciclo parte de la potencia regresa a la fuente. En los siguientes ciclos será la inercia la que regulará esta diferencia de potencia. Es a causa de esto que se producen desfases de corrientes. Existe un desplazamiento de la tensión con respecto a la corriente en  $90^\circ$ , pero no existe cambios en los desfases de la onda de tensión. Un ejemplo de estos son los motores de inducción y las lámparas incandescentes.



**Figura 2-2***Representación de una Carga Inductiva*

Fuente: elaboración propia.

Carga Capacitiva. En un sistema eléctrico, las cargas capacitivas se comportan como elementos capaces de almacenar la energía eléctrica que recibe para luego devolver al sistema. En este caso la señal sinusoidal de la corriente adelanta en  $90^\circ$  a la tensión. Un ejemplo de este tipo de cargas son los capacitores.

**Figura 2-3***Representación de una Carga Capacitiva*

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.2.2 Cargas No Lineales

Una carga es considerado no lineal cuando su impedancia cambia con el voltaje aplicado. En palabras sencillas podemos decir que al ser cambiante la impedancia significa que la corriente consumida por la carga no lineal no tendrá un ciclo senoidal incluso cuando esté conectada a un voltaje senoidal.

Estas corrientes al no ser senoidales, contienen corrientes armónicas que interactúan con la impedancia del sistema eléctrico y crean una distorsión de voltaje que afecta al sistema eléctrico y a las cargas conectadas.

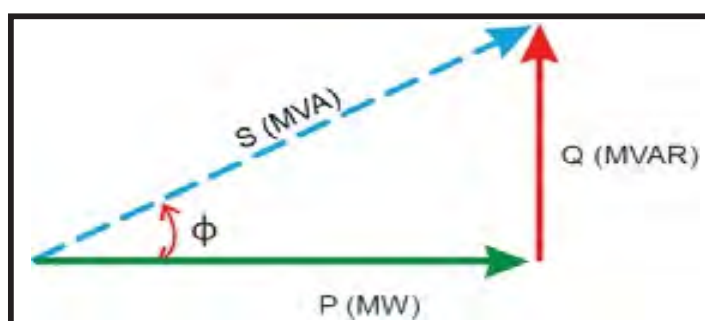
### 2.3.3 El $\cos\phi$ Factor de Potencia

#### 2.3.3.1 El $\cos\phi$ (Coseno de $\phi$ )

Es el ángulo de desplazamiento entre la onda de corriente y la onda de tensión en una carga. En palabras más sencillas no es más que el coseno del ángulo  $\phi$  que forman la potencia activa (P) y la aparente (S) en el triángulo de potencias tradicional. En un sistema eléctrico de corriente alterna con ondas senoidales perfectas la descomposición de la potencia aparente en la suma de dos vectores da como resultados un triángulo rectángulo, en el que las componentes se encuentran en los ejes de los números reales y los imaginarios:

**Figura 2-4**

*Triangulo de Potencias*



Fuente: Figura N° 2.20 (Ligas, 2016, p. 34).

Si en este triángulo rectángulo aplicamos el Teorema de Pitágoras y las relaciones trigonométricas obtenemos que:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (\text{Ecuación 2-1})$$

Donde:

Cos  $\varphi$  : Angulo entre P y S

P : Potencia activa

S : Potencia aparente

El Cos $\varphi$  sólo depende de las Potencias Activa (P) y Reactiva (Q).

### 2.3.3.2 El Factor de Potencia

El Factor de Potencia viene a ser la relación que existe entre la Potencia Activa (P) y la Potencia Aparente (S).

Según el Diccionario de Términos Eléctricos y Electrónicos del IEEE (1997), “el factor de potencia es el cociente de la relación del total de watt entre el total de V-A RMS (valor medio cuadrático o valor efectivo), es decir, la relación de la potencia activa entre la potencia aparente. Cuando la corriente y el voltaje son funciones senoidales y  $\varphi$  es el ángulo de desfase entre ellos, el coseno de  $\varphi$  es el factor de potencia”

Se define el Factor de Potencia (FP), como la relación entre las potencias activa y aparente. Si las corrientes y tensiones son perfectamente sinusoidales, FP y Cos $\Phi$  coinciden, siendo Cos $\Phi$  el coseno del ángulo que forman los fasores de corriente y tensión, el que es determinado por la impedancia equivalente del sistema eléctrico. (Luis Figueroa G., 2016).

$$f dp = \frac{P}{S} \quad (\text{Ecuación 2-2})$$

En el área eléctrica, el factor de potencia es frecuentemente confundido con el coseno  $\phi$  ( $\text{Cos}\Phi$ ), cuya definición es:

$$\cos \varphi = \frac{P_1}{S_1} \quad (\text{Ecuación 2-3})$$

Dónde:

P = Potencia activa [W]

$P_1$  = Potencia activa del fundamental [W]

$P_n$  = Potencia activa de componentes armónicas [W]

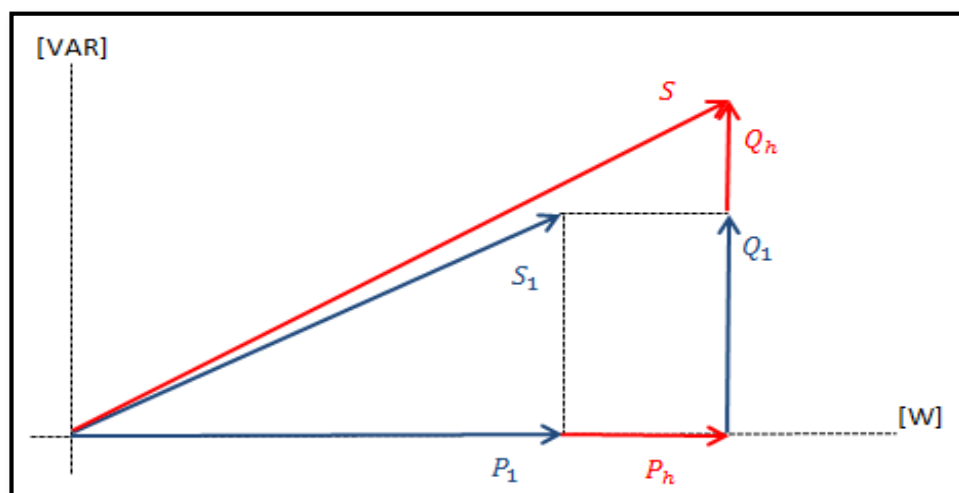
S = Potencia aparente [VA]

$S_1$  = Potencia aparente de la fundamental [VA]

Por lo tanto, el ( $\cos \phi$ ) se refiere únicamente a la frecuencia fundamental y en presencia de armónicos es diferente al factor de potencia (FP) (HARPER, 2002).

**Figura 2-5**

*Triangulo de Potencia de componentes armónicas*



Fuente: Harper,2002.

Dónde:

$$fdp = \cos \varphi fdp_{dis} \quad (\text{Ecuación 2-4})$$

$fdp_{dis}$  = Factor de potencia de distorsión

### 2.3.4 Corrientes Armónicas

#### 2.3.4.1 Definición de Corrientes Armónicas

Las corrientes armónicas son uno de los factores que tienen mayor influencia en la calidad de la energía eléctrica, esto afecta concretamente a la forma de onda. Estas corrientes armónicas provocan distorsiones que nos alejan de una onda sinodal perfecta que es lo ideal.

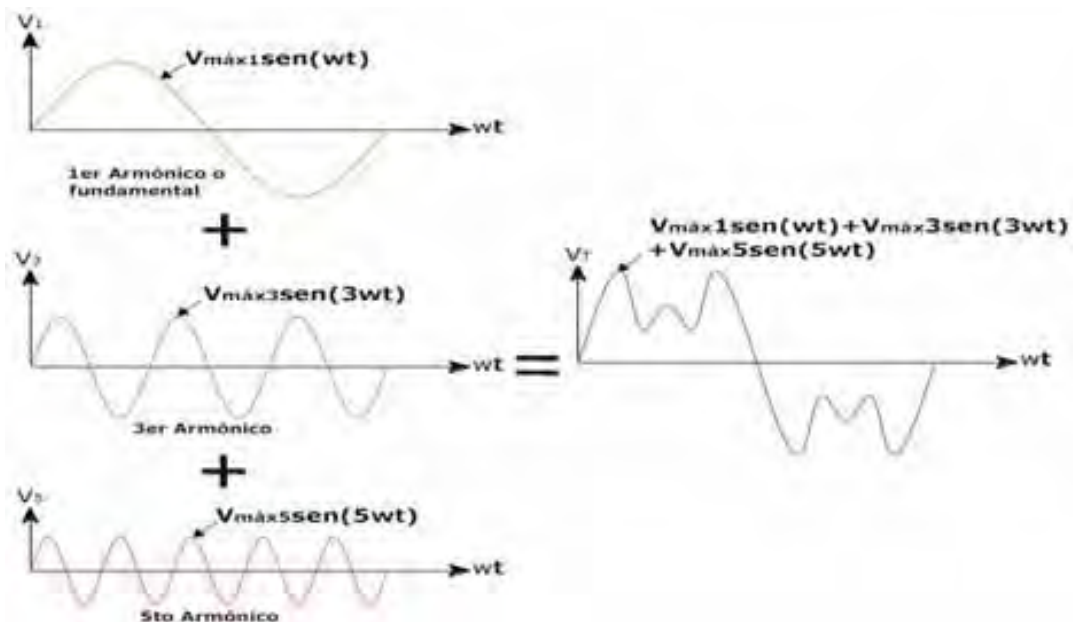
Se define a los armónicos como. “Los armónicos son tensiones o corrientes sinodales que poseen frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia a la cual el sistema de alimentación está diseñado para operar” (Harper, 2002).

“Las formas de ondas distorsionadas pueden ser descompuestas en una suma de la señal de frecuencia fundamental y la distorsión armónica se origina debido al uso de cargas con impedancia no lineal de los equipos, materiales ferromagnéticos y en general al uso de equipos que necesiten realizar conmutaciones en su operación normal” (Harper, 2002).

La norma UNE-EN-60150:1996 define la tensión armónica como “una tensión senoidal cuya frecuencia es múltiplo entero de la frecuencia fundamental de la tensión de alimentación en el sistema”.

**Figura 2-6**

*Formación de una señal armónica*



Fuente: Harper,2002.

### 2.3.4.2 Fuentes de Armónicos

Los armónicos vienen a ser el resultado de tener conectado a nuestra red eléctrica cargas no lineales, estas cargas ante una señal de tipo senoidal tienen una respuesta no senoidal.

Según José Daniel Arcilla, las principales fuentes de armónicos son:

- Los hornos de arco y cualquier otro elemento con descarga de arco, como ejemplo tenemos las lámparas fluorescentes. Los hornos de arco en los casos prácticos tienden a considerar más como generadores de armónicos de voltaje que de corriente.
- Los núcleos magnéticos en transformadores y máquinas rotativas que requieren corriente de tercer armónico para excitar el hierro.
- La corriente Inrush de los transformadores produce segundo y cuarto armónico.

- Controladores de velocidad ajustables usados en ventiladores, bombas y controladores de procesos.
- Swiches en estado sólido que modulan corrientes de control, intensidad de luz, calor, etc.
- Fuentes controladas para equipos electrónicos.
- Rectificadores basados en diodos o tiristores para equipos de soldadura, cargadores de baterías, etc.
- Compensadores estáticos de potencia reactiva.
- Estaciones en DC de transmisión en alto voltaje.
- Convertidores de AC a DC (inversores). (Pág. 4)

#### **2.3.4.3 Generación de Armónicos**

Los suministros de energía eléctrica idealmente deben presentar formas de ondas perfectamente sinusoidales, esto no sucede en la práctica porque las formas de ondas están distorsionadas por presencia de corrientes armónicas los cuales son señales cuya frecuencia es un múltiplo entero de la fundamental, la suma de estas señales da como resultado la señal distorsionada original.

El matemático francés Jean Baptiste Fourier determino que toda forma de onda periódica no senoidal puede ser representada como la suma infinita de ondas senoidales cuyas frecuencias son enteros múltiplos de la frecuencia fundamental.

La pregunta es cómo se generan las corrientes armónicas, estos son producidos por equipos electrónicos con cargas no lineales que generan la corriente en pulsos cortos abruptos. Estos pulsos cortos ocasionan formas de onda de corriente distorsionadas, lo que a su vez hace que las corrientes armónicas vuelvan a otras partes del sistema eléctrico. Los principales causantes de las distorsiones armónicas son:

- Las reactancias electromagnéticas y electrónicas de alumbrado.
- Equipos de soldadura eléctrica.
- Equipos electrónicos conectados a la red monofásica.
- Las reactancias electromagnéticas para lámparas de descarga.
- Arrancadores electrónicos.
- Variadores de velocidad.

#### **2.3.4.4 Efectos de los Armónicos**

Los efectos de la presencia de armónicos en una instalación eléctrica son muchos, que son muy perjudiciales para los equipos eléctricos y para la red eléctrica hace que estos se deterioren con el tiempo, causando daños materiales y económicos. Estos armónicos se inician al conectar al sistema eléctrico cargas consideradas no lineales o cargas con componentes electrónicos, estas a su vez generan tensiones armónicas a causa de la circulación de corrientes armónicas. Las presencias de armónicos provocan caídas de voltaje, distorsionan la forma de onda haciendo que a los puntos de conexión no lleguen voltajes senosoidales perfectas. Otros efectos que producen son la reducción en la vida útil de los equipos eléctricos, disminución de sus aislamientos y mal funcionamiento de todo el sistema eléctrico.

Para conocer el efecto que producen los armónicos en nuestros equipos debemos saber la naturaleza de estos, la magnitud, la frecuencia y fase. Los efectos directos producidos por armónicos más importantes son:

- Los condensadores y transformadores tienen mayores pérdidas y calentamientos que ocasionan disminución en su vida media de funcionamiento.
- Afecta a los fusibles de protección haciendo que sufran de calentamiento y en caso más graves que se fusionen en condiciones de intensidad normal.



- En el caso de los cables eléctricos se presentan fallos en el aislamiento, y que la gradiente de tensión sea muy elevada llegando al efecto corona.

#### 2.3.4.5 Armónicos de corriente

“Los límites adjudicados a los clientes individuales conectados al mismo punto de conexión común (PCC) se calculan en proporción a sus respectivas potencias instaladas. Los límites de corriente recomendados en los cuadros deben ser interpretados como “caso más desfavorable” en condiciones normales de funcionamiento de duración superior a una hora. Para períodos más breves, los valores de los cuadros pueden ser incrementados en un 50%”. (TECSUP, Normas de calidad de la energía eléctrica).

Para el análisis de la magnitud del armónico de corriente en el Hospital Antonio Lorena del Cusco, y en concordancia a los valores límite de la Norma IEEE Std-519 debemos hallar primeramente la relación de cortocircuito para ver la máxima distorsión armónica de corriente, la corriente de cortocircuito se calcula con la siguiente formula:

$$I_{cc} = \frac{S}{\sqrt{3} * U_0} \quad (\text{Ecuación 2-5})$$

$$R_{cc} = \frac{I_{cc}}{I_L} \quad (\text{Ecuación 2-6})$$

Donde:

$U_0$  = Tensión del secundario en vacío (KV)

$U_{cc}$  = Tensión de cortocircuito

$S$  = Potencia del Transformador (KVA)

$I_L$  = Máxima corriente de carga demandada en el PCC

$R_{cc}$  = Relación de cortocircuito

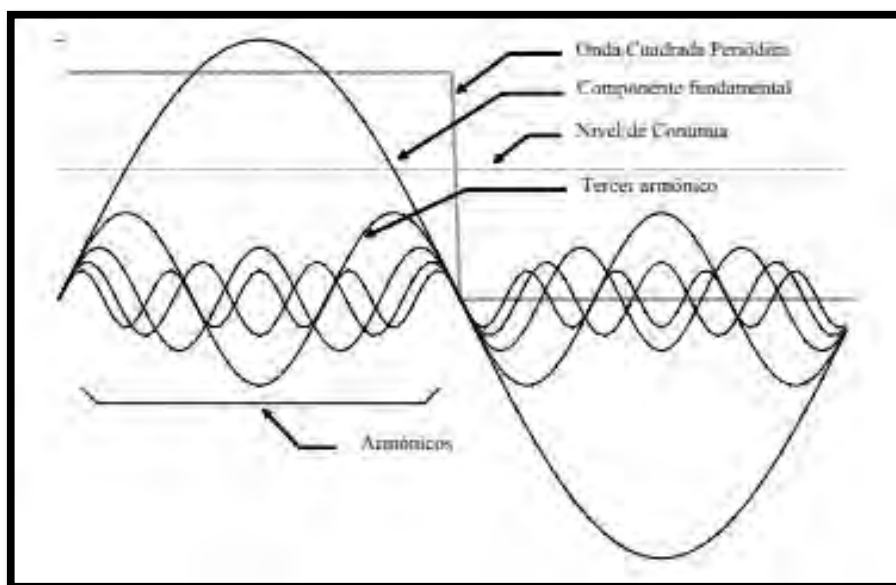
### 2.3.4.6 La Serie de Fourier

“La aplicación más intuitiva de la teoría de Fourier es aquella que se refiere al tratamiento de las señales periódicas, ya que sus resultados tienen una sencilla interpretación física”. (Camilo Jose Carrillo Gonzales, 2003, p. 5)

“La teoría de Fourier afirma que cualquier función periódica  $f(t)$ , ya sea más o menos compleja, se puede descomponer en suma de funciones simples, sinusoidales, cuya frecuencia es múltiplo de la función periódica. Esto es, dicha función se puede descomponer en una serie armónica infinita” como se aprecia en la figura 2.7. (Camilo Jose Carrillo Gonzales, 2003, p. 6)

**Figura 2-7**

*Onda cuadrada con sus 7 primeros armónicos*



Fuente: Camilo Jose Carrillo Gonzales, 2003, p. 7.

La serie de Fourier se expresada como:

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos nw_0t + b_n \operatorname{sen} nw_0t = C_0 + \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos(nw_0t - \theta_n) \quad (\text{Ecuación 2-7})$$

Donde:

- $w_0$  (*o fr* =  $\frac{w_0}{2\pi}$ ) es la frecuencia de la función periódica y recibe el nombre de frecuencia fundamental.
- $a_n, b_n, c_n$  y  $\theta_n$  son los coeficientes de la Serie de Fourier que se definen las senoidales cuya frecuencia es múltiplo de la fundamental.

Para el cálculo de los coeficientes de Fourier se emplean las integrales:

$$a_0 = \frac{2}{T} \int_T f(t) dt; \quad a_n = \frac{2}{T} \int_T f(t) \cos(nw_0t) dt; \quad b_n = \frac{2}{T} \int_T f(t) \operatorname{sen}(nw_0t) dt$$

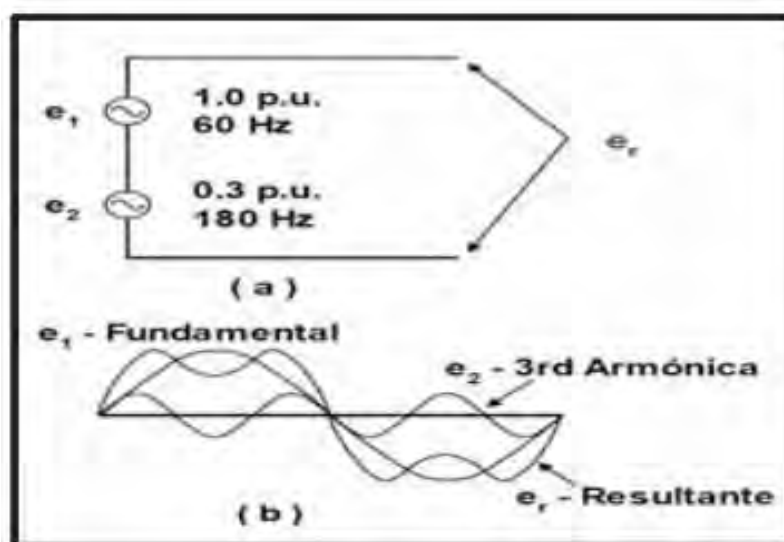
#### 2.3.4.7 Distorsión Armónica

“La distorsión armónica se presenta cuando el voltaje o la corriente de un sistema eléctrico tienen deformaciones con respecto a la forma de onda sinusoidal pura. Estas distorsiones se pueden dar por efectos transitorios o efectos permanentes. Se deben presentar las siguientes condiciones para que se considere como distorsión armónica las deformaciones de una señal”. (Eugenio Tellez Ramirez, 2000, p. 3)

Según Toledo & Jiménez (2010) indica “Es la distorsión periódica de la forma de onda senoidal del voltaje o corriente. Esta es causada por la operación de equipos no lineales como lo son rectificadores y hornos de arco eléctrico. Este es un fenómeno en estado estable” (p. 19).

**Figura 2-8**

(a) Circuito. (b) Onda distorsionada



Fuente: Morales &amp; Rodríguez, 2012, p. 29.

Eugenio Tellez Ramirez (2000) para poder considerar las deformaciones de una señal como distorsión armónica, deben cumplir algunas condiciones:

- Que la señal tenga valores definidos dentro del intervalo, lo que implica que la energía contenida es finita.
- Que la señal sea periódica, teniendo la misma forma de onda en cada ciclo de la señal de corriente o voltaje.
- Permanente, cuando la distorsión armónica se presenta en cualquier instante de tiempo, es decir, que no es pasajera. (pág. 4)

#### 2.3.4.8 Distorsión armónica individual (HD)

“La distorsión armónica individual se define como el nivel de distorsión, en porcentaje, de orden  $h$ , con respecto a la fundamental”. (Schneider Electric, s.f., p. 14)

- Distorcion armonica individual de corriente:

$$HD_i = \frac{I_h}{I_1} \times 100\% \quad (\text{Ecuación 2-8})$$

Donde:

$I_h$  : Amplitud de corriente armónica de rango h

$I_1$  : Amplitud de corriente fundamental

- Distorcion armonica individual de tensión:

$$HD_v = \frac{V_h}{V_1} \times 100\% \quad (\text{Ecuación 2-9})$$

Donde:

$V_h$  : Amplitud de tensión armónica de rango h

$V_1$  : Amplitud de tensión fundamental

#### 2.3.4.9 Distorsión armónica Total (THD)

“Es la relación entre el contenido armónico de la señal y la primera armónica o fundamental.

Su valor se ubica entre 0% e infinito”. (Eugenio Tellez Ramirez, 2000, p. 8)

Según Eugenio Tellez Ramirez (2000) “Es el parámetro de medición de distorsión más conocido, por lo que es recomendable para medir la distorsión en parámetros individuales (I y V). Al igual que el Cd es útil cuando se trabaja con equipos que deben responder sólo a la señal fundamental, como en el caso de algunos relevadores de protección”. (pág. 8)

- Distorsión armónica total de tensión

$$THD_v = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} V_h^2}}{V_1} \times 100\% \quad (\text{Ecuación 2-10})$$

Donde:

$V_h$  : Amplitud de tensión armónica de rango h

$V_1$  : Amplitud de tensión fundamental

- Distorsión armónica total de corriente

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1} \times 100\% \quad (\text{Ecuación 2-11})$$

Donde:

$I_h$  : Amplitud de corriente armónica de rango h

$I_1$  : Amplitud de corriente fundamental

#### 2.3.4.10 Distorsión de demanda

Según Eugenio Tellez Ramirez (2000) “Es la relación entre la corriente armónica y la demanda máxima de la corriente de carga. Cuando se efectúan mediciones relacionadas con armónicas en los sistemas eléctricos, es común encontrar niveles de THD altos en condiciones de baja carga que no afectan la operación de los equipos ya que la energía distorsionante que fluye es también baja. Para evaluar adecuadamente estas condiciones se define el TDD que es el parámetro de referencia que establece los límites aceptables de distorsión en corriente en la norma IEEE 519”. (pág. 9)

$$TDD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_L} \times 100\% \quad (\text{Ecuación 2-12})$$

Donde:

TDD : Distorsión de demanda total

$I_h$  : Amplitud de corriente armónica de rango h

H : Orden armónico

$I_L$  : Demanda máxima de la corriente fundamental de carga

#### 2.3.4.11 Impacto Económico por presencia de Armónicos

La presencia de armónicos en nuestro sistema eléctrico genera un gran impacto económico, entre las más comunes tenemos:

Perdidas Energéticas, al tener armónicos en nuestro sistema eléctrico estos hacen que los conductores y equipos se calientes (efecto Joule) lo que genera mayor consumo de energía eléctrica y por ende mayores costos.

Mayores costos de contratación, al tener la presencia de armónicos puede ocasionar el requerir un mayor nivel de potencia contratada y a su vez los costos aumentan.

### ***2.3.5 Eficiencia Energética***

La eficiencia energética se define como la reducción del consumo de energía manteniendo los requisitos energéticos establecidos sin alterar la producción, el confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente y fomentando un comportamiento sostenible con su uso. (Vintimilla & Paladines, 2012).

De esta definición, podemos deducir que el objetivo principal de la eficiencia energética es reducir el consumo de energía, buscando la reducción de energía de origen fósil y proponer a las energías renovables como la alternativa más óptima y así poder contribuir con la eficiencia económica, dando las condiciones necesarias para producir y consumir energías de manera eficiente.

“La eficiencia energética es la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con mucha menos energía, con la misma o mayor calidad de vida, con menos contaminación, a un precio inferior al actual, alargando la vida de los recursos y con menos conflicto”. (AEDENAT et al. 1998)

La eficiencia energética también podemos indicar que es la utilización de nuevas tecnologías que utilizan una menor cantidad de energía logrando conseguir un mayor o el mismo rendimiento que otros equipos realizando la misma función. También al hablar de eficiencia energética nos referimos al actuar de las personas para que utilicen menos energía.

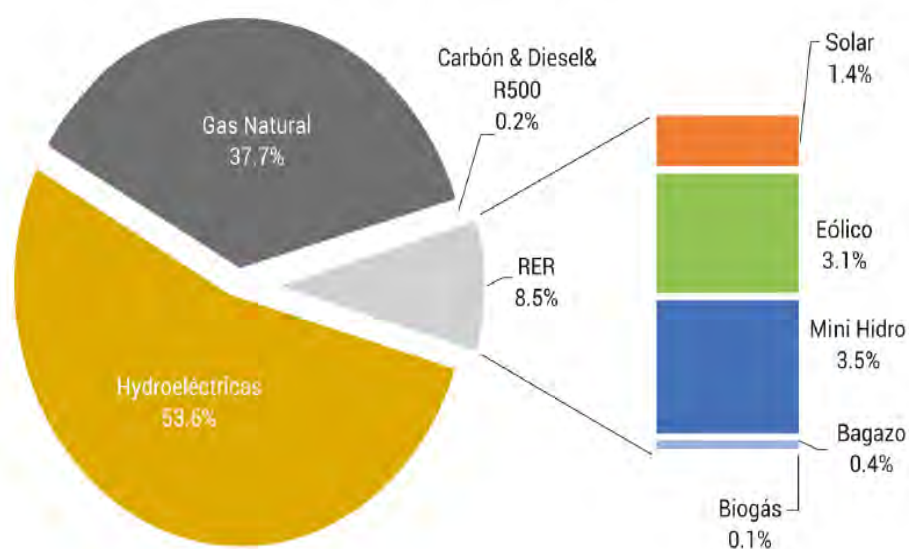
### 2.3.5.1 Objetivo de la Eficiencia Energética

La eficiencia energética tiene como objetivos principales el ahorro de energía y la promoción de la sostenibilidad económica, política y ambiental. Debemos entender a la eficiencia energética como algo fundamental para la sociedad porque con su implementación conseguimos la reducción en el uso de energía, ahorro económico y eficacia en la producción.

Es conocido que actualmente las fuentes de energía más utilizadas en el mundo provienen de origen fósil (petróleo, carbón, gas natural), estas reservas con el tiempo se agotarán con lo cual no podremos mantener los niveles tan elevados de consumo de energía que actualmente tenemos, y que va en aumento, por lo que es necesario adaptarnos a otros recursos energéticos y concientizar a las personas al uso adecuado de la energía.

**Figura 2-9**

Generación de Electricidad por fuentes, 2019



Fuente: Reporte Anual de Operación del SEIN 2019, COES 2020.



### **2.3.5.2 Importancia de la Eficiencia Energética**

La energía es clave para el desarrollo cualquier país, pero su generación promedio de materiales de origen fósil a golpeado muy duro a nuestro planeta, de importancia de la eficiencia energética son muchas como son:

- Con el avance de la tecnología, el consumo de la energía está creciendo mundialmente, por lo cual es necesario un adecuado uso de esta y lograr la eficiencia energética.
- La implementación de programas de eficiencia energética nos concientiza para la reducción de consumo de energía y así reducir las emisiones de gases invernaderos, lo cual nos ayuda a mitigar los efectos producidos por el cambio climático y así podremos preservar la vida.
- Con la eficiencia energética se proponen la utilización de energías renovables y biocombustibles.
- Contribuyen con el desarrollo sostenible del país.

### **2.3.5.3 La Etiqueta de Eficiencia Energética**

El etiquetado de eficiencia energética es “Es una herramienta informativa que clasifica a los equipos energéticos según su consumo de energía. Así, se brinda al consumidor información útil que le permite elegir mejor al momento de decidir su compra”. (IMINEM-GEF-PNUD. 2017)

En nuestro país el 08 de setiembre del 2020 se publicó la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, Ley N° 27345. Con la cual se declara de interés nacional la promoción del uso eficiente de energía, y así asegurar el adecuado suministro de energía, dando protección al consumidor, fomentar la competitividad de la economía nacional, entre otros.

“Lo que busca el MINEM con dicha norma es salvaguardar el derecho del consumidor a conocer la información sobre el consumo de energía y eficiencia energética que tiene un equipo para decidir

mejor su compra entre diferentes alternativas. Además, busca disminuir el consumo de energía por el lado de la demanda y por tanto de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En virtud de dicha normativa, los importadores, fabricantes y comercializadores de equipos energéticos están obligados a poner la etiqueta de eficiencia energética en un lugar visible del equipo”. (IMINEM-GEF-PNUD. 2017)

Los beneficios de la etiqueta de eficiencia energética son:

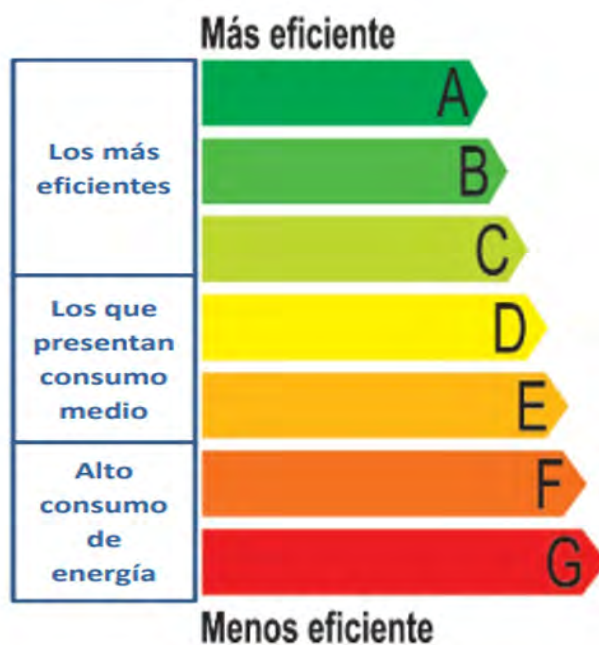
- Protección al consumidor.
- Ahorro de dinero.
- Seguridad energética.
- Protección al medio ambiente.
- Desarrollo tecnológico.

#### **2.3.5.4 Clasificación del Nivel de Eficiencia**

“La etiqueta de eficiencia energética es un elemento que permite al consumidor diferenciar los equipos eficientes de los ineficientes. Esta tiene una simbología constituida por barras horizontales, colores y letras que indican si un equipo es más eficiente que otro. En la etiqueta, hay un indicador tipo puntero que señala una de las letras A, B, C, D, E, F o G, que están relacionadas con la eficiencia del equipo y que permite compararlo con otros artefactos de su mismo tipo. La etiqueta va adherida a la superficie del equipo, de tal manera que el consumidor puede visualizarlo fácilmente”. (IMINEM-GEF-PNUD. 2017)

**Figura 2-10**

Etiqueta indicador de eficiencia energética



Fuente: MINEM - 2008.

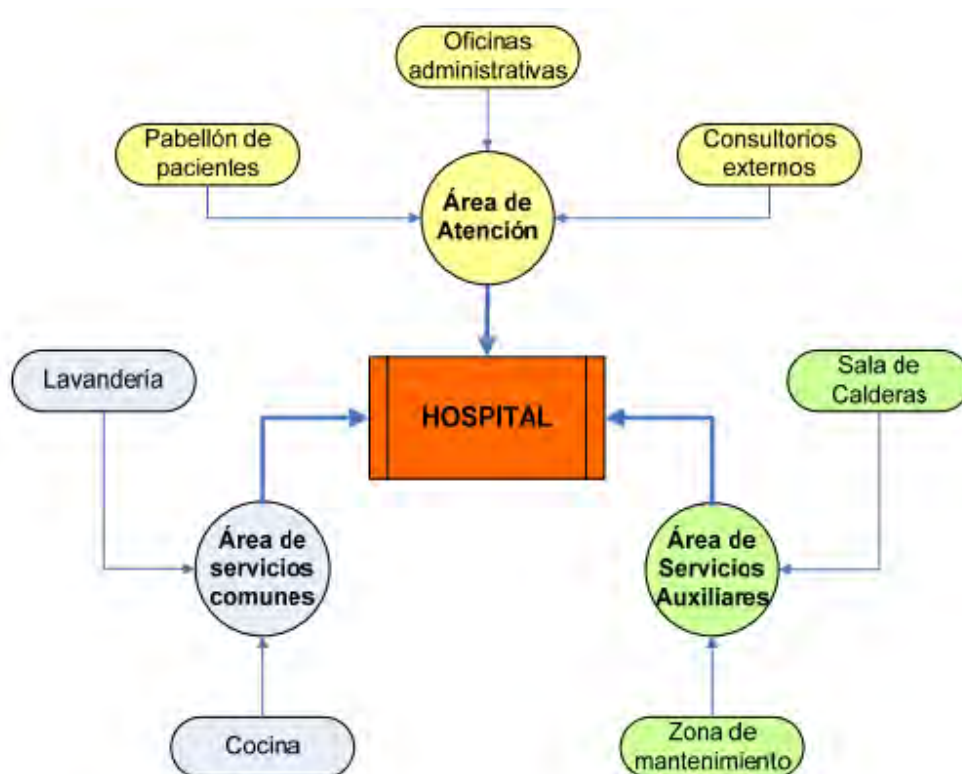
### 2.3.5.5 Uso de Energía en los Hospitales

Los hospitales son lugares muy concurridos a diario, se caracterizan por tener muchos ambientes que son acondicionados para el desarrollo de las actividades médicas y otros para servicios administrativos. El uso de energía eléctrica es fundamental para el buen funcionamiento de un hospital, se demandan sistemas de iluminación, ventilación, aire acondicionado, los equipos médicos están en todo momento conectados a la red eléctrica.

En ese sentido, es necesario identificar las instalaciones con las que básicamente cuentan cualquier hospital, para así tener una mejor idea del uso de energía.

**Figura 2-11**

Áreas de servicio de un hospital



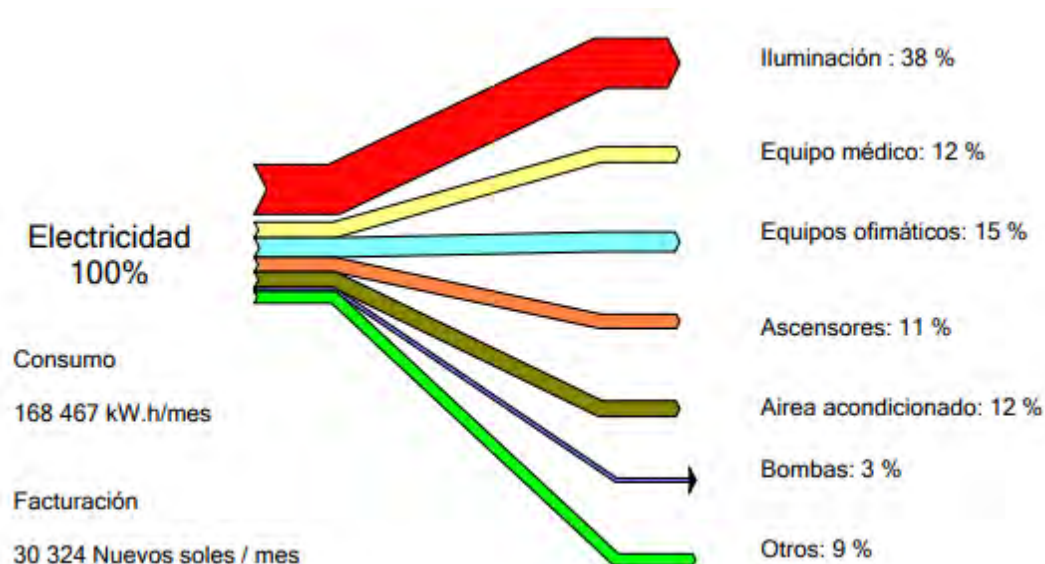
Fuente: CENERGIA - 2008.

En los hospitales generalmente se utilizan dos tipos de fuentes de energía, que son la electricidad y el combustible. Siendo el sistema eléctrico convencional el más utilizado que es captado por las redes eléctricas de las empresas concesionarias. Generalmente se utiliza el petróleo como una fuente de energía térmica, lo usan como un sistema de emergencia, cuando por algún motivo hay un corte de energía eléctrica del proveedor local.

El consumo de energía en un hospital generalmente se da de la siguiente forma.

**Figura 2-12**

Consumo de Energía Eléctrica por Equipos



Fuente: Adaptación de Estudio de Hospitales, CENERGIA - 2007.

## 2.4 Marco Normativo

### 2.4.1 Normativa Nacional

En Perú, existe un marco regulatorio para la calidad de energía y para la eficiencia energética que es establecido y compuesto por distintos entes. Sin embargo, los más relevantes son la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE), el Código Nacional de Electricidad - Utilización (CNE), Ley de Promoción del Uso Eficiente de Energía (Ley N° 27345)

#### 2.4.1.1 Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE)

La NTCSE fue aprobada con Decreto Supremo N° 020-97-EM, del 11 de octubre de 1997. La NTCSE tiene por objetivo principal el de establecer los niveles mínimos de los servicios eléctricos, así como las obligaciones que deben cumplir las empresas de electricidad y los clientes que operen bajo el régimen de la Ley de Concesiones Eléctricas. En el título quinto contempla la Calidad de

Producto y en el numeral 5.3 nos habla sobre las perturbaciones en este tema solo trata sobre los flicker y las armónicas.

Dentro de la misma ley nos indica que “es de aplicación imperativa para el suministro de servicios relacionados con la generación, transmisión y distribución de la electricidad sujetos a regulación de precios y aplicable a suministros sujetos al régimen de libertad de precios, en todo aquello que las partes no hayan acordado o no hayan pactado en contrario”. (Decreto Supremo N° 020-97-EM, 1997, pág. 4)

“Los valores eficaces (RMS) de las Tensiones Armónicas Individuales ( $V_i$ ) y los THD, expresado como porcentaje de la tensión nominal del punto de medición respectivo, no deben superar los valores límite ( $V_i'$  y THD') indicados en la siguiente tabla. Para efectos de esta Norma, se consideran las armónicas comprendidas entre la dos ( $2^\circ$ ) y la cuarenta ( $40^\circ$ ), ambas inclusive”. (D.S. N° 020.97-EM, pág.21, 1997)

“Se considera que la energía eléctrica es de mala calidad, si los indicadores de las perturbaciones medidas se encuentran fuera del rango de tolerancias establecidas en este numeral, por un tiempo superior al 5% del Período de Medición. Cada tipo de perturbación se considera por separado”. (MINEM, 1997)

**Tabla 2-1***Valores de tensiones armónicas eficaces*

ORDEN (n) DE LA ARMÓNICA ó THD	TOLERANCIA  v <sub>i</sub> '  ó  THD'  (% con respecto a la Tensión Nominal del punto de medición)	
	Alta y Muy Alta Tensión	Media y Baja Tensión
<b>(Armónicas Impares no múltiplos de 3)</b>		
5	2.0	6.0
7	2.0	5.0
11	1.5	3.5
13	1.5	3.0
17	1.0	2.0
19	1.0	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
Mayores de 25	0.1 + 2.5/n	0.2 + 12.5/n
<b>(Armónicas impares múltiplos de 3)</b>		
3	1.5	5.0
9	1.0	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
Mayores de 21	0.2	0.2
<b>(Pares)</b>		
2	1.5	2.0
4	1.0	1.0
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5
10	0.2	0.5
12	0.2	0.2
Mayores de 12	0.2	0.2
<b>THD</b>	<b>3</b>	<b>8</b>

Fuente: MINEM, 1997.

El factor de Distorsión Total por Armónicas (THD) está definido como:

$$THD = \left( \sqrt{\sum_{i=2...40} \left( \frac{V_i^2}{V_N^2} \right)} \right) * 100\% \quad (\text{Ecuación 2-13})$$

Donde:

 $v_i$  : Es el valor eficaz (RSM) de la tensión armónica "i" (para i=2...40) expresada en Voltios. $v_N$  : Es la tensión nominal del punto de medición expresada en Voltios.

### **2.4.1.2 Código Nacional de Electricidad – Utilización (CNE-U)**

Código Nacional de Electricidad - Utilización (CNE), aprobado con Resolución Ministerial N° 037-2006-MEM/DM del 17 de enero del 2006. “Tiene como objetivo establecer las reglas preventivas para salvaguardar las condiciones de seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal, y de la propiedad, frente a los peligros derivados del uso de la electricidad; así como la preservación del ambiente y la protección del Patrimonio Cultural de la Nación”. (Código Nacional de Electricidad – Utilización, pág. 1, 2006)

Este código contempla medidas de prevención y medidas apropiadas para la instalación, operación y mantenimiento de instalaciones eléctrica. En la sección 140 nos establece las reglas preventivas para salvaguardar las condiciones de seguridad de las personas en Hospitales, clínicas y similares.

### **2.4.1.3 Ley de Promoción del Uso Eficiente de Energía (Ley N° 27345)**

Ley de Promoción del Uso Eficiente de Energía (Ley N° 27345), se promulgo en setiembre del 2000, declarándose de interés nacional la promoción del uso eficiente de la energía, esto con el objetivo del empleo racional de nuestros recursos energéticos y generar una cultura de ahorro energético en la sociedad. Otro punto importante es que busca el desarrollo sostenible de nuestro país. La importancia de esta ley es que busca asegurar el suministro de energía para las generaciones futuras, protege al consumidor y fomenta la competitividad económica del país.



**Figura 2-13**

Bases de la Ley N° 27345



Fuente: Dirección General de Eficiencia Energética – MINEM – 2016.

Otras normas que serán utilizados en el presente trabajo de investigación serán:

- D.S. N° 034-2008-EM (19/06/2008). Dictan medidas para el ahorro de energía en el Sector Público.
- R.M. N° 038-2009-MEM/DM (21/01/2009). Indicadores de Consumo Energético y la Metodología de Monitoreo de los mismos.

## 2.4.2 Normativa Internacional

### 2.4.2.1 Norma Técnica IEEE Std. 519-1992

Esta norma se basa principalmente en el análisis de armónicos introducidos por cargas no lineales. “Control de Armónicos en Sistemas Eléctricos de potencia, encargada de recomendar

límites en la distorsión armónica como establecer la limitación sobre la cantidad de corriente armónica que el consumidor puede inyectar en la red de distribución eléctrica y establecer la limitación en el nivel de tensión armónica que una compañía de distribución eléctrica puede suministrar al consumidor”. (IEEE, 2019)

“El objetivo que persigue la recomendación se centra en dos focos: redactar las pautas para la limitación de la polución armónica debida a los consumos individuales de energía eléctrica con el fin de evitar una distorsión armónica de la tensión de suministro en el PCC inadmisibles, y limitar la distorsión armónica de la tensión de suministro ofrecida por las compañías eléctricas”. (Ortmeyer, 1985).

Esta norma establece la cantidad de onda de distorsión aceptable en el voltaje que suministra la compañía de electricidad, esto se refiere a los valores máximos de THDv en % de la tensión nominal a su frecuencia fundamental.

**Tabla 2-2**

*Límites de máxima distorsión de corrientes*

**Límites de la distorsión de corriente para sistemas generales de distribución  
(120 V. a 69,000 V.)**

<b>Máxima Corriente de distorsión armónica en Porcentaje de <math>I_L</math></b>						
<b>Orden del armónico individual (Armónicos Impares)</b>						
<b><math>I_{sc}/I_L</math></b>	<b>&lt; 11</b>	<b><math>11 \leq h &lt; 17</math></b>	<b><math>17 \leq h &lt; 23</math></b>	<b><math>23 \leq h &lt; 35</math></b>	<b><math>35 \leq h</math></b>	<b>TDD</b>
< 20*	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20 < 50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50 < 100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100 < 1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
> 1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

Los armónicos pares están limitados a 25 % de los armónicos impares mostrados en la Tabla.

\* Todo equipo de generación está limitado a los valores de la corriente de distorsión sin importar la relación  $I_s/I_L$  actual.

$I_{sc}$  = Corriente máxima de corto circuito en el Punto de Acoplamiento Común (PCC).

$I_L$  = Corriente máxima de la carga en el Punto de Acoplamiento Común (PCC).

(1) Traducido de la página 78 del IEEE Std. 519 - 1992

Fuente: IEEE Std. 519, pag. 78, 1992.

**Tabla 2-3***Límites de distorsión de tensión*

Rango de tensión	Distorsión armónica individual (%)	Distorsión armónica total THDv (%)
$1kV < V_n < 69kV$	3	5
$69kV < V_n < 161kV$	1,5	2,5
$V_n > 161kV$	1	1,5

Fuente: IEEE Std. 519, pag. 85, 1992.

## 2.5 Marco conceptual

**Acometida:** “Parte de la conexión, comprendida por los conductores instalados desde el empalme con la red de distribución secundaria hasta los bornes de entrada del medidor de energía” (Norma DGE – MINEM, sección 02, pag. 6, 2004)

**Armónico:** “Son voltajes o corrientes senoidales que tienen frecuencia de múltiplos enteros de la frecuencia fundamental, estas formas de onda se combinan con la frecuencia fundamental y provocan distorsión en la forma de onda, esta distorsión armónica es provocada por las características no lineales de los aparatos o cargas conectadas.” (Enríquez G., 2002)

**Calidad de Energía Eléctrica:** “Se puede definir como una ausencia de interrupciones, sobretensiones, deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltaje rms suministrado al usuario”. (Enríquez G., 2002)

**Capacitor:** Viene a ser un dispositivo electrónico que tiene como finalidad el almacenar energía en un campo eléctrico interno.

**Concesionaria:** “Es la persona natural o jurídica, nacional o extranjera, que desarrolla actividades de distribución de energía eléctrica en una concesión otorgada por el Ministerio de Energía y Minas, cuya demanda supere los 500 kW”. (MINEM, 2002)

**Conexión Eléctrica:** “Es un conjunto de Instalaciones o dispositivos requeridos para la alimentación de un suministro, comprende la acometida y la caja de medición pudiendo formar parte de éstas las sub-acometidas o cajas de toma o control”. (MINEM, 2004)

**Deficiencia:** Se refiere a algún componente que no funciona de manera correcta, ocasionando fallas en el sistema eléctrico.

**Distorsión Armónica:** Viene a ser un parámetro técnico que es utilizado para definir el flujo senoidal en distintas frecuencias.

**Distorsión Armónica Total:** Viene a ser un parámetro técnico que mide la distorsión o el cambio de la forma de onda sinusoidal de un voltaje o corriente.

**Equipos Médicos:** “Dispositivo médico operacional y funcional que reúne sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos e hidráulicos y/o híbridos, que para uso requieren una fuente de energía; incluidos los programas informáticos que intervengan en su buen funcionamiento.” (DIGEMID – MINSA, 2019)

**Fluctuaciones:** “Variaciones sistemáticas en el voltaje, o bien, una serie de cambios aleatorios en el voltaje, los cuales regularmente no exceden el rango de 0.95- 1.05 pu”. (Enríquez G., 2002)

**Frecuencia:** “Las redes para el suministro de energía eléctrica son sistemas de corriente alterna con frecuencia nominal de 60 Hz.” (Dirección General de Electricidad – Utilización, 2006)

**Hospital:** “Es un establecimiento donde ingresan pacientes que padecen o se supone que padecen de enfermedades o traumatismos, así como parturientas, a los que puede dispensárseles asistencia médica de corta o larga duración, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. El hospital, además, puede o no tener servicio de asistencia para pacientes ambulatorios y de asistencia domiciliaria”. (MINSA, 2013)

**Impedancia:** Viene a ser la medida de oposición que se presenta en un circuito a una corriente cuando se le aplica una tensión.

**Inductor:** Viene a ser un componente eléctrico que consiste en un alambre conductor que tiene la finalidad de aumentar el flujo magnético en el circuito eléctrico.

**Potencia activa (P):** Es aquella potencia que se disipa o puede realizar un trabajo útil.

**Potencia aparente S):** Es la suma de la energía que transforma dicho circuito en forma de calor y la energía utilizada para formar campos eléctricos y magnéticos a través de todos sus componentes.

**Potencia reactiva (Q):** Viene a ser la potencia consumida por los transformadores u otro dispositivo similar que se alimentan de un tipo de bobina a fin de crear un campo electromagnético.

**Red de Distribución Eléctrica:** Son los elementos de las redes primarias y secundarias que transportan energía eléctrica desde su punto de generación hasta el usuario.

**Subestación de Distribución (SED):** Son los equipos y los dispositivos de maniobra y protección, que reciben tensión de las redes primarias para su transformación y posterior distribución a los usuarios por las redes secundarias.

**Tensión:** “La diferencia de potencial eficaz entre dos conductores cualquiera o entre un conductor y la tierra. Las tensiones están expresadas en valores nominales a menos que se indique lo contrario. La tensión nominal de un sistema o circuito es el valor asignado al sistema o circuito para una clase dada de tensión con el fin de tener una designación adecuada. La tensión de operación del sistema puede variar por encima o por debajo de este valor.” (Dirección General de Electricidad – Suministro, 2011)

### 3 CAPITULO III: DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL HOSPITAL DE CONTINGENCIA ANTONIO LORENA.

#### 3.1 Introducción

En el presente capítulo se determina la situación actual del sistema eléctrico del Hospital Antonio Lorena. Partiremos de su ubicación geográfica y eléctrica, veremos las instalaciones eléctricas, realizaremos las mediciones y finalmente analizaremos los resultados obtenidos.

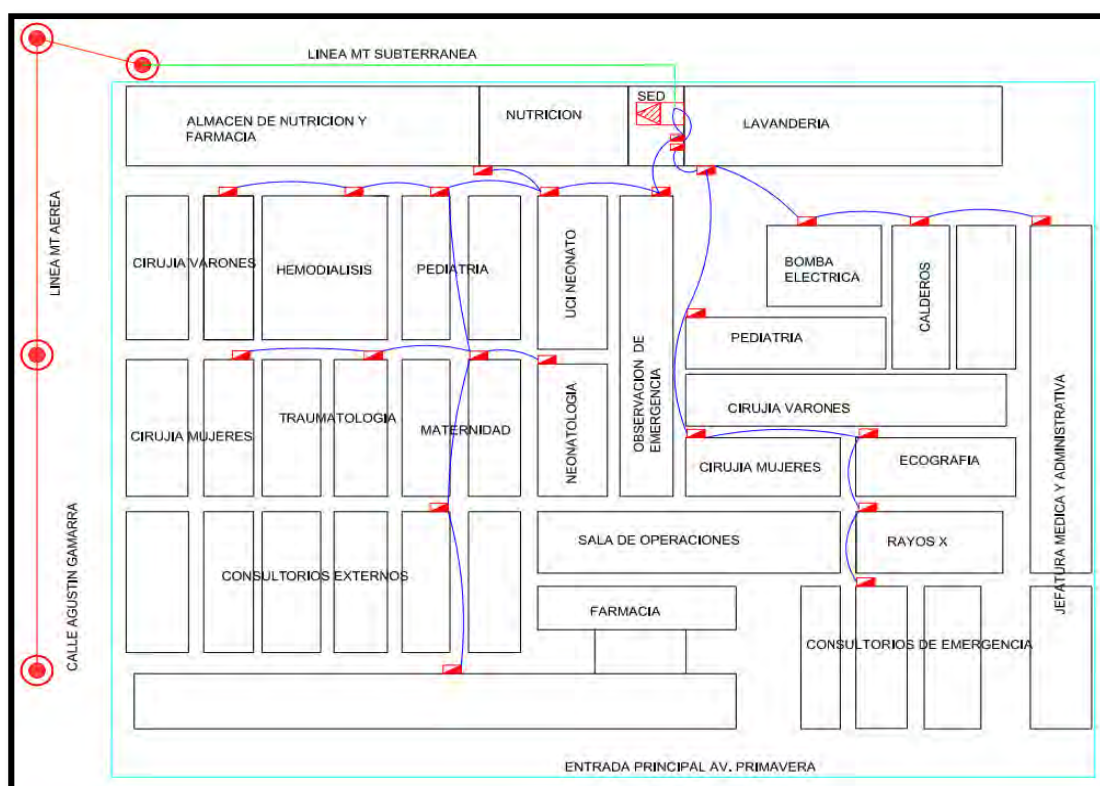
#### 3.2 Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco

##### 3.2.1 Distribución del Hospital

El hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, es un hospital nivel III, que cuenta con una distribución de ambientes como se observa a continuación.

**Figura 3-1**

Croquis del Hospital de Contingencia Antonio Lorena



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2 Ubicación Eléctrica

El sistema eléctrico del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, tiene como Subestación de Distribución SED N° 001056, el cual tiene como alimentador DO-02, la derivación en MT viene de la Av. Agustín Gamarra e ingresa por la parte posterior del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco en forma subterránea.

**Figura 3-2**

Ubicación Técnica de la SED N° 001056



Fuente: Electro Sur Este S.A.A.

### 3.2.3 Datos técnicos de la SED N° 001056

El hospital de Contingencia Antonio Lorena actualmente cuenta con un transformador de 400 kVA, de tipo caseta compacta con un nivel de tensión de 10.5/0.22 kV. Teniendo el código de SED N° 001056 perteneciente a la empresa concesionaria de Electro Sur Este S.A.A.

**Tabla 3-1***Características técnicas del transformador*

<b>Características Técnicas</b>		<b>Datos de operación</b>	
Número de serie	3388-D9	Refrigeración	ONAN
Marca	Menault Electric	Frecuencia (Hz)	60
Potencia (kVA)	400	Posición del conmutador	263
Tensión nominal (kV)	10.5±2x2.5%/0.23	Tensión A.T. (kV)	10.5
Zcc (%) según placa	4.3	Tensión B.T. (kV)	0.23
Grupo de conexión	Dyn5		

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 Instalaciones eléctricas en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena

El sistema eléctrico del Hospital de Contingencia Antonio Lorena, tiene un sistema de media tensión trifásico de forma subterráneo, está calificado su sistema como “Sector Típico II”, se alimenta de Dolorespata teniendo como alimentador DO-02 de 10.5 Kv. En la presente tesis para la evaluación y análisis de armónicos tomaremos el lado secundario de la SED N° 001056.

El hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, es un hospital de categoría III-1, esto quiere decir que es “Establecimiento de salud pertenece al tercer nivel de atención responsable de satisfacer las necesidades de salud de la población de su ámbito referencial, brindando atención integral ambulatoria y hospitalaria altamente especializada. Con énfasis en la recuperación y rehabilitación de problemas de salud a través de unidades productoras de servicios de salud médico quirúrgicos de alta complejidad”. (N T N° 021-MINSA/DGSP V.01, Pág. 74, 2005)

Las unidades Productoras de servicios con los que cuenta el hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco son:



- Consulta externa: Área funcional dedicada a satisfacer las demandas de salud de los usuarios mediante actividades de atención ambulatoria de alta especialidad.
- Emergencia: Área funcional organizada para atención especializada de urgencias o de emergencias y la referencia a otro establecimiento de salud según corresponda.
- Hospitalización: Área funcional destinada a brindar servicio de hospitalización en camas diferenciadas por sexo en especialidades de medicina, pediátrica, gineco-obstétrica, cirugía y otras para recibir manejo médico o quirúrgico.
- Epidemiología: Área funcional donde se realizan las actividades de epidemiología hospitalaria.
- Centro quirúrgico: Área funcional organizada para la realización de intervenciones quirúrgicas con las mayores garantías de asepsia quirúrgica y dotación tecnológica.
- Centro obstétrico: Área funcional donde se monitoriza y atiende el parto de alto riesgo, así como del recién nacido de alto riesgo y puérperas complicadas.
- Esterilización: Área funcional organizada para la realización de procedimientos de esterilización de los materiales e insumos mediante medios físicos (con calor seco y húmedo) y químicos (líquido, gas y plasma).
- Farmacia: Área funcional encargada de la dispensación y almacenamiento de medicamentos e insumos de acuerdo a la complejidad del establecimiento.
- Medicina de rehabilitación: área funcional destinada al restablecimiento de los pacientes que presentan alguna alteración física o discapacidad temporal o permanente.
- Diagnóstico por imágenes: Área dedicada a la ejecución y procesamiento de los estudios realizados por métodos de radiación y/o ultrasonido organizada de manera apropiada

para garantizar la calidad y oportunidad de sus resultados de apoyo al diagnóstico de las especialidades respectivas.

- Patología clínica (laboratorio): Área funcional de apoyo al diagnóstico en el que se toma, recibe, procesa, emite y valida resultados de los exámenes o ensayos de sangre y fluidos corporales previamente establecidos según su nivel de complejidad.
- Hemoterapia: Área funcional destinada a desarrollar las funciones propias de un centro de hemoterapia.
- Unidad de cuidados intensivos: Área funcional organizada para brindar atención médica y de enfermería permanente a pacientes críticos con riesgo potencial de muerte y con probabilidades de recuperación parcial y total y/o la necesidad de efectuar procedimientos especializados de diagnóstico y/o tratamiento para preservar la vida.
- Neonatología: Área funcional dedicada a la atención del recién nacido que requiere de cuidados constantes y especializados, así como de un soporte vital adecuado.
- Nutrición y dietética: Área funcional dedicada a la evaluación y control de los regímenes dietéticos, garantizando oportunidad.
- Hemodiálisis: Área funcional dedicada a la realización de diálisis y hemodiálisis.
- Administración y servicios generales: Cuenta con profesionales en administración y otros profesionales afines, con capacitación para el desarrollo de las acciones específicas a los sistemas administrativos: economía-tesorería, personal y logística.
- Servicios generales, lavandería y mantenimiento: Cuenta con profesionales capacitados en ingeniería biomédica y personal de apoyo. Realizan el mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura y equipos del establecimiento.

### 3.3.1 Planos eléctricos de la red de distribución del Hospital

Al realizar el presente estudio, se consultó con el responsable de la parte eléctrica sobre los planos eléctricos de distribución de la red eléctrica, teniendo como respuesta que no tienen ningún archivo ni en físico ni en digital de los planos arquitectónicos y eléctricos originales del diseño del hospital. También indico que aun así los tuviera estos planos estarías muy alejados de la realidad actual del hospital, ya que en estos últimos años han efectuado modificaciones civiles, especialmente por la pandemia del COVID-19, donde se ha construido nuevas unidades para atender estos casos.

#### Figura 3-3

Distribución de ambientes del Hospital de Contingencia Antonio Lorena



Fuente: Google Earth.

### 3.3.2 Transformador de 400 KVA

Este transformador es el principal con el que cuenta el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, fue instalado en el año 2012. Es de tipo pedestal, trifásico, con sistema de enfriamiento de aceite, purga de aceite y cambiador de derivaciones. Está montado sobre una base de concreto, con conductos subterráneos para la red MT y BT, este tipo de transformadores están diseñados para trabajar en exteriores e interiores. En este caso está instalado dentro de un ambiente techado para evitar el contacto con personas extrañas.

**Figura 3-4**

Transformador del Hospital de Contingencia Antonio Lorena



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.3.3 Conductores

El transformador de 400 KVA, en su salida de baja tensión cuenta con 2 conductores por cada fase de tipo NYY de calibre 95 mm<sup>2</sup>, esto para una mejor maniobrabilidad, es cuál va a un tablero de distribución general.

**Figura 3-5**

Salida en BT del Transformador del Hospital de Contingencia Antonio Lorena



Fuente: Elaboración Propia.

### ***3.3.4 Generador de emergencia***

El Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco cuenta con un generador para casos de emergencia, con motor de combustión interna, combustible diésel, alternador tipo Leroy Somer, revoluciones por minuto 1800 rpm, 200 kilovatios de capacidad, con transferencia automática. El generador fue instalado en el año 2012, es decir tiene 9 años de servicio. Al momento se encuentra operativo, sin aparentes daños mecánicos, según información del personal de mantenimiento no se tiene registro de mantenimientos y suministra energía solamente a las áreas críticas o de emergencia en caso de ausencia del servicio público.

**Tabla 3-2***Características técnicas del generador*

<b>Detalle</b>	<b>Generador</b>
Marca de motor	Cummins
Marca de generador	Leroy Somer
Capacidad	kW
Factor de potencia	0.8
Voltaje	200/127 V
RPM	1800
Tipo de transferencia	Automático
Capacidad del tanque de combustible	744 L y/o 196 G
Consumo de combustible	62 L/H y/o 16.4 G/H
Año de fabricación	2010
Año de instalación	2012

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 3-6**

Generador de emergencia del Hospital de Contingencia Antonio Lorena



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.3.5 *Tableros de distribución*

El Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, cuenta con varios tableros de distribución. Del transformador de distribución pasa al tablero general normal, de ahí salen 3 circuitos que van a los tableros de distribución principal que son de servicios generales, emergencia y reserva. Y de cada uno de estos tableros (servicios generales y emergencia) derivan a los tableros de distribución ubicados en las distintas áreas con las que cuenta el hospital.

#### **Tablero general normal**

Es un gabinete metálico de doble fondo, su alimentación es desde el transformador de 400 KVA, la llegada lo hace con 2 conductores por cada fase de tipo NYY de calibre 95 mm<sup>2</sup> y la salida con 1 conductor por cada fase de tipo NYY de calibre 35 mm<sup>2</sup>, está conformado por un conjunto de disyuntores termomagnéticos, platinas de cobre.

#### **Figura 3-7**

Tablero General Normal



Fuente: Elaboración Propia.

El contenido del tablero general se detalla a continuación:

- Disyuntor termomagnético principal de 3 polos de 1250 amperios.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 630 amperios, secciona al tablero de distribución de servicios generales.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 400 amperios, secciona al tablero de distribución de servicio de emergencia.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 120 amperios, secciona al tablero de distribución de reserva.

### **Tablero de Distribución de Servicios Generales**

Es un gabinete metálico de doble fondo, su alimentación es desde el tablero general normal, la llegada lo hace con 1 conductor por cada fase de tipo NYY de calibre 35 mm<sup>2</sup> y la salida con 1 conductor por cada fase de tipo NH-80 de calibre 35 mm<sup>2</sup>, está conformado por un conjunto de disyuntores termomagnéticos, platinas de cobre.

#### **Figura 3-8**

Tablero de Distribución de Servicios Generales



Fuente: Elaboración Propia.



El contenido del tablero de distribución de servicios generales se detalla a continuación:

- Disyuntor termomagnético principal de 3 polos de 630 amperios.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 160 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Rayos X.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Pediatría.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Nutrición.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Consulta Externa.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Cirugía Varones.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Jefatura de Médicos.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Iluminación Perimetral.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Aire Acondicionado.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Aire Acondicionado en Sala de Operaciones.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Traumatología Mujeres.

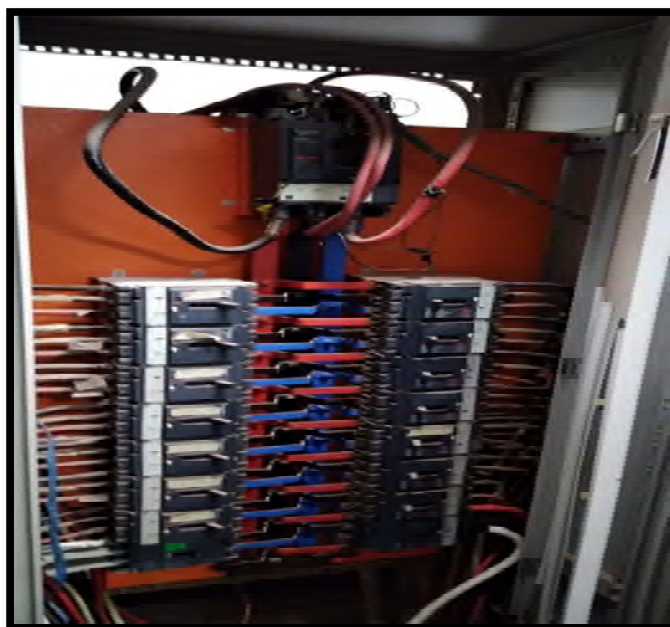
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Calderos.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Maternidad.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Rayos X 2.

### **Tablero de Distribución de Servicio de Emergencia**

Es un gabinete metálico de doble fondo, su alimentación es desde el tablero general normal, la llegada lo hace con 1 conductor por cada fase de tipo NYY de calibre 35 mm<sup>2</sup> y la salida con 1 conductor por cada fase de tipo NH-80 de calibre 35 mm<sup>2</sup>, está conformado por un conjunto de disyuntores termomagnéticos, platinas de cobre.

#### **Figura 3-9**

Tablero de Distribución de Servicio de Emergencia



Fuente: Elaboración Propia.

El contenido del tablero de distribución de servicio de emergencia se detalla a continuación:

- Disyuntor termomagnético principal de 3 polos de 400 amperios.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Consulta Externa.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Neonatología.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de UCI Neonato.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Calderos.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Bombas Electricas.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Lavandería.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Nutrición.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Trauma Shock.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Rayos X.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Centro Quirúrgico.

- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Cirugía Varones.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Casa de Fuerza.
- Disyuntor termomagnético de 3 polos de 100 amperios, secciona al tablero de distribución del servicio de Hemodiálisis.

### ***3.3.6 Puesta a tierra existente***

Se realizaron inspecciones a lo largo de todas las instalaciones del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, encontrándose las siguientes situaciones:

- en el cuarto de la subestación de distribución y tableros de distribución no se logra apreciar el sistema de puesta a tierra, pero el personal encargado indica que existe una puesta a tierra tipo malla ubicada junto al transformador de 400 KVA.
- Existen varias puestas a tierra cerca a los tableros de distribución ubicados en los distintos servicios con los que cuenta el hospital, algunos son fáciles de reconocer y están bien señalizados, pero hay otros que no se aprecian a simple vista porque se encuentran en áreas verdes donde en pasto creció y en otros casos pusieron cosas encima que ocultan la existencia de estos. El personal encargado nos indica que no se realizan los mantenimientos a estas puestas a tierra.

**Figura 3-10**

Puestas a tierra existentes



Fuente: Elaboración Propia.

En la inspección realizada en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, se pudo apreciar que los servicios que cuentan con equipos eléctricos con mayores cargas como el Servicio de Rayos X, ecografías, mamografías entre otros tienen independientemente sus puestas a tierra, pero según el personal encargado de la parte eléctrica, no indican que no se realizan trabajos de mantenimiento de estas puestas a tierra.

**Figura 3-11**

Puestas a tierra en los servicios más importantes



Fuente: Elaboración Propia.

También se pudo apreciar puertas a tierra que se encuentran cubiertas por equipos y materiales en desuso, impidiendo el acceso a este.

**Figura 3-12**

Puestas a tierra en obstaculizados.



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.3.7 Pararrayos

En la inspección al hospital de Contingencia Antonio Lorena se evidencio la existencia de 02 pararrayos, uno en el acceso principal al hospital, y el segundo en la parte posterior del hospital, cerca al servicio de lavandería. El personal encargado nos indica que no se vienen realizando mantenimientos a estos pararrayos.

**Figura 3-13**

Pararrayos existentes en el hospital.



Fuente: Elaboración Propia.

### **3.4 Características del Analizador de Redes**

Se tomó las mediciones de las SED N° 001056 del alimentador DO-02 que pertenece al sistema eléctrico de distribución de la ciudad del Cusco. Los datos y mediciones son obtenidos con los equipos de medición de la oficina de control de calidad de energía de la empresa concesionaria Electro Sur Este S.A.A.

Para realizar las mediciones se tomó como puntos de medición en la salida de BT de la SED N° 001056, esto quiere decir que el equipo de medición se instaló en las barras de baja tensión de la sub estación mencionada, antes de la llegada al tablero general. Esto con la finalidad de observar los parámetros eléctricos totales del sistema eléctrico del hospital de Contingencia Antonio Lorena.

Como indica la norma NTCSE “Las mediciones la realizan por un periodo de 7 días calendarios, en intervalos de tiempo de 10 minutos”. (MINEM, 1997). Las mediciones se realizaron desde las 13:10 horas del 14 de octubre del 2020 hasta las 11:00 horas del 22 de octubre del 2020.

Las mediciones se realizaron en los bornes de la salida del secundario del transformador de la SED N° 001056, el equipo de medición fue el analizador de redes PQ-Box 100, con lo cual podremos observar el comportamiento del sistema eléctrico, verificar la existencia de armónicos y elegir por el tipo de filtro más adecuado para atenuar estos armónicos.

#### **3.4.1 Descripción del Analizador de Redes PQ-BOX 100**

De los datos técnicos de a-eberle podemos decir: “El PQ-Box 100 es un potente instrumento portátil que reúne en sí las funciones de analizador de redes, medidor de potencia y registrador de transitorios. El objetivo principal en el desarrollo de este instrumento de medición era alcanzar una alta facilidad de manejo”. (A. Eberle GmbH & Co. KG, pag. 1, 2007)

También nos indica que: “El PQ-Box 100 es un instrumento portátil con clase de protección IP65 y está diseñado para realizar medidas en redes públicas (CAT IV) e industriales con una



máxima tensión de medida de 690V. Cumple todos los requerimientos de la norma IEC61000- 4-30 sobre medidores de la categoría A”. (A. Eberle GmbH & Co. KG, pag. 1, 2007)

Este equipo de medición cuenta con 9 canales, lo cual facilita las mediciones de tensiones y corrientes en las tres fases y el neutro, teniendo mayor precisión, con lo cual se ajusta a la norma NTCSE. También debemos indicar que este equipo se encuentra dentro de la relación de equipos aprobadas por OSIMERGMIN, esta relación lo podemos ver en el Anexo N° 03.

### Figura 3-14

Equipo de medición PQ-Box 100 Export



Fuente: A. Eberle GmbH & Co. KG, 2007.

“Introducción a las funciones de registro de datos: El PQ-Box 100 combina diversas funciones simultáneas de registro para proporcionar resúmenes e información detallada a través de un equipo a fin de crear informes y análisis: 0 Los valores promedio (1) de un intervalo de medición definido

por el usuario (de 1 segundo a 30 minutos) se almacenan y se pueden consultar en un equipo en forma de gráficas de líneas, mediante las funciones de visualización Registro permanente del software. Asimismo, en cada intervalo de medición se registran los valores RMS de 10 ms máximos y mínimos para la frecuencia, la tensión, la corriente y la potencia” (A. Eberle GmbH & Co. KG, 2014).

Una función de este equipo es que se puede capturar los valores que superan el umbral seleccionado “Los eventos límite quedan capturados como registros de texto con indicación de hora y fecha si se trata de 333 cambios lentos o rápidos de tensión, alteraciones de frecuencia, flicker, desequilibrios de tensión, THD de tensión o determinados límites de armónicos de tensión”. (A. Eberle GmbH & Co. KG, 2014).

**Tabla 3-3**

*Datos técnicos de analizador de redes PQ-Box 100 Expert.*

<b>Datos Generales</b>			
Marca	A-EBERLE	Año	2015
Modelo	PQ-Box 100 Expert	Alimentación	220V
Serie	M1241-112	Frecuencia	60 Hz
Tipo	4U/4I	Software	WibPQ móvil

Fuente: Placa del analizador de redes M1241-112.

### **3.4.2 Conexión del Analizador de Redes PQ-Box 100**

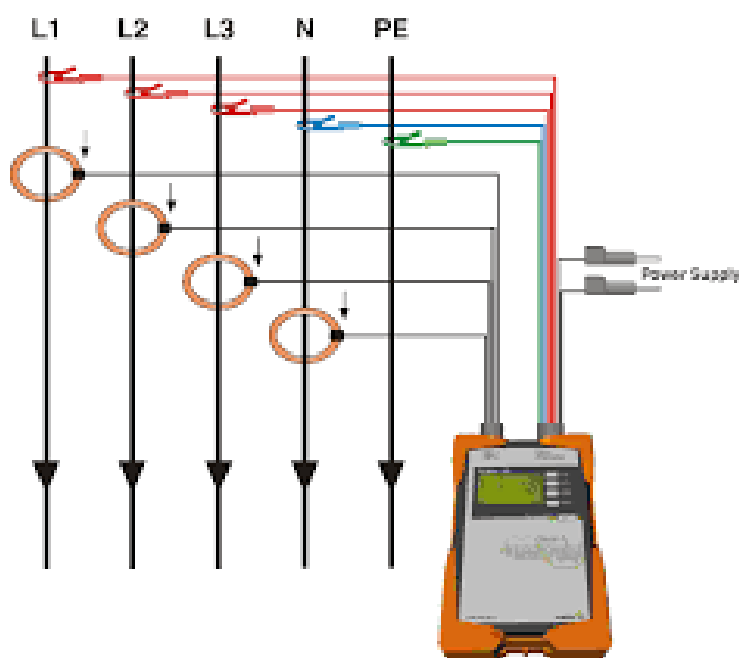
Para conocer la conexión de este analizador de redes, buscamos en su manual de usuario el cual indica. “Conecte el conector de 7 clavijas del conjunto de tenazas de corriente deseado al PQ-Box 100. El dispositivo reconoce automáticamente las tenazas de corriente estándar, por lo que el intervalo de medición se ajusta de manera automática. Asegúrese de que los cables de medición y

las tenazas de corriente estén correctamente conectados, es decir, bien ajustados y en la dirección correspondiente. Las tenazas disponen de flechas que indican la dirección. Estas deben apuntar desde la fuente de alimentación hacia el consumidor o la carga para que se produzcan lecturas de suministro positivas”. (A. Eberle GmbH & Co. KG, 2014)

Luego de esto conectamos los cables de medición de tensión en el punto requerido. Una ventaja de este equipo es que cuenta con cuatro entradas de medición de tensión, por lo que puede medir la tensión del conductor neutro a tierra.

**Figura 3-15**

Diagrama para medición de tensión para red trifásica de baja tensión



Fuente: A. Eberle GmbH & Co. KG, 2007.

### 3.4.3 Registro de la medición en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena

Como se indicó anteriormente las mediciones se realizaron desde las 13:10 horas del 14 de octubre del 2020 hasta las 11:00 horas del 22 de octubre del 2020, se realizaron en los bornes de

la salida del secundario del transformador de la SED N° 001056, el equipo de medición fue el analizador de redes PQ-Box 100 con número de serie M1241-112 de propiedad de la empresa Electro Sur Este S.A.A , estas mediciones se realizaron de acuerdo con los cronogramas anuales de medición para el control de la calidad de energía por parte de la oficina de control de calidad de la empresa Electro Sur Este S.A.A, con lo cual podremos observar el comportamiento del sistema eléctrico, verificar la existencia de armónicos y elegir por el tipo de filtro más adecuado para atenuar estos armónicos. Los datos y mediciones de la presente tesis fueron facilitados por la oficina de control de calidad de la empresa Electro Sur Este S.A.A.

### **3.5 Registro de las mediciones**

El equipo técnico de la oficina de calidad de la empresa Electro Sur Este S.A.A., realizaron la instalación del analizador de redes PQ-Box 100 con número de serie M1241-112 para obtener las mediciones necesarias con la finalidad de evaluar el sistema eléctrico y establecer la existencia de armónicos en las redes de baja tensión del Hospital de Contingencia Antonio Lorena y así poder buscar la alternativa más eficaz para su compensación.

En el presente análisis tendremos en cuenta los siguientes parámetros para verificar la existencia de armónicos:

- El armónico relativo a la tensión expresada en (%)
- El armónico relativo a la corriente expresada en (%)
- La distorsión armónica total de tensión (TDH<sub>v</sub>) expresada en (%)
- La distorsión armónica total de corriente (TDH<sub>i</sub>) expresada en (%)
- Factor de potencia también conocida como  $\cos\Phi$

Con estos datos obtenidos de los parámetros de los armónicos podremos observar el efecto que producen las cargas del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco en la red de baja

tensión y en la operación de los transformadores. Para así establecer si la presencia de los armónicos tiene algún efecto en las redes de baja tensión y analizar si con la instalación de filtros pasivos podemos disminuir los efectos que producen estas cargas no lineales en la operación normal del sistema eléctrico.

### **3.6 Análisis de la Subestación de Distribución N° 001056**

Las características de esta SED son:

- Ubicación : Urb. Primavera S/N Huancaro
- Potencia : 400 KVA
- Relación de transformación : 10.5/0.230 KV
- Sistema : trifásico
- Grupo de transformación : Dyn5
- Vcc : 5%

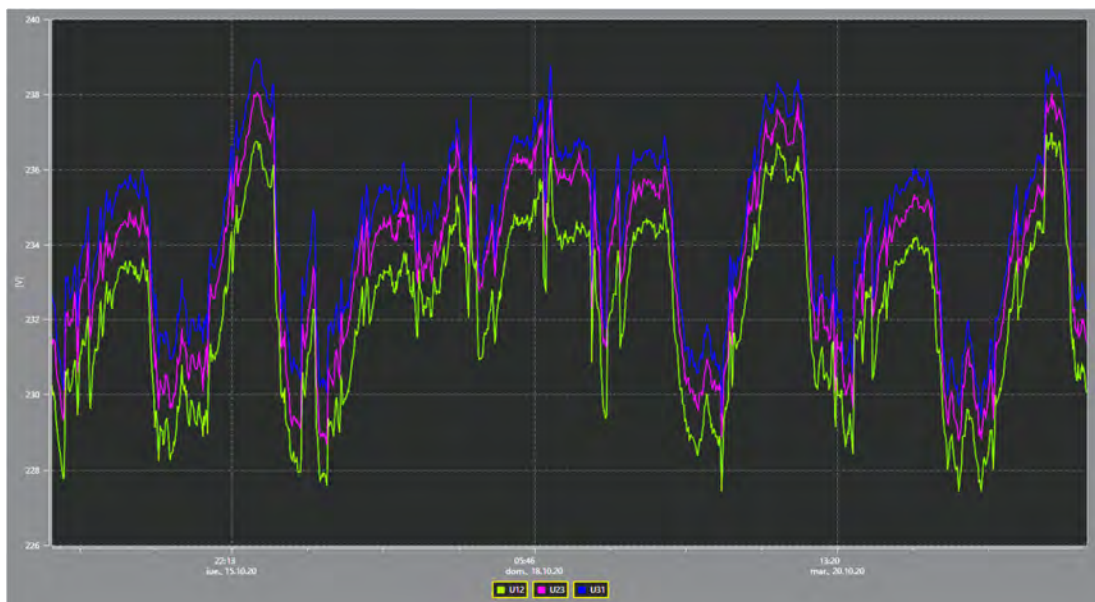
Se tiene como objetivo analizar y evaluar el sistema eléctrico del Hospital de Contingencia Antonio Lorena, con la finalidad de establecer la presencia de armónicos y ver qué orden de los armónicos es el que más distorsiona la señal de onda senoidal de tensión y corriente.

#### **3.6.1 Forma de onda de tensión y corriente**

Para realizar las medidas se utilizó el analizador de redes PQ-Box 100 con número de serie M1241-112, con lo cual podemos observar el comportamiento de la onda sinusoidal de tensión y corriente en el punto de medición, con esto podemos verificar la distorsión armónica que se producen por las diversas cargas que tiene el Hospital de Contingencia Antonio Lorena. En la siguiente figura 3-16 se puede apreciar la distorsión de onda de tensión en la SED N° 001056.

**Figura 3-16**

Comportamiento de la forma de onda de tensión con presencia de armónicos.



Fuente: Datos de la SED N° 001056 obtenidos con analizador de redes PQ-Box 100.

En la figura 3-17 se puede apreciar la distorsión de onda de corriente en la SED N° 001056.

**Figura 3-17**

Comportamiento de la forma de onda de corriente con presencia de armónicos.



Fuente: Datos de la SED N° 001056 obtenidos con analizador de redes PQ-Box 100.

### 3.6.2 Análisis de los armónicos de tensión

En la figura 3-18 se puede apreciar los valores que optan las componentes armónicas, estos datos son registrados en la tabla 3-4.

**Figura 3-18**

Variación de TDHv en los primeros 50 Armónicos de la SED N° 001056.



Fuente: Datos de la SED N° 001056 obtenidos con analizador de redes PQ-Box 100.

De esta figura podemos observar que los armónicos de tensión más sobresalientes en la SED N° 001056 son el 3<sup>er</sup> armónico, 4<sup>to</sup> armónico, 5<sup>to</sup> armónico, 7<sup>mo</sup> armónico, 9<sup>no</sup> armónico, 13<sup>vo</sup> armónico y 27<sup>vo</sup> armónico son los que más sobresalen.

En la figura 3-19 podemos apreciar la magnitud de los armónicos de tensión sobresalientes que fueron obtenidos por el analizador de redes PQ-Box 100 que a continuación se presenta.

**Figura 3-19**

Armónicos de tensión sobresalientes.



Fuente: Datos de la SED N° 001056 obtenidos con analizador de redes PQ-Box 100.

Con los datos obtenidos con el analizador de redes para verificar la existencia de armónicos de tensión en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, procedemos a ver los 50 primeros armónicos de tensión que se presentan en la tabla 3-4 que se presenta a continuación:



Tabla 3-4

*Análisis de armónicos de tensiones en la SED N° 001056.*

ARMÓNICO	TENSIÓN				
	H	V1 (h), (%)	V2 (h), (%)	V3 (h), (%)	Vh - Norma (%)
2	0.030	0.031	0.028	2.000	Negativa
3	0.310	0.272	0.114	5.000	Cero
4	0.039	0.041	0.039	1.000	Positiva
5	2.403	2.345	2.156	6.000	Negativa
6	0.021	0.022	0.021	0.500	Cero
7	0.747	0.785	0.679	5.000	Positiva
8	0.015	0.016	0.017	0.500	Negativa
9	0.138	0.109	0.072	1.500	Cero
10	0.014	0.012	0.013	0.500	Positiva
11	0.265	0.282	0.260	3.500	Negativa
12	0.010	0.009	0.009	0.200	Cero
13	0.302	0.261	0.415	3.000	Positiva
14	0.009	0.008	0.007	0.200	Negativa
15	0.066	0.047	0.059	0.300	Cero
16	0.008	0.007	0.006	0.200	Positiva
17	0.064	0.091	0.059	2.000	Negativa
18	0.009	0.008	0.006	0.200	Cero
19	0.073	0.069	0.115	1.150	Positiva
20	0.007	0.007	0.005	0.200	Negativa
21	0.067	0.029	0.052	2.000	Cero
22	0.008	0.007	0.005	5.000	Positiva
23	0.080	0.110	0.042	1.000	Negativa
24	0.006	0.005	0.004	6.000	Cero
25	0.043	0.026	0.043	0.500	Positiva
26	0.006	0.006	0.004	5.000	Negativa
27	0.037	0.027	0.021	0.500	Cero
28	0.006	0.006	0.004	1.500	Positiva
29	0.029	0.031	0.016	0.500	Negativa
30	0.005	0.004	0.004	3.500	Cero
31	0.017	0.019	0.022	0.200	Positiva
32	0.004	0.004	0.003	3.000	Negativa
33	0.028	0.021	0.013	0.200	Cero
34	0.004	0.004	0.003	0.300	Positiva
35	0.020	0.015	0.014	0.200	Negativa
36	0.004	0.003	0.003	2.000	Cero
37	0.014	0.012	0.017	0.200	Positiva
38	0.003	0.003	0.003	1.150	Negativa
39	0.017	0.010	0.011	0.200	Cero
40	0.003	0.003	0.003	2.000	Positiva
41	0.009	0.009	0.008	5.000	Negativa
42	0.003	0.003	0.003	1.000	Cero
43	0.009	0.007	0.011	6.000	Positiva
44	0.003	0.003	0.003	0.500	Negativa
45	0.012	0.006	0.008	5.000	Cero
46	0.003	0.003	0.003	0.500	Positiva
47	0.009	0.007	0.007	1.500	Negativa
48	0.003	0.003	0.003	0.500	Cero
49	0.006	0.007	0.007	3.500	Positiva
50	0.003	0.003	0.003	0.200	Negativa

Fuente: Datos de la SED N° 001056 obtenidos con analizador de redes PQ-Box 100.

Del análisis de armónicos de tensiones de la SED N° 001056, se deduce lo siguiente:

- El 3<sup>er</sup> armónico el cual pertenece a la secuencia cero se observa que tienen los valores de  $V_1 = 0.310\%$ ,  $V_2 = 0.272\%$ ,  $V_3 = 0.114\%$ , la norma NTCSE establece un valor máximo del 5.00%. Ninguno de los valores supera los valores límites de la norma NTCSE.
- El 5<sup>to</sup> armónico el cual pertenece a la secuencia negativa se observa que tienen los valores de  $V_1 = 2.403\%$ ,  $V_2 = 2.345\%$ ,  $V_3 = 2.156\%$ , la norma NTCSE establece un valor máximo del 6.00%. Ninguno de los valores supera los valores límites de la norma NTCSE.
- El 7<sup>mo</sup> armónico el cual pertenece a la secuencia positiva se observa que tienen los valores de  $V_1 = 0.747\%$ ,  $V_2 = 0.785\%$ ,  $V_3 = 0.679\%$ , la norma NTCSE establece un valor máximo del 5.00%. Ninguno de los valores supera los valores límites de la norma NTCSE.
- El 9<sup>no</sup> armónico el cual pertenece a la secuencia cero se observa que tienen los valores de  $V_1 = 0.138\%$ ,  $V_2 = 0.109\%$ ,  $V_3 = 0.072\%$ , la norma NTCSE establece un valor máximo del 1.50%. Ninguno de los valores supera los valores límites de la norma NTCSE.
- El 11<sup>vo</sup> armónico el cual pertenece a la secuencia negativa se observa que tienen los valores de  $V_1 = 0.265\%$ ,  $V_2 = 0.282\%$ ,  $V_3 = 0.260\%$ , la norma NTCSE establece un valor máximo del 3.50%. Ninguno de los valores supera los valores límites de la norma NTCSE.
- El 13<sup>vo</sup> armónico el cual pertenece a la secuencia positiva se observa que tienen los valores de  $V_1 = 0.302\%$ ,  $V_2 = 0.261\%$ ,  $V_3 = 0.415\%$ , la norma NTCSE establece un

valor máximo del 3.00%. Ninguno de los valores supera los valores límites de la norma NTCSE.

- Los armónicos de orden par de 2do al 20vo, no tienen valores significativos que se acerquen a los límites máximos establecidos por la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE).

**Tabla 3-5**

*Distorsión armónica total de tensión.*

THDv(%)	V1	V2	V3
Max.	2.403	2.345	2.156
Min.	0.003	0.003	0.003
Prom.	0.102	0.098	0.090

Fuente: Datos de la SED N° 001056 obtenidos con analizador de redes PQ-Box 100.

**Figura 3-20**

Variación de la distorsión armónica total de tensión en la SED N° 001056.



Fuente: Datos de la SED N° 001056 obtenidos con analizador de redes PQ-Box 100.

En conclusión, podemos indicar que los armónicos de tensiones existentes en el sistema eléctrico de la SED N° 001056 del Hospital Antonio Lorena del Cusco, no tienen valores que superen los límites máximos de la norma NTCSE, por lo que no son perjudiciales en este sistema eléctrico.

### 3.6.3 *Análisis de los armónicos de corriente*

La norma de calidad peruana no establece los límites de armónicos de corriente por lo que en el análisis de las armónicas de corriente, se tomará como referencia la Norma IEEE Std-519, porque esta norma establece límites para el control de los problemas ocasionados por corrientes armónicas, por eso es la más aplicada para corrientes armónicas.

Para el análisis de la magnitud del armónico de corriente en el Hospital Antonio Lorena del Cusco, y en concordancia a los valores límite de la Norma IEEE Std-519 debemos hallar primeramente la relación de cortocircuito para ver la máxima distorsión armónica de corriente, la corriente de cortocircuito se calcula con la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{S}{\frac{\sqrt{3} * U_0}{U_{cc}}} \quad (\text{Ecuación 3-1})$$

$$R_{cc} = \frac{I_{cc}}{I_L} \quad (\text{Ecuación 3-2})$$

Calculando la corriente de cortocircuito tenemos:

$$I_{cc} = \frac{400 \text{ KVA}}{\frac{\sqrt{3} * 0.38 \text{ KV}}{0.05}}$$

$$I_{cc} = 12.15 \text{ A}$$

$$I_L = 486.24 \text{ A } (I_{max})$$

$$R_{cc} = \frac{I_{cc}}{I_L} = 0.0249$$

Los valores límite de la Norma IEEE Std-519 para armónicos de corriente lo presentamos en la siguiente tabla:

**Tabla 3-6**

*Máxima distorsión armónica de corriente en %.*

SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN (120V-69KV)						
TASA INDIVIDUAL ADMISIBLE EN RELACIÓN a (%)						
$I_{cc}/I_L$	$h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	THD (%)
<20	4	2	1.5	0.6	0.3	5
20-50	7	3.5	2.5	1	0.5	8
50-100	12	5.5	5	2	1	12
100-1000	12	5.5	5	2	1	15
>1000	15	7	6	2.5	1.4	20

Fuente: Ortmeyer, 1985.

Ahora veremos los 50 primeros armónicos de corriente que se presentan en la tabla 3-7 que se presenta a continuación:

**Tabla 3-7**

*Análisis de armónicos de corrientes en la SED N° 001056.*

ARMÓNICO	ANÁLISIS DE ARMÓNICOS DE CORRIENTES INDIVIDUALES				
	H	I1 (H), (%)	I2 (H), (%)	I3 (H), (%)	I Norma (%)
2	3.054	0.603	0.662	7.000	Negativa
3	7.810	9.203	3.943	7.000	Cero
4	0.828	0.317	0.360	7.000	Positiva
5	16.162	13.303	18.953	7.000	Negativa
6	0.213	0.170	0.227	7.000	Cero
7	9.615	6.326	9.718	7.000	Positiva
8	0.233	0.150	0.196	7.000	Negativa
9	2.386	2.941	1.164	7.000	Cero
10	0.186	0.149	0.168	7.000	Positiva
11	3.328	3.438	3.371	3.500	Negativa
12	0.131	0.117	0.111	3.500	Cero
13	4.676	1.860	5.325	3.500	Positiva
14	0.131	0.107	0.088	3.500	Negativa

15	1.012	0.735	0.691	3.500	Cero
16	0.094	0.101	0.079	3.500	Positiva
17	0.656	1.208	1.299	2.500	Negativa
18	0.114	0.099	0.076	2.500	Cero
19	1.420	0.711	1.417	2.500	Positiva
20	0.075	0.081	0.067	2.500	Negativa
21	0.765	0.511	0.396	2.500	Cero
22	0.065	0.073	0.051	2.500	Positiva
23	0.404	0.990	0.794	1.000	Negativa
24	0.050	0.049	0.037	1.000	Cero
25	0.330	0.300	0.334	1.000	Positiva
26	0.043	0.059	0.044	1.000	Negativa
27	0.284	0.292	0.192	1.000	Cero
28	0.042	0.046	0.030	1.000	Positiva
29	0.207	0.245	0.214	1.000	Negativa
30	0.034	0.036	0.026	1.000	Cero
31	0.163	0.115	0.164	1.000	Positiva
32	0.026	0.028	0.021	1.000	Negativa
33	0.160	0.185	0.100	1.000	Cero
34	0.022	0.021	0.018	1.000	Positiva
35	0.110	0.115	0.085	0.500	Negativa
36	0.019	0.019	0.017	0.500	Cero
37	0.118	0.067	0.110	0.500	Positiva
38	0.018	0.017	0.016	0.500	Negativa
39	0.097	0.083	0.048	0.500	Cero
40	0.016	0.016	0.015	0.500	Positiva
41	0.053	0.050	0.050	0.500	Negativa
42	0.016	0.016	0.015	0.500	Cero
43	0.069	0.042	0.057	0.500	Positiva
44	0.018	0.017	0.015	0.500	Negativa
45	0.061	0.049	0.031	0.500	Cero
46	0.015	0.017	0.015	0.500	Positiva
47	0.041	0.046	0.044	0.500	Negativa
48	0.016	0.017	0.015	0.500	Cero
49	0.055	0.035	0.052	0.500	Positiva
50	0.014	0.014	0.013	0.500	Negativa

Fuente: Datos de la SED N° 001056 obtenidos con analizador de redes PQ-Box 100.

Del análisis de armónicos de tensiones de la SED N° 001056, se deduce lo siguiente:

- El 3<sup>er</sup> armónico el cual pertenece a la secuencia cero se observa que tienen los valores de  $I_1 = 7.810\%$ ,  $I_2 = 9.203\%$ ,  $I_3 = 3.143\%$ , la Norma IEEE Std-519 establece un valor máximo del 7.00%. Dos de las tres fases superan los valores límites.
- El 5<sup>to</sup> armónico el cual pertenece a la secuencia negativa se observa que tienen los valores de  $I_1 = 16.162\%$ ,  $I_2 = 13.303\%$ ,  $I_3 = 18.953\%$ , la Norma IEEE Std-519 establece un valor máximo del 7.00%. Las tres fases superan los valores límites.
- El 7<sup>mo</sup> armónico el cual pertenece a la secuencia positiva se observa que tienen los valores de  $I_1 = 9.615\%$ ,  $I_2 = 6.326\%$ ,  $I_3 = 9.718\%$ , la Norma IEEE Std-519 establece un valor máximo del 7.00%. Dos de las tres fases superan los valores límites.
- El 9<sup>no</sup> armónico el cual pertenece a la secuencia cero se observa que tienen los valores de  $I_1 = 2.386\%$ ,  $I_2 = 2.941\%$ ,  $I_3 = 1.164\%$ , la Norma IEEE Std-519 establece un valor máximo del 7.00%. Ninguna de las tres fases supera los valores límites.
- El 11<sup>vo</sup> armónico el cual pertenece a la secuencia negativa se observa que tienen los valores de  $I_1 = 3.328\%$ ,  $I_2 = 3.438\%$ ,  $I_3 = 3.371\%$ , la Norma IEEE Std-519 establece un valor máximo del 3.50%. Ninguna de las tres fases supera los valores límites.
- El 13<sup>vo</sup> armónico el cual pertenece a la secuencia positiva se observa que tienen los valores de  $I_1 = 4.676\%$ ,  $I_2 = 1.860\%$ ,  $I_3 = 5.325\%$ , la Norma IEEE Std-519 establece un valor máximo del 3.50%. Dos de las tres fases superan los valores límites.
- Los armónicos de orden par de 2do al 20vo, no tienen valores significativos que se acerquen a los límites máximos establecidos por la Norma IEEE Std-519.

Como se puede apreciar en el análisis de armónicos de la SED N° 001056 del Hospital de Contingencia Antonio Lorena, los armónicos de corriente más sobresalientes son los armónicos de

3<sup>er</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup>, 13<sup>vo</sup> orden. Los cuales son perjudiciales en este sistema eléctrico porque superan los límites máximos establecidos por la Norma IEEE Std-519.

Como se encontraron armónicos de corriente que superan los valores máximos recomendados, es necesario utilizar un filtro para la compensación armónica de corriente el cual se realizara en el capítulo IV de la presente tesis.

**Tabla 3-8**

*Resultados de la distorsión armónica total de corriente.*

Indicador	3er armónico	5to armónico	7mo armónico	13vo armónico
Linea 1 (%)	7.810	16.162	9.615	4.676
Linea 2 (%)	9.203	13.303	6.326	1.860
Linea 3 (%)	3.143	18.953	9.718	5.325
<b>IEEE 519-1992 TDD (%)</b>	<b>7.000</b>	<b>7.000</b>	<b>7.000</b>	<b>3.500</b>

Fuente: Datos de la SED N° 001056 obtenidos con analizador de redes PQ-Box 100.

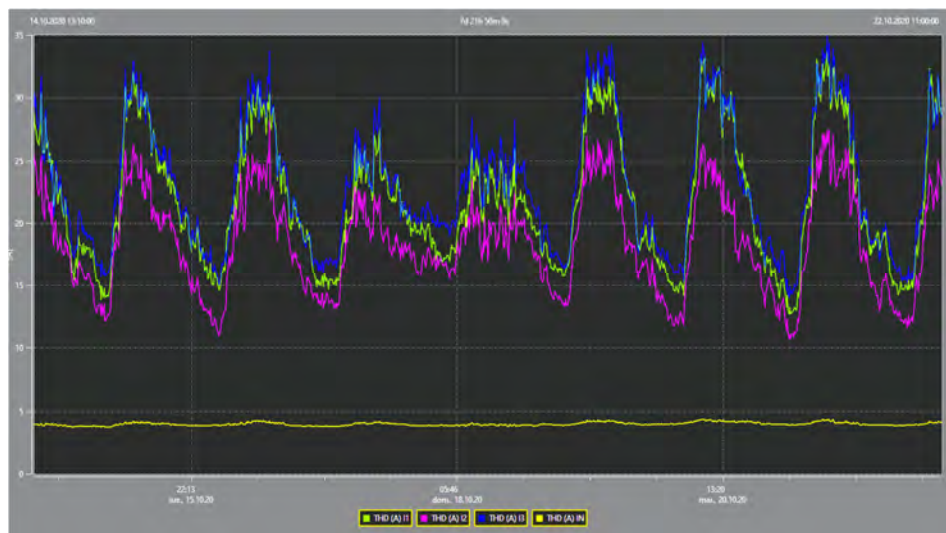
### **3.6.4 Factor de Potencia en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena**

En la siguiente figura podemos visualizar la variación del factor de potencia debido a la existencia de componentes armónicas.



**Figura 3-21**

Variación de la distorsión armónica total de tensión en la SED N° 001056.



Fuente: Datos de la SED N° 001056 obtenidos con analizador de redes PQ-Box 100.

En la siguiente imagen podemos observar el factor de potencia en la SED N° 001056 del Hospital de Contingencia Antonio Lorena.

**Figura 3-22**

Variación de la distorsión del factor de potencia en la SED N° 001056.



Fuente: Datos de la SED N° 001056 obtenidos con analizador de redes PQ-Box 100.

Como se observa en la figura 3-22, el factor de potencia promedio es 0.975, el cual es mayor a 0.96 y según la Resolución de la Comisión de Tarifas Eléctricas No. 004-92 P/CTE, indica que “La energía reactiva se facturará solamente cuando exceda del 30% (Treinta por ciento) de la energía activa”, también nos dice “Que es conveniente considerar la facturación de energía reactiva solamente cuando el factor de potencia sea inferior a 0.96”, esto tiene por finalidad que el sistema eléctrico pueda operar con una alta eficiencia. En el caso del hospital de Contingencia Antonio Lorena al tener un Factor de Potencia superior a 0.96, está dentro de los valores recomendados, por lo que no se está facturando por energía reactiva, como se puede apreciar en los recibos de luz de la empresa Electro Sur Este S.A.A., que se encuentra en el anexo 05.

### **3.7 Análisis de resultados en la Subestación de Distribución N° 001056**

Una vez concluido con el análisis de los resultados obtenidos de la medición de la SED N° 001056 del Hospital Antonio Lorena del Cusco, se concluye con lo siguiente:

- a) Respecto a las mediciones de los armónicos de tensión.
  - Se realizó el análisis en base a la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE), ningún valor se encuentra por encima del máximo permitido, por lo que no presentan un valor significativo y no son perjudiciales para el sistema eléctrico del Hospital Antonio Lorena del Cusco.
- b) Respecto a las mediciones de armónicos de corriente.
  - Se realizó el análisis en base a la Norma Internacional IEEE Std-519, encontrándose corrientes armónicas por encima del máximo permitido.
  - Se encontraron armónicas de corriente superior al máximo permitido por la norma en el 3<sup>er</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup>, 13<sup>vo</sup> orden, como se aprecia en la tabla 3-9.

**Tabla 3-9**

*Resultados de la distorsión armónica total de corriente.*

<b>Indicador</b>	<b>3<sup>er</sup> armónico</b>	<b>5<sup>to</sup> armónico</b>	<b>7<sup>mo</sup> armónico</b>	<b>13<sup>vo</sup> armónico</b>
Linea 1 (%)	7.810	16.162	9.615	4.676
Linea 2 (%)	9.203	13.303	6.326	1.860
Linea 3 (%)	3.143	18.953	9.718	5.325
<b>IEEE 519-1992 TDD (%)</b>	<b>7.000</b>	<b>7.000</b>	<b>7.000</b>	<b>3.500</b>

Fuente: Datos de la SED N° 001056 obtenidos con analizador de redes PQ-Box 100.

c) Respecto al factor de potencia

- Resolución de la Comisión de Tarifas Eléctricas No. 004-92 P/CTE, indica “Que es conveniente considerar la facturación de energía reactiva solamente cuando el factor de potencia sea inferior a 0.96”. En el caso del hospital de Contingencia Antonio Lorena al tener un Factor de Potencia superior a 0.96, está dentro de los valores recomendados, por lo que no se está facturando por energía reactiva, como se puede apreciar en los recibos de luz de la empresa Electro Sur Este S.A.A.

### **3.8 Análisis de Eficiencia Energética en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena**

#### **3.8.1 Pliego Tarifario Actual**

El Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco tiene la opción tarifaria contratada tipo MT3, que son para usuarios que cuentan con consumos de potencia durante las 24 horas del día. Cuenta con una potencia contratada de 250 Kw. El hospital paga un promedio mensual de 33 mil soles mensual, por lo que es conveniente realizar un análisis tarifario. A continuación, mostramos un recibo de luz para observar su consumo mensual.

Figura 3-23

Recibo de luz mes de junio 2022.

Para Consultas su número de Cliente es		MES FACTURADO:	Junio-2022																																																																																		
<b>001-0701236</b>		TOTAL:	41,104.50																																																																																		
<b>RECIBO ELECTRÓNICO N° S110 - 11338</b>		VENCIMIENTO:	18 jul 2022																																																																																		
		EMISIÓN:	02 jul 2022																																																																																		
<b>NOMBRE HOSPITAL A. LORENA</b>		<b>R.U.C.</b> 20171092354	<b>MEDIDORES DE ENERGIA</b>																																																																																		
<b>DIRECCION PREDIO</b> CAMPO DEPORTIVO CUARTEL HUANCARD		<b>SISTEMA</b> TRIFASICO 4 Hilos ELECTRONICO	<b>FECHAS DE LECTURA</b>																																																																																		
<b>DPTO / PROV</b> CUSCO/CUSCO/SANTIAGO	<b>105-ZONA MAYORES CUSCO</b>	<b>MEDIDOR</b> 02844186	<b>ANTERIOR</b> 28/05/2022																																																																																		
<b>ALIMENTADOR</b> DO-02 (1056)	<b>RUTA</b> 001-13-46-000435	<b>CONEXION</b> C5.2 Aerea	<b>ACTUAL</b> 28/06/2022																																																																																		
<b>SISTEMA</b> SE0032 - CIUDAD DE CUSCO	<b>Sec. Tipico: 2</b>		<b>LECTURA</b> CORRECTA																																																																																		
<b>TARIFA</b> MT3	<b>POTENCIA CONTRATADA (Kw)</b> 250.00	<b>NIVEL DE TENSION (V)</b> 10 Kv																																																																																			
<b>CONCEPTO</b>	<b>ANTERIOR</b>	<b>ACTUAL</b>	<b>DIFERENCIA</b>	<b>FACTOR</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CONSUMOS A CUENTA</b>	<b>FACTURADO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL S/</b>																																																																											
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	9,257.370	9,552.860	295.490	100.909	36,411.73		36,411.73	KW.h	0.2786	10,118.3																																																																											
ENERGIA HORA PUNTA	1,923.640	1,981.950	58.310	100.909	11,131.91		11,131.91	KW.h	0.3333	3,710.27																																																																											
ENERGIA REACTIVA	1,096.530	1,118.290	21.751	100.909	4,153.46																																																																																
POTENCIA PUN. ELECTRICIDAD		0.807		100.909	175.77		175.77	KV	23.6700	4,160.48																																																																											
POTENCIA PUN. SERVICIOS		0.807		100.909	154.08		154.08	KV	60.1200	9,262.09																																																																											
<b>SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/</b>		<b>1,094.97</b>		<b>TOTAL ENERGIA</b>		<b>32,849.15</b>																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ME</th> <th>ENER</th> <th>FEB</th> <th>MAR</th> <th>ABR</th> <th>MAY</th> <th>JUN</th> <th>JUL</th> <th>AUG</th> <th>SEPT</th> <th>OCT</th> <th>NOV</th> <th>DIC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CM</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> </tr> <tr> <td>CMPP</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> </tr> </tbody> </table>		ME	ENER	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC	CM	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	CMPP	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38			<table border="1"> <thead> <tr> <th>ME</th> <th>ENER</th> <th>FEB</th> <th>MAR</th> <th>ABR</th> <th>MAY</th> <th>JUN</th> <th>JUL</th> <th>AUG</th> <th>SEPT</th> <th>OCT</th> <th>NOV</th> <th>DIC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CM</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> </tr> <tr> <td>CMPP</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> </tr> </tbody> </table>		ME	ENER	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC	CM	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	CMPP	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38		
ME	ENER	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC																																																																									
CM	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88																																																																									
CMPP	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38																																																																									
ME	ENER	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC																																																																									
CM	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88																																																																									
CMPP	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38																																																																									
<b>EVOLUCION DE SU CONSUMO DE ENERGIA</b>																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ME</th> <th>ENER</th> <th>FEB</th> <th>MAR</th> <th>ABR</th> <th>MAY</th> <th>JUN</th> <th>JUL</th> <th>AUG</th> <th>SEPT</th> <th>OCT</th> <th>NOV</th> <th>DIC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CM</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> <td>3.88</td> </tr> <tr> <td>CMPP</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> </tr> <tr> <td>CMPP</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> <td>4.38</td> </tr> </tbody> </table>		ME	ENER	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC	CM	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	CMPP	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	CMPP	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38																																
ME	ENER	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC																																																																									
CM	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88																																																																									
CMPP	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38																																																																									
CMPP	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38																																																																									
<b>MENSAJES AL CLIENTE</b>																																																																																					
Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 1,535.02																																																																																					
Ultimo pago en CAR donde se realizo el pago del anterior comprobante																																																																																					
<b>CALIFICACION DEL USUARIO</b> Energía Hora Punta <b>11,131.91</b> KW/h Máxima Demanda del Mes <b>154.06</b> KW Horas Hora Punta del mes <b>130</b> Horas Grado de Utilización <b>0.560</b> Horas Calificación <b>PRESENTE EN PUNTA</b>																																																																																					
(*) Afecto a Factor de Recargo																																																																																					
<b>ULTIMO DIA DE PAGO</b> 18 jul 2022				<b>OTROS CONCEPTOS</b>																																																																																	
<b>SON : CUARENTA Y UN MIL CIENTO CUATRO CON 50/100 SOLES</b>				<b>TOTAL S/</b>								<b>41,104.50</b>																																																																									
<b>PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO</b>																																																																																					

Fuente: Elaboración propia.

Al Hospital de Contingencia Antonio Lorena se le cobra por consumo de energía activa en hora punta y fuera de hora punta, por lo que es necesario un análisis tarifario.

### 3.8.2 Análisis del consumo de energía eléctrica

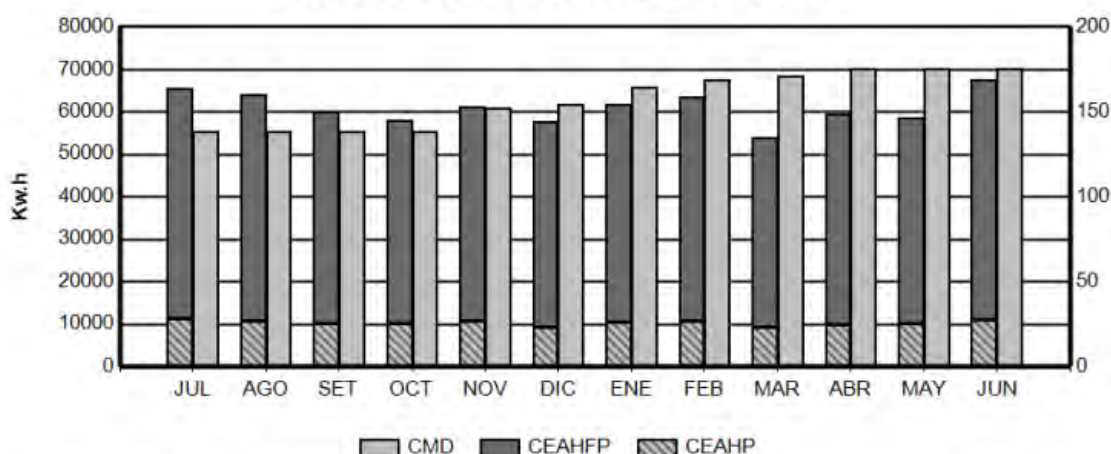
La potencia contratada por el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco es de 250 Kw, como se aprecia en la figura 3-24 el consumo de máxima demanda no excede a los 200 Kw, este análisis se realizó de febrero del 2021 a enero del 2022.

**Figura 3-24**

Consumo de energía eléctrica de julio 2021 a junio 2022.

	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
<b>MD</b>	0.729	0.702	0.649	0.644	0.866	0.755	0.858	0.908	0.885	0.933	0.756	0.807
<b>MDHP</b>	0.561	0.538	0.558	0.592	0.780	0.587	0.644	0.519	0.503	0.526	0.520	0.538
<b>MDHFP</b>	0.729	0.702	0.649	0.644	0.866	0.755	0.858	0.908	0.885	0.933	0.756	0.807

**EVOLUCIÓN DE SU CONSUMO DE ENERGÍA**



	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
<b>CMD</b>	138.90	138.90	138.90	138.90	152.23	154.75	164.57	169.34	171.16	175.77	175.77	175.77
<b>CEAHFP</b>	54,300.47	53,438.13	50,062.13	47,910.38	50,581.54	48,662.12	51,477.91	52,758.59	44,653.24	49,743.64	48,527.03	56,411.73
<b>CEAHP</b>	11,295.98	10,687.47	10,176.24	10,141.51	10,826.11	9,239.62	10,412.34	10,706.24	9,309.89	9,743.60	10,101.84	11,131.91
<b>Monto S/.</b>	34,379.00	34,601.20	33,088.00	33,872.00	38,723.00	35,781.70	34,524.10	35,979.90	32,620.40	35,314.20	37,691.60	41,104.50

Fuente: Recibo de luz del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco.

### 3.8.3 Principales cargas eléctricas

El Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, al ser un hospital nivel III, cuenta con muchos equipos eléctricos y electrónicos que tienen un alto consumo de energía eléctrica, a continuación, detallamos los más importantes:

**Tabla 3-10***Principales equipos eléctricos.*

item	descripcion	SERVICIO	modelo	nombre	nro_serie
1	ELECTROCAUTERIO	CONSULTORIO DE OFTALMOLOGIA (ESTRATEGIA SALUD	RF1210	HYGENERATOR	S/S
2	EQUIPO DE ANESTESIA	CONSULTORIO DE OFTALMOLOGIA (ESTRATEGIA SALUD	PRO-55	ACOMA	72102065
3	EQUIPO ECOGRAFO - ULTRASONIDO OCULAR	CONSULTORIO DE OFTALMOLOGIA (ESTRATEGIA SALUD	MASTER V U	SONDMED	05786
4	EQUIPO OFTALMOLOGIA	CONSULTORIO DE OFTALMOLOGIA (ESTRATEGIA SALUD	USM PLUS.	PHACOTROM SY	S/S
5	ESTERILIZADORA VAPOR - AUTOCLAVE DE 75L	CONSULTORIO DE OFTALMOLOGIA (ESTRATEGIA SALUD	FI-371	SAKURA	8010579
6	FACOEMLSIFICADOR	CONSULTORIO DE OFTALMOLOGIA (ESTRATEGIA SALUD	CV-7000	NIDEK	70799
7	EQUIPO DE RAYOS X ARCO EN C	SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA Y CENTRO QUIRURGICO	ZEN-2090 PRO	GENORAY	MZ-101203-06
8	REFRIGERADORA CONSERVADORA DE SANGRE PARA 50 BOLSAS	SERVICIO DE BANCO DE SANGRE Y HEMOTERAPIA	EMOTECA 250	FIOCCHETTI	480
9	CENTRIFUGA PARA MICROHEMATOCRITO	SERVICIO DE BANCO DE SANGRE Y HEMOTERAPIA	HAEMATOKRIT 210	HETTICH	00066760300
10	EQUIPO DE RAYOS X	SERVICIO DE DIAGNOSTICO POR IMAGENES	MEDIROLL-2	MEDICOR	1973/7
11	DIGITALIZADOR DE IMAGENES DE RAYOS X	SERVICIO DE DIAGNOSTICO POR IMAGENES	CR30X	AGFA	
12	EQUIPO ECOGRAFO - ULTRASONIDO	SERVICIO DE DIAGNOSTICO POR IMAGENES	SONQACE R7	SAMSUNG	SOQQM3HD800043M
13	MAMOGRAFO	SERVICIO DE DIAGNOSTICO POR IMAGENES	SOPHIE	PLANMED	PDH30189
14	EQUIPO DE RAYOS X ESTACIONARIO	SERVICIO DE DIAGNOSTICO POR IMAGENES		WATSON	VZ336
15	EQUIPO DE RAYOS X DIGITAL	SERVICIO DE DIAGNOSTICO POR IMAGENES	GXR-405	DRGEM-KOREA	GXB1660701
16	EQUIPO CALENTADOR DE FLUIDOS	SERVICIO DE ENFERMERIA EN CUIDADOS CRITICOS	AFP 200EU	ASTOFLO PLUS	FHEU03525
17	ELECTROCARDIOGRAFO	SERVICIO DE ENFERMERIA EN CUIDADOS CRITICOS	ECG 1101	CARE WELL	E1B0701006
18	EQUIPO ECOGRAFO MULTIPROPOSITO CON 2 TRANSDUCTORES	SERVICIO DE ENFERMERIA EN CUIDADOS CRITICOS	F-37	HITACHI-ALOKA	204G8826
19	REFRIGERADORA CONSERVADORA DE MEDICAMENTOS	SERVICIO DE FARMACIA	RL-100L	CIMMSA	C-1021
20	EQUIPO ECOGRAFO - ULTRASONIDO	SERVICIO DE GINECOLOGIA	HS-2000	HONDA	50806089
21	DESFIBRILADOR	SERVICIO DE NEFROLOGIA Y HEMODIALISIS	HEARTSTART XL	PHILIPS	US00449470
22	BOMBA DE INFUSION TRIPLE CANAL	SERVICIO DE NEONATOLOGIA (P.P. NEONATAL)	2866AXO	ALARIS	12983573
23	CALENTADOR DE SANGRE	SERVICIO DE NEONATOLOGIA (P.P. NEONATAL)	AM-2	ANIMEC	00605265
24	EQUIPO CALENTADOR DE FLUIDOS	SERVICIO DE NEONATOLOGIA (P.P. NEONATAL)	ASTOFLO PLUS	STIHLER ELECTRI	FHEU03480
25	CUNA DE CALOR RADIANTE	SERVICIO DE NEONATOLOGIA (P.P. NEONATAL)	SM 401A MERIC	MEDIX	1789-06
26	ELECTROCARDIOGRAFO	SERVICIO DE NEONATOLOGIA (P.P. NEONATAL)	ECG-1101	CARE WELL	E1B0701005
27	EQUIPO DE FOTOTERAPIA CON SISTEMA TIPO LED (DIODOS EMISORES DE	SERVICIO DE NEONATOLOGIA (P.P. NEONATAL)	NEO-LED	INGENIMED	01-1210-03
28	ECOGRAFO DOPPLER CON TRANSDUCTOR TRANSFONTANELAR PORTATIL	SERVICIO DE NEONATOLOGIA (P.P. NEONATAL)	NEMIO XG 55A-58 IS	TOSHIBA	E2C0713387
29	INCUBADORA CERRADA	SERVICIO DE NEONATOLOGIA (P.P. NEONATAL)	ADVANCE 2286	VISION	CO-0356
30	VENTILADOR VOLUMETRICO NEONATAL	SERVICIO DE NEONATOLOGIA (P.P. NEONATAL)	BABYLOG 8000	DRAGER	ARYA 0049.
31	CAMARA DE REFRIGERACION	SERVICIO DE NUTRICION Y DIETETICA	VERTICAL	EL ACERO	
32	ELECTROCARDIOGRAFO	SERVICIO DE OBSTETRICIA (P.P. MATERNO NEONATAL)	R3	MINDRAY	FK-74011103
33	DETECTOR DE LATIDOS FETALES DE SOBREMESA	SERVICIO DE OBSTETRICIA (P.P. MATERNO NEONATAL)	SD-5	EDAN	560045-M19310960026
34	VENTILADOR VOLUMETRICO MECANICO	UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS	BELLAVISTA 1000	IMT MEDICAL	
35	MONITOR MULTI PARAMETRO DE FUNCIONES VITALES DE 11 PARAMETRO	UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS	CARESCAPE MONITO	GENERAL ELECT	SPM185000955A

Fuente: Datos del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco.

Los equipos eléctricos y electrónicos mostrados en la tabla 3-10, son una relación general de los principales equipos con los que cuenta el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del cusco, se indica que muchos de los equipos ya tienen muchos años de antigüedad y ya cumplieron con su vida útil y no cuentan con el etiquetado de eficiencia energética. Por lo que se recomienda realizar

un diagnóstico de cada uno de los equipos y procurar que cumplan con el etiquetado de eficiencia energética o sean renovados por equipos más eficientes.

### 3.8.4 *Diagnóstico de la eficiencia energética actual*

Se realizó un análisis y diagnóstico del consumo de energía eléctrica y de las instalaciones eléctricas en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena, la mayoría de equipos a pesar de ser antiguos se encuentran en buen estado, pero se encontró algunas deficiencias que se indican a continuación:

### 3.8.5 *Rendimiento del Transformador*

Se realizó un análisis del rendimiento del transformador obteniéndose los siguientes resultados:

#### **Figura 3-25**

Rendimiento del transformador.



Fuente: Datos de la SED N° 001056 obtenidos con analizador de redes PQ-Box 100.

Los resultados de la figura 3-25 se aprecia en la siguiente tabla:

**Tabla 3-11**

Rendimiento total.

<b>Rendimiento</b>	<b>Medio</b>
<u>L1</u>	0.905
<u>L2</u>	0.942
<u>L3</u>	0.955
<b>Total</b>	<b>0.937</b>

Fuente: Datos de la SED N° 001056 obtenidos con analizador de redes PQ-Box 100.

De la tabla 3-11 se puede indicar que el transformador tiene un rendimiento del 93.7%, lo que indica que está trabajando en condiciones normales y sus pérdidas son mínimas.

### **3.8.6 *Uso de las calderas***

- Operan a presiones muy elevadas lo cual ocasionan fugas en las líneas de distribución de vapor el cual no son reparadas.
- Existen tramos de tuberías de vapor que ya no están en funcionamiento, los cuales no son retirados y perjudican el acceso al mantenimiento.
- No se tienen programados ni se efectúan mantenimientos periódicos en el aislamiento y accesorios de la línea de vapor.

### **3.8.7 *Uso de Iluminación***

- La gran parte del hospital utiliza lámparas fluorescentes tipo T8 de 36w, sin cubierta ni pantalla difusora.
- En las oficinas y consultorios se mantienen encendidas las lámparas en horarios de descanso del personal o cuando no hay atención al público.



- Cuando una lámpara se quema o funciona de manera defectuosa no se realiza su retiro inmediato, lo que ocasiona un mayor consumo e innecesario de energía eléctrica.
- Muchas lámparas de los pasadizos y acceso al público no tienen el mantenimiento adecuado por lo que se encuentran llenas de polvo ocasionando una mala iluminación en estos pasadizos.

### Figura 3-26

Estado de equipos de iluminación.



Fuente: Elaboración propia.

### 3.8.8 *Uso de Tomacorrientes*

- La gran parte de tomacorrientes se encuentran en buen estado, pero existen algunos que se encuentran en mal estado (rotos), los cuales no son renovados pudiendo ocasionar muchos perjuicios a las personas y los equipos por descargas eléctricas.
- Cada ambiente cuenta con por lo menos un tomacorriente de doble toma sin toma a tierra.
- Se observa el uso de extensores de tomacorriente, para conectar varios equipos a un solo tomacorriente, lo que producen calentamiento de los conductores eléctricos que pueden ocasionar cortocircuitos.

#### **Figura 3-27**

Estado de tomacorrientes.



Fuente: Elaboración propia.

### 3.8.9 *Uso de equipos ofimáticos*

- El mayor problema es que los equipos de cómputo se mantienen encendidas todo el tiempo, incluso cuando no están en uso. Existen casos en que los trabajadores luego de terminar su jornada laboral no apagan sus computadoras, lo dejan encendido durante toda la noche.
- Las impresoras y fotocopiadoras son encendidas y apagadas de forma repetida durante todo el día.
- En muchas oficinas se utilizan cables de extensiones para conectar varias computadoras o equipos eléctricos a un solo tomacorriente, lo que puede causar descargas eléctricas y deterioro de los cables por calentamientos de estos.

#### **Figura 3-28**

Uso de extensiones eléctricas.



Fuente: Elaboración propia

### ***3.8.10 Uso de los equipos biomédicos eléctricos***

- Se cuentan con muchos equipos biomédicos antiguos que ya cumplieron su vida útil.
- No cuentan con etiquetado de eficiencia energética.
- No se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo - correctivo.

### ***3.8.11 Uso de los sistemas eléctricos***

- No se cuentan con los planos eléctricos, el personal encargado indica que nunca le alcanzaron los planos eléctricos.
- Los diagramas unifilares están hechos a mano y pegado en el tablero de distribución general, están deficientemente hechos y no se encuentran actualizados.
- Se tienen muchos equipos obsoletos o en mal estado que generan un gran consumo de energía.
- Cuentan con puestas a tierra, las cuales no se realizan el mantenimiento, algunos no se pueden ubicar fácilmente porque fueron tapados por tierra y pasto.
- El personal encargado de la parte eléctrica del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, no cuenta con una evaluación de consumos de energía eléctrica de las instalaciones y equipos eléctricos.
- No se cuenta con un plan de desarrollo para implementar medidas de ahorro de energía eléctrica.
- El personal no tiene capacitaciones en temas de uso eficiente de energía eléctrica.
- El personal deja prendía las luces y computadoras durante su hora de almuerzo y cuando terminan su jornada laboral, ocasionando mayores gastos por el uso de energía eléctrica.

- En los últimos años se han ido incrementando los circuitos eléctricos por el hecho de que han adquirido más equipos eléctricos, pero se observa que se han sido incrementado de acuerdo a sus necesidades sin un criterio técnico.

### 3.9 Conclusiones del Capítulo

Al realizar un diagnóstico del Sistema Eléctrico y Operación de la SED N° 001056 del Hospital Antonio Lorena del Cusco, se concluye con lo siguiente:

- a) Respecto a las mediciones de los armónicos de tensión.
- Se realizó el análisis en base a la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE), ningún valor se encuentra por encima del máximo permitido, por lo que no presentan un valor significativo y no son perjudiciales para el sistema eléctrico del Hospital Antonio Lorena del Cusco.

**Tabla 3-12**

*Distorsión armónica total de tensión.*

THDv(%)	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>
Max.	2.403	2.345	2.156
Min.	0.003	0.003	0.003
Prom.	0.102	0.098	0.090

Fuente: Datos de la SED N° 001056 obtenidos con analizador de redes PQ-Box 100.

- b) Respecto a las mediciones de armónicos de corriente.
- Se realizó el análisis en base a la Norma Internacional IEEE Std-519-1992, encontrándose corrientes armónicas por encima del máximo permitido. Se encontraron armónicas de corriente superior al máximo permitido por la norma en el 3<sup>er</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup>, 13<sup>vo</sup> orden, como se aprecia a continuación:

**Tabla 3-13**

*Resultados de la distorsión armónica total de corriente.*

<b>Indicador</b>	<b>3<sup>er</sup> armónico</b>	<b>5<sup>to</sup> armónico</b>	<b>7<sup>mo</sup> armónico</b>	<b>13<sup>vo</sup> armónico</b>
Linea 1 (%)	7.810	16.162	9.615	4.676
Linea 2 (%)	9.203	13.303	6.326	1.860
Linea 3 (%)	3.143	18.953	9.718	5.325
<b>IEEE 519-1992 TDD (%)</b>	<b>7.000</b>	<b>7.000</b>	<b>7.000</b>	<b>3.500</b>

Fuente: Datos de la SED N° 001056 obtenidos con analizador de redes PQ-Box 100.

c) Respecto al factor de potencia

En el caso del hospital de Contingencia Antonio Lorena el factor de potencia promedio es 0.975, al tener un Factor de Potencia superior a 0.96, está dentro de los valores recomendados, por lo que no se está facturando por energía reactiva, como se puede apreciar en los recibos de luz de la empresa Electro Sur Este S.A.A.

d) Respecto a la calidad de energía

El hospital de Contingencia Antonio Lorena tiene una opción tarifaria tipo MT3, con una potencia contratada de 250 kW. El sistema eléctrico tiene 10 años de funcionamiento aproximadamente, se observa en las fotografías que existen muchas instalaciones que necesitan mantenimiento, es preocupante que de esa forma vengán funcionando en baja tensión porque es un peligro para la vida de los usuarios.

### **3.10 Validación de Hipótesis específica I**

La hipótesis con respecto al presente capítulo señala que “La situación actual del Sistema Eléctrico y su Operación del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco – 2021, sirve como base para plantear alternativas de solución de calidad y eficiencia de energía eléctrica”, se considera verdadero porque en las conclusiones del presente capítulo se muestran claramente la

realidad del hospital donde se demuestra la existencia de armónicos de corriente como se observa en la tabla 3-13, también se observa el estado actual de los equipos eléctricos y esto nos permite plantear alternativas de solución en calidad y eficiencia y de esta manera podemos afirmar la validación de la hipótesis.

## 4 CAPITULO IV: ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA Y CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA

### 4.1 Introducción

En el presente capítulo analizaremos las alternativas de solución para corregir las armónicas de corriente existentes, con la finalidad de mejorar la calidad de la energía eléctrica en la SED N° 001056 del Hospital de Contingencia Antonio Lorena.

Existen varias alternativas para mitigar los efectos por presencia de armónicos de corriente en una red eléctrica.

Según C. Núñez Gutiérrez (2009), las soluciones para reducir la magnitud o el efecto de las corrientes armónicas en una red eléctrica pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- Aumentar el número de pulsos de los rectificadores, o la configuración de cargas para que estas se comporten como convertidores con un mayor número de pulsos.
- Utilizar técnicas de inyección de corrientes del lado de tensión en CD, para así reducir el contenido de corrientes armónicas.
- Emplear rectificadores PWM.
- Emplear filtros pasivos y activos. (pág. 2)

De las tres primeras alternativas de solución que son: el aumentar el número de pulsos de los rectificadores, utilizar técnicas de inyección de corrientes de lado de tensión en CD o el emplear rectificadores PWM, se tiene que realizar una modificación en la topología del circuito que genera las corrientes armónicas. Y al tratarse de un hospital de nivel III, con muchos equipos eléctricos y electrónicos es muy complicado utilizar estas alternativas.



En este caso la solución más óptima para corregir este problema es la instalación de un filtro, el cual debe estar diseñado para reducir las corrientes armónicas a valores por debajo de los límites que establece la norma IEEE Std 519-1992.

## **4.2 Filtros**

Los filtros vienen a ser equipos eléctricos que son diseñados de forma particular para mitigar los efectos ocasionados por cargas no lineales que generan armónicos, los filtros están compuestos de elementos eléctricos como resistores, condensadores y bobinas, estos nos ayudan a delimitar las fluctuaciones de tensión y corriente para controlar el grado de contaminación armónica en el sistema eléctrico.

Según Altamirano & Soto (2017) indican que “Las cargas no lineales cambian la naturaleza de una onda, esta lleva en consecuencia a una caída de voltaje AC, resultando en un flujo de corriente armónica que conlleva la interferencia de sistemas eléctricos. Para amortiguar este efecto producido por las cargas no lineales, se utiliza un filtro adecuado con el fin de reducir el flujo de corriente o voltaje aplicado a las partes específicas de un sistema eléctrico de potencia”. (pág. 26)

Los tipos de filtros básicamente son dos; filtros pasivos y filtros activos.

## **4.3 Filtros Pasivos de Potencia**

Estos tipos de filtros proporcionan un camino de impedancia menor que la red exterior a las armónicas de corriente, actúa como un sumidero dejando pasar solo las frecuencias deseadas, eliminando las interferencias.

Según Altamirano & Soto (2017) indican que “Se componen de capacitancias e inductancias, conectadas en una configuración del circuito resonante en el orden de las frecuencias armónicas a ser eliminadas. Estos dispositivos se conectan en paralelo o serie con el generador armónico, con la finalidad de absorber los armónicos, de esta manera evitar la circulación de estas”. (pág. 27)

Los filtros pasivos en comparación a otros métodos de corrección de armónicos de corriente son los más utilizados debido a su bajo costo y simplicidad.

“El filtro pasivo de potencia es un sistema que es utilizado en la industria con el objetivo de disminuir las perturbaciones en las redes eléctricas, se puede utilizar el filtro pasivo de dos formas: Ya sea reduciendo la circulación de la perturbación que genera la carga no-lineal en dirección de la fuente, o reduciendo la circulación de la perturbación desde la fuente hacia la carga en el caso de que la fuente ya posea problemas con la calidad de su energía”. (Tapia, 2014).

“Los filtros pasivos proporcionan una máxima atenuación para una armónica individual”. (Arrieta & Sánchez, pág. 57, 2006)

Para la corrección de armónicos de corriente se usa como método tradicionalmente la instalación de filtros pasivos, estos filtros pasivos a su vez tienen dos configuraciones que son en paralelo y serie, estas configuraciones dependen del problema a solucionar.

“Los diseños más utilizados son filtros resonantes o sintonizados y/o amortiguados o pasa altos, conectados en paralelo con la fuente de armónicas y sintonizados a las armónicas de interés presentes en la red, permitiendo una instalación sencilla, y resultando más robustos y económicos que otras opciones más avanzadas”. (Víctor F. Corasaniti, pág. 55, 2008)

Para el diseño de filtros pasivos debemos considerar los siguientes criterios:

- Reducción por debajo de lo establecido por norma de los componentes armónicos.
- Evaluación económica, que costos producirán su implementación y funcionamiento.
- Cuál será la energía reactiva que entregará el filtro al sistema eléctrico.
- Nivel de confiabilidad, mantenimiento, etc.

### 4.3.1 Tipos de Filtros Pasivos de Potencia

Antes de establecer los tipos de filtros pasivos debemos entender que, un filtro de armónicos es un dispositivo que presenta una fuerte variación de su impedancia en función de su frecuencia. Evidentemente, la instalación de estos dispositivos en el sistema de eléctrico modifica la respuesta frecuencia del mismo, esto con el fin de alterar el camino de circulación de los armónicos de corriente. Basado en esta idea, los filtros de armónicos se clasifican en dos categorías fundamentales:

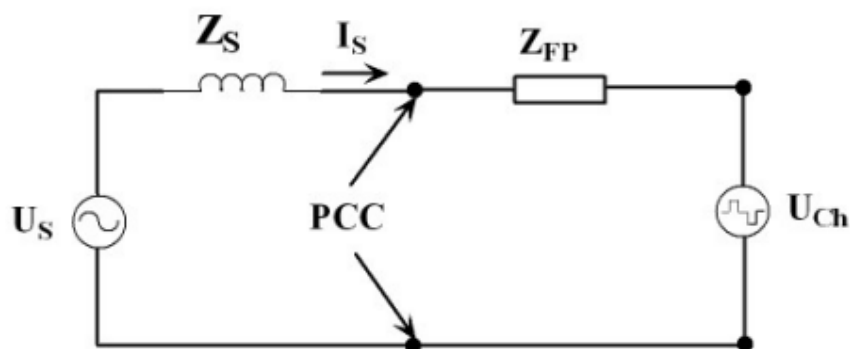
- Filtros Pasivos Serie.
- Filtros Pasivos Paralelo o Shunt.

### 4.3.2 Filtros Pasivos Serie

Ofrecen una alta impedancia a la frecuencia de resonancia o a otras frecuencias determinadas. Su instalación en el circuito eléctrico en serie a la carga no lineal, de ahí proviene el nombre de filtro pasivo serie.

**Figura 4-1**

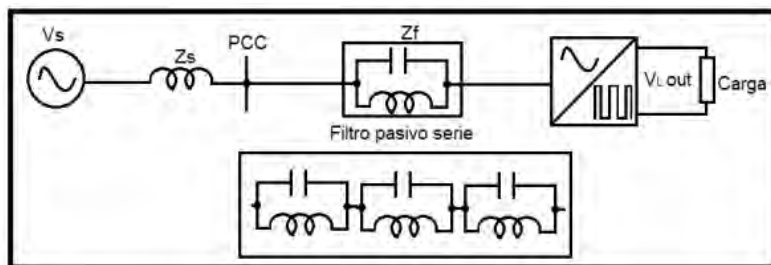
Filtro pasivo serie.



Fuente: Víctor F. Corasaniti, pág. 76, 2008.

**Figura 4-2**

Filtro pasivo serie.



Fuente: Juan Molano &amp; Raúl Tique, pág. 43, 2013.

De la figura 4-2, podemos observar que un filtro pasivo serie está compuesto de un elemento inductivo y un elemento capacitivo que están conectados en paralelo. Estos elementos actúan como una barrera para los armónicos que deseamos mitigar.

La impedancia que resulta luego de instalar el filtro pasivo serie aumenta en su magnitud como se aprecia a continuación:

$$Z = Z_s + Z_f \quad (\text{Ecuación 4-1})$$

Donde:

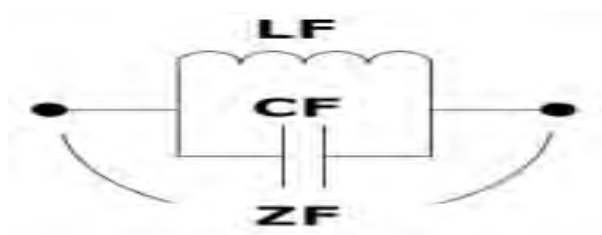
$Z$  = Impedancia resultante total.

$Z_s$  = Impedancia de la fuente

$Z_f$  = Impedancia del filtro pasivo serie.

**Figura 4-3**

Elementos del filtro pasivo serie.



Fuente: Mendoza &amp; Palomino, pág. 112, 2019.

A su vez la impedancia del filtro serie ( $Z_f$ ) está representada por la siguiente ecuación:

$$Z_F = \frac{jX_{LF} \times jX_{CF}}{jX_{LF} + jX_{CF}} \quad (\text{Ecuación 4-2})$$

En la ecuación 4-2 si el denominador lo igualamos a 0, en el filtro tendríamos una impedancia de valor infinito, esto nos sirve para poder calcular el filtro en nuestro problema, porque de esta manera el filtro se comportaría como un circuito abierto haciendo que la frecuencia se iguale a cero evitando el paso de perturbaciones.

$$jX_{LF} + jX_{CF} = 0 \quad (\text{Ecuación 4-3})$$

A partir de la ecuación 4-3 podemos encontrar la frecuencia para resonar el filtro; en el circuito LC paralelo resonara presentando una resistencia infinita en sus terminales.

$$W_h = \frac{1}{\sqrt{L \times C}} \quad (\text{Ecuación 4-4})$$

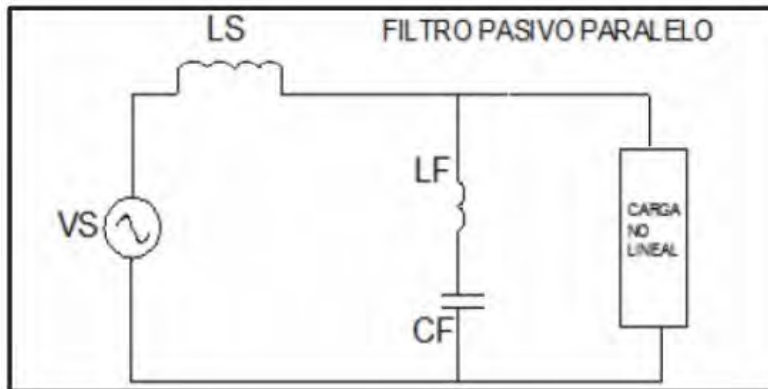
De esta manera, el filtro pasivo serie impide la transmisión de señales que estén compuestas por frecuencias a la que se sincronice el filtro, reduciendo así la circulación de perturbaciones de señales de la fuente hasta la carga.

### **4.3.3 Filtro Pasivo Paralelo o Shunt**

El filtro pasivo paralelo o Shunt están diseñados para dar una alternativa con una baja impedancia para las armónicas de corriente en una frecuencia determinada. Este tipo de filtros tienen muchas ventajas frente al tipo de filtro pasivo serie porque son más económicos, transportan únicamente las armónicas de corrientes para las que fueron programadas y sintonizadas y finalmente inyecta una parte de la potencia reactiva al sistema eléctrico. Existen muchas configuraciones de filtros pasivos paralelos o Shunt, los más utilizados actualmente son los Filtros Sintonizados Simples y los Pasa Altos.

**Figura 4-4**

Implementación de un filtro pasivo paralelo.

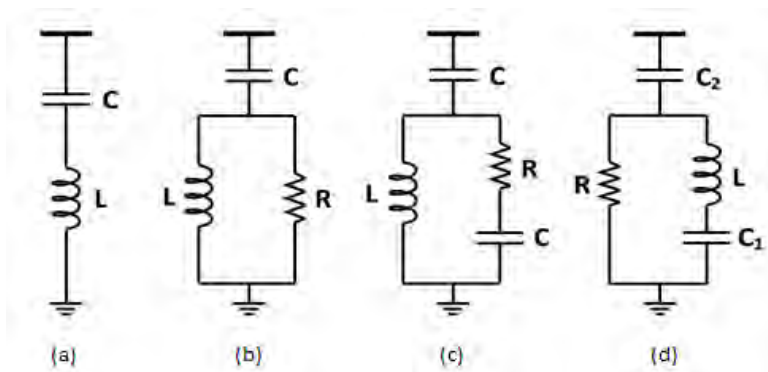


Fuente: Mora & Cevallos, 2014, pág. 94.

En la siguiente figura 4-5 observamos las configuraciones de los filtros paralelos o Shunt.

**Figura 4-5**

Configuración de filtros pasivos paralelos.



Fuente: Mendoza & Palomino, 2019, pág. 113.

Donde:

- a. Filtro sintonizado simple.
- b. Filtro Pasa Alto de segundo orden.
- c. Filtro Pasa Alto de tercer orden.

d. Filtro de tercer orden pasa alto.

#### 4.3.3.1 Filtro Pasivo Paralelo Sintonizado Simple

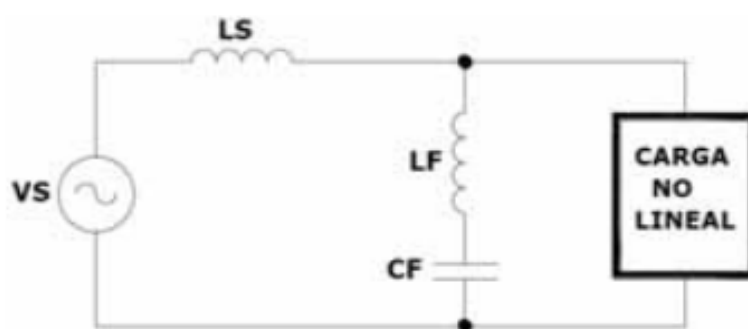
Según Molano & Tique (2013) indican sobre el filtro sintonizado simple que “son filtros pasivos que se conectan en paralelo al sistema de distribución general o a cargas individuales significativas, para reducir el contenido armónico generado por los dispositivos no lineales, además de proporcionar potencia reactiva fundamental para compensar el factor de potencia de desplazamiento”. (pág. 44)

Es un filtro que está diseñado de tal modo que está sintonizado a una frecuencia única, estando compuesto por una reactancia en serie con un banco de condensadores. Económicamente hablando esta es la configuración que tiene un menor costo, se debe tener un especial cuidado en la selección del valor de la reactancia, porque un mal cálculo podría hacer desplazar la resonancia del sistema hacia un armónico particular.

Como su nombre lo indica filtro pasivo sincronizado simple es porque se implementa el filtro al circuito en forma paralela a la carga no lineal, como se muestra en la figura 4-6.

**Figura 4-6**

Implementación de un filtro pasivo paralelo.

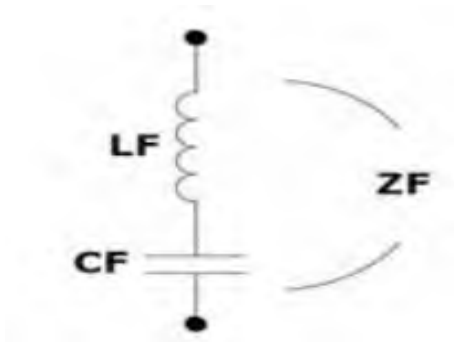


Fuente: Mendoza & Palomino, 2019, pág. 113.

La ventaja de este tipo de filtros es que pueden mitigar los efectos de una armónica determinada; se compone de un banco de condensadores conectado en serie con un inductor.

**Figura 4-7**

Componentes de un filtro pasivo sincronizado simple.



Fuente: Mendoza & Palomino, 2019, pág. 114.

$$W_h = 2\pi fh \quad (\text{Ecuación 4-5})$$

Donde:

$h$  : es el orden del armónico que se quiere sintonizar

$W$  : es la frecuencia angular.

$f$  : es la frecuencia fundamental.

$$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{|V|^2}{Q_c} \quad (\text{Ecuación 4-6})$$

Donde:

$X_c$  : es la reactancia capacitiva

$Q_c$  : es el valor de la potencia reactiva que el filtro suministra a cada rama

$V$  : es la tensión nominal

$$C_F = \frac{1}{2\pi f X_c} \quad (\text{Ecuación 4-7})$$



$$L_F = \left[ \frac{1}{2\pi 60 h \sqrt{C_f}} \right]^2 \quad (\text{Ecuación 4-8})$$

$$X_{Lh} = W_h L_F \quad (\text{Ecuación 4-9})$$

$$R_F = \frac{X_{Lh}}{Q} \quad (\text{Ecuación 4-10})$$

Donde:

Q : es el factor de calidad del filtro.

R : es la resistencia interna del inductor.

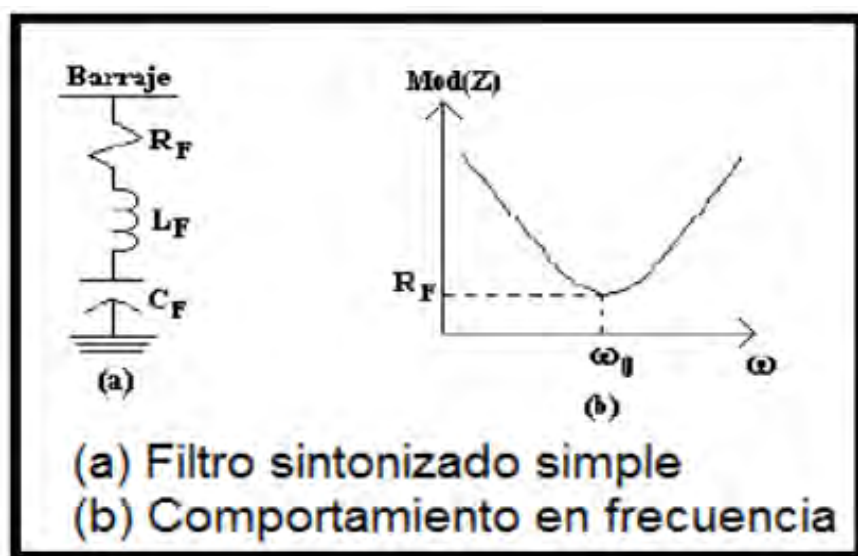
Como se indicó anteriormente, este tipo de filtro se sintoniza con la frecuencia armónica “h” que se desea mitigar, en otras palabras, con la frecuencia sintonizada por el filtro, los valores de la reactancia inductiva y capacitiva son prácticamente iguales por lo tanto tienden a cero, son insignificantes, esto ocasiona que la impedancia del filtro sea lo más mínima posible (valor similar a la resistencia) y se encargara de absorber los armónicos de corrientes contaminantes. Esto lo podemos apreciar en la figura 4-8.

El filtro pasivo sincronizado simple tiene una configuración de la impedancia que se muestra a continuación:

$$Z = R_F + j \left( \omega L_F - \frac{1}{\omega C_F} \right) \quad (\text{Ecuación 4-11})$$

**Figura 4-8**

Comportamiento del filtro sincronizado simple.



Fuente: Molano & Tique, 2013, pág. 45.

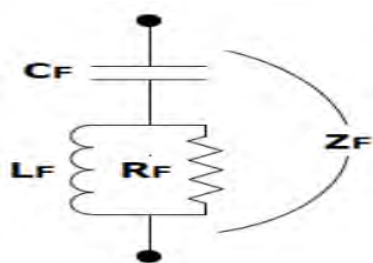
#### 4.3.3.2 Filtro Pasivo Paralelo Pasa Alto de Segundo Orden

Según Mendoza & Palomino (2019) indican que “este filtro, al igual que el sintonizado simple, se sintoniza a alguna frecuencia específica; pero debido a que posee una característica amortiguada producto de la resistencia en paralelo con la inductancia, presenta una baja impedancia para la frecuencia de sintonía y superiores a ésta. O sea que, absorbe corrientes armónicas si existen, de frecuencias desde la de sintonía en adelante. Para frecuencias menores a la sintonía, el filtro presenta impedancias altas”. (pág. 115)

El filtro paso alto (LCR) en una estructura de una rama tiene un componente capacitivo conectado en serie con un componente inductivo en paralelo con una resistencia.

**Figura 4-9**

Filtro pasivo de segundo orden.



Fuente: Mendoza & Palomino, 2019, pág. 115.

La impedancia de este filtro pasa alto, se da por la siguiente ecuación:

$$Z_F = jX_{C1F} + \left( \frac{1}{R_F + jX_{C2F}} + \frac{1}{jX_{L_F}} \right)^{-1} \quad (\text{Ecuación 4-12})$$

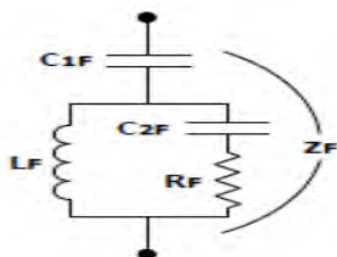
#### 4.3.3.3 Filtro Pasivo Paralelo Pasa Alto de Tercer Orden

En pasivo paralelo pasa alto de tercer orden está diseñado para reducir las pérdidas por armónicos aumentando la impedancia a una frecuencia fundamental esto gracias a la presencia de un segundo condensador  $C_{2F}$  en serie con la resistencia del filtro; el valor nominal que tiene este segundo condensador es mucho menor al del primer condensador  $C_{1F}$ .

La estructura de este filtro lo apreciamos en la figura 4-10.

**Figura 4-10**

Filtro pasivo pasa alto de tercer orden.



Fuente: Mendoza & Palomino, 2019, pág. 116.

La impedancia de este filtro se representa en la siguiente ecuación:

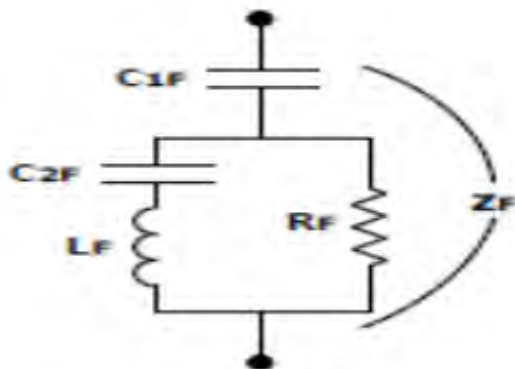
$$Z_F = jX_{C1F} + \left( \frac{1}{R_F + jX_{C2F}} + \frac{1}{jX_{LF}} \right)^{-1} \quad (\text{Ecuación 4-13})$$

#### 4.3.3.4 Filtro Pasivo Paralelo de Tercer Orden Pasa Alto

También llamado filtro tipo-C, es un tipo de filtro que se caracteriza por tener una mezcla de los filtros de segundo y tercer orden. Está diseñado para mitigar las pérdidas ocasionado por los armónicos y para lograr esto el condensador  $C_{2f}$  y el inductor  $L_F$  se sintonizan en serie a la frecuencia fundamental y la resistencia  $R_F$  cortocircuitada; esto hace que este tipo de filtro sea mucho más susceptible a las variaciones de frecuencias y de los valores de los componentes.

**Figura 4-11**

Filtro pasivo de tercer orden pasa tapa.



Fuente: Mendoza & Palomino, 2019, pág. 117.

La impedancia de este filtro se representa en la siguiente ecuación:

$$Z_F = jX_{C1F} + \left( \frac{1}{R_F} + \frac{1}{jX_{LF} + jX_{C2F}} \right)^{-1} \quad (\text{Ecuación 4-14})$$

#### 4.3.4 *Ventajas y desventajas de los filtros pasivos*

##### **Ventajas**

- Son económicos.
- Son fáciles de implementar.
- Tienen buena respuesta a la función ideal.
- Son las más utilizadas en aplicaciones de altas frecuencias, debido a su amplio espectro para frecuencias armónicas, esto de acuerdo a la selección del valor de la resistencia sin tener que subdividir en ramas paralelas.

##### **Desventajas**

- Las respuestas a las frecuencias pueden llegar a tener variaciones importantes a la función ideal.
- Al interactuar con la red origina una frecuencia de resonancia paralela a esta.
- La respuesta a la frecuencia está delimitada al valor de los componentes pasivos.
- No amplifica la señal de salida.
- Su cálculo de diseño es muy tedioso y se diseña para una impedancia específica.
- Son altas las pérdidas en la resistencia y el inductor.

#### **4.4 Filtros Activos de Potencia**

Un filtro activo de potencia funciona fundamentalmente inyectando un componente no activa de compensación en el punto de conexión de la carga no lineal, también cuenta con un componente activa para hacer frente a las pérdidas en el filtro.

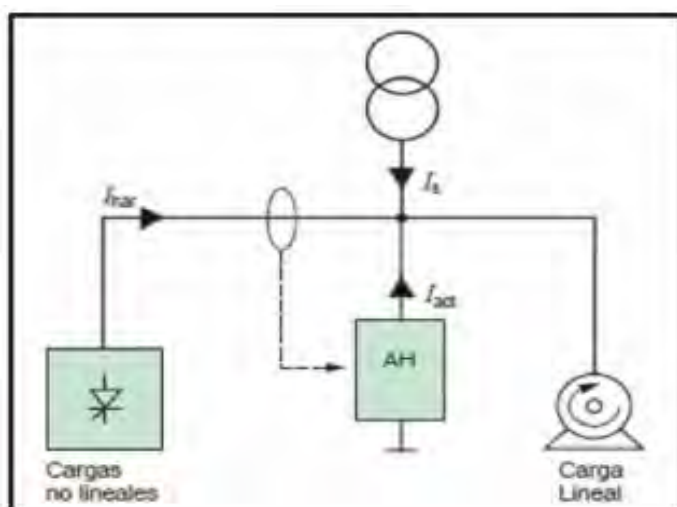
Según Ligas (2016) nos indica que, “son elementos de electrónica de potencia, los cuales trabajan usando un convertidor de potencia conectado en paralelo para producir corrientes armónicas iguales a las que se encuentran en la corriente de carga, asegurando que su trayectoria

sea la de sacar las corrientes armónicas fuera de la trayectoria del sistema de potencia. La reducción de las armónicas depende sólo de la medición armónica correcta que se está generando en la carga”. (pág. 42)

Básicamente estos tipos de filtros de potencia están compuestos por un elemento pasivo, el cual es capaz de almacenar la energía ocasionada por las perturbaciones que se desea mitigar. Es una especie de convertidor de potencia con elementos semiconductores que facilita el tránsito del flujo de energía entre el elemento de almacenamiento y el sistema eléctrico mediante el control de su estado de conmutación.

**Figura 4-12**

Principio de funcionamiento de un filtro activo.



Fuente: Altamirano & Soto, 2017, pág. 33.

#### 4.4.1 Tipos de Filtros Activos de Potencia

los filtros activos de potencia son excelentes para mitigar los armónicos de corriente que existen en el sistema eléctrico debido a su amplia gama de frecuencias; también debemos indicar que su tecnología electrónica le hace capaz de generar un sistema de armónicos suficiente para disminuir

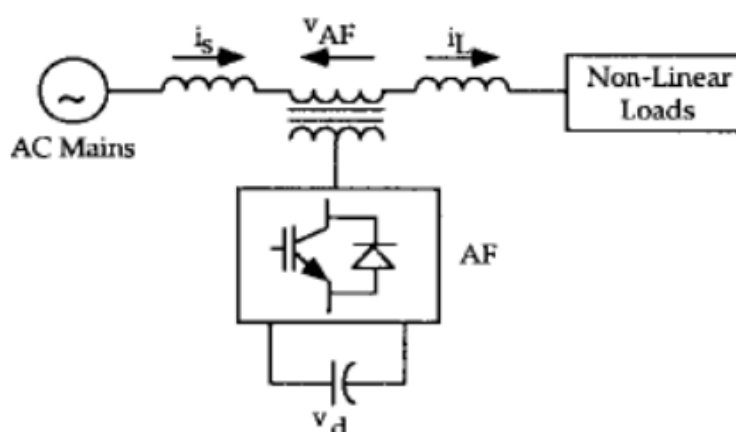
los armónicos presentes en el sistema eléctrico. Los filtros activos de potencia se pueden dividir en dos tipos; los filtros activos serie y los filtros activos paralelo.

#### 4.4.2 Filtros Activo en Serie

El filtro activo en serie tiene una conexión del filtro en serie entre la red y la carga, lo que hace es aportar una tensión suficiente para que la corriente que transita por la línea no presente armónicos, esto hace que el filtro pasivo en serie actúe como una impedancia variable, donde idealmente la componente fundamental de corriente tenga un valor nulo y para las demás componentes sea infinita.

**Figura 4-13**

Filtro activo en serie.



Fuente: Carlos Hernández, 2016, pág. 10.

Según Carlos Hernández (2016), nos indica que “la topología serie, se utiliza para compensar caídas de tensión y eliminar componentes armónicas de tensión principalmente. Esta topología es menos común que la topología paralela, lo cual responde al inconveniente principal de que debe manejar corrientes de carga más altas. Lo anterior aumenta la capacidad nominal de corriente de forma considerable que debe soportar en comparación con la topología paralela, especialmente en

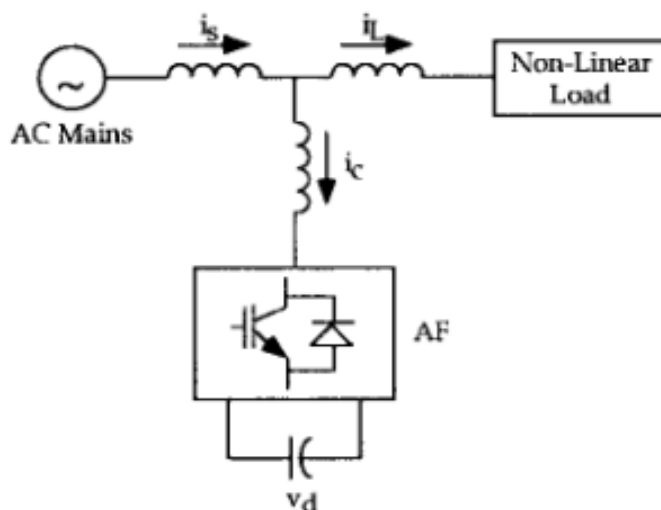
el lado secundario del transformador de acoplamiento (aumentando las pérdidas  $I^2R$  y el tamaño físico del filtro). La principal ventaja de la topología serie sobre la paralela es que es ideal para la eliminación de armónicos de tensión y para balancear tensiones”. (pág. 11)

#### 4.4.3 Filtros Activo Paralelo

Según Andres Leiva (2020), indica que “Este tipo de filtro, además de reducir los armónicos de corriente de la red, permite realizar la corrección del factor de potencia y equilibrar las corrientes desfasadas en caso estén desbalanceadas, dependiendo del diseño del equipo, este se conecta a la red de manera paralela por medio de transformadores o bobinas de acoplamientos. En principio, el funcionamiento de este modelo de filtro es generar e inyectar las intensidades armónicas desfasadas  $180^\circ$  de manera que al ingresar a la red se anulen con los armónicos presentes en el punto de acoplamiento común (PCC)”. (pag. 6)

**Figura 4-14**

Filtro activo paralelo.



Fuente: Carlos Hernández, 2016, pág. 10.



Según Carlos Hernández (2016), nos indica que, “La topología paralela es la más ampliamente utilizada para eliminar armónicos de corriente, compensar potencia reactiva y balancear corrientes. Los filtros activos paralelos tienen la ventaja de entregar únicamente la corriente de compensación, además de una pequeña cantidad de corriente fundamental activa suministrada para compensar las pérdidas del sistema”. (pag. 11)

#### ***4.4.4 Ventajas y desventajas de los filtros activos***

##### **Ventajas**

- No producen resonancia porque están conectados con una fuente de corriente controlada, el cual tienen por función suministrar corrientes, fases y frecuencias a amplitud variables, las cuales se adaptan a las condiciones variables de carga y del sistema eléctrico.

##### **Desventajas**

- Para su funcionamiento se necesitan estar conectados a una fuente de alimentación.
- Estos tipos de filtros en su circuito utilizan amplificadores operacionales, estos componentes tienen la desventaja de tener un límite para su frecuencia lo que hace que el filtro también tenga este límite.
- Otra gran desventaja de estos filtros es que no se pueden utilizar en sistemas eléctricos o circuito donde sea necesario tener alta potencia.
- Estos filtros al tener una fuente de alimentación limitan el nivel de amplificación de la señal de entrada al nivel de la fuente de alimentación.

## **4.5 Filtros Híbridos**

Según M. Acoras (2005), indica que “El filtrado híbrido consta de un sistema de filtrado pasivo convencional apoyado por un filtro activo situado en diferentes posiciones en relación con el filtro pasivo. Esta combinación optimiza el sistema de cancelación pasiva, evita los problemas de resonancias entre los componentes del filtro pasivo y la impedancia de línea y permite potencias de filtrado elevadas a un coste inferior al del filtrado activo puro”. (pág. 4)

### **4.5.1 Tipos de filtros híbridos**

Los filtros híbridos varían según la conexión que se tienen entre el sistema pasivo y el sistema activo, estos son:

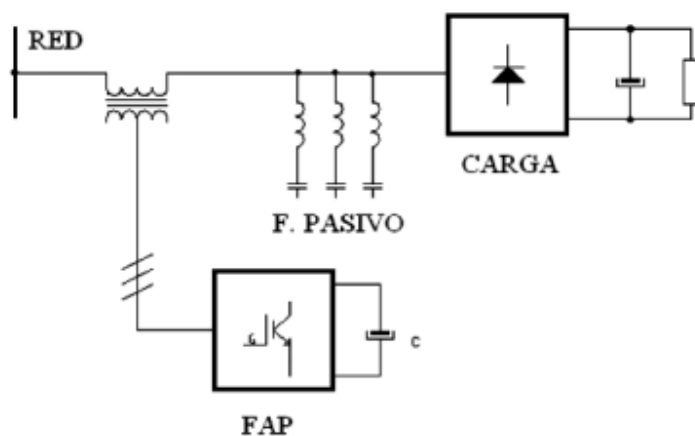
- Filtro activo en serie con la línea.
- Filtro activo en serie con el filtro pasivo.
- Filtro activo en paralelo con el filtro pasivo.

### **4.5.2 Filtro activo en serie con la línea**

Como indica Robert Chagua (2009), “El filtro activo se comporta como una impedancia variable situada entre la línea y la carga, de tal modo que la impedancia es nula para la componente fundamental y de carácter resistivo y elevada para los armónicos. El filtro activo actúa como un "aislador de armónicos". Como la sección de filtro activo se instala en serie con la red, y bloquea el paso de armónicos desde y hacia ella, los armónicos generados en la carga necesariamente circularán por el filtro pasivo. De este modo la tensión en el lado de línea del filtro activo serie es teóricamente la correspondiente a la frecuencia fundamental”. (pág. 56)

**Figura 4-15**

Filtro activo en serie con la línea.



Fuente: Roberto Chagua, 2009, pág. 73.

De la figura 4-15 se puede observar que el filtro activo tiene como componente aun convertidor PWM de tensión, el cual se encuentra conectado en serie con la línea por medio de un transformador (booster).

Manuel Román (2006) indica que “El secundario del transformador (booster) se dimensiona para la totalidad de la corriente nominal de la carga, aunque la tensión que debe soportar es la debida a las componentes armónicas, mientras que es nula para la componente fundamental. La ventaja de este sistema es que el grueso de la cancelación corre a cargo del filtro pasivo y el filtro activo se dimensiona para una potencia de tan sólo el 2% al 5% de los VA de la carga, con lo cual es menos costoso que un filtro activo puro, que debe asumir la totalidad de la potencia de cancelación”. (pag. 2.9)

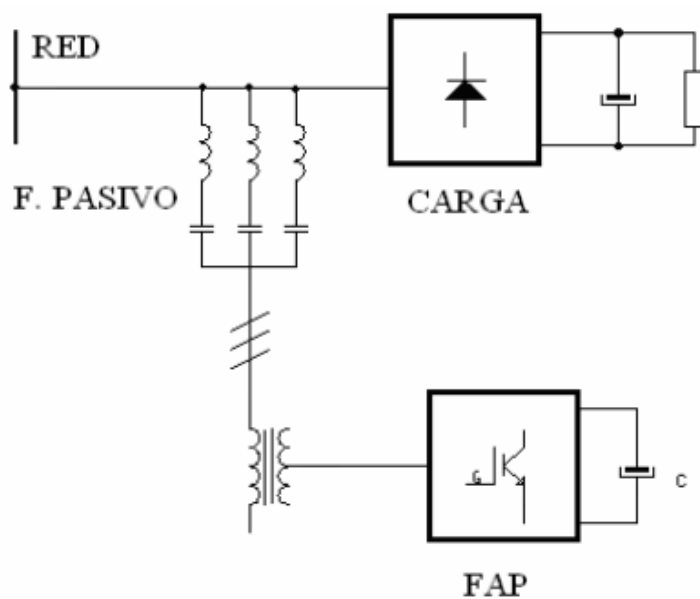
#### **4.5.3 Filtro activo en serie con el filtro pasivo**

Este tipo de filtro tiene una configuración similar al filtro activo en serie con la línea, esto porque la sección donde se encuentra el filtro activo se encuentra conectada en serie con el filtro

pasivo. El filtro activo tiene como componente a un convertidor de PWM de tensión el cual se encuentra conectado en serie con el filtro pasivo por medio de un transformador.

**Figura 4-16**

Filtro activo en serie con el filtro pasivo.



Fuente: Manuel Román, 2006, pág. 2.10.

Este tipo de filtro tiene un comportamiento similar al de una fuente de tensión variable, porque su valor es nulo teóricamente para la frecuencia fundamental, y tiene un valor al de las componentes armónicas de tensión en la carga.

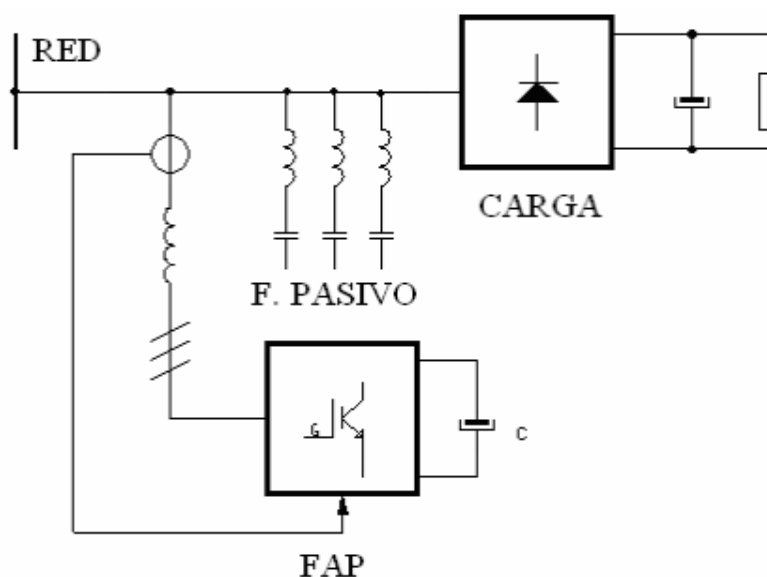
Manuel Román (2006) indica que “El filtro activo presenta impedancia nula a la componente fundamental y variable para las componentes armónicas. Este método tiene la ventaja de que la sección de filtro activo debe soportar solo las corrientes armónicas que circulan por el filtro pasivo y no la corriente principal de la carga”. (pág. 2.10)

#### 4.5.4 Filtro activo en paralelo con el filtro pasivo

Este tipo de filtro tiene como principal característica que su sistema de central de filtrado es pasivo, el cual se encuentra sintonizado con los armónicos tanto con los que tienen contenidos los más bajos como los más altos. En paralelo al filtro pasivo se conecta un filtro activo que puede ser de corriente o tensión, el cual se encarga de eliminar los armónicos de frecuencia más elevadas.

**Figura 4-17**

Filtro activo en paralelo con el filtro pasivo.



Fuente: Manuel Román, 2006, pág. 2.11.

#### 4.5.5 Ventajas y desventajas de los filtros Híbridos

##### Ventajas

- La principal ventaja que tienen los filtros híbridos sobre los filtros pasivos y activos es que estos filtros tienen la característica de suministrar corrientes de amplitud variable, de fase y frecuencia. También puede suministrar tensiones a amplitudes variables, con

lo cual se puede adaptar a cualquier variación en la carga y del sistema eléctrico sin generar resonancia con el filtro.

### **Desventajas**

- La mayor desventaja de los filtros híbridos son el gran tamaño de los filtros y su alto costo en comparación con los filtros pasivos y filtros activos.
- Otro problema de estos filtros es que no son fáciles de instalar, por lo que tienen un alto costo de instalación y de mantenimiento.
- Como cuenta con una fuente de alimentación, este limita la amplificación de la señal de entrada.
- Cuando se requiere tener un sistema de alta potencia, estos filtros no se pueden utilizar.

## **4.6 Comparación entre los tipos de filtros**

Para poder elegir el filtro más óptimo para el presente caso debemos realizar una comparación entre los distintos tipos de filtros que existen y en base a la necesidad con la que se cuenta para mitigar los armónicos de corriente que se presentan en la SED N° 001056 del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, se presenta la siguiente tabla.

Tabla 4-1

Cuadro comparativo de los tipos de filtros.

Ítem	Tipo de Filtro	Ventajas	Desventajas
<b>1</b>	<b>Filtros Pasivos de Potencia</b>		
1.1	Pasivo Serie	Tiene una alta impedancia que se sintoniza a una frecuencia específica, generalmente se sintoniza entre el 9° y 11° armónico, son económicos y de fácil mantenimiento.	A determinadas frecuencias se pueden presentar resonancias series entre la red y el filtro.
1.2	Pasivo Paralelo o Shunt	Tiene una baja impedancia, se sintonizan a las corrientes armónicas elegidas, son muy económicos y de fácil mantenimiento.	A determinadas frecuencias se pueden presentar resonancias paralelas entre la red y el filtro.
1.3	Filtro pasivo paralelo sincronizado simple	Se puede sincronizar al armónico deseado, la inductancia del inductor tiene una baja resistencia, son económicos y sencillos de diseñar y de fácil mantenimiento.	Puede desincronizar con el tiempo, pueden ocasionar resonancias en paralelo similar a los bancos de capacitores.
1.4	Filtro pasivo paralelo pasa alto de segundo orden	Mitiga un amplio espectro de frecuencias según la elección de la resistencia, es mejor frente a problemas de pérdida de sintonía.	Crea resonancia paralela al interactuar con la red.
1.5	Filtro pasivo paralelo pasa alto de tercer orden	Mitiga en un rango específico del espectro de frecuencias según la elección de la resistencia, es mejor frente a problemas de pérdida de sintonía.	Las pérdidas en la resistencia y el inductor son generalmente altas.
1.6	Filtro pasivo paralelo de tercer orden pasa alto	Es mucho más sensible a la variación de frecuencias según la elección de la resistencia, es mejor frente a problemas de pérdida de sintonía.	Debe ser diseñado a una mayor potencia reactiva para alcanzar el nivel de filtrado de una armónica específica en comparación con el sintonizado simple.
<b>2</b>	<b>Filtros Activos de Potencia</b>		
2.1	Filtro activo en serie	Permite la reducción de armónicos de tensión en la carga, regula la tensión.	Tiene un costo elevado, necesita estar conectado a una fuente de alimentación, tienen límite para su frecuencia.
2.2	Filtro activo en paralelo	Permite la reducción de armónicos de corriente, compensa el factor de potencia.	Tiene un costo elevado, necesita estar conectado a una fuente de alimentación, necesitan tener alta potencia, tienen límite para su frecuencia.
<b>3</b>	<b>Filtros Híbridos</b>		
3.1	Filtro activo en serie con la línea	Se comporta como una Impedancia que permite mitigar la potencia reactiva y reducir corrientes armónicas.	Son de gran tamaño y tienen un alto costo de instalación y mantenimiento, es limitada la amplificación de la señal de entrada y no son recomendables para un sistema de alta potencia.
3.2	Filtro activo en serie con el filtro pasivo	Se comporta como una fuente de tensión variable que permite mitigar la potencia reactiva y reducir corrientes armónicas.	Son de gran tamaño y tienen un alto costo de instalación y mantenimiento, es limitada la amplificación de la señal de entrada y no son recomendables para un sistema de alta potencia.
3.3	Filtro activo en paralelo con el filtro pasivo	Eliminan los armónicos de frecuencia más elevadas.	Son de gran tamaño y tienen un alto costo de instalación y mantenimiento, es limitada la amplificación de la señal de entrada y no son recomendables para un sistema de alta potencia.

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.7 Selección del filtro para el presente caso**

En el Capítulo II, pudimos evidenciar que en la SED N° 001056 del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, se encontraron armónicas de corriente superior al máximo permitido por la norma en el 3<sup>er</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup>, 13<sup>vo</sup> orden. De estos armónicos de corriente el más perjudicial es el que se encuentra en el 5<sup>to</sup> orden.

De la Tabla 4-1 podemos apreciar que la mejor opción es utilizar un filtro pasivo paralelo sincronizado simple, porque como observamos tiene las siguientes ventajas para nuestro caso:

- Lo podemos sincronizar al armónico deseado que viene a ser el de 5<sup>to</sup> orden, que es el más perjudicial y solucionando este armónico solucionamos todo el problema.
- Económicamente es de un bajo costo y es de fácil instalación y mantenimiento.
- En nuestro caso solo tenemos presencia de armónicos de corriente, los armónicos de tensión y el factor de potencia se encuentran dentro de lo establecido por la norma, por lo que no es necesario utilizar filtros activos o filtros híbridos que son mejores para solucionar estos problemas.
- En ese sentido, para corregir este armónico de corriente seleccionaremos un filtro pasivo paralelo sincronizado simple porque es el que mejor se adapta técnica y económicamente por las ventajas y desventajas que se estudió en el presente capítulo.

#### **4.8 Criterios de Selección del filtro pasivo**

Para la selección del filtro pasivo que mejor solución de al problema de armónicos de corriente requiere de un análisis exhaustivo. Los principales que debemos tener en cuenta para la selección del filtro pasivo son los siguientes:



#### 4.8.1 Numero de Ramas del filtro

Para la selección del número de ramas que debe tener el filtro pasivo debemos tener en cuenta el número de armónicos de corrientes que existen en el sistema eléctrico, con esto podemos determinar la cantidad de filtros que debemos utilizar (sintonizado o dual) para mitigar los efectos de las componentes armónicas. Esto teniendo en cuenta los límites establecidos por las normas nacionales e internacionales antes vistos.

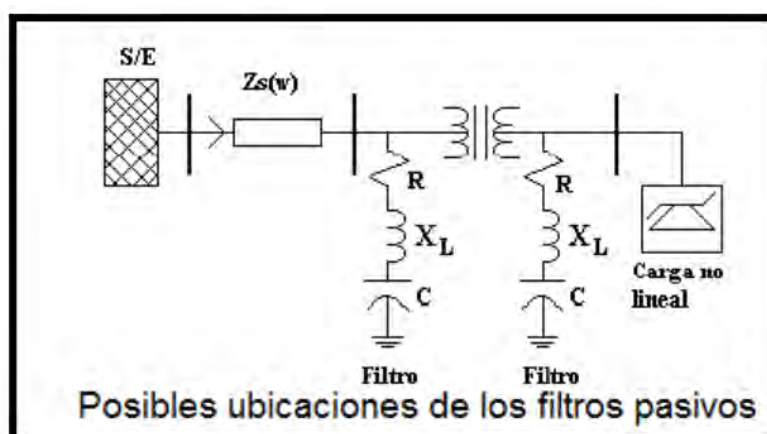
#### 4.8.2 Ubicación del filtro pasivo

La ubicación del filtro pasivo para mitigar los efectos de los armónicos, se dividen en dos opciones que son:

- En el alimentador de media tensión, esto con la finalidad de disminuir las pérdidas del sistema eléctrico.
- En la salida de baja tensión para que este cerca de la carga no lineal, esto con la finalidad de evitar la inyección de armónicos de corrientes al sistema eléctrico por parte de la carga no lineal.

**Figura 4-18**

Ubicación de los filtros pasivos.



Fuente: Molano & Tique, 2013, pág. 50.

Para la ubicación del filtro se tienen los siguientes criterios.

#### **4.8.2.1 Cargas altamente contaminantes**

Cuando se tienen cargas no lineales altamente contaminantes se debe de ubicar el filtro pasivo en el lado de baja tensión del transformador. De esta manera el transformador funciona como un amortiguador o aislante de armónicos de corrientes generados por las cargas no lineales así como de otras cargas, con lo que se obtiene aislar el problema.

#### **4.8.2.2 Cargas altamente contaminantes**

Cuando las cargas armónicas se encuentran distribuidas en todo el sistema eléctrico, lo mejor es ubicar los filtros pasivos en el lado de media tensión del transformador y si es necesario en lugares estratégicos para así reducir al máximo el excesivo tránsito de armónicos de corriente por el sistema eléctrico.

#### **4.8.3 Según la configuración del filtro pasivo**

Un criterio importante para el diseño de un filtro pasivo es considerar todas las configuraciones posibles que se pueden implementar, esto porque este tipo de filtros te permiten un desempeño en frecuencia variables y así determinar cuál es el que se ajusta específicamente en nuestro caso.

Al tener filtros que trabajan con frecuencias variables, se puede sintonizar el filtro a la frecuencia que deseamos donde se presente la mayor distorsión por presencia de armónicos de tensiones y atrapar este armónico logrando el aislamiento del sistema eléctrico.

En el presente caso se plantea utilizar un filtro pasivo sintonizado, ya que estos se utilizan para mitigar los armónicos de corriente impares como 3<sup>er</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup>, 11<sup>vo</sup>, 13<sup>vo</sup> orden. Estos tipos de filtros se pueden sintonizar a una o más frecuencias.

#### **4.8.4 *Tamaño del filtro pasivo***

Otro criterio importante es el tamaño del filtro, esto tomando en cuenta en qué lugar se va instalar el filtro. La ventaja de los filtros pasivos en paralelo es mucho más pequeña, en comparación con un filtro activo y cumplen funciones similares, además los filtros activos necesitan de una fuente de energía por lo cual necesitan mayor espacio.

#### **4.8.5 *Costo del filtro pasivo***

El costo de la fabricación de un filtro pasivo depende de muchos factores y de los componentes que se vas a utilizar, estos factores son:

- Tipo de filtro pasivo que se adecue al caso estudiado.
- Tamaño de la carga existente.
- Tipos de materiales que se deseen utilizar.
- El nivel de eficiencia del filtro que se desee obtener.
- Las aplicaciones que se va dar al filtro.

Aparte de los costos de fabricación debemos tomar en cuenta los costos de instalación y mantenimiento, la ventaja es que la instalación y mantenimiento de los filtros pasivos son mucho menores que los filtros activos.

#### **4.8.6 *Facilidad de construcción del filtro pasivo***

Los filtros pasivos son mucho más fáciles y sencillos de construir, esto porque están conformados por componentes pasivos como son las resistencias, inductores y condensadores, pero tienen la desventaja de que su aplicación es muy limitada.

Los filtros activos son más complicados de construir debido a que cuentan con componentes pasivos y activos como son: dispositivos electrónicos, sensores, circuitos integrados, tarjetas de acondicionamiento, entre otros.

Por otro lado, tenemos los filtros híbridos que es una combinación de los filtros pasivos y activos, por lo cual su construcción es más complicada y compleja.

#### **4.9 Dimensionamiento del filtro pasivo**

En el presente trabajo de tesis se considera que el filtro pasivo sintonizado es la mejor elección para mitigar los efectos causados por las armónicas de corriente, esto debido a que este filtro tiene una conexión paralela el cual suministra un camino alternativo a muy baja impedancia para las frecuencias armónicas, el cual consiste en una rama compuesta por elementos RLC en conexión paralela con el sistema de alimentación, entre otros.

El filtro pasivo sintonizado como tienen una conexión paralela tiene muchas ventajas, siendo este un filtro mucho más económico que otros filtros, también está diseñado para transportar solo las armónicas de corrientes para las que fue sintonizado, y finalmente proporciona la potencia reactiva al sistema.

##### **4.9.1 *Calculo de los parámetros principales del filtro pasivo***

Como indicamos anteriormente este tipo de filtros está diseñada para la mitigación de una determinada armónica, este filtro contiene un banco de condensadores que se conectan en serie con un inductor y una resistencia. Estos componentes RLC se calculan con las siguientes ecuaciones:

$$W_h = 2 \times \pi \times f \times h \quad (\text{Ecuación 4-15})$$

Donde:

h: Es el orden del armónico al cual se requiere sintonizar

w: Es la frecuencia angular

f: Es la frecuencia fundamental

Para hallar reactancia capacitiva se tiene la siguiente ecuación:

$$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{|V|^2}{Q_c} \quad (\text{Ecuación 4-16})$$

Donde:

$X_c$ : Es la reactancia capacitiva

$Q_c$ : Es el valor de la potencia reactiva que el filtro va suministrar a cada rama

$V$ : Es la tensión nominal

Para hallar el valor del capacitor, inductor y resistencia del filtro se tienen las siguientes ecuaciones:

$$C_f = \frac{1}{2\pi f X_c} \quad (\text{Ecuación 4-17})$$

$$L_f = \left[ \frac{1}{2\pi f X_h \sqrt{C_f}} \right]^2 \quad (\text{Ecuación 4-18})$$

$$X_{Lh} = W_h \times L_f \quad (\text{Ecuación 4-19})$$

$$R_f = \frac{X_{Lh}}{Q} \quad (\text{Ecuación 4-20})$$

Donde:

$C_f$ : Es el valor del capacitor del filtro

$L_f$ : Es el valor del inductor del filtro

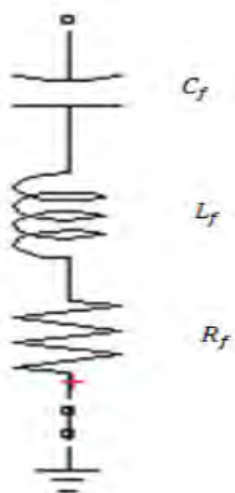
$R_f$ : Es el valor de la resistencia del filtro

$Q$ : Es el factor de calidad del filtro

Según indica Mendoza & Palomino (2019), “El factor de calidad del filtro, determina la forma de la característica de impedancia y hace que esta sea más o menos estrecha o abrupta. El valor promedio del factor de calidad para baja tensión es  $10 \leq Q \leq 50$  usándose prácticamente un valor de 20, para alta tensión es  $50 \leq Q \leq 150$ . Según estudios realizados y experiencias en el diseño del filtro pasivo, los fabricantes de filtros utilizan un valor promedio del factor de calidad de 20 para filtros de baja tensión”. (pág. 130)

**Figura 4-19**

Rama de un filtro sincronizado simple.



Fuente: Mendoza & Palomino, 2019, pág. 131.

## 4.10 Análisis para la mejora de la eficiencia energética

### 4.10.1 Análisis tarifario

El Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, es un hospital nivel III, se alimenta en media tensión a 10 KV y tiene una tarifa eléctrica tipo MT3, con una potencia contratada de 250 Kw.

Realizamos un resumen de las características tarifarias eléctricas del hospital en la siguiente tabla:

**Tabla 4-2**

*Características tarifarias.*

<b>HOSPITAL DE CONTINGENCIA ANTONIO LORENA</b>		
Tarifa Contratada		MT3
Potencia contratada (Kw)		250
Consumo de energía activa (kW-h)	CEAHP	51,477.91
	CEAHFP	10,412.34
	TOTAL	61,890.25
Consumo de Energía Reactiva (KVAR-h)		3,749.26
Maxima Demanda (kW)	CEAHP	140
	CEAHFP	163.80
Cuenta con banco de condensadores (SI/NO)		NO

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

CEAHP: Consumo de energía a hora punta

CEAHFP: Consumo de energía a hora fuera de punta

#### **4.10.2 Resumen del consumo de energía eléctrica**

Se recopiló datos del recibo de energía eléctrica del mes de enero del 2022, donde se puede apreciar un resumen de consumo de los últimos 12 meses (de febrero del 2021 a enero del 2022), el cual se presenta en el siguiente cuadro.

**Tabla 4-3***Consumos eléctricos de julio 2021 a junio 2022.*

	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
<b>CMD</b>	138.90	138.90	138.90	138.90	152.23	154.75	164.57	169.34	171.16	175.77	175.77	175.77
<b>CEAHFP</b>	54,300.47	53,438.13	50,062.13	47,910.38	50,581.54	48,662.12	51,477.91	52,758.59	44,653.24	49,743.64	48,527.03	56,411.73
<b>CEAHP</b>	11,295.98	10,687.47	10,176.24	10,141.51	10,826.11	9,239.62	10,412.34	10,706.24	9,309.89	9,743.60	10,101.84	11,131.91
<b>Monto S/.</b>	34,379.00	34,601.20	33,088.00	33,872.00	38,723.00	35,781.70	34,524.10	35,979.90	32,620.40	35,314.20	37,691.60	41,104.50

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

CMD: Consumo máximo demandado

De la tabla 4-3 se concluye que el consumo de energía eléctrica más alto se produjo durante el mes de noviembre, también podemos observar que entre los meses de febrero a mayo del 2021 no existe un monto por el consumo de energía eléctrica, esto se debe a que la empresa concesionaria no realizó las lecturas correspondientes por las restricciones ocasionadas por el COVID-19, haciendo una lectura promedia y realizando los cobros en los meses posteriores.

#### **4.10.3 Determinación de la tarifación más óptima**

Se realizará un cálculo de las tarifas eléctricas MT3, MT4 y MT2, para determinar cuáles la tarifación más óptima económicamente para el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco.

#### **CALCULO DE LA TARIFA ELÉCTRICA MT3**

Actualmente el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco tiene una tarifa eléctrica contratada en MT3, hallamos la facturación eléctrica con los siguientes datos técnicos:

- CEAHP: 10,412.34 kW.h
- CEAHFP: 51,477.91 kW.h
- ER: 3,746.26 kVar.h



- Máxima demanda: 163.80 kW
- Días de facturación mes de enero 2022: 31 días
- Domingos y feriados del mes de enero 2022: 1 día
- Horas punta al día: 140 horas

Para poder realizar los cálculos correspondientes, utilizamos los costos unitarios que se encuentran en la página web de OSINERGMIN, que se muestran a continuación:

**Tabla 4-4**

*Pliego tarifario MT3.*

<b>TARIFA MT3</b>	<b>TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P</b>	<b>UND.</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>
	Cargo Fijo Mensual	S//mes	12.06
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S//kW.h	31.76
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S//kW.h	26.31
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S//kW-mes	64.44
	Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	41.15
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S//kW-mes	23.28
	Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	22.88
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S//kVar.h	5.27

Fuente: Fuente: Osinergming, pliegos tarifarios aplicables al cliente final.

Con los datos técnicos y los costos unitarios de OSINERGMIN procedemos a calcular la facturación del mes de enero del 2022 en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, donde obtenemos los siguientes resultados.

**Tabla 4-5***Costo por facturación en MT3.*

<b>Facturación</b>	<b>Monto (S/.)</b>
Cargo Fijo	12.06
Cargo EAHP	3,306.96
Cargo EAHFP	13,543.84
ER	0.00
PAG	6,740.37
PAURD	3,765.36
<b>TOTAL MT3</b>	<b>27,368.59</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Calculo de la Tarifa Eléctrica MT4**

Hallamos la facturación eléctrica MT4 con los siguientes datos técnicos:

- EAT: 61,890.25 kW.h
- ER: 3,746.26 kVar.h
- Máxima demanda: 163.80 kW
- Días de facturación mes de enero 2022: 31 días
- Domingos y feriados del mes de enero 2022: 1 día
- Horas punta al día: 140 horas

Para poder realizar los cálculos correspondientes, utilizamos los costos unitarios que se encuentran en la página web de OSINERGMIN, que se muestran a continuación:

**Tabla 4-6***Pliego tarifario MT4.*

<b>TARIFA MT4</b>	<b>TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P</b>	<b>UND.</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>
	Cargo Fijo Mensual	S//mes	12.06
	Cargo por Energía Activa	ctm. S//kW.h	27.66
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S//kW-mes	64.44
	Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	41.15
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S//kW-mes	23.28
	Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	22.88
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S//kVar.h	5.27

Fuente: Fuente: Osinergming, pliegos tarifarios aplicables al cliente final.

Con los datos técnicos y los costos unitarios de OSINERGMIN procedemos a calcular la facturación del mes de enero del 2022 en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, donde obtenemos los siguientes resultados.

**Tabla 4-7***Costo por facturación en MT4.*

<b>Facturación</b>	<b>Monto (S/.)</b>
Cargo Fijo	12.06
Cargo EAT	17,118.85
ER	0.00
PAG	6,740.37
PAURD	3,765.36
<b>TOTAL MT4</b>	<b>27,636.64</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Calculo de la Tarifa Eléctrica MT2

Hallamos la facturación eléctrica MT2 con los siguientes datos técnicos:

- CEAHP: 10,412.34 kW.h
- CEAHFP: 51,477.91 kW.h
- ER: 3,746.26 kVar.h
- Máxima demanda: 163.80 kW
- Días de facturación mes de enero 2022: 31 días
- Domingos y feriados del mes de enero 2022: 1 día
- Horas punta al día: 140 horas

Para poder realizar los cálculos correspondientes, utilizamos los costos unitarios que se encuentran en la página web de OSINERGMIN, que se muestran a continuación:

**Tabla 4-8**

*Pliego tarifario MT2.*

TARIFA MT2	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P	UND.	COSTO UNITARIO
	Cargo Fijo Mensual	S//mes	13.15
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S//kW.h	31.76
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S//kW.h	26.31
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S//kW-mes	70.57
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S//kW-mes	21.75
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S//kW-mes	22.25
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S//kVar.h	5.27

Fuente: Osinergming, pliegos tarifarios aplicables al cliente final.

Con los datos técnicos y los costos unitarios de OSINERGMIN procedemos a calcular la facturación del mes de enero del 2022 en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, donde obtenemos los siguientes resultados.

**Tabla 4-9**

*Costo por facturación en MT2.*

<b>Facturación</b>	<b>Monto (S/.)</b>
Cargo Fijo	13.15
Cargo EAHP	3,306.96
Cargo EAHFP	13,543.84
ER	0.00
PAGHP	11,559.37
PAURDHP	602.19
PAURDFHP	3,045.65
<b>TOTAL MT2</b>	<b>32,071.15</b>

Fuente: Elaboración propia.

## **RESUMEN DE LAS TARIFAS ELÉCTRICAS**

Con los cálculos realizados para las distintas opciones tarifarias, se concluye que la tarifa MT3 es la más óptima porque es la más económica para el Hospital de contingencia Antonio Lorena del Cusco, por lo que no es necesario hacer un cambio de tarificación.

**Tabla 4-10**

*Resumen de las facturaciones de tarifas eléctricas.*

<b>TARIFA ELÉCTRICA</b>	<b>FACTURACIÓN</b>
MT3 (Actual)	27,368.59
MT4	27,636.64
MT2	32,071.15

Fuente: Elaboración propia.

#### ***4.10.4 Aplicación de guías para la eficiencia energética***

Muchos de los equipos eléctricos existentes en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena se encuentran en mal estado o ya cumplieron su vida útil, por lo que deben ser renovados cumpliendo la normativa de etiquetado de eficiencia energética. Existen muchas guías para la eficiencia energética en el Perú, para nuestro caso en concreto podemos aplicar la siguiente guía para una mejor eficiencia energética en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena.

- El Ministerio de Energía y Minas mediante la Dirección General de Eficiencia Energética elaboro la “Guía de orientación del uso eficiente de la energía y de diagnóstico energético en hospitales”. Teniendo como objetivos brindar una herramienta útil y práctica para la óptima implementación de programas de gestión energética y diagnósticos energéticos que permitan llevar a cabo la implementación de mejoras identificadas para el ahorro de energía aplicables a Hospitales. Establecer procedimientos y/o metodologías para orientar, capacitar, evaluar y cuantificar el uso racional de los recursos energéticos en todas sus formas, para su aplicación a Hospitales.
- El Ministerio de Salud elaboro el documento técnico “Lineamientos para la elaboración del plan multianual de mantenimiento de la infraestructura y equipamiento en los establecimientos de salud”, teniendo como objetivo tener un plan anual de mantenimiento y renovación de los equipos biomédicos eléctricos. Esto nos ayuda a poder conocer el estado actual de los equipos médicos y proponer el mantenimiento o renovación de estos.

#### **4.11 Conclusiones generales del Capítulo**

- a) Como se encontraron armónicas de corriente superior al máximo permitido por la norma en el análisis del capítulo III, de estos armónicos de corriente el más perjudicial es el que se

encuentra en el 5<sup>to</sup> orden. Se concluye que la mejor opción es utilizar un filtro pasivo paralelo sincronizado simple, porque como observamos tiene las siguientes ventajas para nuestro caso:

- Lo podemos sincronizar al armónico deseado que viene a ser el de 5<sup>to</sup> orden, que es el más perjudicial y solucionando este armónico solucionamos todo el problema.
  - Económicamente es de un bajo costo y es de fácil instalación y mantenimiento.
  - En nuestro caso solo tenemos presencia de armónicos de corriente, los armónicos de tensión y el factor de potencia se encuentran dentro de lo establecido por la norma, por lo que no es necesario utilizar filtros activos o filtros híbridos que son mejores para solucionar estos problemas.
  - En ese sentido, para corregir este armónico de corriente seleccionaremos un filtro pasivo paralelo sincronizado simple porque es el que mejor se adapta técnica y económicamente por las ventajas y desventajas que se estudió en el presente capítulo.
- b) Se concluye que la tarifa MT3 es la más óptima porque es la más económica para el Hospital de contingencia Antonio Lorena del Cusco, por lo que no es necesario hacer un cambio de tarifación.
- c) Se observa que algunos componentes del sistema eléctrico se encuentran en mal estado, por lo que se necesita hacer un replanteo y mantenimiento de las instalaciones eléctricas.
- d) Se tienen equipos médicos eléctricos y electrónicos que son antiguos por lo que se sugiere renovar estos equipos médicos.

#### **4.12 Validación de Hipótesis Especifica II**

La hipótesis con respecto al presente capítulo señala que “Para mejorar la Eficiencia y Calidad de Energía Eléctrica del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco – 2021, es necesario analizar y seleccionar las alternativas más óptimas”, se considera verdadero porque en las conclusiones del presente capítulo se realiza un análisis y se considera la alternativa de solución más óptima para mitigar los armónicos de corriente, además se establece cual es la tarifa más óptima, de esta manera podemos afirmar la validación de la hipótesis.



## **5 CAPITULO V: MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE LA ALTERNATIVA MAS OPTIMA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

### **5.1 Propuesta de mitigación al problema con la alternativa más óptima**

En el capítulo III se demostró la presencia de armónicas de corriente en el sistema eléctrico del Hospital de Contingencia Antonio Lorena, y en el capítulo IV se observó los tipos de filtros existentes para corregir este problema. En este capítulo se realizará el modelamiento y simulación con la alternativa más óptima en el programa DIGSILENT, con la finalidad de poder observar la disminución de la distorsión armónica de corriente, y comprobar la eficiencia y eficacia del filtro pasivo para mejorar la señal de corriente.

Como se indicó en el capítulo IV, la propuesta más óptima para el presente caso es el uso de un filtro pasivo sintonizado, ya que estos se utilizan para mitigar los armónicos de corriente impares como 3<sup>er</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup>, 11<sup>vo</sup>, 13<sup>vo</sup> orden. Estos tipos de filtros se pueden sintonizar a una o más frecuencias.

### **5.2 Simulación del estado actual de la SED N° 001056**

Con la finalidad de mitigar los efectos de los armónicos de corriente se plantea la instalación de un filtro pasivo, para verificar que el filtro pasivo elegido va mitigar los armónicos de corriente, se realiza la simulación en el software DIGSILENT.

#### **5.2.1 Modelamiento de la SED N° 001056 con el software DIGSILENT**

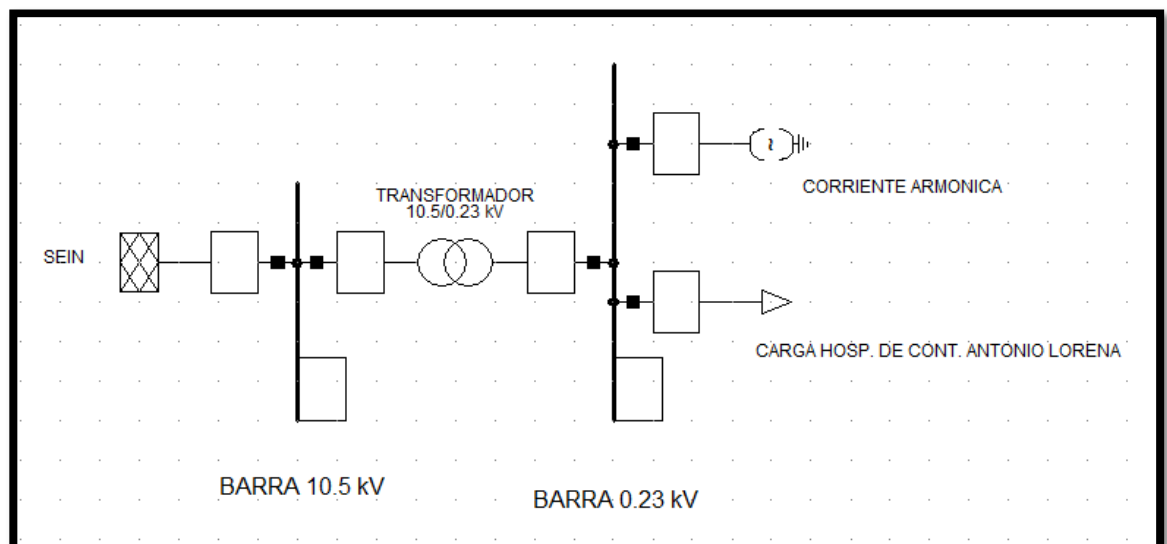
Para poder realizar la simulación del filtro elegido lo realizamos siguiendo los siguientes pasos:

- Introducimos el símbolo de la barra en el espacio de trabajo, tenemos 2 barras, primero la barra MT es la de Dolorespata DO-02 de 10.5 Kv, segundo la barra BT de 0.22 kV.

- Introducimos la subestación de distribución SED N° 001056, el cual cuenta con un transformador trifásico de 400 kVA y su relación de transformación es de 10.5/0.23kV. en este punto es importante tener en cuenta todas las características del transformador.
- Se introduce la red equivalente del sistema, es representar un sistema complejo a uno más simple manteniendo las mismas características en sus terminales.
- Se introduce el flujo de carga en la simulación y también se incluye los armónicos de corrientes, para esto en la barra de 0.23 kV se representa la carga y se le adiciona una fuente de corriente externa que viene a ser la representación de los armónicos de corrientes.
- Con esto tenemos en modelamiento con todos los elementos correspondientes para la simulación de la SED N° 001056 del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco en el software DigSILENT.

**Figura 5-1**

Modelamiento en DigSILENT de la SED N° 001056.



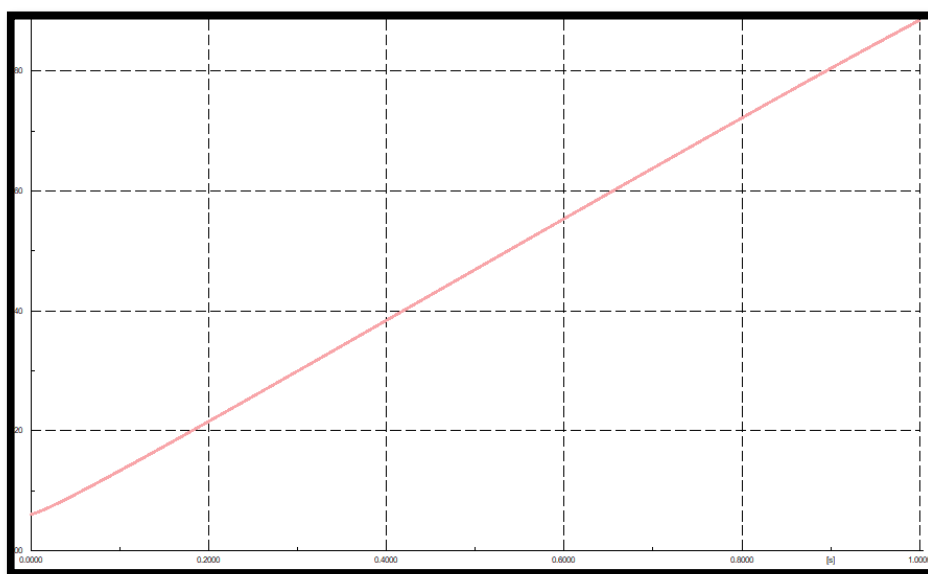
Fuente: Elaboración propia.

### 5.3 Simulación del barrido de frecuencia

La simulación del barrido de frecuencia se realiza con presencia de los armónicos de corriente, de esta manera podemos observar el gráfico en su verdadera amplitud.

**Figura 5-2**

Impedancia vs frecuencia en la barra 0.23 kV (sistema sin filtro).



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la fig. 5-2, el barrido de frecuencia de la SED N° 001056 muestra la relación de la impedancia con la frecuencia, se observa que tiene un comportamiento claramente inductivo, de ahí se puede deducir que las componentes de los armónicos de corriente no afectan al sistema eléctrico así estos no estén instalados a un filtro.

### 5.4 Simulación de las corrientes armónicas en la SED N° 001056

Previamente realizaremos el cálculo del SCR (Relación de cortocircuito) en el PCC (Punto de conexión común). En el presente caso el PCC viene a ser la barra de 0.23kV, porque es ahí donde se conecta la carga del Hospital de Contingencia Antonio Lorena. Aplicamos la siguiente ecuación para el cálculo de SCR:

$$SCR = \frac{I_{sc}}{I_L} \quad (\text{Ecuación 5-1})$$

De la ecuación 5-1 se indica que la  $I_{sc}$  corresponde a una falla trifásica en el PCC, en otras palabras, esta falla sucede en la barra de 0.23kV, estos valores se obtienen de la simulación que se realizó en DigSILENT (Ver Anexo N° 06).

**Tabla 5-1**

Valores de cortocircuito trifásico en la barra de 0.23kV.

<b>Falla trifásica en la barra de 0.23kV de la SED N° 001056</b>	
Potencia de cortocircuito (MVA)	Corriente de cortocircuito (kA)
<b>7.71</b>	<b>19.36</b>

Fuente: Elaboración propia.

El valor de  $I_L$  es el consumo de la carga en hora punta del Hospital de Contingencia Antonio Lorena, este valor se obtiene de la simulación en el software DigSILENT (ver Anexo N° 06).

$$I_L = 0.427\text{kA}$$

Conociendo los valores de  $I_{sc}$  e  $I_L$ , se calcula:

$$SCR = \frac{I_{sc}}{I_L} = \frac{19.36\text{kA}}{0.427\text{kA}} = 45.339$$

**Tabla 5-2**

Límites de distorsión armónica de corriente.

$I_{sc}/I_L$	Individual harmonic limits (Odd harmonics) <sup>a,b</sup> Harmonics values are in % of maximum demand load current					TDD
	$3 \leq h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h \leq 50$	
<20 <sup>c</sup>	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.5
20<50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50<100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100<1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

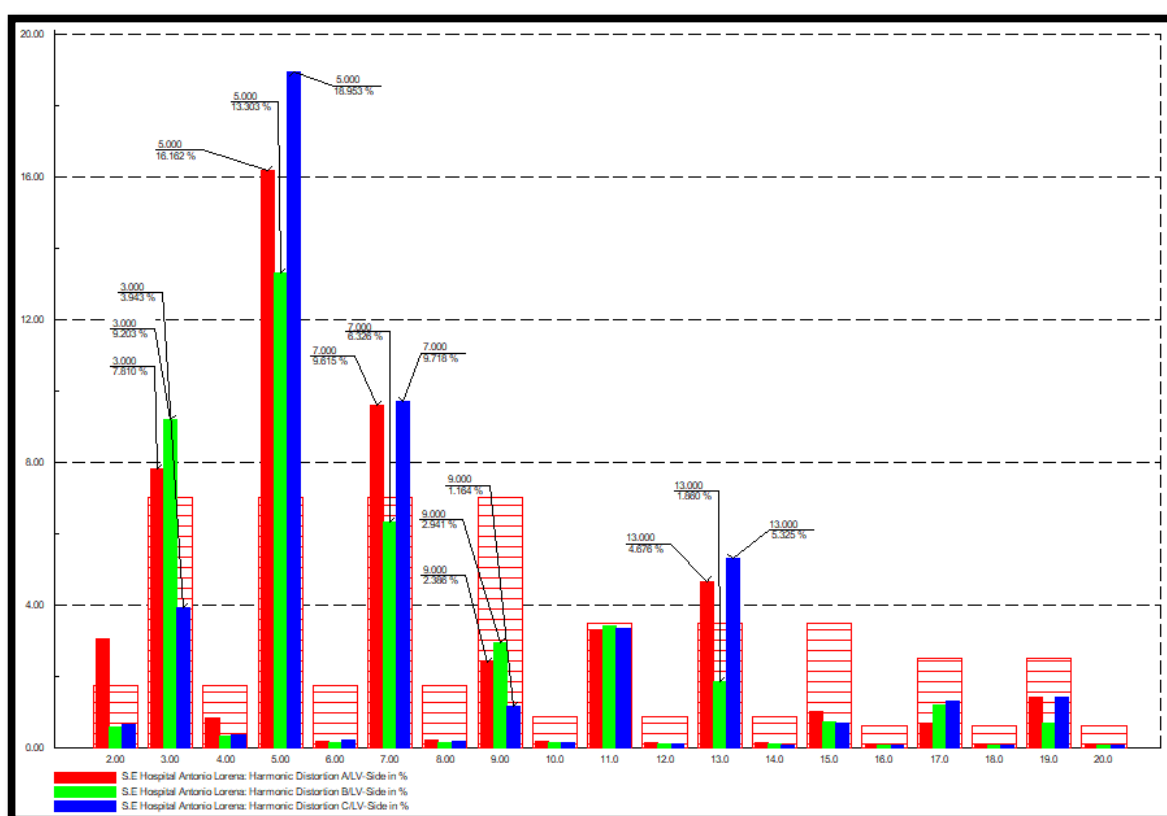
Fuente: IEEE Std 519-1992, 2014, Pág. 20 (Tabla 2).

El valor obtenido de la SCR es de 45.339 por lo que al observar en la tabla 5-4, este se encuentra dentro de  $20 \leq \frac{I_{SC}}{I_L} \leq 50$ , por lo que se aplica los límites de máxima distorsión armónica establecidas en la tabla 5-2, los cuales son establecidos por la norma internacional IEEE Std. 519-1992.

Con los datos obtenidos y con el valor de la tabla 5-4, introducimos estos valores al software DigSILENT para obtener las simulaciones que se muestran en la siguiente figura:

**Figura 5-3**

Espectro armónico de las corrientes armónicas individuales SED N° 001056.

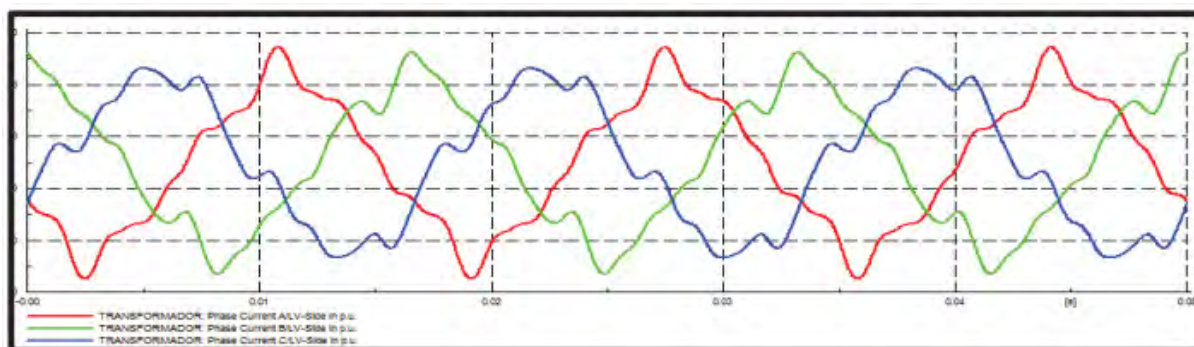


Fuente: Elaboración propia.

Con los datos de los armónicos de corriente ingresados en el software DigSILENT podremos observar la forma de onda distorsionada en la SED N° 001056 del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, como se muestra en la siguiente figura:

**Figura 5-4**

Onda Distorsionada SED N° 001056 por presencia de armónicos de corriente.



Fuente: Elaboración propia.

#### 5.4.1 Resultados de las simulaciones

De la figura 5-3 se puede observar los valores de los armónicos de corriente los cuales se encuentran por encima de los límites permisibles de la norma internacional IEEE Std 519-1992, también observamos en la figura 5-4 la distorsión en la forma de onda que se produce por la presencia de los armónicos de corriente.

#### 5.5 Análisis y conclusiones de la simulación de las corrientes armónicas

De la simulación realizada podemos concluir lo siguiente:

Según la norma internacional IEEE Std 519-1992:

- Del análisis de armónicos de la SED N° 001056 del Hospital de Contingencia Antonio Lorena, los armónicos de corriente que exceden las tolerancias permitidas son los armónicos de 3<sup>er</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup>, 13<sup>vo</sup> orden. De los cuales el 3<sup>er</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup> armónico su tolerancia es del 7% y el 13<sup>vo</sup> armónico su tolerancia es del 3.5%.
- La distorsión armónica total de corriente se encuentra por encima de los límites permisibles permitidas que es el 8%.

## 5.6 Cálculo de la corriente residual del filtro pasivo

Para el cálculo de la corriente residual del filtro pasivo ( $I_{rmsR}$ ) se utiliza la siguiente ecuación:

$$I_{rmsR} = \sqrt{(I_{rms})^2 - (I_1)^2} \quad (\text{Ecuación 5-1})$$

Donde:

$I_{rms}$  : Corriente Eficaz

$I_1$  : Corriente fundamental

De la medición que se tuvo en la SED N° 001056 con el analizador de redes PQ-Box 100 con número de serie M1241-112, se registró los valores siguientes:

- $I_{rms} = 231.297$  (Corriente eficaz)
- $I_1 = 161.267$  (Corriente fundamental)

Reemplazamos los valores en la ecuación 4-21:

$$I_{rmsR} = \sqrt{(231.297)^2 - (161.267)^2} = 165.80^a$$

## 5.7 Cálculo de los parámetros del filtro pasivo

### 5.7.1 Determinación de la potencia reactiva

Como se sabe la potencia reactiva del filtro pasivo es similar o equivalente a la potencia reactiva del capacitor, para esto es necesario analizar el consumo de potencia reactiva de la carga del Hospital de Contingencia Antonio Lorena, las mediciones se realizaron desde las 13:10 horas del 14 de octubre del 2020 hasta las 11:00 horas del 22 de octubre del 2020.

**Tabla 5-3**

*Potencias registradas en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena.*

<b>FASE</b>	<b>P (kW)</b>	<b>Q (kVAR)</b>	<b>S (kVA)</b>
línea "1"	41.397	6.998	43.625
Línea "2"	63.752	14.368	65.396
Línea "3"	98.672	23.401	100.167
<b>Máximo</b>	<b>203.821</b>	<b>44.767</b>	<b>209.188</b>

Fuente: Datos de la SED N° 001056 obtenidos con analizador de redes PQ-Box 100.

La potencia reactiva que consume la carga instalada en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del cusco es de 44.767 kVAR.

### 5.7.2 Cálculo del capacitor del filtro pasivo

Para el cálculo del capacitor del filtro pasivo se tiene la siguiente ecuación:

$$Q_c = \frac{(V_{nom})^2}{X_c} \quad (\text{Ecuación 5-2})$$

Donde:

$Q_c$  : Potencia reactiva del capacitor (kVAR)

$V_{nom}$  : Tensión nominal entre líneas (V)

$X_c$  : Reactancia capacitiva del filtro ( $\Omega$ )

De la ecuación 5-2, calculamos el valor de  $X_c$ .

$$X_c = \frac{(V_{nom})^2}{Q_c} = \frac{(0.233392kV)^2}{44.767kVAR} = 1.21679\Omega$$

$$X_c = 1.21679\Omega$$

Para hallar la reactancia capacitiva del filtro se tiene la siguiente ecuación:

$$X_c = \frac{1}{2\pi fC} \quad (\text{Ecuación 5-3})$$



Donde:

C : Capacitancia del filtro (F)

F : Frecuencia de la red (Hz)

De la ecuación 5-3, calculamos el valor de la capacitancia del filtro:

$$C = \frac{1}{2\pi f X_c}$$

$$C = \frac{1}{2\pi \times 60 \times 1.21679} = 2,179.9837 \mu F$$

$$C = 2179.9837 \mu F$$

### 5.7.3 Cálculo del inductor del filtro pasivo

Para calcular el valor de la inductancia del filtro pasivo, primero debemos hallar el valor de la frecuencia angular de resonancia, por lo tanto, utilizaremos la siguiente ecuación:

$$W_n = 2\pi f n \quad (\text{Ecuación 5-4})$$

Donde:

$W_n$  : Frecuencia angular de resonancia (Hz)

n : Orden del armónico que se desea filtrar

Como observamos en la ecuación 5-4, se tiene el valor de “n” que vienen a ser el orden armónico que se desea reducir. En nuestro caso queremos mitigar los armónicos de corriente impares del 3<sup>er</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup>, 13<sup>vo</sup> orden, haciendo un análisis de los valores de estos armónicos de corriente el que es mal alto es el 5<sup>to</sup> armónico, mientras que los otros valores superan ligeramente el valor límite de la norma. Por este motivo la frecuencia para sintonizar el filtro será el 5<sup>to</sup> armónico de corriente, por lo que el valor de “n” será 5.

Una desventaja de los filtros pasivos sintonizados es que tienden a resonar a una frecuencia determinada; si lo sintonizamos al valor exacto del armónico a reducir podría producir una resonancia, por lo que para evitar esto la Norma internacional IIE Std 1531-2003 recomienda que “el valor de “n” debe reducirse en 6%”.

Tomando en cuenta esta recomendación el valor de “n” sería:

$$n' = 94\% (n) \Rightarrow n' = 0.94 \times 5$$

$$n' = 4.7$$

Reemplazando los valores en la ecuación 5-4, se tiene:

$$\omega_n = 2\pi \times 60 \times 4.7 = 1,771.85826$$

Para calcular el valor de la inductancia del filtro pasivo, utilizaremos la siguiente ecuación:

$$L = \frac{1}{(\omega_n)^2 C} \quad (\text{Ecuación 5-5})$$

Donde:

L : Es el valor de la inductancia del filtro (H)

Reemplazando los valores en la ecuación 5-5 se tiene:

$$L = \frac{1}{(1,771.85826)^2 \times 2,174.9837 \times 10^{-6}} = 0.14645mH$$

$$L = 0.14645mH$$

#### 5.7.4 Cálculo de la resistencia del filtro pasivo

La ecuación para calcular el valor de la resistencia del filtro pasivo está dado por:

$$R = \frac{\omega_n \times L}{Q} \quad (\text{Ecuación 5-6})$$

Donde:

R : Es el valor de la resistencia del filtro ( $\Omega$ )

Q : Es el valor del factor de calidad

Como se observa en la ecuación 5-6, aparece el término “Q” que viene a ser el valor del factor de calidad, no se tiene preciso cual es el valor que se le debe asignar a “Q”, así que tenemos las opiniones de dos autores al respecto:

- Según Gers (2008) indica que “el valor de Q debe encontrarse entre 30 y 60”. (pág. 21)
- Según Mora & Cevallos (2014), indican que “el valor de Q debe encontrarse entre 20 y 30”. (pág. 131)

Tomando en cuenta las opiniones de los dos autores, se asignará el valor de  $Q=30$ .

Reemplazando los valores en la ecuación 5-6, se tiene:

$$R = \frac{1,771.85826 \times 0.14645 \times 10^{-3}}{30} = 0.00864962\Omega$$

$$R = 0.00864962\Omega$$

Los valores obtenidos para la capacitancia, inductancia y resistencia del filtro pasivo lo tenemos en la tabla 5-2:

**Tabla 5-4**

*Valores de los parámetros eléctricos del filtro pasivo para el 5to armónico.*

<b>Valor del filtro pasivo para "n"</b>	<b>R (<math>\Omega</math>)</b>	<b>L (mH)</b>	<b>C (<math>\mu</math>F)</b>
5to	0.00864962	0.14645	2179.9837

Fuente: Elaboración propia.

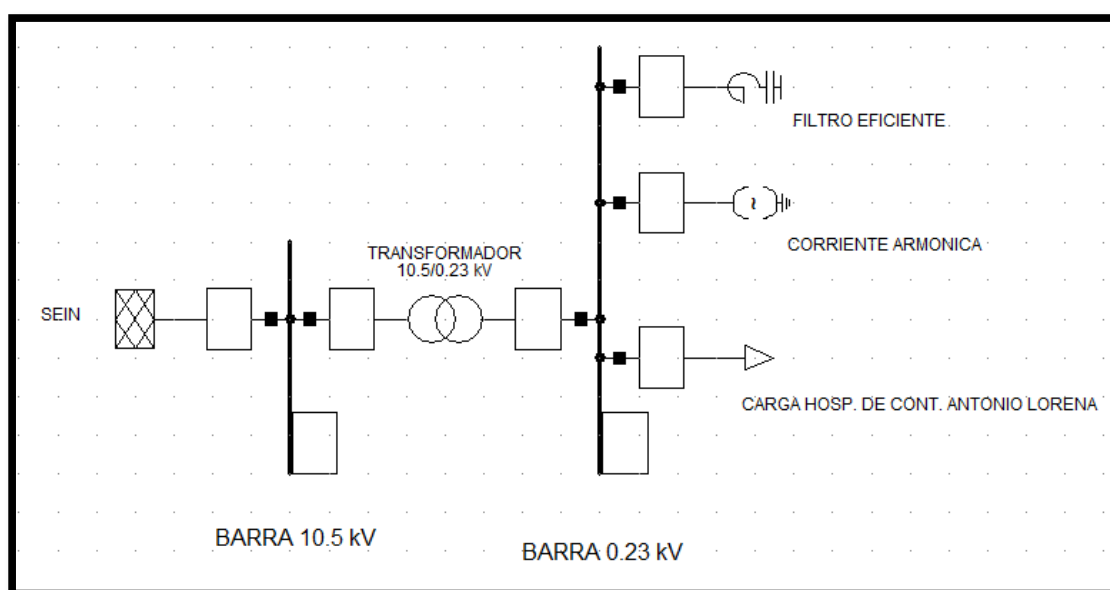
Con los parámetros eléctricos obtenidos para el diseño del filtro pasivo con el fin de mitigar el 5<sup>to</sup> armónico de corriente, se procede a realizar la simulación en el software DIGSILENT.

### 5.8 Modelamiento de la SED N° 001056 con filtro pasivo en el software DigSILENT

Con los valores obtenidos en la tabla 5-4, procedemos a simular en el software DigSILENT el filtro pasivo con la finalidad de mitigar los armónicos de corriente existentes en el sistema eléctrico del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco.

**Figura 5-5**

Modelamiento del filtro pasivo.



Fuente: Elaboración propia.

### 5.9 Simulación y análisis con filtro pasivo en la SED N° 001056

Para realizar la simulación y análisis del filtro pasivo más eficiente, se tienen que los armónicos de corriente que están encima del límite permitido son el 3<sup>er</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup>, 13<sup>vo</sup> orden, de estos el que es de mayor magnitud y genera mayor problema es el 5<sup>to</sup> armónico, por lo que se analizaran 2 casos en base a este armónico de acuerdo a la tabla N° 5-5.

**Tabla 5-5**

*Valores de los parámetros eléctricos del filtro pasivo para el 5<sup>to</sup> armónico.*

Casos de estudio	Configuración del filtro pasivo		
	R-L-C	Delta	Estrella
3 <sup>o</sup>			
5 <sup>o</sup>		X	X
7 <sup>o</sup>			
13 <sup>o</sup>			

Fuente: Elaboración propia.

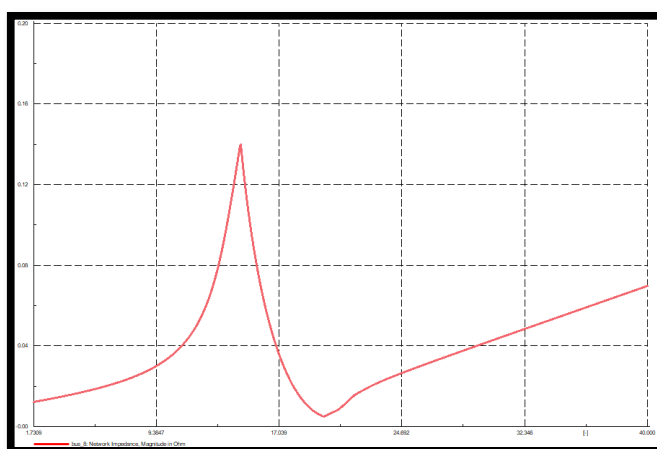
### 5.9.1 Caso 1: filtro pasivo con R-L-C en delta

En este primer caso tendremos la simulación de un filtro pasivo que se instalará en delta, utilizaremos en método de barrido de frecuencia con lo cual se realizará el cálculo de la impedancia y frecuencia. Este caso consiste en calcular el valor de la impedancia Thévenin en la barra deseada del sistema para distintos rangos de frecuencia.

En nuestro análisis utilizamos la barra de 0.23 kV para realizar el barrido de frecuencia del cual obtenemos la siguiente figura.

**Figura 5-6**

Impedancia vs frecuencia sistema con filtro pasivo en delta.

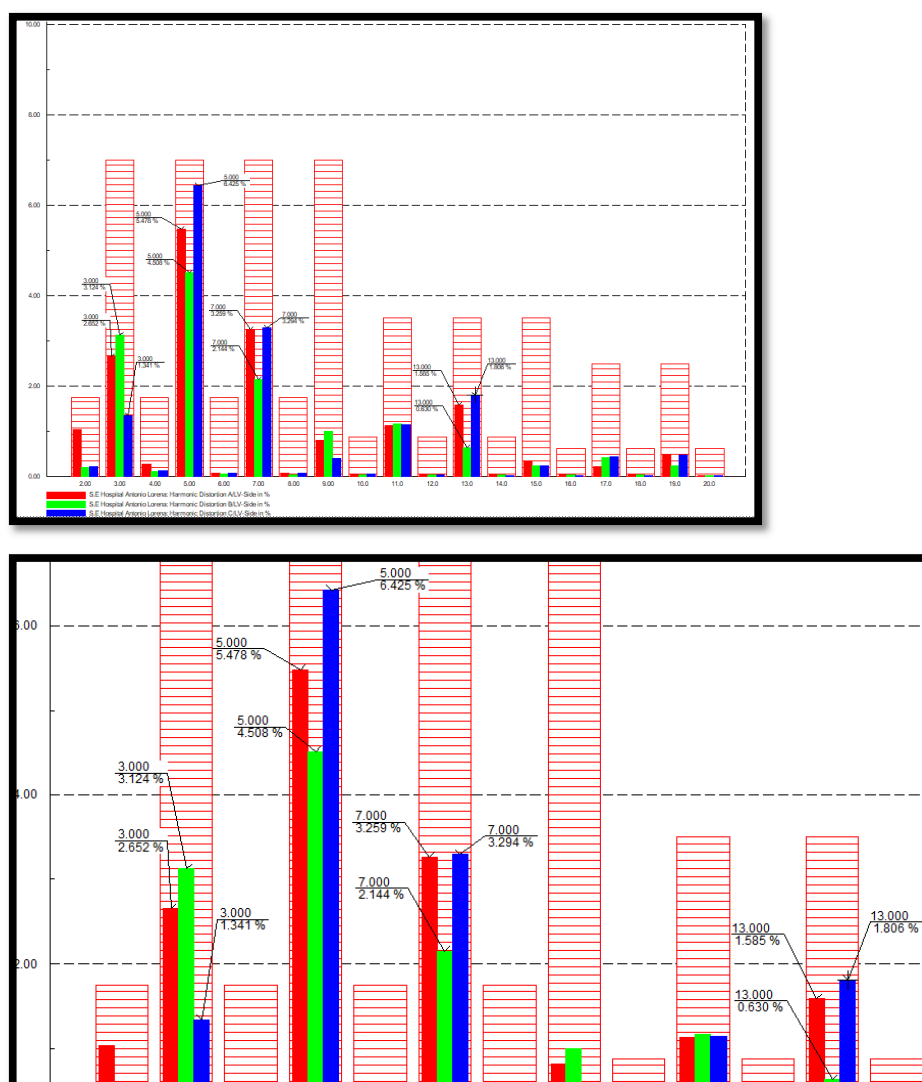


Fuente: Elaboración propia.

Al simular la instalación de un filtro pasivo sintonizado en delta con los valores obtenidos de R-L-C, se indica lo siguiente. De la figura 5-6 del barrido de frecuencia se observa un punto de resonancia que se ubica en la parte superior del gráfico, de ahí se deduce que existe una resonancia paralela, en la parte baja se observa que hay presencia de ángulo senoidal o valle de lo que deducimos que la resonancia serie es mínima; estas resonancias están alrededor del 5<sup>to</sup> armónico.

**Figura 5-7**

Filtro pasivo en delta para mitigar armónico de corriente SED N° 001056.

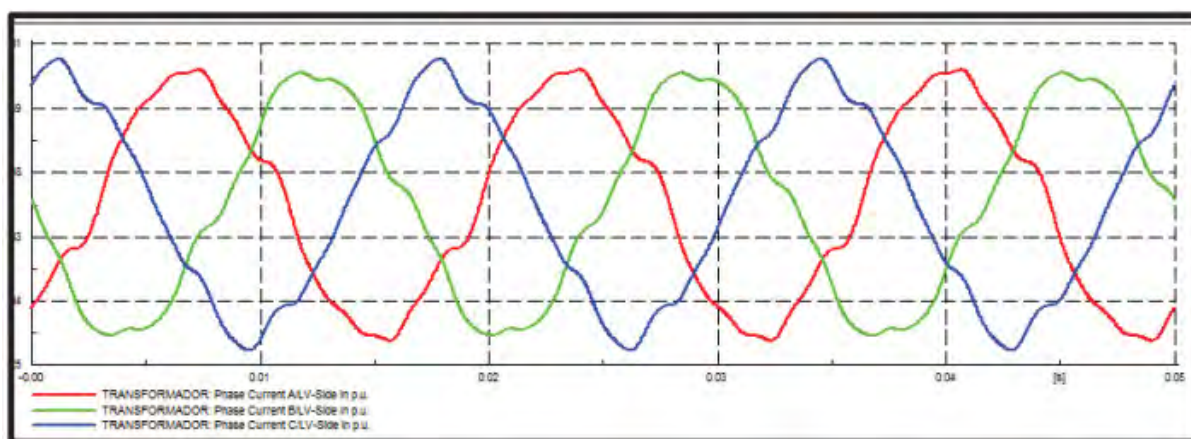


Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5-7 se observa la mitigación de los armónicos de corriente de 3<sup>er</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup>, 13<sup>vo</sup> orden con la instalación de un filtro pasivo sincronizado en delta, ahora observamos en la figura 5-8 la corrección de la onda distorsionada.

**Figura 5-8**

Corrección de onda distorsionada con instalación de filtro pasivo en delta.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5-8 se aprecia como con la instalación de un filtro pasivo sincronizado en delta se mejora la forma de onda y se reduce considerablemente los armónicos de corriente en especial los de 3<sup>er</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup>, 13<sup>vo</sup> orden que ahora se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma internacional IEEE 519-1992.

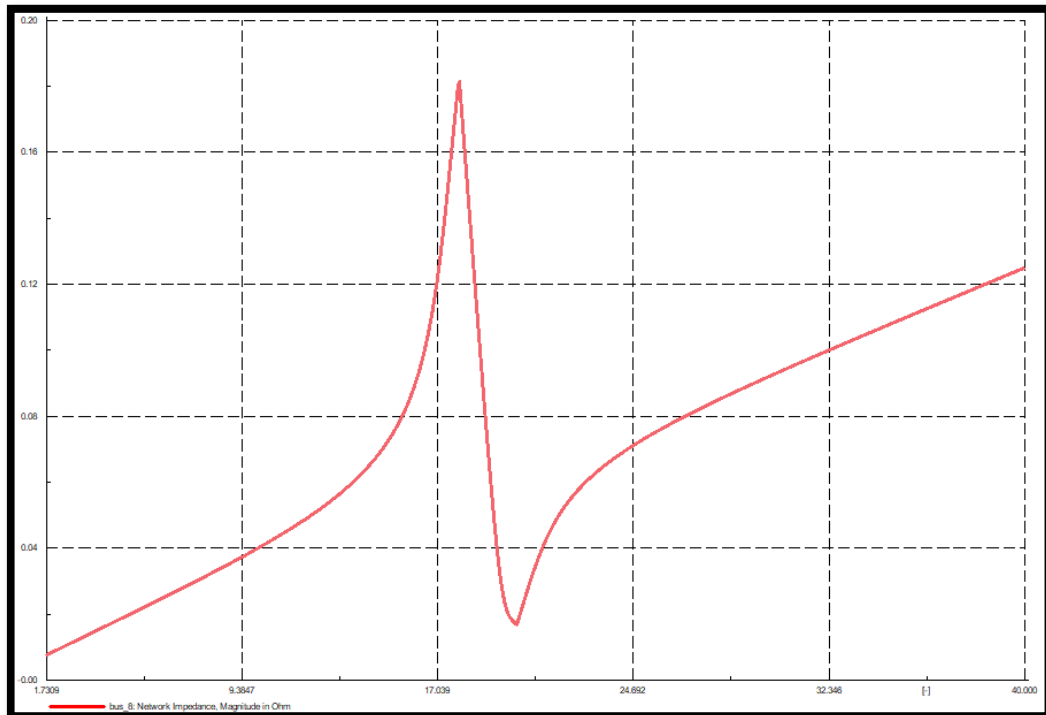
### 5.9.2 Caso 2: filtro pasivo con R-L-C en estrella

En este segundo caso tendremos la simulación de un filtro pasivo que se instalará en estrella, utilizaremos en método de barrido de frecuencia con lo cual se realizará el cálculo de la impedancia y frecuencia. Este caso consiste en calcular el valor de la impedancia Thévenin en la barra deseada del sistema para distintos rangos de frecuencia.

En nuestro análisis utilizamos la barra de 0.23 kV para realizar el barrido de frecuencia del cual obtenemos la siguiente figura.

**Figura 5-9**

Impedancia vs frecuencia sistema con filtro pasivo en estrella.



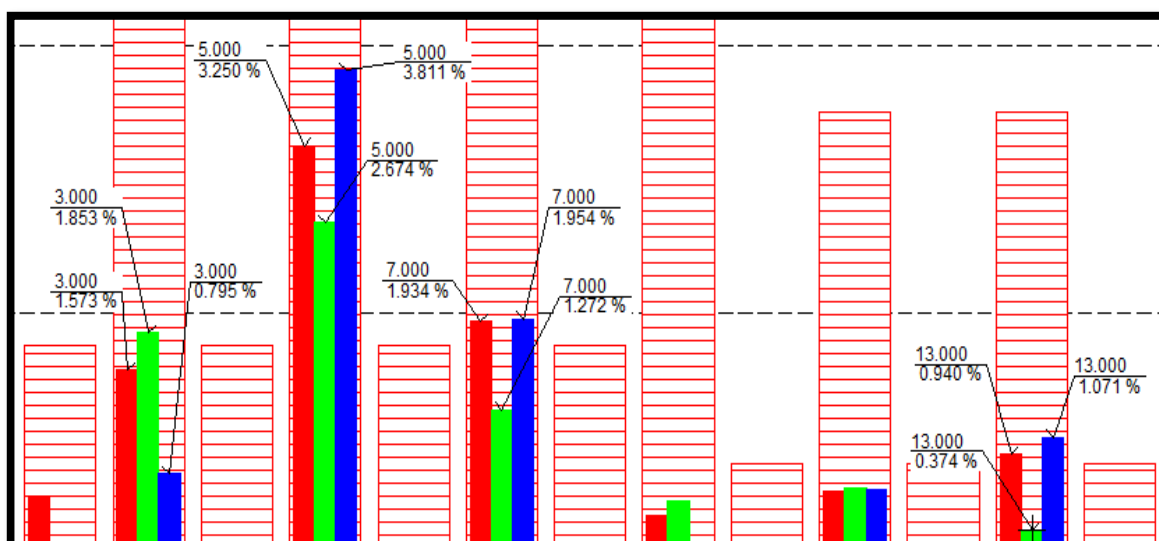
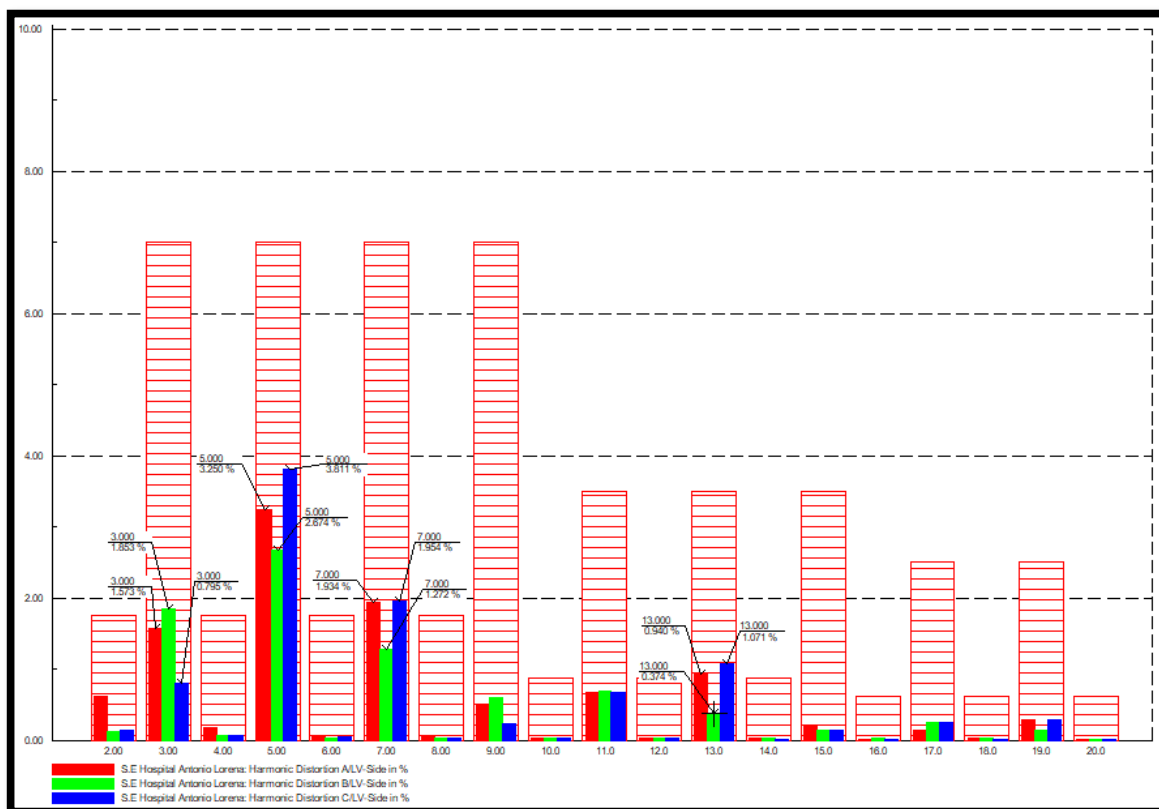
Fuente: Elaboración propia.

Al simular la instalación de un filtro pasivo sintonizado en estrella con los valores obtenidos de R-L-C, se indica lo siguiente. De la figura 5-9 del barrido de frecuencia se observa un punto de resonancia que se ubica en la parte superior del gráfico, de ahí se deduce que existe una resonancia paralela, en la parte baja se observa que hay presencia de ángulo senoidal o valle de lo que deducimos que la resonancia serie es mínima; estas resonancias están alrededor del 5<sup>to</sup> armónico, esto se da por la instalación del filtro pasivo sincronizado en estrella.



**Figura 5-10**

Filtro pasivo en estrella para mitigar armónico de corriente SED N° 001056.

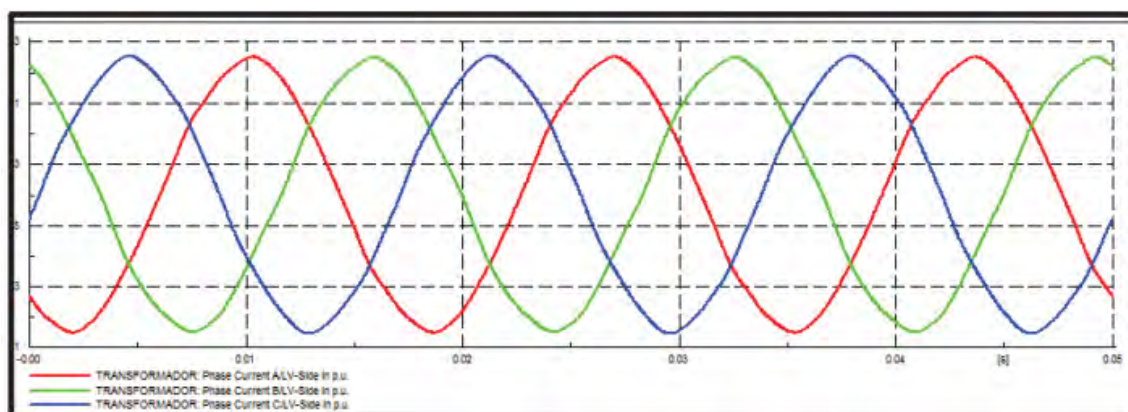


Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5-10 se observa la mitigación de los armónicos de corriente de 3<sup>er</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup>, 13<sup>vo</sup> orden con la instalación de un filtro pasivo sincronizado en estrella, ahora observamos en la figura 5-11 la corrección de la onda distorsionada.

**Figura 5-11**

Corrección de onda distorsionada con instalación de filtro pasivo en delta.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5-11 se aprecia como con la instalación de un filtro pasivo sincronizado en estrella se mejora significativamente la forma de onda y se reduce considerablemente los armónicos de corriente en especial los de 3<sup>er</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup>, 13<sup>vo</sup> orden que ahora se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma internacional IEEE 519-1992.

### 5.9.3 Análisis de los resultados de las simulaciones con filtro pasivo

Se realizó la simulación con la instalación de un filtro pasivo para mitigar los armónicos de corriente del sistema eléctrico del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, del análisis de los armónicos de corriente se observó que el caso más crítico es en el 5<sup>to</sup> armónico porque es ahí donde se producen las mayores resonancias en serie y paralelo. Para la simulación se tomó

como referencia la corrección en el 5<sup>to</sup> armónico, por lo cual se presentó dos casos que son instalar un filtro pasivo sincronizado en delta o estrella en la barra de 0.23 kV.

En el primer caso, cuando conectamos el filtro pasivo sincronizado en delta, se aprecia que mejoro tanto las distorsiones armónicas de corriente como la forma de onda.

En el segundo caso, cuando conectamos el filtro pasivo sincronizado en estrella, se aprecia una mejora considerable de la distorsión armónica de corriente y en lo que refiere a la forma de onda se aprecia que es casi una onda senoidal perfecta.

El filtro más eficiente para la mitigación de los armónicos de corriente en el hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco viene a ser el filtro pasivo sincronizado en estrella, con lo cual se reduce significativamente el HD<sub>i</sub> y también el TDD; logrando una mejora muy notable en la forma de onda. En la siguiente tabla resumiremos los resultados obtenidos para la mejora de los armónicos de corriente con la instalación de un filtro pasivo.

**Tabla 5-6**

*Resumen de los casos de mitigación de armónicos de corriente.*

<b>Sin Filtro</b>	<b>Línea 1 %</b>	<b>Línea 2 %</b>	<b>Línea 3 %</b>	<b>Norma IEEE 519-1992 (%)</b>
3°	7.810	9.203	3.143	7.000
5°	16.162	13.303	18.953	7.000
7°	9.615	6.326	9.718	7.000
13°	4.676	1.860	5.325	3.500
<b>Filtro pasivo en delta</b>				
3°	2.652	3.124	1.341	7.000
5°	5.478	4.508	6.425	7.000
7°	3.259	2.144	3.294	7.000
13°	1.585	0.630	1.806	3.500
<b>Filtro pasivo en estrella</b>				
3°	1.573	1.853	0.795	7.000
5°	3.250	2.674	3.811	7.000
7°	1.934	1.272	1.954	7.000
13°	0.940	0.374	1.071	3.500

Fuente: Elaboración propia.

### **5.10 Conclusiones generales del Capítulo**

- a) Se realiza el cálculo de los valores de los parámetros eléctricos del filtro pasivo para mitigar el 5to armónico, obteniéndose los resultados de la tabla 5-4.
- b) En el presente capítulo se realizó el modelamiento y simulación de la alternativa más óptima, logrando mitigar el problema del armónico de corriente, siendo el filtro pasivo en estrella la mejor alternativa como se observa en la tabla 5-6.

### **5.11 Validación de Hipótesis Específica III**

La hipótesis con respecto al presente capítulo señala que “Con la alternativa más óptima se logra mejorar la calidad de la Energía Eléctrica del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco – 2021”, se considera verdadero porque en las conclusiones del presente capítulo se muestra que con la alternativa de solución más óptima se logra mitigar los armónicos de corriente como se aprecia en la tabla 5-6 , con lo que se obtiene valores por debajo de límite permitido según la norma IEEE 519-1992 y la norma peruana, de esta manera podemos afirmar la validación de la hipótesis.

## **6 CAPITULO VI: PROPUESTA DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

### **6.1 Introducción**

En el presente capítulo analizaremos las propuestas de mejora de la eficiencia energética, con la finalidad de tener un uso eficiente de la energía eléctrica en la SED N° 001056 del Hospital de Contingencia Antonio Lorena, buscando acciones que nos ayuden a contribuir con el cuidado de los recursos energéticos, teniendo un ahorro económico y cuidando el medio ambiente.

Como vimos en el capítulo IV, actualmente existen muchos componentes del sistema eléctrico que pueden y deben ser mejorados para tener una mejor eficiencia energética, también vemos que existe usos inadecuados de la energía eléctrica, problema que se ahonda más con los malos hábitos de los trabajadores de este hospital.

A continuación, realizaremos un análisis de las principales propuestas para mejorar la eficiencia energética en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco.

### **6.2 Propuestas para mejorar la eficiencia energética**

#### **6.2.1 *Uso de las calderas***

- Controlar y reducir la presión que se requiere para las instalaciones del hospital, revisar y reparar las fugas de vapor en la línea de distribución.
- Retirar los tuberías y equipos que ya no están en funcionamiento para acceder fácilmente a todas las instalaciones y poder hacer su mantenimiento.
- Realizar periódicamente un mantenimiento preventivo y correctivo de las tuberías.

#### **6.2.2 *Uso de Iluminación***

- Cambiar las lámparas fluorescentes por lámparas LED para optimizar y reducir su consumo. Una lámpara fluorescente T8 de 36w podrá ser reemplazada por una lámpara

fluorescente LED de 18w que es su equivalente. teniendo las ventajas de no usar mercurio (que es perjudicial para el medio ambiente), son más eficientes aproximadamente 50% más eficientes que las lámparas fluorescentes y tienen un promedio de vida mucho mayor aproximadamente 20,000 horas más de duración.

- Tener en cuenta la Norma Técnica EM.010 – Instalaciones Eléctricas Interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones para la correcta iluminación de los servicios dentro del Hospital de Contingencia Antonio Lorena.
- Cuando el personal este fuera de sus oficinas apagar las lámparas para reducir al mínimo la iluminación de interiores y exteriores, utilizar la luz natural.
- Hacer periódicamente un mantenimiento preventivo y correctivo de toda la iluminación, para detectar inmediatamente las lámparas quemadas o defectuosas y evitar gastos innecesarios de energía.
- Limpiar periódicamente las lámparas para que no se acumule el polvo y no afecte a la iluminación.

### **6.2.3 *Uso de Tomacorrientes***

- Se deberá considerar de acuerdo al Código Nacional de Electricidad - Utilización tomacorrientes dobles con toma a tierra.
- Revisar periódicamente el estado de los tomacorrientes y cambiar los que se encuentren en mal estado.
- Dejar de usar extensores de tomacorrientes para los aparatos eléctricos, realizar ampliaciones de tomacorrientes donde sea necesario para evitar el uso de estos extensores.

#### **6.2.4 *Uso de equipos ofimáticos***

- Cuando el personal en horario de refrigerio debe suspender sus computadoras para reducir al mínimo la energía eléctrica.
- Cuando no estén usando la computadora deben apagar la pantalla.
- Una vez concluida la jornada laboral, el personal deberá apagar las computadoras.

#### **6.2.5 *Uso de los sistemas eléctricos***

- Deben elaborar y tener actualizado los planos eléctricos.
- Los diagramas unifilares deben ser actualizados periódicamente.
- Cada módulo debe estar independizado con su tablero eléctrico.
- Se debe revisar los equipos obsoletos o en mal estado que generan un gran consumo de energía, y evaluar su renovación.
- Se debe realizar periódicamente mantenimiento a los sistemas de puesta a tierra, los cuales deben estar bien ubicados y señalizados.

#### **6.2.6 *Uso de los equipos biomédicos eléctricos***

- Se debe elaborar un plan de renovación de equipos biomédicos que se encuentran en mal estado o ya cumplieron su vida útil, que cuenten con las características técnicas adecuadas para el cumplimiento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, Ley N° 27345.
- Considerar equipos con etiquetado de eficiencia energética para conocer su nivel de eficiencia energética.
- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo – correctivo de todos los equipos biomédicos.

### **6.2.7 *Plan de mejoras de las diferentes áreas del hospital***

- Realizar periódicamente revisiones del sistema eléctrico de todas las áreas del hospital.
- Mejoramiento y uso de luz natural en los pasadizos y oficinas que los permitan.
- Pintar de colores claros las paredes y techos de todas las áreas del hospital, para evitar el uso contante de iluminación.
- Encender únicamente las lámparas que sean necesarias, reducir el uso de iluminación de exteriores.

### **6.3 Estrategias para el ahorro y eficiencia energética**

- En el horario de refrigerio o al terminar la jornada laboral el último en salir de la oficina debe encargarse de apagar las luces.
- Al concluir la jornada laboral cada trabajador debe encargarse de apagar y desconectar todos los equipos a su cargo, ya que estos tienen stand by el cual sigue consumiendo energía.
- Programar el mantenimiento preventivo de los tomacorrientes del hospital, porque cuando se tienen contactos flojos, estos causan pérdidas eléctricas por calor.
- Realizar la medición de los niveles de luxes en todas las oficinas y lugares de trabajo para determinar si son los adecuados o si exceden el nivel de iluminación, de esta manera se pueden reducir las luminarias que estén de más.
- Tener un plan de eficiencia energética y una política energética, el cual contempla principios estratégicos del uso eficiente de la energía, crear comisiones energéticas del hospital.



## **6.4 Plan de uso eficiente de energía**

Para tener un uso eficiente de energía eléctrica en el Hospital de Contingencia utilizaremos la metodología Deming, el cual esta detallado en la Guía N° 17 “Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnostico Energético. (Ministerio de Energía y Minas, 2008).

Este guía de uso eficiente de energía se divide en cuatro fases que son:

- Planificar
- Hacer o poner en practica
- Verificar
- Actuar

### **6.4.1 Planificar**

Para el cumplimiento de esta fase dentro del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, debemos de cumplir los siguientes pasos referenciales:

- Organizar una comisión de uso eficiente de energía.

Para lograr un uso eficiente de la energía eléctrica se necesita que todas las áreas participen, por lo tanto, debe establecerse una comisión de energía compuesta por trabajadores de las distintas áreas, quienes deben tener conocimiento e interés en estos temas para así transmitirlo a sus áreas. Esta comisión debe estar presidida por un experto en el tema y que pueda guiar a los trabajadores sobre los beneficios del uso correcto de la energía.

- Auditoria energética.

La comisión de uso eficiente de energía debe realizar un diagnóstico energético de todo el hospital, identificar los consumos más significativos de energía y proponer acciones para un uso eficiente de la energía eléctrica.

- Objetivos, metas y planes de acción.

Luego de realizado la auditoria energética en el hospital, la comisión deberá establecer objetivos, metas y planes de acción. Para un mejor desarrollo de los objetivos y metas deben estar documentados, con tiempos definidos y ser coherentes y consistentes.

#### **6.4.2 *Hacer lo planificado***

En esta fase debemos implementar el plan de uso eficiente de energía, en función de los objetivos y metas elaborados en los planes de acción.

- Controles operacionales

La debe de identificar las acciones relacionadas con el uso eficiente de energía eléctrica y desarrollar un instructivo de trabajo para cada una de estas acciones, donde se especifiquen los criterios de operación, mantenimiento y control (como los modos y horarios de funcionamiento de las principales cargas de energía eléctrica).

- Sensibilización y capacitación

Se debe realizar periódicamente jornadas de capacitación y sensibilización a todos los trabajadores del hospital, con el fin de crear conciencia sobre la importancia del buen uso de energía eléctrica y los beneficios económicos y ambientales de estos. Es muy importante capacitar a los miembros de la comisión de uso eficiente de energía y a los jefes de área para que a su vez estos difundan a sus trabajadores a cargo. Las capacitaciones se sugieren programar 2 veces al año para no perjudicar el normal

desarrollo de actividades de todo el personal, al ser un sector que no puede paralizar sus actividades.

- Implementación de proyectos sobre mejoras energéticas

La comisión de uso eficiente de energía implementara los proyectos de mejora energética, los cuales deben ser coherentes con las políticas energéticas del hospital, se recomienda iniciar con los proyectos más sencillos y económicos.

### **6.4.3 Verificar**

En esta fase se debe realizar un monitoreo de la medidas y proyectos implementados en base a los objetivos y metas planteadas.

- Monitoreo, medición y análisis

La comisión de uso eficiente de energía debe implementar un sistema de monitoreo y control de los proyectos implementados, así como realizar las mediciones y el seguimiento oportuno, con lo cual se logrará evaluar correctamente los proyectos implementados y poder planificar e implementar proyectos futuros.

- Comunicación de los resultados

La comisión de uso eficiente de energía deberá publicar los resultados de los proyectos implantados con el fin de hacer partícipes a todos los trabajadores y se sientan parte de estos esfuerzos. Estas publicaciones deben ser evaluados comparando con el consumo de energía antes y después de su implementación.

- Auditoria interna

La comisión de uso eficiente de energía deberá realizar periódicamente un análisis de los resultados de los proyectos implantados, con la finalidad de realizar ajustes si es que estos no cumplieron con su objetivo.

#### **6.4.4 Actuar**

En esta fase es necesario la toma de acciones para continuar con la implementación de proyectos para un mejor desempeño energético en base a los resultados obtenidos.

- Corregir

La comisión de uso eficiente de energía deberá implementar acciones correctivas en los proyectos implementados que no cumplieron con los objetivos planificados, esto permitirá minimizar deficiencias y acciones correctivas en la implementación de proyectos futuros.

- Actualización

La comisión de uso eficiente de energía deberá estar actualizado con la información y tecnología de mejores prácticas de uso eficiente de energía eléctrica, para poder mejorar los proyectos implementados y obtener mejores resultados.

### **6.5 Conclusiones generales del Capítulo**

- a) Con las propuestas realizadas para mejorar la eficiencia energética lograra una gran mejora en el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena.
- b) Se propone la elaboración de un plan de uso eficiente de energía.

### **6.6 Validación de Hipótesis Especifica IV**

La hipótesis con respecto al presente capítulo señala que “Las alternativas propuestas logran mejorar la eficiencia energética en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco – 2021”, se considera verdadero porque con las propuestas presentadas se logra mejorar la eficiencia energética, de esta manera podemos afirmar la validación de la hipótesis.

## CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

### CONCLUSIONES

1. Se diagnosticó el estado actual del sistema eléctrico del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco, verificándose que la distorsión armónica de tensión se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma de calidad NTCSE esto se observa en la tabla 3-4. En el caso de los armónicos de corriente se verifica la existencia de estos, los cuales son ocasionados por cargas no lineales, a partir de la base de datos de las mediciones de armónicos realizado, se determinó la existencia de distorsiones armónicas de corrientes individuales, siendo las más significativas la de 3<sup>er</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup> y 13<sup>vo</sup> orden, las cuales se encuentran por encima de los valores límites permisibles que son establecidos por la norma internacional IEEE Std 519-1992 como se puede apreciar a continuación:

Indicador	3er armónico	5to armónico	7mo armónico	13vo armónico
Línea 1 (%)	7.810	16.162	9.615	4.676
Línea 2 (%)	9.203	13.303	6.326	1.860
Línea 3 (%)	3.143	18.953	9.718	5.325
<b>IEEE 519-1992 TDD (%)</b>	<b>7.000</b>	<b>7.000</b>	<b>7.000</b>	<b>3.500</b>

En el caso del factor de potencia, como se observa en la figura 3-22, tiene un valor promedio de 0.975, con lo que se encuentra dentro de los valores recomendados.

2. Para mitigar los efectos nocivos de los armónicos de corriente, se realizó el análisis de los distintos tipos de filtros de armónicos de corriente existentes, determinándose que por justificaciones técnicas y económicas el filtro más eficiente es el filtro pasivo, al realizar las simulaciones en el software DigSILENT para realizar distintas simulaciones,

se optó por la instalación de un filtro pasivo sintonizado en estrella, los valores de R, L, C seleccionados (tabla 5-4). También se realizó un análisis de la tarifación más óptima, determinándose que la tarifación más óptima es el de tipo MT3, y al tener contratada esta tarifación no es necesario cambiarla.

3. Con la propuesta de implementación del filtro pasivo eficiente en la SED N° 001056, se simuló la mitigación de la distorsión de corrientes armónicas, figuras 5-9, 5-10 y tabla 5-6; adicionalmente se verificó la mejora de la forma de onda de la señal eléctrica siendo la resultante simulada, casi una senoidal perfecta, figura 5-11. Con la implementación del filtro pasivo sintonizado en estrella y con los cálculos complementarios a dicha simulación, se observó que los valores de los armónicos de 3<sup>er</sup>, 5<sup>to</sup>, 7<sup>mo</sup> y 13<sup>vo</sup> orden han sido reducidos a valores por debajo de los límites establecidos por la norma internacional IEEE Std 519-1992, llegando a reducirse hasta en un 79% de su valor inicial (tabla 5-6). A continuación, presentamos los valores obtenidos con la simulación del filtro más eficiente:

<b>Filtro pasivo en estrella</b>	<b>Línea 1 %</b>	<b>Línea 2 %</b>	<b>Línea 3 %</b>	<b>Norma IEEE 519-1992 (%)</b>
3°	1.573	1.853	0.795	7.000
5°	3.250	2.674	3.811	7.000
7°	1.934	1.272	1.954	7.000
13°	0.940	0.374	1.071	3.500

4. La eficiencia energética en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco no solo depende del sistema eléctrico, sino también del equipamiento y del correcto uso por parte del personal que labora en dicho hospital, porque estos son los que definen el consumo energético. Por esta consideración es importante que estos equipos cumplan

con los estándares de calidad y normas de eficiencia energética nacional e internacional. Se observó adicionalmente que muchos de los equipos son antiguos y no cuentan con la etiqueta de eficiencia siendo en la actualidad deficiente en lo concerniente a calidad y eficiencia energética. También se propuso lineamientos para la implementación de un Plan de Uso Eficiente de Energía.

### ***SUGERENCIAS***

1. Elaborar una política energética y un plan de eficiencia energética, complementando con capacitaciones periódicas a todo su personal en temas de ahorro y buen uso de la energía.
2. Formular un estudio para la renovación de equipos eléctricos y electrónicos que ya cumplieron con su vida útil, tomando en consideración estándares de calidad y con las normas de eficiencia energética nacional e internacional.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arocas, M. L. (2005). *Filtros Activos: Introducción y Aplicación*. España: Universal
- AEDENAT, CODA, CS de CCOO & UGT. (1998). "Ante el cambio climático, menos CO2".  
disponible en: <http://www.ambiente-ecologico.com/revist51/cclima51.htm>
- Altamirano, A. & Soto, A. (2017). "Análisis de armónicos en los transformadores de potencia de la subestación eléctrica de Dolorespata en 138/10.6 kV", tesis de grado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú.
- Arrieta, A. & Sanchez, G. (2006). "Determinación del impacto de la compensación reactiva shunt requerida en la carga petrolera conectada a las subestaciones kilómetro 48 y Zulia 9 del subsistema foráneo sur de enelven", tesis de grado. Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo, Venezuela.
- Camilo Jose Carrillo Gonzales. (2003). "Fundamentos del analisis de Fourier". Universidad de Vigo. España.
- Código nacional de electricidad (suministro). (2011). Lima: Ministerio de energia y minas.
- Eugenio Tellez Ramirez. (2000). "Distorsion Armonica". Puebla. Mexico.
- Gers, J. (2008). "Teoría y diseño de filtros de armónicos en sistemas eléctricos", TECSUP. Lima, Perú.
- Harper, G. E. (2002). "El ABC de la calidad de la Energía Eléctrica". Mexico: Limusa S.A.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). "Metodología de la Investigación". México: Mc Graw Hill 6ta edicion.
- IEEE Std 519-1992. (1992). "IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems". The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. New York, USA.



- IEEE Std 519-2014. (2014). "IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems". The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. New York, USA.
- Ligas, W. (2016). "Evaluación de armónicos en los bancos de capacitores de la subestación eléctrica de Dolorespata", tesis de grado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú.
- Martínez, F. J. (2006). "Eficiencia Energética en edificios". Certificación y auditorías energéticas. España: S.A. Ediciones Paraninfo.
- Mendoza & Palomino. (2019). "Análisis de las corrientes armónicas en baja tensión y su incidencia a la calidad del producto del hospital Regional del Cusco - 2018", tesis de grado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú.
- MINEM. (2008). "Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos". Perú: MINEM.
- Molano & Tique. (2013). "Diseño y construcción de un kit de filtros pasivos para la mitigación de corrientes armónicas", tesis de grado. Universidad de La Salle. Bogota, Colombia.
- Mora, J. & Cevallos, Y. (2014). "Estudio y análisis de calidad de energía eléctrica enfocado en niveles de armónicos en el sistema eléctrico de la subestación enfriadora 1 de Holcim Ecuador planta Guayaquil", tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana. Guayaquil, Ecuador.
- Morales, E. & Rodriguez, J. (2012). "Solución a los problemas de Corrientes y Voltajes Armónicos en los Sistemas Industriales", tesis de grado. Universidad Nacional Autónoma de México. Cd. México, México.
- Noroña, N. (2011). "Diagnóstico de perturbaciones armónicas en el sistema nacional interconectado", tesis de grado. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.

- NTCSE. (2011). "Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos".
- Ortmeyer, T. M. (1985). "The Effects of Power System Harmonics on Power System Equipmen and Load". IEEE, 25-37.
- Reyes, G. (1996). "Armónicas en sistemas de distribución de energía eléctrica", tesis para maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Sánchez, A. C. (2012). "Gestión de la Eficiencia Energética: Cálculo del consumo, indicadores y mejora". España: AMV Ediciones.
- Schneider Electric. (s.f.). "5. Detección y filtrado de armónicos". Disponible en:  
[http://automata.cps.unizar.es/bibliotecaschneider/BT/Guia/5\\_Armonicos](http://automata.cps.unizar.es/bibliotecaschneider/BT/Guia/5_Armonicos)
- Tapia, D. F. (2014). "Propuesta para la corrección de corrientes armónicas en los sistemas de distribución eléctrica de media tensión dirigida a la parte industrial de la ciudad de Cuenca". Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.
- Toledo, M. & Jiménez, C. (2010). "Análisis y propuestas para la mitigación de la contaminación armónica en las subestaciones de la empresa eléctrica regional Centro Sur C.A.", tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.
- Vintimilla, Paladines. (2012). "Auditoria Eléctrica a la Fábrica de Cartones Nacionales CARTOPEL S.A.I.", tesis de grado Ingeniería Eléctrica, Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.

# ANEXOS

**ANEXO N° 01**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA Y CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOSPITAL DE CONTINGENCIA ANTONIO LORENA DEL CUSCO - 2021**

PROYECTO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p><b>MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA Y CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOSPITAL DE CONTINGENCIA ANTONIO LORENA DEL CUSCO - 2021</b></p>	<p><b>Problema general.</b> ¿Cómo desarrollar una mejora de la Eficiencia y Calidad de Energía Eléctrica en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021?</p> <p><b>Problemas específicos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo se encuentra el Sistema Eléctrico y su operación del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021?</li> <li>• ¿Qué alternativas de corrección o mitigación se pueden definir para mejorar la Eficiencia y Calidad de Energía Eléctrica del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021?</li> <li>• ¿Cómo mejorará la Calidad de Energía Eléctrica del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021, con la alternativa seleccionada?</li> <li>• ¿Cómo mejorará la eficiencia energética del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021, aplicando las alternativas seleccionadas?</li> </ul>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Analizar y proponer la mejora de la eficiencia y calidad de Energía Eléctrica del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021.</p> <p><b>Objetivos específicos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un diagnóstico del Sistema Eléctrico y su operación del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021.</li> <li>• Analizar alternativas de solución para mejorar la Eficiencia y Calidad de Energía Eléctrica del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021.</li> <li>• Simular el funcionamiento del Sistema Eléctrico con la alternativa más óptima para mejorar la calidad de energía eléctrica en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021.</li> <li>• Proponer alternativas de mejoras de la eficiencia energética en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021.</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b> Con una propuesta adecuada se mejorará la eficiencia y calidad de la energía eléctrica en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021.</p> <p>Hipótesis Específicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La situación actual del Sistema Eléctrico y su Operación del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021, sirve como base para plantear alternativas de solución de calidad y eficiencia de energía eléctrica.</li> <li>• Para mejorar la Eficiencia y Calidad de Energía Eléctrica del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021, es necesario analizar y seleccionar las alternativas más óptimas.</li> <li>• Con la alternativa más óptima se logra mejorar la calidad de la Energía Eléctrica del Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021.</li> <li>• Las alternativas propuestas al implementarse logran mejorar la eficiencia energética en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco - 2021.</li> </ul>	<p><b>Variable independiente.</b> Equipamiento del Hospital Antonio Lorena del Cusco.</p> <p><b>Variable dependiente.</b> Eficiencia y Calidad de la energía eléctrica en las redes de baja tensión en el Hospital de Contingencia Antonio Lorena del Cusco.</p>	<p><b>Variable independiente.</b> Factor de Potencia, Tensión, Corriente.</p> <p><b>Variable dependiente.</b> Rendimiento, Potencia, Distorsión Armónica.</p>

**ANEXO N° 02**  
**OPERACIONALIZACIÓN DE LAS**  
**VARIABLES**

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

**MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA Y CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOSPITAL DE CONTINGENCIA ANTONIO LORENA DEL CUSCO - 2021**

<b>TIPO DE VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>Dependiente</b>			
Eficiencia	Conjunto de actividades dirigidas a reducir el consumo de energía a través de un uso más eficaz o inteligente de la misma	Rendimiento	%
Calidad	Energía eléctrica suministrada dentro de parámetros normalizados como tensión, frecuencia y forma de onda.	Potencia  Distorsión armónica	W  %
<b>Independiente</b>			
Equipamiento eléctrico y electrónico	Es cualquier máquina alimentada por electricidad. Normalmente consta de una variedad de componentes eléctricos, y a menudo un interruptor eléctrico.	Factor de potencia  Tensión  Corriente	%  V  A

**ANEXO N° 03**  
**RELACIÓN DE EQUIPOS APROBADAS**  
**POR OSIMERGMIN**



## RELACIÓN DE EQUIPOS CUYAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTÁN APROBADAS PARA LA MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE TENSIÓN

Elaborado por : División de Supervisión de Electricidad  
Fecha actualizada : 28 de abril del 2022

**Cuadro N° 1: Equipos Aprobados para la Medición de la Calidad de Tensión**

Marca y Modelo Equipo Aprobado	Resolución de Aprobación	Alcance	Empresa que gestionó aprobación <sup>(1)</sup>	Proveedor (Referencial)
MEMOBOX 300	Resolución OSINERG N° 065-OS/GE-2001	Puntos de entrega monofásicos	CENTEL SAC	Sin proveedor
MEMOBOX 302	Resolución OSINERG N° 065-OS/GE-2001	Puntos de entrega trifásicos	CENTEL SAC	Sin proveedor
LEM MEMOBOX Smart (1φ)	Resolución OSINERG N° 083-OS/GFE-2003	Puntos de entrega monofásicos	CENTEL SAC	Sin proveedor
MEMOBOX Smart (3φ)	Resolución OSINERG N° 083-OS/GFE-2003	Puntos de entrega trifásicos	CENTEL SAC	Sin proveedor
CIRCUTOR AR5L	Resolución OSINERG N° 041-OS/GFE-2004	Puntos de entrega trifásicos (Excepto BT)	GESCEL SAC	GESCEL SAC
FLUKE CAVA 251	Resolución OSINERG N° 264- OS/GE-2001	Puntos de entrega monofásicos	TRIANON SAC	GESCEL SAC
FLUKE 1743	Resolución OSINERGMIN N° 3402-2007-OS/GFE	Puntos de entrega trifásicos	FERRIER SAC	FERRIER SAC
UNIPOWER UNILYZER 900	Resolución OSINERGMIN N° 10-2015-OS/GFE/G	Puntos de entrega trifásicos	UNIPOWER SAC	UNIPOWER SAC
UNIPOWER UNILYZER 901	Resolución OSINERGMIN N° 1785-2007-OS/GFE	Puntos de entrega trifásicos	UNIPOWER SAC	UNIPOWER SAC
UNIPOWER UNILYZER 902	Resolución GFE OSINERGMIN N° 060-2010	Puntos de entrega trifásicos	UNIPOWER SAC	UNIPOWER SAC
UNIPOWER UNIPOWER AB 22.10	Resolución GFE OSINERGMIN N° 3-2018-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	UNIPOWER SAC	UNIPOWER SAC
ECAMEC RES4R32A-BP	Resolución OSINERGMIN N° 3936-2007-OS/GFE	Puntos de entrega monofásicos	LOGYTEC S.R.L	LOGYTEC S.R.L
ECAMEC RES4R32A-BPRE	Resolución OSINERGMIN N° GFE-1550-2009	Puntos de entrega monofásicos	LOGYTEC S.R.L	LOGYTEC S.R.L
ECAMEC PQ-500	Resolución GFE OSINERGMIN N° 060-2009	Puntos de entrega trifásicos	LOGYTEC S.R.L	LOGYTEC S.R.L
ECAMEC PQ-1000	Resolución GFE-OSINERGMIN N° 023-2011	Puntos de entrega trifásicos	LOGYTEC S.R.L	LOGYTEC S.R.L
ECAMEC ECA-PQ1	Resolución DSE OSINERGMIN N° 3-2021-OS/DSE/G	Puntos de entrega monofásicos	LOGYTEC S.A	LOGYTEC S.A
ECAMEC PQ3plus	Resolución DSE OSINERGMIN N° 5-2021-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	LOGYTEC S.A	LOGYTEC S.A
A-EBERLE PQ-BOX-100 Basic	Resolución GFE OSINERGMIN N° 059-2009	Puntos de entrega trifásicos	CENTEL SAC	CENTEL SAC
A-EBERLE PQ-BOX-100 Expert	Resolución GFE OSINERGMIN N° 061-2009	Puntos de entrega trifásicos	CENTEL SAC	CENTEL SAC
A-EBERLE PQ-BOX-200	Resolución OSINERGMIN N° 2-2016-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	CENTEL SAC	CENTEL SAC
GOSSEN MAVOWATT 40	Resolución OSINERGMIN N° 061-2010- OS/GFE	Puntos de entrega trifásicos	MARPATECH SAC	VAINSTEIN & INGENIEROS SA
GOSSEN METRAWATT 30	Resolución GFE - OSINERGMIN N° 068-2010	Puntos de entrega trifásicos	MARPATECH SAC	VAINSTEIN & INGENIEROS SA

Marca y Modelo Equipo Aprobado	Resolución de Aprobación	Alcance	Empresa que gestionó aprobación <sup>(1)</sup>	Proveedor (Referencial)
SCHWEITZER ENGINEERING Laboratories	Resolución GFE OSINERGMIN N° 001-2011	Puntos de entrega trifásicos	Schweitzer Engineering L. INC	Schweitzer Engineering L. INC
	Resolución GFE OSINERGMIN N° 008-2011	Puntos de entrega trifásicos	Schweitzer Engineering L. INC	Schweitzer Engineering L. INC
	Resolución OSINERGMIN N° 018-2013-OS/GFE/G	Puntos de entrega trifásicos	Schweitzer Engineering L. INC	Schweitzer Engineering L. INC
DRANETZ BMI	Resolución GFE OSINERGMIN N° 029-2011	Puntos de entrega trifásicos	ENERGÉTICA S.A.	ENERGÉTICA S.A.
	Resolución GFE OSINERGMIN N° 015-2012	Puntos de entrega trifásicos	ENERGÉTICA S.A.	ENERGÉTICA S.A.
CESINEL	Resolución OSINERGMIN N° 002-2013-OS/GFE	Puntos de entrega monofásicos	CENTEL S.A.C.	CENTEL S.A.C.
	Resolución OSINERGMIN N° 8-2016-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	CENTEL S.A.C.	CENTEL S.A.C.
SCHNEIDER ELECTRIC	Resolución OSINERGMIN N° 2-2014-OS/GFE/G	Puntos de entrega trifásicos	Schneider Electric Perú SA	Schneider Electric Perú SA
	Resolución DSE OSINERGMIN N° 3-2019-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	Schneider Electric Perú SA	Schneider Electric Perú SA
	Resolución DSE OSINERGMIN N° 4-2019-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	Schneider Electric Perú SA	Schneider Electric Perú SA
	Resolución DSE OSINERGMIN N° 2-2020-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	Schneider Electric Perú SA	Schneider Electric Perú SA
METREL	Resolución OSINERGMIN N° 9-2015-OS/GFE/G	Puntos de entrega trifásicos	LOGYTEC S.R.L	LOGYTEC S.R.L
	Resolución OSINERGMIN N° 1-2016-OS/DSE-G	Puntos de entrega trifásicos	GESCEL S.A.C.	GESCEL S.A.C.
SONEL	Resolución OSINERGMIN N° 9-2016-OS/DSE-G	Puntos de entrega trifásicos	GESCEL S.A.C.	GESCEL S.A.C.
	Resolución OSINERGMIN N° 3-2017-OS/DSE-G	Puntos de entrega trifásicos	GESCEL S.A.C.	GESCEL S.A.C.
ELSPEC	Resolución OSINERGMIN N° 6-2016-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	PROCTERADI S.A.C.	PROCTERADI S.A.C.
	Resolución OSINERGMIN N° 7-2016-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	PROCTERADI S.A.C.	PROCTERADI S.A.C.
	Resolución OSINERGMIN N° 5-2016-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	PROCTERADI S.A.C.	PROCTERADI S.A.C.
NEXUS	Resolución OSINERGMIN N° 2-2017-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	GRUPO TÉCNICO KILOWATT S.R.LTDA	GRUPO TÉCNICO KILOWATT S.R.LTDA
SATEC	Resolución OSINERGMIN N° 1-2019-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	CADMO SOLUCIONES S.A.C.	CADMO SOLUCIONES S.A.C.
ISKRA	Resolución DSE OSINERGMIN N° 1-2021-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	TECH INDUSTRIAS GLOBALES S.R.L.	TECH INDUSTRIAS GLOBALES S.R.L.

**Nota:**

**(1)** La empresa que se publica es la que gestionó la aprobación del equipo, no necesariamente es el proveedor actual autorizado por el fabricante del equipo.

**(2)** Para cualquier consulta, en relación con esta información, comunicarse con el Ing. Jorge Vilcachagua Nuñez, especialista de la División de Supervisión de Electricidad, al correo [calidad\\_gyt@osinegmin.gob.pe](mailto:calidad_gyt@osinegmin.gob.pe).

## RELACIÓN DE LABORATORIOS AUTORIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPOS APROBADOS PARA LA MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE TENSIÓN

**Elaborado por** : División de Supervisión de Electricidad  
**Fecha actualizada** : En actualización

## RELACIÓN DE EQUIPOS EVALUADOS PARA LA MEDICIÓN DE PERTURBACIONES

**Elaborado por** : División de Supervisión de Electricidad  
**Fecha actualizada** : 28 de abril del 2022

Precisamos que el artículo 6 del decreto supremo N° 009-99-EM, suspende el pago de compensación por mala calidad en perturbaciones y para restituir su aplicación el Ministerio de Energía y Minas conformará una Comisión para el análisis integral de las perturbaciones y su eficaz aplicación en nuestro mercado eléctrico.

En tal sentido, OSINERGHMIN, preventivamente no está aprobando las especificaciones técnicas de los equipos para el registro de perturbaciones. Las empresas eléctricas pueden comprar los equipos y usarlos en la campaña de control de la NTCSE siempre que cumplan con las características técnicas mínimas establecidas en la Base Metodológica.

Asimismo, a solicitud de varias empresas representantes de fabricantes, se ha evaluado diferentes equipos encontrándose en la siguiente relación (con fabricantes existentes) que cumplen con las características mínimas establecidas para las mediciones de perturbaciones.

**Cuadro N° 3: Equipos Autorizados para la Medición de perturbaciones**

Marca y Modelo Equipo Aprobado	Alcance	Empresa que gestionó autorización <sup>(1)</sup>	Proveedor (Referencial)
UNIPOWER	UNILYZER 902	Flickers + Armónicas de Tensión	UNIPOWER SAC
	UNILYZER 900	Flickers + Armónicas de Tensión	UNIPOWER SAC
ECAMEC	PQ-1000	Flickers + Armónicas de Tensión	LOGYTEC S.R.L
	PQ3plus	Flickers + Armónicas de Tensión	LOGYTEC S.A
A-EBERLE	PQ-BOX-100 Expert	Flickers + Armónicas de Tensión	CENDEL SAC
	PQ-BOX-200	Flickers + Armónicas de Tensión	CENDEL SAC
Gossen Metrawatt	MAVOWATT 40	Flickers + Armónicas de Tensión	VAINSTEIN & INGENIEROS SA
	MAVOWATT 30	Flickers + Armónicas de Tensión	VAINSTEIN & INGENIEROS SA
DRANETZ BMI	POWERGUIDE 4400	Flickers + Armónicas de Tensión	ENERGÉTICA S.A.
	POWER VISA	Flickers + Armónicas de Tensión	ENERGÉTICA S.A.
METREL	MI-2892	Flickers + Armónicas de Tensión	LOGYTEC S.R.L

Marca y Modelo Equipo Aprobado		Alcance	Empresa que gestionó autorización (1)	Proveedor (Referencial)
SONEL	PQM-702	Flickers + Armónicas de Tensión	GESCEL SAC	GESCEL SAC
	PQM-703	Flickers + Armónicas de Tensión	GESCEL SAC	GESCEL SAC
	G4420	Flickers + Armónicas de Tensión	PROCTRADI S.A.C.	PROCTRADI S.A.C.
ELSPEC	G4430	Flickers + Armónicas de Tensión	PROCTRADI S.A.C.	PROCTRADI S.A.C.
	G4500	Flickers + Armónicas de Tensión	PROCTRADI S.A.C.	PROCTRADI S.A.C.
NEXUS	1500+	Flickers + Armónicas de Tensión	GRUPO TÉCNICO KILOWATT S.R.LTDA	GRUPO TÉCNICO KILOWATT S.R.LTDA
	ION7650	Flickers + Armónicas de Tensión	SCHNEIDER ELECTRIC PERÚ SA	SCHNEIDER ELECTRIC PERÚ SA
SCHNEIDER ELECTRIC	ION 8650	Flickers + Armónicas de Tensión	SCHNEIDER ELECTRIC PERÚ SA	SCHNEIDER ELECTRIC PERÚ SA
	ION 9000	Flickers + Armónicas de Tensión	SCHNEIDER ELECTRIC PERÚ SA	SCHNEIDER ELECTRIC PERÚ SA
SCHWEITZER ENGINEERING	SEL 735	Flickers + Armónicas de Tensión	SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES PERU SAC	SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES PERU SAC
	IMC784	Flickers + Armónicas de Tensión	TECH INDUSTRIAS GLOBALES S.R.L.	TECH INDUSTRIAS GLOBALES S.R.L.

(1) La empresa que se publica es la que gestionó la autorización del equipo, no necesariamente es el proveedor actual autorizado por el fabricante del equipo.

(2) Para cualquier consulta, en relación con esta información, comunicarse con el Ing. Jorge Vilcachagua Nuñez, especialista de la División de Supervisión de Electricidad, al correo [calidad\\_gyt@osineergmin.gob.pe](mailto:calidad_gyt@osineergmin.gob.pe).

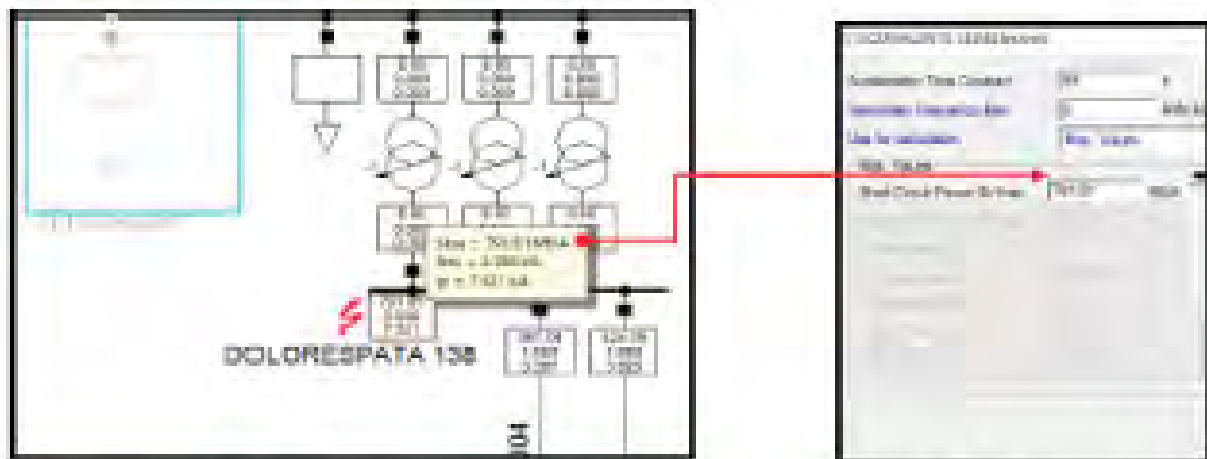
# **ANEXO N° 04**

**PARÁMETROS DE LA RED  
EQUIVALENTE MOSTRADA EN EL  
ANEXO N° 8 DEL TRABAJO DE TESIS  
ELABORADO POR WILLIAMS  
EZEQUIEL LIGAS NINA (2016)**

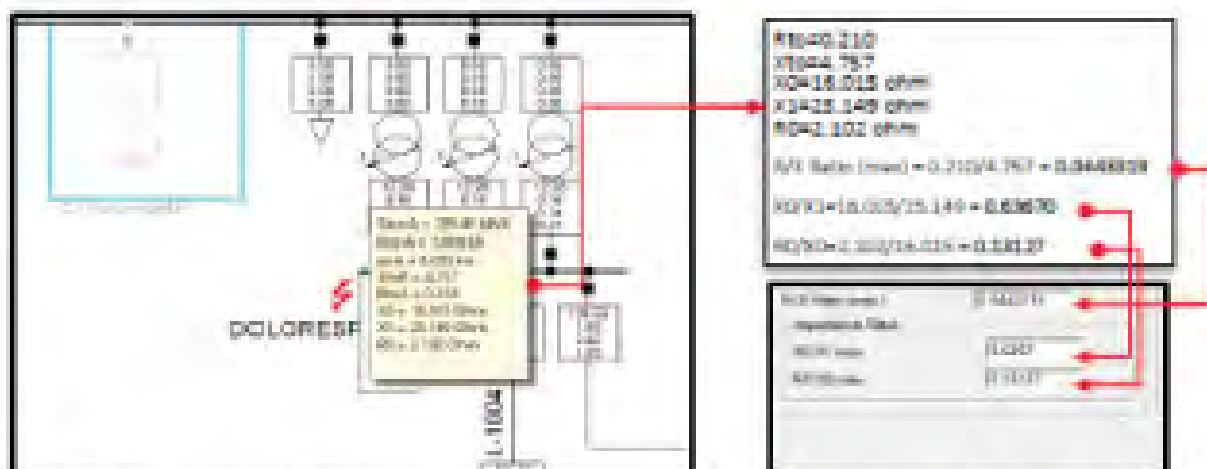
## CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS PARA LA MODELACIÓN DIGITAL DE LA RED EQUIVALENTE DEL SEIN

Para obtener los parámetros de la red equivalente, se realiza una simulación de cortocircuito trifásico y monofásico en la barra de 138kV de la S.E. Dolorespata, para tal efecto se tomó en cuenta las siguientes consideraciones:

- La base de datos se obtuvo del programa diario de mantenimiento del COES, descargado el día 26/02/2016 de su página web ([www.coes.org.pe](http://www.coes.org.pe)).
- El escenario del análisis, corresponde al de máxima demanda del sistema, aproximadamente a las 19 horas.



Simulación de cortocircuito trifásico en la barra de 138kV de la S.E. Dolorespata, para la obtención de la potencia de cortocircuito (MVA)



Simulación de cortocircuito monofásico en la barra de 138kV de la S.E. Dolorespata, para la obtención de la impedancia equivalente

**ANEXO N° 05**  
**RECIBOS DE LUZ**



Para Consultas su número de Cliente es

**001-0701236****RECIBO ELECTRÓNICO N° S110 - 9471**

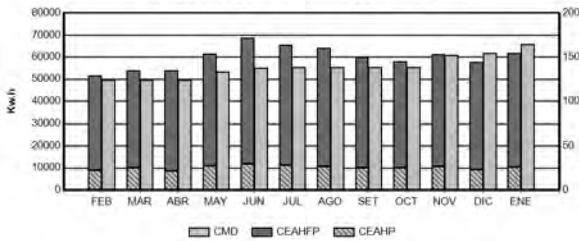
MES FACTURADO:	<b>Enero-2022</b>
TOTAL:	<b>70,305.80</b>
VENCIMIENTO:	<b>17 feb 2022</b>
EMISIÓN:	<b>01 feb 2022</b>

<b>NOMBRE HOSPITAL A. LORENA</b>		<b>R.U.C.20171092354</b>	<b>MEDIDORES DE ENERGIA</b>	<b>FECHAS DE LECTURA</b>
<b>DIRECCION PREDIO</b> CAMPO DEPORTIVO CUARTEL HUANCARO		<b>SISTEMA</b> TRIFASICO 4 Hilos ELECTRONICO		<b>ANTERIOR</b> 27/12/2021
<b>DPTO / PROV</b> CUSCO/CUSCO/SANTIAGO	105-ZONA MAYORES CUSCO	<b>MEDIDOR</b> 02844186	<b>ACTUAL</b> 28/01/2022	<b>LECTURA</b> CORRECTA
<b>ALIMENTADOR</b> DO-02 (1056)	<b>ruta</b> 001-13-46-000435	<b>CONEXION</b> C5.2 Aerea		
<b>SISTEMA</b> SE0032 - CIUDAD DE CUSCO	<b>Sec. Tipico:</b> 2			
<b>TARIFA</b> MT3	<b>POTENCIA CONTRATADA (Kw)</b> 250.00	<b>NIVEL DE TENSION (V)</b> 10 Kv		

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS A CUENTA	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	7,962.720	8,232.367	269.646	190.909	51,477.88	0.03	51,477.91	kW.h	0.2631	13,543.8
ENERGIA HORA PUNTA	1,660.301	1,714.841	54.541	190.909	10,412.37		10,412.34	kW.h	0.3176	3,306.96
ENERGIA REACTIVA	1,001.917	1,021.556	19.639	190.909	3,749.26					
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA		0.858		190.909	164.57		164.57	KW	22.8800	3,765.36
POTENCIA POR GENERADORA		0.858		190.909	163.80		163.80	KW	41.1500	6,740.37

**SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/** 911.88**TOTAL ENERGIA** 27,356.53

MD	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE
MD	0.884	0.578	0.598	0.716	0.728	0.728	0.702	0.644	0.644	0.868	0.755	0.858
MDHP	0.482	0.492	0.482	0.562	0.592	0.561	0.538	0.558	0.592	0.788	0.567	0.644
MDHFP	0.884	0.578	0.598	0.716	0.728	0.728	0.702	0.644	0.644	0.868	0.755	0.858

**EVOLUCION DE SU CONSUMO DE ENERGIA**

CMD	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE
CMD	124.00	124.00	124.00	133.62	137.67	138.90	138.90	138.90	138.90	182.22	154.79	164.57
CEAHP	42,804.48	43,820.88	45,276.38	50,717.32	56,856.70	54,300.47	53,438.13	50,062.13	47,910.38	50,581.54	48,662.12	51,477.91
CEAHP	8,873.89	10,209.48	8,640.23	10,909.52	12,015.48	11,295.98	10,667.47	10,176.24	10,141.51	10,826.11	9,236.62	10,412.34
Monto S/	0.03	0.03	0.03	0.03	8,107.48	34,579.04	34,601.20	33,088.04	33,872.04	38,723.04	35,781.71	34,524.10

ALUMBRADO PUBLICO (Alicuota AP: S/ 0.7385)	1,292.38
CARGO FIJO	12.06
INTERESES COMPENSATORIOS	77.22
MANTENIMIENTO Y REPOS. DE LA CONEXION	20.19
VARIACION TARIFARIA	13.81

**SUB TOTAL****28,772.19**

IGV 18%

5,178.99

DEUDA	35,781.70
INTERES MORATORIO	3.59
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	569.39
REDONDEO DEL MES	-0.03
REDONDEO MES ANTERIOR	-0.03

**MENSAJES AL CLIENTE**

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 1,128.33

Ultimo pago en CAR donde se realizo el pago del anterior comprobante

<b>CALIFICACION DEL USUARIO</b>	
Energia Hora Punta	10,412.34 KWH
Maxima Demanda del Mes	163.80 KW
Horas Hora Punta del mes	140
Grado de Utilización	0.450 Horas
Calificación	PRESENTE EN FUERA DE PUNTA

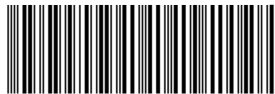
**MESES DEUDA :** 1

(\*) Afecto a factor de Recargo

**ULTIMO DIA DE PAGO** 17 feb 2022**OTROS CONCEPTOS**

36,354.62

**SON : SETENTA MIL TRESCIENTOS CINCO CON 80/100 SOLES****TOTAL S/****70,305.80****PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO**

<b>LOCALIDAD</b> CUSCO	<b>001-0701236</b>				
Cusco -5	001-13-46-000435				
<b>NOMBRE</b> HOSPITAL A. LORENA	<b>SON</b> SETENTA MIL TRESCIENTOS CINCO CON 80/100 SOLES				
<b>DIRECCION</b> CAMPO DEPORTIVO CUARTEL HUANCARO					
<b>SUMINISTRO</b>	<b>RECIBO N°</b>	<b>MES FACTURADO</b>	<b>EMISION</b>	<b>VENCIMIENTO</b>	<b>TOTAL S/</b>
	110 - 9471	Enero-2022	01 feb 2022	17 feb 2022	<b>70,305.80</b>

Para Consultas su número de Cliente es

**001-0701236****RECIBO ELECTRÓNICO N° S110 - 9842**

MES FACTURADO:	<b>Febrero-2022</b>
TOTAL:	<b>35,979.90</b>
VENCIMIENTO:	<b>21 mar 2022</b>
EMISIÓN:	<b>03 mar 2022</b>

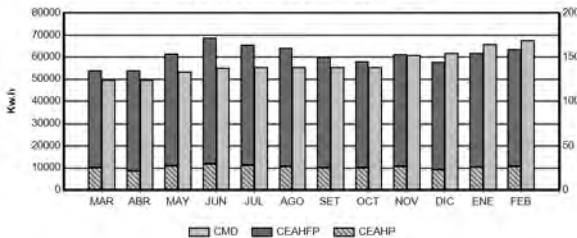
<b>NOMBRE HOSPITAL A. LORENA</b>		<b>R.U.C.20171092354</b>	<b>MEDIDORES DE ENERGIA</b>	<b>FECHAS DE LECTURA</b>
<b>DIRECCION PREDIO</b> CAMPO DEPORTIVO CUARTEL HUANCARO			<b>SISTEMA</b> TRIFASICO 4 Hilos ELECTRONICO	<b>ANTERIOR</b> 28/01/2022
<b>DPTO / PROV</b> CUSCO/CUSCO/SANTIAGO	105-ZONA MAYORES CUSCO	<b>RUTA</b> 001-13-46-000435	<b>MEDIDOR</b> 02844186	<b>ACTUAL</b> 28/02/2022
<b>ALIMENTADOR</b> DO-02 (1056)	<b>SEC. TÍPICO:</b> 2		<b>CONEXION</b> C5.2 Aerea	<b>LECTURA</b> CORRECTA
<b>SISTEMA</b> SE0032 - CIUDAD DE CUSCO				
<b>TARIFA</b> MT3	<b>POTENCIA CONTRATADA (Kw)</b> 250.00		<b>NIVEL DE TENSION (V)</b> 10 Kv	

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS A CUENTA	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	8,232.367	8,508.721	276.355	190.909	52,758.68		52,758.59	kw.h	0.2684	14,160.4
ENERGIA HORA PUNTA	1,714.841	1,770.922	56.080	190.909	10,706.18	0.06	10,706.24	kw.h	0.3222	3,449.55
ENERGIA REACTIVA	1,021.556	1,040.215	18.659	190.909	3,562.17					
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA		0.908		190.909	169.34		169.34	KW	22.7800	3,857.57
POTENCIA POR GENERADORA		0.908		190.909	173.35		173.35	KW	40.7900	7,070.95

**SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/** 951.28**TOTAL ENERGIA**

28,538.48

MD	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
MDHP	0.492	0.485	0.565	0.594	0.561	0.538	0.558	0.592	0.780	0.587	0.644	0.519
MDHFP	0.576	0.599	0.719	0.728	0.723	0.702	0.643	0.644	0.868	0.755	0.858	0.908

**EVOLUCION DE SU CONSUMO DE ENERGIA**

CMD	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
CEAHFP	43,820.89	45,276.38	50,717.33	58,856.76	54,300.47	53,438.19	50,062.13	47,910.38	50,981.54	48,662.12	51,477.91	52,758.59
CEAH	10,209.46	8,640.28	10,929.32	12,015.43	11,295.98	10,697.47	10,176.24	10,141.51	10,826.11	9,239.82	10,412.34	10,706.24
Monto S/	0.03	0.03	0.03	8,107.41	34,379.03	34,691.23	33,088.03	33,872.03	38,723.03	35,781.71	34,524.11	35,979.90

ALUMBRADO PUBLICO (Alicuota AP: S/ 0.7454)

1,304.45

CARGO FIJO

12.12

INTERESES COMPENSATORIOS

108.62

MANTENIMIENTO Y REPOS. DE LA CONEXION

19.85

**SUB TOTAL****29,983.52**

IGV 18%

5,397.03

INTERES MORATORIO

15.41

LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL

583.88

REDONDEO DEL MES

0.03

REDONDEO MES ANTERIOR

0.03

**MENSAJES AL CLIENTE**

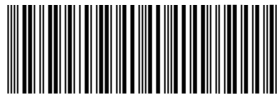
Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 1,297.26

Ultimo pago en CAR donde se realizo el pago del anterior comprobante

CALIFICACION DEL USUARIO	
Energia Hora Punta	<b>10,706.24</b> KWH
Maxima Demanda del Mes	<b>173.35</b> KW
Horas Hora Punta del mes	<b>130</b>
Grado de Utilización	<b>0.480</b> Horas
Calificación	<b>PRESENTE EN FUERA DE PUNTA</b>

(\*) Afecto a factor de Recargo

**ULTIMO DIA DE PAGO** 21 mar 2022**OTROS CONCEPTOS****599.35****SON : TREINTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS SETENTA Y NUEVE CON 90/100 SOLES****TOTAL S/****35,979.90****PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO**

<b>LOCALIDAD</b> CUSCO	<b>001-0701236</b>				
Cusco -5	001-13-46-000435				
<b>NOMBRE</b> HOSPITAL A. LORENA	<b>SON</b> TREINTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS SETENTA Y NUEVE CON 90/100 SOLES				
<b>DIRECCION</b> CAMPO DEPORTIVO CUARTEL HUANCARO					
<b>SUMINISTRO</b>	<b>RECIBO N°</b> 110 - 9842	<b>MES FACTURADO</b> Febrero-2022	<b>EMISION</b> 03 mar 2022	<b>VENCIMIENTO</b> 21 mar 2022	<b>TOTAL S/</b> 35,979.90

Para Consultas su número de Cliente es

**001-0701236****RECIBO ELECTRÓNICO N° S110 - 10587**

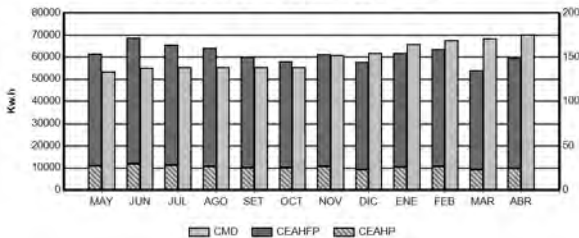
MES FACTURADO:	<b>Abril-2022</b>
TOTAL:	<b>67,934.60</b>
VENCIMIENTO:	<b>18 may 2022</b>
EMISIÓN:	<b>02 may 2022</b>

<b>NOMBRE HOSPITAL A. LORENA</b>		<b>R.U.C.20171092354</b>	<b>MEDIDORES DE ENERGIA</b>	<b>FECHAS DE LECTURA</b>
<b>DIRECCION PREDIO</b> CAMPO DEPORTIVO CUARTEL HUANCARO			<b>SISTEMA</b> TRIFASICO 4 Hilos ELECTRONICO	<b>ANTERIOR</b> 28/03/2022
<b>DPTO / PROV</b> CUSCO/CUSCO/SANTIAGO	105-ZONA MAYORES CUSCO		<b>MEDIDOR</b> 02844186	<b>ACTUAL</b> 28/04/2022
<b>ALIMENTADOR</b> DO-02 (1056)	<b>ruta</b> 001-13-46-000435		<b>CONEXION</b> C5.2 Aerea	<b>LECTURA</b> CORRECTA
<b>SISTEMA</b> SE0032 - CIUDAD DE CUSCO	<b>Sec. Tipico:</b> 2			
<b>TARIFA</b> MT3	<b>POTENCIA CONTRATADA (Kw)</b> 250.00		<b>NIVEL DE TENSION (V)</b> 10 Kv	

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS A CUENTA	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	8,742.619	9,003.181	260.562	190.909	49,743.66		49,743.64	kW.h	0.2700	13,430.7
ENERGIA HORA PUNTA	1,819.688	1,870.726	51.038	190.909	9,743.62		9,743.60	kW.h	0.3235	3,152.05
ENERGIA REACTIVA	1,060.711	1,079.687	18.976	190.909	3,622.69					
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA		0.933		190.909	175.77		175.77	KW	22.9100	4,026.89
POTENCIA POR GENERADORA		0.933		190.909	178.18		178.18	KW	40.6900	7,250.14

**SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/ 928.66****TOTAL ENERGIA 27,859.86**

	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
MD	0.718	0.728	0.728	0.702	0.848	0.644	0.888	0.758	0.858	0.908	0.888	0.933
MDHP	0.565	0.594	0.561	0.538	0.558	0.592	0.784	0.587	0.644	0.519	0.502	0.528
MDHFP	0.714	0.728	0.728	0.702	0.848	0.644	0.888	0.758	0.858	0.908	0.888	0.933

**EVOLUCION DE SU CONSUMO DE ENERGIA**

	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
CMD	133.03	137.87	138.90	138.90	138.90	138.90	152.22	154.75	164.57	189.34	171.10	175.77
CEAHP	50,717.33	56,856.76	54,300.47	53,438.11	50,062.13	47,910.38	50,581.54	48,662.12	51,477.91	52,758.55	44,853.24	49,743.64
CEAHP	10,909.55	12,015.48	11,295.98	10,867.47	10,176.24	10,141.51	10,268.11	9,299.62	10,412.24	10,706.24	9,309.82	9,743.60
Monto S/	0.04	8,107.41	34,379.01	34,861.21	33,088.04	33,872.00	38,720.00	35,781.71	34,524.11	35,979.94	32,620.41	35,314.20

ALUMBRADO PUBLICO (Alicuota AP: S/ 0.8318)	1,455.65
CARGO FIJO	12.35
INTERESES COMPENSATORIOS	108.77
MANTENIMIENTO Y REPOS. DE LA CONEXION	19.73

**SUB TOTAL 29,456.36**

IGV 18% 5,302.14

DEUDA	32,620.40
INTERES MORATORIO	8.34
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	547.28
REDONDEO DEL MES	0.04
REDONDEO MES ANTERIOR	0.04

**MENSAJES AL CLIENTE**

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 1,301.94

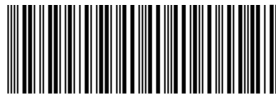
Ultimo pago en CAR donde se realizo el pago del anterior comprobante

<b>CALIFICACION DEL USUARIO</b>	
Energia Hora Punta	<b>9,743.60</b> KWH
Maxima Demanda del Mes	<b>178.18</b> KW
Horas Hora Punta del mes	<b>125</b>
Grado de Utilización	<b>0.440</b> Horas
Calificación	<b>PRESENTE EN FUERA DE PUNTA</b>

**MESES DEUDA : 1**

(\*) Afecto a factor de Recargo

**ULTIMO DIA DE PAGO 18 may 2022****OTROS CONCEPTOS 33,176.10****SON : SESENTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS TREINTA Y CUATRO CON 60/100 SOLES****TOTAL S/ 67,934.60****PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO**

<b>LOCALIDAD</b> CUSCO	<b>001-0701236</b>				
Cusco -5	001-13-46-000435				
<b>NOMBRE</b> HOSPITAL A. LORENA	<b>SON</b> SESENTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS TREINTA Y CUATRO CON 60/100 SOLES				
<b>DIRECCION</b> CAMPO DEPORTIVO CUARTEL HUANCARO					
<b>SUMINISTRO</b>	<b>RECIBO N°</b>	<b>MES FACTURADO</b>	<b>EMISION</b>	<b>VENCIMIENTO</b>	<b>TOTAL S/</b>
	110 - 10587	Abril-2022	02 may 2022	18 may 2022	<b>67,934.60</b>

Para Consultas su número de Cliente es

**001-0701236****RECIBO ELECTRÓNICO N° S110 - 10963**

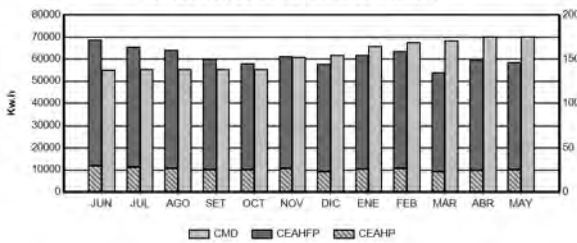
MES FACTURADO:	<b>Mayo-2022</b>
TOTAL:	<b>37,691.60</b>
VENCIMIENTO:	<b>20 jun 2022</b>
EMISIÓN:	<b>01 jun 2022</b>

<b>NOMBRE HOSPITAL A. LORENA</b>		<b>R.U.C.20171092354</b>	<b>MEDIDORES DE ENERGIA</b>	<b>FECHAS DE LECTURA</b>
<b>DIRECCION PREDIO</b> CAMPO DEPORTIVO CUARTEL HUANCARO			<b>SISTEMA</b> TRIFASICO 4 Hilos ELECTRONICO	<b>ANTERIOR</b> 28/04/2022
<b>DPTO / PROV</b> CUSCO/CUSCO/SANTIAGO	105-ZONA MAYORES CUSCO		<b>MEDIDOR</b> 02844186	<b>ACTUAL</b> 28/05/2022
<b>ALIMENTADOR</b> DO-02 (1056)	<b>RUTA</b> 001-13-46-000435		<b>CONEXION</b> C5.2 Aerea	<b>LECTURA</b> CORRECTA
<b>SISTEMA</b> SE0032 - CIUDAD DE CUSCO	<b>Sec. Tipico:</b> 2			
<b>TARIFA</b> MT3	<b>POTENCIA CONTRATADA (Kw)</b> 250.00		<b>NIVEL DE TENSION (V)</b> 10 Kv	

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS A CUENTA	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	9,003.181	9,257.370	254.189	190.909	48,526.99	0.04	48,527.03	kw.h	0.2776	13,471.11
ENERGIA HORA PUNTA	1,870.726	1,923.640	52.914	190.909	10,101.76	0.08	10,101.84	kw.h	0.3322	3,355.83
ENERGIA REACTIVA	1,079.687	1,096.539	16.852	190.909	3,217.20					
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA		0.756		190.909	175.77		175.77	KW	23.5300	4,135.87
POTENCIA POR GENERADORA		0.756		190.909	144.29		144.29	KW	60.4100	8,716.56

**SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/ 989.31****TOTAL ENERGIA 29,679.36**

MD	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
MDHP	0.596	0.561	0.538	0.558	0.592	0.780	0.587	0.644	0.519	0.503	0.528	0.520
MDHFP	0.728	0.729	0.702	0.646	0.644	0.868	0.752	0.858	0.908	0.888	0.933	0.758

**EVOLUCION DE SU CONSUMO DE ENERGIA**

CMD	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
CMD	137.0	138.0	138.0	138.0	138.0	152.2	154.7	164.5	169.3	171.1	175.7	175.7
CEAHP	56,896.76	54,300.47	53,438.13	50,062.13	47,910.38	50,581.54	48,662.12	51,477.91	52,758.66	44,653.24	49,743.64	48,527.03
CEAHP	12,015.48	11,255.98	10,887.47	10,170.24	10,141.51	10,826.14	9,226.65	10,412.24	10,786.24	9,309.88	9,743.68	10,101.84
Monto S/	8,107.48	34,379.04	34,801.24	33,088.02	33,872.04	38,723.04	35,781.70	34,524.14	35,979.94	32,620.44	35,314.24	37,691.60

ALUMBRADO PUBLICO (Alicuota AP: S/ 0.7851)	1,373.93
CARGO FIJO	12.55
INTERESES COMPENSATORIOS	360.08
MANTENIMIENTO Y REPOS. DE LA CONEXION	20.07

**SUB TOTAL 31,445.99**

IGV 18% 5,660.28

INTERES MORATORIO	46.02
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	539.39
REDONDEO DEL MES	-0.04
REDONDEO MES ANTERIOR	-0.04

**MENSAJES AL CLIENTE**


Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 1,386.94

Ultimo pago en CAR donde se realizo el pago del anterior comprobante

<b>CALIFICACION DEL USUARIO</b>	
Energia Hora Punta	<b>10,101.84</b> KWH
Maxima Demanda del Mes	<b>144.29</b> KW
Horas Hora Punta del mes	<b>130</b> Horas
Grado de Utilización	<b>0.540</b> Horas
Calificación	<b>PRESENTE EN PUNTA</b>

(\*) Afecto a factor de Recargo

**ULTIMO DIA DE PAGO 20 jun 2022****OTROS CONCEPTOS 585.33****SON : TREINTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y UNO CON 60/100 SOLES****TOTAL S/ 37,691.60****PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO**

<b>LOCALIDAD</b> CUSCO	<b>001-0701236</b>				
Cusco -5	001-13-46-000435				
<b>NOMBRE</b> HOSPITAL A. LORENA	<b>SON</b> TREINTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y UNO CON 60/100 SOLES				
<b>DIRECCION</b> CAMPO DEPORTIVO CUARTEL HUANCARO					
<b>SUMINISTRO</b>	<b>RECIBO N°</b> 110 - 10963	<b>MES FACTURADO</b> Mayo-2022	<b>EMISION</b> 01 jun 2022	<b>VENCIMIENTO</b> 20 jun 2022	<b>TOTAL S/</b> 37,691.60

Para Consultas su número de Cliente es

**001-0701236****RECIBO ELECTRÓNICO N° S110 - 11338**

MES FACTURADO:	<b>Junio-2022</b>
TOTAL:	<b>41,104.50</b>
VENCIMIENTO:	<b>18 jul 2022</b>
EMISIÓN:	<b>02 jul 2022</b>

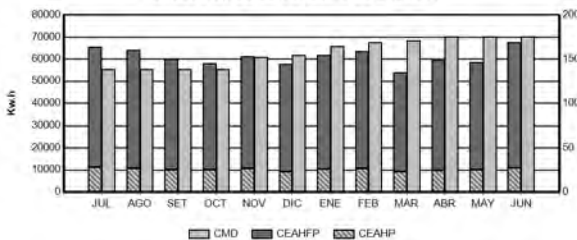
<b>NOMBRE HOSPITAL A. LORENA</b>		<b>R.U.C.20171092354</b>	<b>MEDIDORES DE ENERGIA</b>	<b>FECHAS DE LECTURA</b>
<b>DIRECCION PREDIO</b> CAMPO DEPORTIVO CUARTEL HUANCARO			<b>SISTEMA</b> TRIFASICO 4 Hilos ELECTRONICO	<b>ANTERIOR</b> 28/05/2022
<b>DPTO / PROV</b> CUSCO/CUSCO/SANTIAGO	105-ZONA MAYORES CUSCO		<b>MEDIDOR</b> 02844186	<b>ACTUAL</b> 28/06/2022
<b>ALIMENTADOR</b> DO-02 (1056)	<b>ruta</b> 001-13-46-000435		<b>CONEXION</b> C5.2 Aerea	<b>LECTURA</b> CORRECTA
<b>SISTEMA</b> SE0032 - CIUDAD DE CUSCO	<b>Sec. Tipico:</b> 2			
<b>TARIFA</b> MT3	<b>POTENCIA CONTRATADA (Kw)</b> 250.00		<b>NIVEL DE TENSION (V)</b> 10 Kv	

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS A CUENTA	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	9,257.370	9,552.860	295.490	190.909	56,411.73		56,411.73	kw.h	0.2786	15,716.3
ENERGIA HORA PUNTA	1,923.640	1,981.950	58.310	190.909	11,131.91		11,131.91	kw.h	0.3333	3,710.27
ENERGIA REACTIVA	1,096.539	1,118.290	21.751	190.909	4,152.46					
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA		0.807		190.909	175.77		175.77	KW	23.6700	4,160.48
POTENCIA POR GENERADORA		0.807		190.909	154.06		154.06	KW	60.1200	9,262.09

**SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/** 1,094.97**TOTAL ENERGIA**

32,849.15

MD	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
MDHP	0.561	0.538	0.558	0.592	0.788	0.587	0.644	0.519	0.503	0.528	0.520	0.538
MDHFP	0.729	0.702	0.648	0.644	0.888	0.783	0.853	0.908	0.885	0.933	0.758	0.807

**EVOLUCION DE SU CONSUMO DE ENERGIA**

CMD	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
CEAHFP	54,300.47	53,438.13	50,062.13	47,910.38	50,581.54	48,662.12	51,477.91	52,758.53	44,853.24	49,743.64	48,527.03	56,411.73
CEAHP	11,295.98	10,887.47	10,176.24	10,141.51	10,828.11	9,239.68	10,412.34	10,706.24	9,339.88	9,743.63	10,101.84	11,131.91
Monto S/	34,579.04	34,601.24	33,988.04	33,872.04	38,723.04	35,781.77	34,524.10	35,979.04	32,620.41	35,314.21	37,691.64	41,104.50

ALUMBRADO PUBLICO (Alicuota AP: S/ 0.8105)	1,418.38
CARGO FIJO	12.74
INTERESES COMPENSATORIOS	7.31
MANTENIMIENTO Y REPOS. DE LA CONEXION	20.12

**SUB TOTAL****34,307.70**

IGV 18%

6,175.39

LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	621.40
REDONDEO DEL MES	-0.03
REDONDEO MES ANTERIOR	0.04

**MENSAJES AL CLIENTE**

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 1,535.02

Ultimo pago en CAR donde se realizo el pago del anterior comprobante


<b>CALIFICACION DEL USUARIO</b>	
Energia Hora Punta	11,131.91 KWH
Maxima Demanda del Mes	154.06 KW
Horas Hora Punta del mes	130 Horas
Grado de Utilización	0.560
Calificación	PRESENTE EN PUNTA

(\*) Afecto a factor de Recargo

**ULTIMO DIA DE PAGO** 18 jul 2022**OTROS CONCEPTOS**

621.41

**SON : CUARENTA Y UN MIL CIENTO CUATRO CON 50/100 SOLES****TOTAL S/****41,104.50****PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO**

<b>LOCALIDAD</b> CUSCO	<b>001-0701236</b>				
Cusco -5	001-13-46-000435				
<b>NOMBRE</b> HOSPITAL A. LORENA	<b>SON</b> CUARENTA Y UN MIL CIENTO CUATRO CON 50/100 SOLES				
<b>DIRECCION</b> CAMPO DEPORTIVO CUARTEL HUANCARO					
<b>SUMINISTRO</b>	<b>RECIBO N°</b>	<b>MES FACTURADO</b>	<b>EMISION</b>	<b>VENCIMIENTO</b>	<b>TOTAL S/</b>
	110 - 11338	Junio-2022	02 jul 2022	18 jul 2022	<b>41,104.50</b>

Para Consultas su número de Cliente es

**001-0701236****RECIBO ELECTRÓNICO N° S110 - 9471**

MES FACTURADO:	<b>Enero-2022</b>
TOTAL:	<b>70,305.80</b>
VENCIMIENTO:	<b>17 feb 2022</b>
EMISIÓN:	<b>01 feb 2022</b>

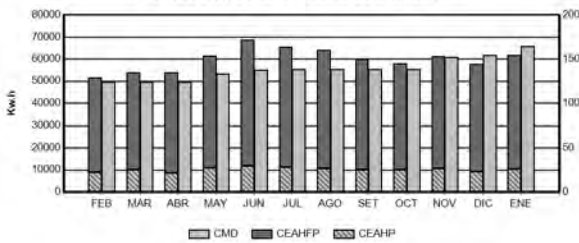
<b>NOMBRE HOSPITAL A. LORENA</b>		<b>R.U.C.20171092354</b>	<b>MEDIDORES DE ENERGIA</b>	<b>FECHAS DE LECTURA</b>
<b>DIRECCION PREDIO</b> CAMPO DEPORTIVO CUARTEL HUANCARO			<b>SISTEMA</b> TRIFASICO 4 Hilos ELECTRONICO	<b>ANTERIOR</b> 27/12/2021
<b>DPTO / PROV</b> CUSCO/CUSCO/SANTIAGO	105-ZONA MAYORES CUSCO		<b>MEDIDOR</b> 02844186	<b>ACTUAL</b> 28/01/2022
<b>ALIMENTADOR</b> DO-02 (1056)	<b>ruta</b> 001-13-46-000435		<b>CONEXION</b> C5.2 Aerea	<b>LECTURA</b> CORRECTA
<b>SISTEMA</b> SE0032 - CIUDAD DE CUSCO	<b>Sec. Tipico:</b> 2			
<b>TARIFA</b> MT3	<b>POTENCIA CONTRATADA (Kw)</b> 250.00		<b>NIVEL DE TENSION (V)</b> 10 Kv	

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS A CUENTA	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	7,962.720	8,232.367	269.646	190.909	51,477.88	0.03	51,477.91	kw.h	0.2631	13,543.8
ENERGIA HORA PUNTA	1,660.301	1,714.841	54.541	190.909	10,412.37		10,412.34	kw.h	0.3176	3,306.96
ENERGIA REACTIVA	1,001.917	1,021.556	19.639	190.909	3,749.26					
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA		0.858		190.909	164.57		164.57	KW	22.8800	3,765.36
POTENCIA POR GENERADORA		0.858		190.909	163.80		163.80	KW	41.1500	6,740.37

**SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/** 911.88**TOTAL ENERGIA**

27,356.53

MD	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE
MDHP	0.482	0.492	0.485	0.565	0.599	0.561	0.538	0.558	0.592	0.788	0.567	0.644
MDHFP	0.684	0.578	0.598	0.716	0.728	0.728	0.702	0.643	0.644	0.868	0.755	0.858

**EVOLUCION DE SU CONSUMO DE ENERGIA**

CMD	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE
CEAHP	42,804.48	43,820.88	45,276.38	50,717.33	56,856.70	54,300.47	53,438.13	50,062.13	47,910.38	50,581.54	48,662.12	51,477.91
CEAHP	8,873.89	10,209.46	8,640.23	10,909.52	12,015.48	11,295.98	10,667.47	10,176.24	10,141.51	10,826.11	9,236.62	10,412.34
Monto S/	0.03	0.03	0.03	0.03	8,107.46	34,579.04	34,601.20	33,088.04	33,872.04	38,723.04	35,781.71	34,524.10

ALUMBRADO PUBLICO (Alicuota AP: S/ 0.7385)	1,292.38
CARGO FIJO	12.06
INTERESES COMPENSATORIOS	77.22
MANTENIMIENTO Y REPOS. DE LA CONEXION	20.19
VARIACION TARIFARIA	13.81

**SUB TOTAL****28,772.19**

IGV 18%

5,178.99

DEUDA	35,781.70
INTERES MORATORIO	3.59
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	569.39
REDONDEO DEL MES	-0.03
REDONDEO MES ANTERIOR	-0.03

**MENSAJES AL CLIENTE**

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 1,128.33

Ultimo pago en CAR donde se realizo el pago del anterior comprobante

<b>CALIFICACION DEL USUARIO</b>	
Energia Hora Punta	10,412.34 KWH
Maxima Demanda del Mes	163.80 KW
Horas Hora Punta del mes	140
Grado de Utilización	0.450 Horas
Calificación	PRESENTE EN FUERA DE PUNTA

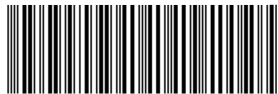
**MESES DEUDA :** 1

(\*) Afecto a factor de Recargo

**ULTIMO DIA DE PAGO** 17 feb 2022**OTROS CONCEPTOS**

36,354.62

**SON : SETENTA MIL TRESCIENTOS CINCO CON 80/100 SOLES****TOTAL S/****70,305.80****PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO**

<b>LOCALIDAD</b> CUSCO	<b>001-0701236</b>				
Cusco -5	001-13-46-000435				
<b>NOMBRE</b> HOSPITAL A. LORENA	<b>SON</b> SETENTA MIL TRESCIENTOS CINCO CON 80/100 SOLES				
<b>DIRECCION</b> CAMPO DEPORTIVO CUARTEL HUANCARO					
<b>SUMINISTRO</b>	<b>RECIBO N°</b>	<b>MES FACTURADO</b>	<b>EMISION</b>	<b>VENCIMIENTO</b>	<b>TOTAL S/</b>
	110 - 9471	Enero-2022	01 feb 2022	17 feb 2022	<b>70,305.80</b>

**ANEXO N° 06**  
**RESULTADOS DE ARMÓNICOS DE**  
**CORRIENTE**

Fecha	Hora	U12 [V]	U23 [V]	U31 [V]	U11 [A]	U12 [A]	U13 [A]	I Neutral [A]	THD I1 [%]	THD I2 [%]	THD I3 [%]	THD IN [%]	THD I1 [A]	THD I2 [A]	THD I3 [A]	THD IN [A]	P total [W]	S total [VA]	Q total [Var]	FP total
14.10.2020	20:00:00	230.224	231.461	232.637	158.21	186.603	218.704	14.029	18.339	13.823	14.046	28.486	28.538	25.548	30.418	3.948	75121.992	75789.07	19928.805	0.965
14.10.2020	30:00:00	229.973	231.32	232.486	154.691	187.927	217.526	14.728	18.055	13.314	13.587	28.817	27.482	24.705	29.284	3.933	72488.648	75222.172	20094.049	0.964
14.10.2020	40:00:00	230.058	231.441	232.483	155.33	178.259	209.348	13.913	18.108	14.051	14.487	29.838	27.673	24.801	30.011	3.955	70437.055	72869.148	18669.07	0.967
14.10.2020	50:00:00	229.78	231.369	232.312	157.724	183.106	209.008	14.353	17.245	13.038	13.267	28.752	26.8	23.667	28.569	3.944	71315.797	73590.336	18154.754	0.969
14.10.2020	00:00:00	229.352	230.866	231.847	167.893	189.253	213.119	14.796	15.967	12.184	13.296	27.638	26.468	22.886	28.066	3.921	73771.766	76134.813	18821.164	0.969
14.10.2020	10:00:00	229.201	230.541	231.493	160.135	180.434	206.4	14.313	16.732	12.54	13.457	28.501	26.422	22.448	27.525	3.901	70638.117	72993.102	18391.535	0.968
14.10.2020	20:00:00	229.052	230.439	231.347	163.263	170.684	200.478	13.709	16.29	13.153	13.915	29.933	26.245	22.256	27.628	3.906	69427.156	71130.844	17134.724	0.976
14.10.2020	30:00:00	228.812	230.33	231.223	153.972	179.286	200.054	14.219	17.688	12.797	14.23	28.755	27.162	22.756	28.181	3.906	69342.906	71188.305	16403.896	0.974
14.10.2020	40:00:00	228.492	230.177	230.866	180.932	199.397	205.847	15.493	16.694	12.654	15.233	26.686	27.889	25.03	31.036	3.974	75963.359	77636.383	16016.253	0.978
14.10.2020	50:00:00	228.433	229.937	230.904	150.608	176.532	197.019	14.141	20.594	14.5	16.284	29.557	30.375	25.331	31.663	3.984	67666.586	69806.203	17150.498	0.969
14.10.2020	00:00:00	228.198	229.756	230.625	144.52	171.539	187.395	13.905	19.24	13.322	14.938	29.405	27.301	22.651	27.684	3.897	65080.621	66944.734	14567.921	0.973
14.10.2020	10:00:00	228.043	229.525	230.491	139.931	184.038	184.038	13.058	18.883	13.342	13.779	31.132	25.59	20.868	25.119	3.885	62141.891	63869.855	14756.144	0.972
14.10.2020	20:00:00	227.787	229.335	230.138	146.915	162.449	186.577	13.832	17.825	12.868	13.713	30.267	25.778	20.732	25.343	3.849	64223.031	65805.75	14345.686	0.976
14.10.2020	30:00:00	227.813	229.395	230.377	138.348	168.033	193.96	13.739	18.858	12.18	12.945	29.328	25.634	20.315	24.899	3.841	64499.996	66597.977	16584.346	0.968
14.10.2020	40:00:00	229.224	230.821	231.79	147.477	171.17	190.929	14.042	24.022	14.175	14.175	28.477	28.542	24.022	28.683	3.985	65380.297	67477.563	16777.614	0.969
14.10.2020	50:00:00	230.611	232.147	233.111	130.67	159.996	178.549	13.378	21.898	14.883	16.463	31.575	27.947	23.551	29.001	3.999	61196.016	63231.109	15912.919	0.968
14.10.2020	00:00:00	230.494	232.068	232.994	132.686	160.468	175.374	13.501	19.981	13.878	15.213	30.923	25.994	22.056	26.374	3.961	61190.055	63020.598	15078.894	0.971
14.10.2020	10:00:00	230.682	232.202	233.147	133.851	151.487	180.336	14.98	14.26	10.288	10.904	27.082	21.382	18.453	20.703	3.893	68408.734	70235.891	15916.209	0.974
14.10.2020	20:00:00	230.907	232.707	233.443	155.836	179.082	188.779	14.9	13.874	10.228	10.971	27.156	21.412	18.219	20.584	3.882	68755.648	70342.977	14859.184	0.977
14.10.2020	30:00:00	230.89	232.578	233.398	132.224	158.459	184.134	13.586	16.324	12.762	12.314	30.486	22.427	20.058	22.502	3.934	63351.344	64954.91	14343.912	0.975
14.10.2020	40:00:00	230.884	231.497	232.617	147.121	171.649	172.062	14.342	16.673	11.852	11.593	28.628	24.193	20.496	24.966	3.922	69706.578	72226.523	18911.998	0.965
14.10.2020	50:00:00	229.446	230.63	231.817	158.418	169.638	229.335	14.336	15.155	11.234	10.659	28.254	23.735	18.936	24.305	3.873	72447.898	75120.383	19858.861	0.964
14.10.2020	10:00:00	229.815	231.396	232.436	155.308	183.545	183.545	15.186	15.424	10.166	10.376	26.424	23.215	18.563	23.922	3.858	73909.5	76835.484	21001.854	0.962
14.10.2020	20:00:00	230.805	232.336	233.36	155.182	182.198	236.981	15.096	14.072	9.818	9.505	26.444	21.622	17.801	22.423	3.837	75063.453	78000.5	21202.736	0.962
14.10.2020	30:00:00	231.108	232.779	233.712	140.033	166.329	215.386	14.153	16.126	11.067	10.91	28.505	22.292	18.296	23.359	3.855	67965.32	71032.266	20646.975	0.957
14.10.2020	40:00:00	231.32	233.045	233.915	146.155	175.476	213.62	14.831	14.552	10.945	10.78	26.897	21.042	17.624	21.418	3.829	70436.961	72705.391	18019.656	0.969
14.10.2020	50:00:00	231.386	232.919	233.854	153.616	172.384	215.67	14.63	14.681	10.295	9.631	26.904	18.804	17.653	20.674	3.778	67049.563	70473.906	21700.881	0.951
14.10.2020	00:00:00	231.461	233.045	233.97	144.204	163.385	213.936	14.022	15.767	11.16	10.751	28.804	22.458	18.121	22.867	3.855	68184.922	71033.594	19924.773	0.96
14.10.2020	10:00:00	231.303	233.02	234.019	141.02	178.802	218.959	15.008	15.075	9.945	9.945	26.566	21.025	17.689	21.258	3.831	70563.117	73446.813	20378.436	0.961
14.10.2020	20:00:00	231.583	233.175	234.194	131.778	162.849	214.601	13.99	15.699	10.807	9.745	28.673	20.432	17.496	20.813	3.83	66246.883	69750.633	21828.926	0.95
14.10.2020	30:00:00	231.817	233.418	234.502	128.3	159.196	209.959	13.537	16.997	11.341	9.973	29.757	20.682	17.487	20.637	3.834	63061.781	66950.164	22484.143	0.942
14.10.2020	40:00:00	231.944	233.718	234.596	142.065	174.907	219.299	14.794	15.548	10.119	10.692	27.179	21.817	18.593	22.074	3.857	70164.086	73112.844	20554.531	0.96
14.10.2020	50:00:00	232.051	234.045	234.987	130.037	180.817	220.697	15.193	16.208	10.179	9.924	26.334	20.801	18.31	21.793	3.847	69205.672	73055.016	23401.057	0.947
14.10.2020	00:00:00	229.949	231.722	232.674	129.463	172.384	215.67	14.63	14.681	10.295	9.631	26.904	18.804	17.653	20.674	3.778	67049.563	70473.906	21700.881	0.951
14.10.2020	10:00:00	229.633	231.524	232.335	130.385	169.895	205.391	14.517	14.563	10.74	10.393	27.115	18.788	18.141	21.231	3.776	65631.281	68506.328	19638.023	0.958
14.10.2020	20:00:00	229.938	231.714	232.554	133.055	162.053	201.623	14.023	14.082	10.859	10.351	28.072	18.553	17.494	20.759	3.765	64567.746	67247.945	18796.068	0.96
14.10.2020	30:00:00	230.294	231.901	232.853	127.243	159.007	197.888	13.604	14.57	11.304	11.304	29.052	18.344	17.41	20.24	3.769	62400.203	65204.457	18916.553	0.957
14.10.2020	40:00:00	230.698	232.333	232.886	128.3	159.196	203.678	13.898	14.331	11.036	9.877	28.611	18.2	17.463	20.019	3.797	63728.281	66935.43	20470.906	0.952
14.10.2020	50:00:00	230.956	232.582	233.526	121.418	142.717	186.522	12.918	14.345	11.696	10.25	30.856	17.24	16.578	19.017	3.779	58424.613	61358.367	18746.043	0.952
14.10.2020	00:00:00	231.186	232.826	233.599	123.939	154.074	185.661	13.065	13.469	10.99	9.952	30.247	16.543	15.847	18.385	3.754	59377.016	61855.52	17334.221	0.96
14.10.2020	10:00:00	231.214	232.897	233.638	123.048	147.114	186.253	13.205	13.134	10.447	9.959	29.748	16.022	15.285	17.788	3.737	59591.082	62101.316	17477.883	0.96
14.10.2020	20:00:00	231.161	232.912	233.741	124.618	155.532	190.581	13.792	12.936	9.624	9.143	28.762	15.986	14.899	17.351	3.726	61728.195	64043.309	17063.861	0.964
14.10.2020	30:00:00	231.188	232.998	233.834	129.935	163.431	190.659	14.343	11.959	9.15	9.046	27.123	15.428	14.891	17.176	3.731	63663.789	65737.086	16779.459	0.968
14.10.2020	40:00:00	231.553	233.19	234.132	122.095	146.433	184.461	13.266	13.432	10.631	9.721	29.74	16.252	15.479	17.847	3.754	59292.07	61740.586	17214.832	0.96
14.10.2020	50:00:00	231.869	233.469	234.408	123.45	139.864	185.018	12.847	13.661	11.172	9.608	30.964	16.708	15.528	17.695	3.777	58424.445	61220.426	18274.041	0.954
14.10.2020	00:00:00	232.442	234.076	234.931	118.945	133.202	176.743	12.466	14.613	11.546	10.313	32.152	17.198	15.277	18.13	3.784	55939.961	58668.035	17682.17	0.953
14.10.2020	10:00:00	232.491	233.996	234.981	126.743	139.79	185.414	12.8	13.034	10.825	9.762	30.937	16.381	15.043	18.013	3.753	59450.922	61775.266	16786.045	0.962
14.10.2020	20:00:00	231.55	233.076	234.066	120.564	140.508	179.439	12.798	15.168	11.171	11.638	16.241	18.08	16.411	19.921	3.772				



14.10.2020	40:00:0	232.538	233.771	234.901	113.565	125.728	167.579	119.929	16.378	12.715	11.87	33.802	18.354	15.857	19.752	3.786	52877.227	55601.965	17192.369	0.951
14.10.2020	50:00:0	232.725	233.955	235.123	113.311	125.977	167.687	119.976	15.662	12.999	11.461	33.582	17.518	15.513	19.092	3.779	53177.5	55678.672	16500.553	0.955
15.10.2020	00:00:0	232.781	234.024	235.211	111.922	130.566	168.492	12.308	16.034	11.967	11.404	32.583	17.312	15.513	19.092	3.781	53895.539	56231.594	16049.507	0.958
15.10.2020	10:00:0	232.429	233.733	234.823	117.992	136.746	169.231	12.681	15.59	11.487	11.495	31.501	18.174	15.605	19.324	3.78	55628.715	57727.914	15425.887	0.964
15.10.2020	20:00:0	232.27	233.628	234.673	115.125	136.182	166.285	12.671	15.847	11.402	11.595	31.588	18.018	15.427	19.151	3.772	54772.383	56803.922	15055.623	0.964
15.10.2020	30:00:0	232.62	233.688	234.944	114.861	121.974	173.989	11.657	15.777	13.005	10.837	34.668	17.9	15.473	18.744	3.782	53327.766	56360.582	18239.104	0.946
15.10.2020	40:00:0	232.795	233.839	235.022	114.16	116.931	164.647	11.394	15.991	13.838	11.615	35.718	18.026	16.026	18.996	3.795	51497.68	54163.992	16784.725	0.951
15.10.2020	50:00:0	232.89	234.008	235.149	113.614	120.597	163.01	11.671	16.029	13.124	11.7	34.681	17.98	15.691	18.941	3.788	52008.91	54300.305	15607.568	0.958
15.10.2020	00:00:0	232.997	234.291	235.374	103.353	121.542	157.12	11.734	17.605	12.93	12.238	34.322	17.938	15.584	19.084	3.774	49875.453	52335.027	15855.422	0.953
15.10.2020	10:00:0	232.982	234.188	235.358	103.122	123.635	160.984	11.879	17.028	12.432	11.664	33.723	17.309	15.251	18.65	3.762	50773.93	52131.488	15927.447	0.954
15.10.2020	20:00:0	233.046	234.64	235.319	104.71	115.656	150.519	11.365	16.782	13.016	12.583	35.444	17.328	14.927	18.79	3.759	48526.402	50687.063	14641.271	0.957
15.10.2020	30:00:0	233.215	234.345	235.555	103.306	120.343	162.048	11.644	17.373	12.627	11.723	34.626	17.681	15.075	18.866	3.774	49963.219	52970.035	17592.648	0.943
15.10.2020	40:00:0	233.364	234.459	235.598	98.859	103.162	146.628	10.753	18.396	14.444	12.779	38.501	17.884	15.475	18.566	3.821	44892.211	47927.555	16785.115	0.937
15.10.2020	50:00:0	233.395	234.43	235.501	103.122	99.27	142.611	10.595	16.874	13.922	12.519	39.061	17.156	13.686	17.715	3.811	45041.625	47279.82	14374.739	0.953
15.10.2020	00:00:0	233.411	234.533	235.565	95.614	102.036	138.69	10.821	17.493	13.275	12.704	37.998	16.474	13.426	17.478	3.801	43897.605	46029.293	13845.432	0.954
15.10.2020	10:00:0	233.379	234.525	235.526	100.096	100.915	137.841	10.715	15.917	12.926	12.401	38.215	16.544	12.935	16.962	3.782	46283.117	43491.592	13491.592	0.957
15.10.2020	20:00:0	233.413	234.573	235.595	93.511	98.373	135.548	10.546	16.627	13.111	12.376	38.749	15.336	12.787	16.647	3.767	42652.223	44910.199	14061.072	0.95
15.10.2020	30:00:0	233.347	234.602	235.622	96.203	112.628	141.738	11.474	16.193	11.468	11.816	35.084	15.377	12.831	16.632	3.762	46054.977	47956.117	13368.922	0.94
15.10.2020	40:00:0	233.513	234.631	235.699	90.507	96.641	133.767	10.431	17.21	13.863	12.582	33.34	15.349	13.269	16.988	3.774	41397.484	44048.203	15049.677	0.94
15.10.2020	50:00:0	233.539	234.602	235.694	96.198	98.617	138.983	10.521	16.001	13.73	12.068	38.994	15.198	13.412	16.65	3.778	43217.332	45822.113	15229.188	0.943
15.10.2020	00:00:0	233.355	234.555	235.597	91.16	105.925	135.694	11.023	16.509	12.768	12.368	36.809	14.847	13.415	16.654	3.768	43270.906	45549.191	14225.246	0.95
15.10.2020	10:00:0	233.346	234.652	235.564	93.185	110.167	132.873	11.36	15.044	11.493	11.912	35.304	13.861	12.578	15.715	3.744	44351.602	45921.418	11904.286	0.966
15.10.2020	20:00:0	233.518	234.87	235.873	91.247	111.822	138.385	11.408	15.546	11.299	11.532	35.156	14.016	12.552	15.85	3.746	44715.859	46859.387	13150.933	0.963
15.10.2020	30:00:0	233.458	234.623	235.69	93.786	105.707	140.634	10.97	15.356	12.465	11.309	36.913	14.233	13.074	15.803	3.758	44148.652	46683.734	15174.575	0.946
15.10.2020	40:00:0	233.405	234.564	235.627	95.857	107.792	142.827	11.084	15.524	12.563	11.491	36.483	14.703	13.435	16.304	3.759	45014.277	47485.688	15119.699	0.948
15.10.2020	00:00:0	233.424	234.681	235.59	102.966	116.543	142.364	11.68	13.742	10.491	11.149	34.059	14.017	12.159	15.773	3.73	47869.656	49359.027	12025.484	0.97
15.10.2020	10:00:0	233.322	234.476	235.532	93.91	115.921	146.804	12.153	13.859	9.764	10.911	32.282	14.153	12.334	15.734	3.715	46283.258	48483.031	14438.308	0.955
15.10.2020	20:00:0	233.41	234.76	235.715	97.042	120.49	143.709	11.757	14.676	10.438	11.113	33.531	14.09	12.509	15.895	3.703	47396.984	49447.547	14092.038	0.959
15.10.2020	30:00:0	233.086	234.503	235.35	108.214	129.525	146.567	12.367	13.177	9.831	11.042	31.654	14.136	12.672	16.085	3.701	50795.734	52195.176	12005.395	0.973
15.10.2020	40:00:0	233.168	234.447	235.318	106.95	115.535	141.653	11.479	13.558	10.978	11.5	34.599	14.367	12.607	16.183	3.717	47847.672	49471.551	12571.475	0.967
15.10.2020	00:00:0	233.187	234.481	235.31	106.277	116.847	143.116	11.491	14.151	11.031	11.55	34.504	14.89	12.772	16.42	3.712	48052.102	49807.074	13104.962	0.965
15.10.2020	10:00:0	233.021	234.213	235.123	107.75	121.492	135.248	11.499	14.598	11.623	10.992	33.879	15.563	13.561	16.743	3.721	50005	52146.477	14790.37	0.959
15.10.2020	20:00:0	233.088	234.326	235.476	118.014	143.049	167.114	11.991	14.953	10.889	10.667	33.515	17.452	15.485	17.724	3.777	56523.313	58382.031	14618.127	0.968
15.10.2020	30:00:0	233.229	234.625	235.899	118.014	158.354	181.446	12.042	15.149	9.951	9.618	33.394	17.452	15.68	17.371	3.811	60679.859	62828.691	16291.078	0.966
15.10.2020	40:00:0	233.49	235	235.964	126.988	155.087	170.209	12.074	14.715	11.025	11.636	33.544	18.486	17.136	19.616	3.806	60517.75	61944.82	13219.796	0.977
15.10.2020	00:00:0	233.625	234.871	235.951	130.831	149.122	169.044	11.561	15.192	12.196	12.753	35.492	19.649	18.052	21.385	3.83	59800.977	61091.297	12489.595	0.979
15.10.2020	10:00:0	233.459	234.695	235.771	121.326	143.253	163.796	11.194	16.694	12.969	13.463	36.829	19.977	18.424	21.854	3.857	56829.77	58335.652	13169.11	0.974
15.10.2020	20:00:0	233.303	234.431	235.579	131.224	144.322	173.127	11.256	15.182	12.482	12.412	37.374	19.696	17.874	21.324	3.901	59706.543	61054.969	12760.814	0.978
15.10.2020	30:00:0	233.043	234.266	235.28	130.867	137.186	165.13	10.851	15.869	14.145	13.894	39.33	20.509	19.213	22.724	3.928	57539.023	58745.234	11843.288	0.979
15.10.2020	40:00:0	233.025	234.309	235.315	133.725	135.866	166.954	10.785	15.049	13.775	13.455	39.221	19.899	18.54	22.262	3.895	57998.063	59243.223	12082.381	0.979
15.10.2020	50:00:0	233.329	234.482	235.554	125.529	140.502	161.717	11.139	16.144	13.248	13.866	37.807	20.005	18.452	22.21	3.899	56788.098	58121.176	12376.705	0.977
15.10.2020	00:00:0	232.961	234.339	235.304	137.995	145.797	165.646	11.486	14.197	12.538	13.083	36.397	19.395	18.137	21.488	3.891	59897.547	60842.422	10681.024	0.984
15.10.2020	10:00:0	232.17	233.571	234.638	135.939	156.386	183.177	12.009	15.127	12.57	12.239	34.881	20.33	19.503	22.317	3.92	62847.031	64505.785	14534.342	0.974
15.10.2020	20:00:0	231.464	233.924	234.052	147.474	172.533	195.591	13.027	15.492	12.852	13.196	32.304	22.575	21.992	25.586	3.974	67755.148	69569.836	15786.158	0.974
15.10.2020	30:00:0	231.066	232.45	233.498	161.592	183.797	201.782	13.789	13.878	11.387	12.144	29.973	22.21	20.793	24.323	3.932	71659.711	73531.461	16485.182	0.975
15.10.2020	40:00:0	230.652	231.996	233.119	170.301	196.455	215.566	14.492	14.436	11.028	11.736	28.63	24.33	21.532	25.823	3.964	76945.258	78884.008	17381.4	0.975
15.10.2020	50:00:0	230.433	231.686	232.803	180.281	203.176	228.348	14.92	13.974	10.939	11.73	27.721	24.946	22.09	26.601	3.963	80268.453	82070.43	17103.541	0.978
15.10.2020	00:00:0	229.828	231.527	232.541	176.91	203.176	241.776	15.062	14.837	10.92	11.221	27.426	25.96	22.526	26.958	3.961	82032.336	84106.531	18563.516	0.975
15.10.2020	10:00:0	229.113	230.688	232.075	175.11	215.705	238.213	15.676	16.137	11.024	12.103	26.593	27.987	23.634	28.619	4.007	82134.984	84333.867	19132.32	

15.10.2020	10:00:00	229.264	230.532	231.683	191.162	211.521	247.746	15.343	16.917	12.429	13.379	28.345	31.388	26.087	32.848	4.161	84783.688	86920.922	19156.541	0.975
15.10.2020	20:00:00	229.350	230.494	231.606	197.57	209.031	243.552	15.223	15.53	11.966	12.966	27.878	30.314	24.833	31.146	4.065	84831.219	86711.563	17959.939	0.978
15.10.2020	30:00:00	229.156	230.317	231.409	188.696	195.715	233.522	14.389	16.169	13.154	13.678	30.158	30.133	25.521	31.373	4.129	80400.313	82117.297	16704.49	0.979
15.10.2020	40:00:00	228.919	230.202	231.276	191.878	199.303	240.406	14.559	16.367	12.88	13.459	29.639	30.986	25.457	32.064	4.112	82237.5	84173.477	17949.016	0.977
15.10.2020	50:00:00	228.592	230.113	231.182	177.037	198.18	229.896	14.494	17.36	12.787	13.769	29.491	30.274	25.134	31.354	4.074	78724.555	80694.442	17721.324	0.976
15.10.2020	00:00:00	228.251	229.632	230.911	185.87	208.146	240.467	15.148	16.088	11.849	12.719	28.198	29.518	24.191	30.337	4.088	82154.188	84411.492	19391.525	0.973
15.10.2020	10:00:00	228.436	229.761	230.981	181.82	196.494	226.403	14.447	15.835	12.117	12.974	29.335	28.432	23.633	29.125	4.043	78385.305	80391.93	17849.533	0.975
15.10.2020	20:00:00	228.433	229.659	230.975	181.491	195.784	238.31	14.965	16.12	11.649	12.456	28.375	28.878	23.808	29.452	4.061	81340.625	83340.781	18752.537	0.974
15.10.2020	30:00:00	228.472	229.822	231.21	192.863	210.411	248.789	15.231	14.844	11.299	11.86	27.787	28.314	23.622	29.298	4.055	84614.563	86866.258	19649.998	0.974
15.10.2020	40:00:00	228.37	230.007	231.224	192.304	202.048	250.27	14.646	16.121	12.717	12.872	26.121	26.466	25.488	31.949	4.132	83819.203	86067.461	19543.527	0.974
15.10.2020	50:00:00	228.649	229.952	231.1	184.402	204.202	241.707	14.845	16.134	11.94	12.554	28.754	29.368	24.208	30.105	4.078	81744.531	84105.016	19785.973	0.972
15.10.2020	00:00:00	228.963	230.148	231.391	175.991	189.993	235.343	13.891	17.176	11.919	12.538	30.629	29.211	22.484	29.276	4.041	77401.586	79984.438	20161.951	0.968
15.10.2020	10:00:00	229.164	230.457	231.575	180.376	189.735	228.819	13.971	16.679	12.384	13.427	30.756	29.671	23.318	30.446	4.08	78179.516	80042.445	17168.49	0.977
15.10.2020	20:00:00	229.671	230.959	232.149	175.109	198.085	235.894	14.447	16.953	11.21	12.536	29.255	29.263	22.066	29.339	4.031	79391.18	81641.047	19034.232	0.972
15.10.2020	30:00:00	229.538	230.803	231.948	182.934	203.473	240.853	14.791	16.632	11.106	12.259	28.66	30.009	22.458	29.304	4.051	81754.922	83866.844	18702.389	0.975
15.10.2020	40:00:00	229.759	230.918	232.28	176.196	192.356	232.725	14.317	16.478	11.185	11.551	29.591	28.643	21.936	27.963	4.037	80617.523	82981.117	19664.195	0.972
15.10.2020	50:00:00	230.111	231.17	232.5	172.33	191.94	243.334	13.982	17.924	12.786	12.594	30.954	30.398	24.341	30.403	4.107	79080.82	81875.906	17210.555	0.966
15.10.2020	00:00:00	230.379	231.485	232.624	177.73	186.128	239.109	13.64	16.983	12.764	12.502	30.54	29.753	23.565	29.658	4.077	78500.15	81194.789	20166.625	0.969
15.10.2020	10:00:00	230.762	231.734	233.088	164.403	169.874	225.759	12.611	18.323	13.618	13.226	34.376	29.625	22.92	29.597	4.066	73079.086	75667.164	19620.57	0.966
15.10.2020	20:00:00	230.25	231.325	232.624	167.236	172.151	225.202	12.789	17.361	13.33	12.932	33.573	28.6	22.744	28.879	4.038	73551.742	75937.125	18883.521	0.969
15.10.2020	30:00:00	230.098	231.325	232.566	175.594	198.485	242.739	14.48	16.503	12.138	12.064	29.578	28.586	23.914	29.07	4.082	80480.781	82997.484	20283.637	0.97
15.10.2020	40:00:00	230.261	231.374	232.533	161.883	175.467	221.219	13.047	17.065	13.319	12.914	33.007	27.226	23.163	28.328	4.058	72833.578	75102.883	18322.463	0.97
15.10.2020	50:00:00	229.99	231.151	232.255	171.507	181.687	223.959	13.483	14.978	11.199	11.524	30.995	25.4	20.218	25.636	3.963	75381.633	77436.984	17722.775	0.973
15.10.2020	00:00:00	230.092	231.102	232.231	172.999	172.686	232.321	12.856	15.224	12.294	11.899	32.849	26.028	21.069	26.533	3.981	74610.891	76631.211	17480.191	0.974
15.10.2020	10:00:00	229.589	230.683	231.671	175.576	169.142	216.203	12.703	15.551	12.185	12.423	32.814	20.671	20.457	26.649	3.929	73409.477	75055.406	15632.119	0.978
15.10.2020	20:00:00	229.235	230.406	231.294	182.014	173.162	217.29	12.997	15.23	12.419	12.631	32.329	27.397	21.339	27.224	3.967	74935.078	76396.641	14872.113	0.981
15.10.2020	30:00:00	229.155	230.46	231.362	172.219	177.288	211.553	13.31	15.688	11.831	12.794	31.689	26.684	20.827	26.842	3.991	73329.266	74793.945	14729.324	0.98
15.10.2020	40:00:00	229.466	230.735	231.609	176.766	187.124	221.092	13.903	14.921	10.85	11.823	29.861	26.062	20.184	25.953	3.951	76509.047	78111.336	15739.974	0.979
15.10.2020	50:00:00	229.828	230.935	231.978	169.936	172.629	218.865	12.965	15.425	11.958	12.071	32.259	26.275	20.615	26.225	3.95	73383.164	75232.883	16580.039	0.975
15.10.2020	00:00:00	229.828	231.044	231.967	168.249	166.064	206.575	12.626	15.043	12.635	12.763	33.501	25.021	20.815	26.147	3.978	70789.156	72371.992	15053.25	0.978
15.10.2020	10:00:00	229.649	231.034	231.995	169.817	174.439	205.824	13.237	14.273	11.461	12.482	31.941	25.487	19.861	25.487	3.998	72112.031	73476.484	14094.291	0.981
15.10.2020	20:00:00	229.576	230.889	231.898	162.151	167.2	203.302	12.7	15.118	12.539	12.801	33.286	24.23	20.801	25.809	3.979	69716.766	71228.695	14597.944	0.979
15.10.2020	30:00:00	229.301	230.728	231.724	160.066	176.611	194.132	13.416	15.811	11.057	13.33	31.05	24.989	19.408	25.647	3.95	69298.094	70754.867	14283.769	0.979
15.10.2020	40:00:00	229.241	230.673	231.704	158.479	175.482	191.383	13.312	15.565	11.15	13.089	31.381	24.058	19.444	24.833	3.957	67999.766	69633.953	14997.297	0.977
15.10.2020	50:00:00	229.182	230.656	231.686	162.269	162.269	181.341	12.455	17.975	12.008	14.15	34.274	24.54	25.401	24.004	4.004	62895.617	64455.852	14096.024	0.976
15.10.2020	00:00:00	229.481	230.775	231.758	143.621	146.492	175.216	11.477	17.316	13.595	14.392	37.666	24.325	19.732	24.954	4.006	60590.086	61970.16	13005.47	0.978
15.10.2020	10:00:00	229.664	230.96	232.008	138.005	149.042	176.143	11.618	18.072	13.776	14.592	37.352	24.753	20.337	25.427	4.017	60412.777	61878.758	13389.44	0.976
15.10.2020	20:00:00	229.779	231.128	232.125	133.571	141.654	169.953	11.112	18.816	14.916	15.523	39.175	24.764	20.896	26.063	4.011	58056.398	59565.691	13323.89	0.975
15.10.2020	30:00:00	229.427	230.782	231.679	147.307	155.044	183.783	11.935	16.398	12.929	13.737	35.66	23.828	19.878	25.005	3.972	63649.34	64933.063	12847.736	0.98
15.10.2020	40:00:00	229.327	230.687	231.681	138.331	157.457	188.538	12.008	18.354	13.242	13.974	35.764	24.962	20.668	26.087	4.007	63113.789	64904.113	15139.141	0.972
15.10.2020	50:00:00	229.156	230.462	231.69	140.301	157.96	193.564	12.014	17.633	13.02	13.314	35.631	24.354	20.392	25.541	3.996	63980.672	65882.563	15715.775	0.971
15.10.2020	00:00:00	228.873	230.1	231.384	132.664	150.226	184.923	11.554	18.214	13.879	13.444	37.232	23.69	20.05	24.634	3.992	60611.156	62584.93	15593.627	0.968
15.10.2020	10:00:00	229.412	230.699	231.949	142.568	156.148	194.755	11.917	16.813	13.304	12.569	35.923	23.629	20.591	24.283	3.992	64288.293	66153.961	15600.062	0.972
15.10.2020	20:00:00	229.194	230.652	231.781	130.532	158.663	194.138	12.04	17.926	13.031	12.247	35.366	23.024	20.501	23.596	3.978	62729.965	65067.129	17282.443	0.964
15.10.2020	30:00:00	229.585	231.175	232.046	141.483	157.946	198.817	14.251	17.114	13.059	13.016	29.34	23.858	20.452	25.657	3.986	64932.75	67042.219	16685.236	0.969
15.10.2020	40:00:00	229.508	231.82	233.137	135.701	161.318	195.421	13.883	17.534	13.711	13.419	29.714	23.428	21.063	25.986	3.928	63901.004	66301.086	17677.541	0.964
15.10.2020	50:00:00	228.953	230.5	231.476	146.216	164.276	204.082	14.058	15.479	12.079	12.079	28.968	22.359	19.839	24.468	3.886	66920.953	69015.5	16873.801	0.97
15.10.2020	00:00:00	230.074	231.706	232.68	150.04	166.825	145.521	15.12	17.105	11.185	11.485	28.246	22.426	19.393	23.512	3.895	68725.648	71247.305	18787.338	0.965
15.10.2020	10:00:00	230.671	232.1	233.199	148.299	154.643	216.675	13.659	15.937	13.046	11.438	30.241	23.333	2						

15.10.2020	40.00.0	232.146	233.758	234.516	135.119	154.057	201.139	13.879	14.665	11.027	10.363	29.206	19.598	16.884	20.728	3.865	64410.297	6694.1375	18233.523	0.962
15.10.2020	50.00.0	232.663	234.207	234.978	135.126	150.441	195.896	13.048	14.683	10.851	10.544	29.437	19.622	16.185	20.537	3.863	63555.156	6575.2267	17302.154	0.965
15.10.2020	00.00.0	232.829	234.38	235.235	127.117	141.178	194.685	13.046	16.619	11.919	11.033	31.467	20.331	16.707	21.346	3.886	60418.945	63552.727	19710.408	0.951
15.10.2020	10.00.0	232.89	234.443	235.243	130.702	143.82	193.112	13.229	15.992	11.879	11.043	30.922	20.633	16.964	21.194	3.879	61269.258	6405.1242	18671.889	0.957
15.10.2020	20.00.0	232.675	234.352	235.208	125.488	149.488	197.712	13.576	16.691	11.039	10.804	29.797	20.672	16.401	20.699	3.85	61249.543	64086.938	18858.131	0.956
15.10.2020	30.00.0	232.899	234.543	235.415	125.488	145.501	189.711	13.307	16.592	11.155	10.922	30.359	20.541	16.13	20.596	3.838	60479.453	63163.984	18218.805	0.957
15.10.2020	40.00.0	233.144	234.664	235.635	121.601	153.173	186.358	13.861	16.056	10.884	10.497	28.832	19.273	15.368	19.453	3.814	60778.148	63287.457	17644.232	0.96
15.10.2020	50.00.0	233.345	235.028	235.795	119.918	144.646	181.057	13.305	15.81	10.458	10.564	30.093	18.721	15.044	19.018	3.806	58690.352	61088.43	16948.127	0.961
15.10.2020	00.00.0	233.915	235.568	236.225	124.65	136.936	178.769	12.73	14.898	11.202	10.612	31.628	18.363	15.182	18.863	3.808	58060.938	60399.328	16643.518	0.961
15.10.2020	10.00.0	234.338	235.928	236.629	134.624	137.458	179.813	12.81	13.54	11.029	10.02	31.378	17.789	14.256	17.924	3.806	59724.931	61695.406	15469.444	0.968
15.10.2020	20.00.0	233.291	234.742	235.614	133.78	138.802	182.137	12.884	14.129	11.348	10.706	31.349	18.711	15.648	19.385	3.824	60187.953	62122.313	15381.548	0.969
15.10.2020	30.00.0	233.26	234.716	235.665	130.465	143.993	184.931	12.326	14.382	10.427	10.383	30.315	18.566	14.931	19.459	3.812	60821.523	62793.414	15612.674	0.969
15.10.2020	40.00.0	234.412	235.827	236.79	118.551	136.437	174.895	12.849	15.545	10.622	10.808	31.409	18.203	14.408	18.789	3.82	57061.148	59182.199	15702.168	0.964
15.10.2020	00.00.0	234.613	236.045	236.996	116.87	134.767	177.376	12.676	15.609	10.843	10.495	31.85	18.017	14.526	18.511	3.816	56705.621	59156.52	16851.303	0.959
15.10.2020	10.00.0	235.053	236.353	237.278	128.857	130.09	178.564	12.464	14.869	11.544	10.848	32.963	19.288	15.982	19.288	3.869	58148.32	60304.813	15982.601	0.964
15.10.2020	20.00.0	234.309	235.58	236.612	121.709	135.562	182.802	12.773	15.677	11.117	10.624	31.782	18.84	14.975	19.308	3.838	58095.93	60693.117	17564.674	0.957
15.10.2020	30.00.0	234.376	235.644	236.584	126.852	127.895	176.266	12.276	15.785	11.759	11.624	33.308	19.767	15.656	20.58	3.846	57008.281	59260.32	16181.524	0.962
15.10.2020	40.00.0	234.67	235.881	236.821	116.183	126.775	168.391	12.291	16.263	11.707	11.609	33.112	18.638	14.739	19.411	3.831	54552.242	56671.902	15354.397	0.963
15.10.2020	50.00.0	234.685	235.97	236.824	124.212	132.013	167.139	12.62	14.571	10.898	11.35	32.044	17.901	14.3	18.844	3.82	56198.391	57893.543	13906.945	0.971
16.10.2020	00.00.0	234.763	236.202	236.937	135.218	148.584	170.98	13.724	12.655	9.295	10.517	29.162	16.97	13.75	17.878	3.816	60864.07	61998.637	11806.616	0.982
16.10.2020	10.00.0	234.845	236.172	237.109	117.322	140.488	175.064	13.101	14.652	9.592	10.148	30.582	17	13.413	17.67	3.803	57451.125	59663.039	16094.919	0.963
16.10.2020	20.00.0	234.958	236.279	237.058	124.174	132.89	162.833	12.634	14.385	10.487	11.116	32.027	17.671	13.859	17.983	3.823	55787.633	57444.254	13696.063	0.971
16.10.2020	30.00.0	235.073	236.295	237.306	114.841	128.026	169.72	12.999	15.944	10.558	10.469	33.013	18.014	13.441	17.667	3.823	54519.949	56912.492	16328.091	0.958
16.10.2020	40.00.0	235.249	236.411	237.326	113.264	121.017	157.5	11.953	15.641	10.818	10.953	34.14	17.491	13.015	17.142	3.827	52011.289	53940.766	14297.967	0.964
16.10.2020	50.00.0	235.549	236.75	237.721	107.571	119.935	153.561	11.987	16.222	11.053	11.515	34.187	17.214	13.175	17.561	3.843	50751.457	52597.48	13812.479	0.965
16.10.2020	00.00.0	235.625	236.89	237.811	105.019	118.978	146.965	11.973	15.671	11.088	11.986	34.167	16.248	13.11	17.484	3.837	49607.406	51134.02	12401.343	0.97
16.10.2020	10.00.0	235.782	236.981	237.948	101.953	114.525	141.151	11.718	16.594	11.429	12.355	35.121	16.523	13.004	17.669	3.847	47824.258	49668.879	12826.084	0.966
16.10.2020	20.00.0	235.819	237.105	238.053	97.164	115.203	141.134	11.821	16.775	11.259	12.412	34.83	16.351	12.888	17.378	3.853	47172.039	48871.969	12777.654	0.965
16.10.2020	30.00.0	236.06	237.297	238.299	93.504	112.443	144.69	11.642	16.775	11.397	11.75	35.468	15.457	12.731	16.879	3.855	46583.246	48684.668	14149.127	0.957
16.10.2020	40.00.0	236.191	237.424	238.349	93.66	109.367	142.204	11.461	16.861	11.885	12.118	36.105	15.56	12.906	17.101	3.855	45872.922	47895.105	13770.108	0.958
16.10.2020	00.00.0	236.413	237.618	238.69	89.673	110.637	143.855	11.526	18.239	11.452	11.998	35.865	16.075	12.587	17.13	3.854	45589.969	47970.629	14924.35	0.95
16.10.2020	10.00.0	236.45	237.715	238.718	93.306	114.156	142.826	11.694	18.289	11.618	12.856	35.21	16.772	13.173	18.205	3.848	46557.984	48640.523	14080.291	0.957
16.10.2020	20.00.0	236.635	237.985	238.853	93.354	110.6	134.619	11.501	17.125	11.215	12.734	35.688	15.993	12.27	16.998	3.848	45124.438	46785.684	12356.59	0.964
16.10.2020	30.00.0	236.676	237.962	238.888	91.014	112.412	135.347	11.721	16.853	10.675	12.274	35.148	15.112	11.931	16.482	3.851	45231.211	46993.902	12750.069	0.962
16.10.2020	40.00.0	236.727	237.947	238.883	92.132	105.66	133.258	11.327	16.564	11.195	12.319	36.236	15.043	11.754	16.286	3.858	44216.953	45925.758	12411.142	0.963
16.10.2020	50.00.0	236.759	238.016	238.947	90.237	106.856	133.426	11.439	16.908	11.126	12.252	36.272	15.029	11.814	16.097	3.863	43980.031	45711.156	12460.609	0.962
16.10.2020	00.00.0	236.742	238.043	238.908	98.722	111.255	133.283	11.743	16.526	11.196	12.635	35.381	16.084	12.377	16.7	3.881	46126.016	47428.723	11039.67	0.973
16.10.2020	10.00.0	236.536	237.954	238.821	94.072	116.943	133.89	12.113	17.171	10.453	12.358	34.055	15.919	12.156	16.42	3.871	46191.094	47706.043	11926.829	0.968
16.10.2020	20.00.0	236.662	237.965	238.868	91.346	110.531	133.016	11.674	17.369	11.04	12.312	35.501	15.63	12.128	16.252	3.869	44781.789	46416.527	12210.063	0.965
16.10.2020	30.00.0	236.687	237.942	238.914	89.31	106.216	135.281	11.414	17.657	10.753	11.773	36.359	15.527	11.354	15.816	3.862	44118.703	45972.691	12923.952	0.96
16.10.2020	40.00.0	236.348	237.614	238.542	93.344	104.818	132.652	11.325	16.293	10.845	11.792	36.559	15.009	11.13	15.534	3.85	44246.941	45710.66	11474.861	0.968
16.10.2020	50.00.0	236.126	237.459	238.373	83.569	107.062	128.834	11.535	18.159	10.483	11.962	35.869	14.929	11.161	15.3	3.858	42516.34	44292.613	12417.582	0.96
16.10.2020	00.00.0	236.017	237.391	238.203	90.414	107.047	129.119	11.527	16.345	10.29	11.71	35.791	14.582	10.956	15.015	3.847	43686.453	45104.195	11219.726	0.969
16.10.2020	10.00.0	236.031	237.382	238.216	84.983	104.854	125.323	11.39	16.537	10.665	12.08	36.275	14.678	11.119	15.028	3.846	42045.355	43624.742	11632.116	0.964
16.10.2020	20.00.0	236.02	237.242	238.177	91.404	105.631	135.058	11.348	16.985	11.065	11.736	36.447	15.304	11.616	15.741	3.848	44154.617	45951.539	12724.533	0.961
16.10.2020	30.00.0	235.945	237.728	238.101	86.465	112.276	132.476	11.276	18.89	11.926	13.483	36.862	16.048	12.281	16.765	3.861	41992.313	43631.266	11846.223	0.962
16.10.2020	40.00.0	235.839	237.154	237.96	91.621	105.373	130.491	11.413	17.765	11.743	12.931	36.459	16.023	12.288	16.733	3.871	43625.645	45210.91	11867.171	0.965
16.10.2020	50.00.0	235.715	237.062	237.812	89.636	108.18	128.119	11.578	18.448	11.433	13.083	35.785	16.089	12.287	16.618	3.864	43380.156	44949.648	11774.257	0.965
16.10.2020	00.00.0	235.578	236.921	237.842	92.958	122.159	132.535	12.403	17.981	10.52	11.205	33.185	16.493	12.78	16.873	3.875	48502.152	50888.852	15401.838	

16.10.2020	10:00.0	230.768	232.298	233.027	155.636	179.235	174.163	13.561	13.399	10.661	12.786	30.306	20.668	19	22.088	3.906	67306.531	68249.766	11307.591	0.986
16.10.2020	20:00.0	230.018	231.254	232.292	155.491	175.034	196.694	13.085	14.424	12.314	12.699	32.152	21.196	21.39	24.778	3.969	69308.047	70610.375	13498.863	0.982
16.10.2020	30:00.0	229.916	231.255	232.197	156.174	167.967	188.725	13.688	14.035	12.678	13.056	33.155	21.425	21.124	24.431	3.959	67208.305	68278.813	12065.574	0.984
16.10.2020	40:00.0	230.057	231.505	232.683	153.349	176.678	192.204	13.235	14.046	10.749	12.204	31.149	21.187	18.881	23.281	3.908	68613.133	69807.102	12855.694	0.983
16.10.2020	50:00.0	229.773	231.627	232.517	148.707	177.489	198.355	13.323	15.124	10.808	12.117	31.224	22.334	20.071	23.857	3.917	68837.914	70360.391	14557.686	0.978
16.10.2020	00:00.0	230.142	231.689	232.791	163.574	190.379	211.357	14.062	14.787	10.726	12.219	29.569	22.945	20.311	25.632	3.962	74433.148	75890.336	14790.252	0.981
16.10.2020	10:00.0	229.387	230.918	231.947	171.491	183.58	211.27	13.627	13.746	11.018	12.047	30.346	23.345	20.102	25.263	3.943	74384.031	75621.977	13627.163	0.984
16.10.2020	20:00.0	229.202	230.578	232.017	173.276	202.51	234.108	14.41	10.442	11.404	12.442	28.275	24.705	21.031	26.51	3.983	79808.008	81669.547	17337.736	0.977
16.10.2020	30:00.0	229.139	230.319	231.651	180.016	188.784	229.627	13.852	15.872	12.825	13.203	31.076	28.208	24.013	30.051	4.083	78145.406	79863.898	16478.404	0.978
16.10.2020	40:00.0	229.053	230.094	231.474	182.215	193.895	242.736	14.098	14.864	11.608	11.67	30.373	26.782	22.355	28.13	4.071	80773.172	82797.859	18198.371	0.976
16.10.2020	50:00.0	229.065	229.993	231.322	197.18	195.417	249.1	14.197	13.057	11.209	10.931	29.84	25.523	21.766	27.065	4.034	83825.992	85672.117	17689.393	0.978
16.10.2020	00:00.0	228.577	229.533	230.967	203.376	216.112	263.323	15.162	12.338	9.501	9.763	26.559	24.58	20.439	25.584	3.942	88508.344	90764.68	20112.195	0.973
16.10.2020	10:00.0	228.358	229.323	230.774	191.355	202.03	247.658	14.658	14.658	9.66	10.278	28.101	24.58	19.424	25.319	3.962	83089.578	85377.57	19632.93	0.975
16.10.2020	20:00.0	228.238	229.153	230.573	196.889	212.604	256.466	15.341	12.883	9.273	10.242	26.741	25.154	19.629	26.128	3.941	86379.781	88636.445	19873.434	0.975
16.10.2020	30:00.0	228.393	229.365	230.794	194.8	219.702	259.803	15.859	12.935	9.22	9.895	25.776	24.986	20.168	25.538	3.938	87268.828	89876.484	21516.98	0.971
16.10.2020	40:00.0	228.478	229.42	231	183.557	194.734	231.287	14.16	15.46	12.284	12.04	30.377	28.041	23.741	29.373	4.083	80864.148	83304.081	20017.367	0.971
16.10.2020	50:00.0	228.183	229.389	230.809	175.231	196.893	231.324	14.397	15.378	11.546	12.122	29.438	26.63	22.581	27.836	4.04	78312.414	80332.898	17903.617	0.975
16.10.2020	00:00.0	228.224	229.274	230.694	169.889	191.298	221.355	14.095	17.818	13.376	14.32	30.906	29.692	25.36	31.735	4.135	75382.063	77408.258	17594.982	0.974
16.10.2020	10:00.0	228.309	229.328	230.778	188.85	207.925	241.963	15.153	15.756	11.868	12.934	28.44	29.389	24.503	31.035	4.122	82634.055	84929.234	19610.924	0.973
16.10.2020	20:00.0	228.066	229.256	230.686	189.251	208.636	242.601	15.205	15.809	11.325	12.628	28.162	29.548	23.475	30.39	4.099	82828.93	85146.289	19729.658	0.973
16.10.2020	30:00.0	227.929	229.238	230.524	199.221	219.275	250.691	15.896	14.672	10.712	12.164	26.638	28.916	23.353	30.269	4.071	86380.945	88864.086	20860.443	0.972
16.10.2020	40:00.0	227.948	229.155	230.505	184.411	203.805	238.039	14.876	15.219	11.387	12.523	28.522	27.74	23.056	29.575	4.056	80965.978	83220.695	19225.293	0.973
16.10.2020	50:00.0	227.937	229.105	230.403	176.666	191.422	226.776	14.067	15.914	12.071	12.795	30.588	27.128	22.937	28.776	4.088	76416.094	78557.398	18216.645	0.973
16.10.2020	00:00.0	228.42	229.547	231.038	174.67	193.473	231.287	14.193	17.629	13.301	13.915	31.127	30.317	25.507	31.871	4.191	77432.906	79875.695	19602.838	0.969
16.10.2020	10:00.0	228.42	229.547	231.038	174.67	193.473	231.287	14.193	17.629	13.301	13.915	31.127	30.317	25.507	31.871	4.191	77432.906	79875.695	19602.838	0.969
16.10.2020	20:00.0	230.568	231.855	233.046	183.09	206.641	232.825	15.182	16.105	12.084	13.507	28.934	29.104	24.788	31.159	4.196	80734.906	83533.406	21440.725	0.966
16.10.2020	30:00.0	230.137	231.417	232.674	173.878	207.118	230.073	14.854	16.78	12.192	13.799	29.629	24.344	24.888	30.487	4.195	77583.664	80104.938	19939.299	0.964
16.10.2020	40:00.0	229.946	231.127	232.641	173.027	200.711	228.926	14.767	16.691	12.05	13.037	29.6	28.478	24.009	29.591	4.166	77937.117	80847.125	21495.668	0.964
16.10.2020	50:00.0	230.39	231.578	232.945	174.798	197.715	234.593	14.514	17.051	12.69	13.138	30.488	29.372	24.888	30.554	4.206	78825.898	81660.305	21327.982	0.965
16.10.2020	00:00.0	230.876	231.775	233.068	173.245	194.333	233.828	14.268	18.213	12.352	13.552	31.01	31.034	24.156	31.397	4.199	78409.406	81015.836	20384.582	0.966
16.10.2020	10:00.0	231.08	232.075	233.567	171.133	191.931	228.093	14.157	16.723	11.796	12.401	30.733	28.219	22.483	28.066	4.132	76965.703	79679.797	20619.162	0.966
16.10.2020	20:00.0	231.115	232.331	233.71	177.543	194.908	228.113	14.409	17.471	12.775	13.48	30.795	30.039	24.696	30.471	4.214	78449.414	80828.906	19467.961	0.971
16.10.2020	30:00.0	231.219	232.481	233.827	177.127	197.127	228.557	14.889	16.954	12.283	13.851	29.62	29.602	24.632	31.353	4.204	79419.438	81786.875	19535.74	0.971
16.10.2020	40:00.0	231.383	232.633	234.104	163.544	199.931	222.667	14.747	17.676	11.781	13.245	29.577	28.658	23.39	29.232	4.157	76596.75	79259.266	20370.777	0.966
16.10.2020	50:00.0	231.725	232.747	234.449	156.563	189.614	221.506	14.032	18.741	12.458	13.373	31.345	28.83	23.439	29.356	4.169	73941.008	76913.305	21175.072	0.961
16.10.2020	00:00.0	232.774	233.412	234.941	169.287	197.394	228.138	14.568	17.515	12.223	13.405	30.242	29.199	23.947	29.518	4.191	77941.266	80588.156	20484.391	0.967
16.10.2020	10:00.0	232.252	233.289	234.853	169.118	194.811	233.717	14.337	17.699	12.587	12.648	29.167	29.467	24.648	29.776	4.227	78452.555	81066.484	20419.877	0.968
16.10.2020	20:00.0	232.086	233.161	234.711	159.083	189.138	217.793	14.048	18.628	12.855	13.797	31.379	29.124	24.113	29.762	4.178	73871.289	76678.875	20559.24	0.963
16.10.2020	30:00.0	230.868	231.985	233.59	160.25	192.717	226.764	14.207	18.087	12.438	13.106	31.526.688	28.514	23.785	29.463	4.136	75266.688	78350.203	20844.033	0.964
16.10.2020	40:00.0	229.15	230.262	231.78	156.47	190.668	213.068	14.147	17.558	12.018	13.451	30.643	27.051	22.749	28.4	4.092	72444.203	74972.328	19305.09	0.966
16.10.2020	50:00.0	228.784	229.996	231.466	169.693	201.428	225.293	14.804	17.164	12.146	13.556	29.08	28.701	24.286	30.261	4.109	77419.758	79609.438	18543.027	0.972
16.10.2020	00:00.0	228.31	229.401	230.897	160.565	185.842	208.368	13.855	18.757	13.72	15.39	31.42	29.594	25.26	31.691	4.125	71503.547	73697.047	17846.506	0.97
16.10.2020	10:00.0	227.981	229.001	230.41	175.286	187.382	216.708	13.936	16.785	13.408	14.519	31.168	29.009	24.899	31.134	4.119	74950.766	76805.563	16779.516	0.976
16.10.2020	20:00.0	227.703	228.927	230.194	189.098	199.399	221.605	14.769	16.225	14.234	15.375	29.876	30.278	28.097	33.672	4.203	78950.234	80600.031	16224.231	0.98
16.10.2020	30:00.0	227.775	228.868	230.288	177.013	193.095	211.749	14.282	15.817	12.263	13.586	29.882	27.649	23.503	29.848	4.063	76674.906	78407.953	16394.109	0.978
16.10.2020	40:00.0	227.914	228.979	230.409	162.02	183.288	215.765	13.608	17.196	11.99	13.472	31.242	27.745	21.819	28.804	4.029	72667.578	74620.711	16960.939	0.974
16.10.2020	50:00.0	227.813	228.861	230.195	165.601	185.109	218.001	13.727	16.972	12.071	13.212	31.091	27.051	22.182	28.551	4.047	73506.773	75620.443	17349.443	0.973
16.10.2020	00:00.0	227.883	228.95	230.361	165.019	175.76	210.677	13.15	17.981	12.865	14.109	32.767	28.395	22.424	29.428	4.064	71252.406	73130.594	16467.486	0.974
16.10.2020	10:00.0	227.866	228.95	230.267	182.688	187.737	215.833	13.922	15.732	11.101	12.431	30.443	28.195	20.712	27.855	4.027	76816.938</			

16.10.2020	40:00:0	229.719	231.102	232.231	147.828	180.371	223.606	15.049	16.088	11.729	11.165	27.433	23.476	21.01	24.809	3.958	71799.516	74545.938	20008.094	0.963
16.10.2020	50:00:0	229.884	230.663	231.884	135.941	172.479	220.159	14.515	16.723	12.222	10.661	28.42	22.415	20.802	24.173	3.944	67922.406	71519.367	22395.67	0.95
16.10.2020	00:00:0	228.986	230.443	231.633	182.569	182.265	231.1	15.496	16.19	11.147	10.661	26.213	22.779	20.19	24.496	3.908	71743.641	75258.43	22730.639	0.953
16.10.2020	10:00:0	229.513	231.074	232.147	145.182	182.58	228.789	15.546	15.892	10.724	10.377	25.951	22.78	19.467	23.612	3.884	72279.57	75301.563	21118.447	0.96
16.10.2020	20:00:0	230.47	232.165	233.092	140.948	178.859	225.42	15.297	15.906	10.811	10.171	26.491	22.135	19.223	22.806	3.895	70966.461	74225.672	21753.418	0.956
16.10.2020	30:00:0	230.325	232.117	233.006	138.184	179.198	227.924	15.3	16.191	10.566	9.945	26.452	22.08	18.828	22.554	3.891	70795.612	74386.094	22831.193	0.952
16.10.2020	40:00:0	229.729	231.304	232.127	146.793	172.95	229.87	14.849	14.224	10.901	9.386	27.138	20.667	18.74	21.479	3.866	71234.844	74454.758	21658.904	0.957
16.10.2020	50:00:0	229.896	231.442	232.199	140.214	172.167	227.497	14.852	14.204	10.511	9.261	27.017	19.713	17.995	20.516	3.851	69338.141	72422.789	20911.295	0.957
16.10.2020	00:00:0	229.896	231.51	232.343	128.827	153.497	206.985	13.64	15.306	11.503	9.927	29.573	19.484	20.443	20.543	3.851	63023.301	66529.75	21313.631	0.947
16.10.2020	10:00:0	229.87	231.519	232.349	125.2	154.951	199.126	13.817	16.292	11.211	10.506	29.029	17.262	20.802	20.802	3.825	62100.516	65008.539	19225.92	0.955
16.10.2020	20:00:0	229.926	231.549	232.317	137.019	162.288	205.026	14.322	14.707	10.323	10.026	27.812	19.933	16.663	20.451	3.813	65807.125	68100.07	17522.611	0.966
16.10.2020	30:00:0	230.088	231.713	232.473	134.465	170.678	204.134	14.204	15.992	10.855	10.571	28.241	21.227	17.339	21.456	3.835	65091.508	67590.172	18207.895	0.963
16.10.2020	40:00:0	230.055	231.876	232.329	159.672	168.424	170.234	15.453	13.922	9.92	11.118	25.835	22.013	17.612	21.163	3.844	70869.961	72130.977	13428.561	0.983
16.10.2020	50:00:0	230.307	232.033	232.59	150.439	170.234	202.303	14.838	14.169	10.643	10.569	26.923	21.1	17.212	21.261	3.835	68600.156	70353.164	15607.247	0.975
16.10.2020	00:00:0	230.367	232.022	232.745	158.935	170.916	218.848	14.769	13.825	10.4	10.009	27.131	21.748	17.678	21.792	3.844	71968.359	73999.383	17218.107	0.973
16.10.2020	10:00:0	230.56	232.268	232.998	150.315	170.15	210.627	14.789	13.981	10.214	9.963	27.17	20.808	17.289	20.878	3.832	69774.57	71723.094	16604.574	0.973
16.10.2020	20:00:0	230.945	232.738	233.467	138.886	165.516	199.466	14.523	14.645	10.293	10.367	27.484	20.12	16.946	20.565	3.825	66236.156	68269.859	16539.209	0.97
16.10.2020	30:00:0	230.971	232.779	233.568	133.452	168.077	198.501	14.691	15.518	9.996	10.532	27.057	16.717	20.788	20.788	3.814	65601.234	67836.922	17272.127	0.967
16.10.2020	40:00:0	231.135	232.943	233.67	137.544	174.415	207.267	15.091	14.559	9.457	9.693	26.281	19.81	16.421	19.994	3.814	68187.602	70557.961	18134.971	0.966
16.10.2020	50:00:0	231.344	233.189	233.896	137.135	169.297	199.156	14.817	14.434	9.728	10.174	26.857	19.584	16.39	20.154	3.82	66477.633	68599.344	16929.098	0.969
16.10.2020	00:00:0	231.707	233.293	234.183	125.271	148.782	193.349	13.446	16.189	11.298	10.476	30.01	20.012	16.702	20.141	3.837	60974.352	63833.199	18889.313	0.955
16.10.2020	10:00:0	231.635	233.281	233.921	131.013	145.066	185.813	13.236	15.228	10.72	10.364	30.186	19.716	15.461	19.151	3.797	60620.23	62733.203	16144.423	0.966
16.10.2020	20:00:0	231.794	233.541	234.258	124.135	154.911	188.828	13.91	15.125	9.909	10.006	28.575	19.305	15.273	18.797	3.796	62220.418	64357.672	16447.783	0.967
16.10.2020	30:00:0	231.963	233.66	234.441	122.819	148.169	181.669	13.702	15.511	9.873	10.22	28.987	18.819	14.845	18.72	3.788	62092.422	62455.418	16294.273	0.965
16.10.2020	40:00:0	232.244	233.916	234.658	123.928	143.756	175.588	13.242	15.135	10.188	10.577	30.011	18.538	14.569	18.465	3.778	58547.07	60331.035	14562.779	0.97
16.10.2020	00:00:0	232.472	234.187	235.008	121.959	144.114	177.406	13.529	15.317	9.789	10.353	29.357	18.459	14.429	18.266	3.784	59148.758	61052.574	15127.511	0.969
16.10.2020	10:00:0	232.874	234.527	235.25	123.979	144.779	170.962	13.336	15.089	9.822	10.607	29.91	18.492	14.293	18.03	3.794	58266.566	59894.031	13867.31	0.973
16.10.2020	20:00:0	232.671	234.159	234.967	127.75	139.734	174.411	12.963	15.485	11.21	10.953	31.11	19.47	15.565	18.985	3.821	58321.363	60085.18	14451.561	0.971
16.10.2020	30:00:0	231.839	233.173	234.107	127.163	141.7	179.308	13.071	15.32	10.951	10.586	30.742	19.251	15.424	18.873	3.812	59029.93	60850.703	14774.149	0.97
16.10.2020	40:00:0	232.493	234.063	234.921	122.734	141.728	171.18	13.123	15.423	11.057	11.198	30.635	18.702	15.574	19.046	3.815	57941.41	59278.25	14244.192	0.971
16.10.2020	50:00:0	232.703	234.271	235.153	126.495	147.709	175.681	13.528	15.183	10.349	10.987	29.657	18.983	15.203	19.184	3.819	59575.25	61234.527	14158.377	0.973
16.10.2020	00:00:0	233.111	234.701	235.597	115.077	144.578	169.995	13.379	16.118	10.548	11.199	30.028	18.305	15.165	18.848	3.82	56782.785	58675.996	14784.714	0.968
16.10.2020	10:00:0	233.071	234.555	235.429	132.732	149.177	180.516	13.595	13.973	10.13	10.228	29.4	17.589	15.094	18.363	3.808	61462.774	62985.848	13767.52	0.976
16.10.2020	20:00:0	232.839	234.178	235.199	118.839	132.724	170.085	12.524	14.932	10.932	10.438	32.115	14.422	17.654	17.654	3.798	55590.086	57572.695	14978.572	0.966
16.10.2020	30:00:0	231.869	233.209	234.2	119.027	135.128	170.159	12.665	14.135	10.637	10.31	31.431	16.652	14.291	17.147	3.767	55720.977	57553.602	14407.979	0.968
16.10.2020	40:00:0	232.02	233.418	234.383	113.235	128.449	160.282	12.778	14.238	10.876	10.379	32.478	15.955	13.887	16.544	3.76	52929.906	54615.168	13462.587	0.969
16.10.2020	50:00:0	232.002	233.421	234.404	110.604	135.786	164.123	12.776	14.616	10.597	10.4	31.116	15.999	14.308	16.973	3.766	54016.086	55867.918	14264.867	0.967
17.10.2020	00:00:0	232.194	233.761	234.641	106.701	141.438	157.998	13.205	14.921	10.148	10.884	29.98	15.739	14.279	17.091	3.764	53434.328	55251.055	14051.742	0.967
17.10.2020	10:00:0	232.319	233.827	234.789	107.19	143.425	165.45	13.303	14.703	9.999	10.478	29.769	15.583	14.268	17.14	3.768	54673.121	56820.184	15472.017	0.962
17.10.2020	20:00:0	232.569	234.044	234.983	108.833	141.445	165.251	13.353	13.922	9.953	10.917	29.932	14.897	13.977	16.719	3.801	54683.273	56667.426	14863.94	0.965
17.10.2020	30:00:0	232.733	234.076	235.014	116.44	132.868	163.175	12.831	13.39	10.847	10.495	31.6	15.447	14.326	17.028	3.836	54505.484	56107.609	13312.247	0.971
17.10.2020	40:00:0	232.916	234.303	235.165	117.202	131.416	156.657	12.504	13.164	10.449	10.467	31.797	15.29	13.655	16.303	3.758	53707.945	55081.723	12225.084	0.975
17.10.2020	50:00:0	232.848	234.256	235.153	106.554	129.42	149.746	12.465	14.25	10.486	10.919	31.869	15.026	13.529	16.249	3.753	51072.309	52572.816	12470.773	0.971
17.10.2020	00:00:0	232.924	234.331	235.283	102.197	131.367	149.439	12.611	15.13	10.568	11.258	31.517	15.281	13.804	16.714	3.76	50546.523	52252.07	13241.161	0.967
17.10.2020	10:00:0	232.925	234.32	235.293	101.76	132.436	146.742	12.723	14.861	10.513	11.09	31.216	14.951	13.373	16.17	3.761	50319.871	51963.855	12967.389	0.968
17.10.2020	20:00:0	233.144	234.467	235.476	99.29	126.42	149.273	12.349	15.425	10.73	11.028	32.466	15.128	13.487	16.358	3.781	49335.164	51286.719	14013.182	0.962
17.10.2020	30:00:0	233.216	234.508	235.551	93.646	118.783	148.64	11.837	16.882	12.155	11.475	34.24	15.573	14.331	16.94	3.799	47118.703	49599.168	15488.867	0.95
17.10.2020	40:00:0	233.201	234.425	235.378	103.752	119.295	148.825	11.836	15.369	12.049	11.445	34.124	15.753	14.269	16.917	3.787	48986.672	50790.449	13415.506	0.964
17.10.2020	50:00:0	233.113	234.443	235.421	94.091	119.722	143.405	11.934	16.002	11.082	11.275	33.606	14.899	13.186	16.062	3.767	47003.445	48907.719	13514.49	0.961

17.10.2020	10.000	232.715	234.103	234.885	102.669	126.092	136.206	12.397	14.808	10.509	12.429	32.053	15.037	13.177	16.797	3.752	48312.664	49520.453	10870.218	0.976
17.10.2020	20.000	233.003	234.558	235.053	99.825	114.458	136.215	11.621	15.708	11.848	12.647	34.613	15.405	13.465	17.09	3.752	46217.168	47594.332	11366.343	0.971
17.10.2020	30.000	233.016	234.094	234.879	98.831	109.453	133.519	11.249	15.345	12.081	12.394	35.834	14.989	13.126	16.421	3.756	44978.667	46472.715	11688.228	0.968
17.10.2020	40.000	232.957	234.196	235.054	98.383	111.359	138.32	11.389	16.38	12.228	12.3	35.437	15.578	13.514	16.884	3.767	45460.648	47173.828	12597.6	0.964
17.10.2020	50.000	233.247	234.621	235.412	91.758	114.653	141.623	11.657	16.999	11.741	12.731	34.495	13.367	17.024	17.528	3.765	44911.406	46657.98	12646.455	0.963
17.10.2020	00.000	233.313	234.652	235.455	95.456	115.471	136.363	11.723	16.287	11.746	12.685	34.33	15.343	13.467	17.154	3.771	45833.444	47375.277	11986.472	0.967
17.10.2020	10.000	233.161	234.512	235.38	98.09	125.515	142.445	12.372	16.229	11.218	12.561	32.361	15.711	13.991	17.751	3.777	48289.656	49926.941	12681.031	0.967
17.10.2020	20.000	233.294	234.844	235.639	102.87	125.252	154.27	12.258	16.168	12.02	12.009	32.906	16.417	14.947	18.392	3.799	50342.945	52375.688	14449.932	0.961
17.10.2020	30.000	233.465	234.913	235.848	98.836	124.358	151.507	11.952	17.401	13.339	12.913	34.037	16.942	16.044	19.401	3.817	48511.762	51018.602	15795.786	0.951
17.10.2020	40.000	233.52	235	236.129	100.67	144.177	175.142	12.709	18.128	11.523	11.576	31.827	17.955	16.503	20.138	3.824	54781.445	58138.426	19469.709	0.942
17.10.2020	50.000	233.799	235.234	236.182	104.551	139.139	154.166	11.248	18.015	12.094	13.356	36.547	18.534	16.704	20.408	3.822	52613.063	54492.293	14187.152	0.966
17.10.2020	00.000	233.359	235.026	235.916	99.596	129.124	142.566	10.481	19.352	12.802	15.133	39.563	18.92	16.394	21.329	3.811	49089.492	50741.191	12840.953	0.967
17.10.2020	10.000	233.518	234.927	235.718	105.163	120.147	142.669	9.976	18.79	14.881	16.488	42.207	19.419	17.217	21.84	3.829	47634.063	48774.305	10484.7	0.977
17.10.2020	20.000	233.763	235.107	235.745	111.214	113.107	126.185	9.609	16.851	15.234	16.899	44.233	18.479	17.032	21.023	3.833	46608	47447.063	8883.589	0.982
17.10.2020	30.000	233.216	234.607	235.457	114.986	133.305	143.605	10.791	18.021	14.772	16.81	39.128	21.049	19.478	23.803	3.889	51835.133	53127.434	11646.594	0.976
17.10.2020	40.000	233.318	234.794	235.617	107.478	127.654	140.883	10.395	19.012	14.559	16.581	38.32	20.068	18.39	23.04	3.841	49612.531	51048.07	12020.908	0.972
17.10.2020	50.000	233.115	234.541	235.369	124.351	138.579	154.13	11.055	16.339	13.573	15.22	37.44	20.047	18.636	23.188	3.836	55432.207	56528.711	11079.958	0.981
17.10.2020	00.000	232.73	234.217	235.146	116.18	135.591	154.567	10.81	17.425	14.302	15.202	38.627	19.94	19.167	23.226	3.853	53705.141	55108.664	12358.098	0.975
17.10.2020	10.000	232.771	234.248	234.993	127.952	139.639	158.488	11.1	15.96	13.994	14.585	37.575	20.162	19.351	22.869	3.864	56461.984	57673.578	11759.508	0.979
17.10.2020	20.000	232.615	234.124	234.925	125.964	152.412	164.119	11.903	16.407	13.136	14.116	34.796	20.389	19.849	22.935	3.876	58557.82	59981.43	12990.517	0.976
17.10.2020	30.000	233.268	234.805	235.497	136.427	152.628	165.508	11.98	15.092	13.249	14.166	34.788	20.349	20.044	23.205	3.901	60471.52	61587.551	11671.408	0.982
17.10.2020	40.000	232.607	234.351	235.052	139.578	168.026	175.032	12.949	14.736	11.951	13.553	31.741	20.339	19.936	23.499	3.888	64057.027	65387.328	13122.501	0.98
17.10.2020	50.000	231.547	233.16	233.869	161.702	184.133	180.512	13.328	15.204	12.134	13.462	29.89	22.176	26.057	24.154	3.917	65776.359	67422.359	14806.901	0.982
17.10.2020	00.000	231.518	232.999	233.809	158.886	184.592	184.592	13.847	15.763	12.454	12.919	30.245	24.42	22.81	26.392	3.982	72199.352	73822.047	15393.123	0.978
17.10.2020	10.000	232.329	234.298	235.608	146.019	177.087	187.222	13.619	15.575	11.119	12.61	31.467	22.461	19.691	23.417	4.029	67394.234	69169.797	15571.711	0.974
17.10.2020	20.000	232.853	233.668	234.987	165.624	195.97	218.268	14.581	14.437	10.472	11.28	28.628	23.657	20.408	24.46	3.989	76128.531	78571.203	19439.168	0.969
17.10.2020	30.000	232.754	233.536	234.93	161.654	184.733	206.36	13.91	16.219	12.344	13.464	30.734	25.87	22.628	27.326	4.059	72544.203	74828.594	18348.229	0.969
17.10.2020	40.000	232.624	233.313	234.695	175.626	184.935	216.805	13.867	14.85	12.024	12.439	30.675	25.789	22.061	26.755	4.039	75579.775	78004.383	19442.201	0.968
17.10.2020	50.000	232.332	233.048	234.337	166.961	183.425	203.245	13.18	14.325	12.318	12.209	32.668	21.203	21.203	24.626	4.014	71298.844	73375.398	17332.721	0.972
17.10.2020	00.000	232.115	233.073	234.407	176.417	189.479	218.009	14.177	14.745	11.979	12.35	30.096	25.726	22.533	26.715	4.059	76382.125	78790.117	19330.104	0.969
17.10.2020	10.000	232.387	233.484	234.552	158.731	182.586	194.787	13.858	14.789	11.611	12.581	30.670	23.216	21.056	24.309	4.027	70485.656	72284.672	16026.418	0.975
17.10.2020	20.000	232.302	233.402	234.502	162.613	189.199	197.245	14.314	14.777	11.529	12.581	29.748	24.079	21.853	25.523	4.056	72086.922	74005.906	16743.631	0.974
17.10.2020	30.000	232.338	233.377	234.721	150.024	182.551	196.031	13.817	16.79	11.723	12.949	30.723	24.832	21.253	25.169	4.03	69427.055	71582.453	17433.639	0.97
17.10.2020	40.000	232.574	233.743	234.862	154.327	184.527	184.527	13.328	16.776	12.872	14.033	32.449	25.525	22.153	25.638	4.061	67574.891	69124.219	14553.072	0.978
17.10.2020	50.000	232.566	233.704	234.78	156.87	171.611	182.855	13.235	16.672	13.221	14.582	32.853	25.791	22.49	26.379	4.1	67378.078	68826.164	14004.082	0.979
17.10.2020	00.000	232.056	233.302	234.915	152.682	168.967	178.252	13.151	15.335	11.344	13.109	32.279	23.137	19.043	23.164	4.009	65654.133	67425.227	15352.383	0.974
17.10.2020	10.000	232.118	233.265	234.366	154.824	179.974	175.101	13.468	15.484	11.427	14.004	30.317	23.668	19.938	24.272	3.984	67558.594	69275.984	15390.319	0.975
17.10.2020	20.000	232.077	233.003	234.275	149.829	162.829	177.107	12.664	16.77	12.2	14.181	33.214	24.773	19.716	24.862	3.959	64231.777	65933.008	14880.872	0.974
17.10.2020	30.000	232.511	233.479	234.588	149.085	157.518	171.671	12.355	16.867	13.084	14.695	34.222	24.788	20.432	24.953	3.966	62631.215	64471.895	15295.624	0.971
17.10.2020	40.000	233.117	233.903	235.134	147.045	160.941	181.458	12.478	15.782	12.47	12.818	34.031	22.916	19.912	23.065	3.986	64339.957	66196.953	15569.415	0.972
17.10.2020	50.000	232.964	234.04	235.048	145.985	165.174	173.359	12.841	16.149	11.858	13.586	32.757	23.266	19.447	23.332	3.966	63615.663	65448.828	15382.104	0.972
17.10.2020	00.000	232.823	234.116	235.043	147.651	154.798	169.775	12.337	15.828	12.058	13.533	34.931	23.076	18.529	22.763	4	62213.98	63810.098	14182.699	0.975
17.10.2020	10.000	232.684	234.915	235.682	168.967	178.252	178.252	13.151	15.335	11.344	13.109	32.279	23.137	19.043	23.164	4.009	65654.133	67425.227	15352.383	0.974
17.10.2020	20.000	232.771	233.647	234.676	161.165	161.162	180.904	14.061	13.572	12.21	12.528	29.939	21.803	19.53	22.482	4.006	66329.375	67425.227	15352.383	0.977
17.10.2020	30.000	232.741	233.857	234.87	145.517	149.335	168.063	13.929	15.51	12.824	14.335	30.514	22.928	18.992	23.843	4.038	61172.875	62466.016	12644.455	0.979
17.10.2020	40.000	232.711	233.906	234.916	150.566	160.17	175.13	14.578	17.148	13.219	15.907	29.296	25.441	20.987	27.507	4.073	63988.188	65588.813	14401.523	0.976
17.10.2020	50.000	233.111	233.879	235.118	145.087	167.742	167.742	14.914	18.904	13.341	16.069	28.758	26.943	22.779	29.159	4.098	65097.516	67157.445	16505.625	0.969
17.10.2020	00.000	233.349	234.362	235.532	135.835	157.651	178.578	14.226	19.846	13.498	16.054	30.085	26.434	21.086	28.302	4.082	62265.906	64184.164	15574.465	0.97
17.10.2020	10.000	233.344	234.096	235.406	153.337	157.406	190.215	14.194	16.88	13.601	14.546	30.309	25.35	21.211	27.375	4.09	65772.828	67815.188	16517.686	0.97
17.10.2020	2																			

17.10.2020	40.000	234.329	235.978	236.648	133.53	155.635	154.886	14.453	18.564	12.429	16.325	29.295	24.948	4.038	59004.641	60459.734	13184.535	0.976
17.10.2020	50.000	234.511	235.969	236.747	133.088	144.848	159.901	13.636	19.128	13.348	15.458	31.278	24.422	4.042	57857.432	59252.008	12779.614	0.976
17.10.2020	00.000	234.389	235.994	236.52	133.688	159.41	159.41	14.16	17.363	12.783	15.222	29.908	23.984	4.031	59870.406	61176.242	15772.458	0.979
17.10.2020	10.000	234.555	236.05	236.642	136.58	150.856	160.483	14.068	17.461	13.159	15.006	30.173	23.485	4.037	59705.051	60960.367	12307.451	0.979
17.10.2020	20.000	234.52	236.068	236.598	141.177	154.365	143.36	16.039	12.413	14.781	17.013	23.358	4.014	4.037	60483.883	61867.324	13010.221	0.978
17.10.2020	30.000	235.291	236.8	237.334	134.603	150.7	154.989	14.127	16.85	12.577	15.527	29.937	23.775	4.025	58801.164	60062.324	12714.758	0.979
17.10.2020	40.000	234.902	236.577	236.988	140.484	154.749	159.608	14.38	15.849	11.575	14.573	29.106	23.011	3.993	60750.977	61927.723	11989.265	0.981
17.10.2020	50.000	234.859	236.359	236.997	133.156	144.741	161.506	13.67	16.7	12.429	14.078	30.717	22.509	3.986	58813.141	61340.813	11340.813	0.982
17.10.2020	00.000	235.002	236.456	237.059	133.752	143.267	162.291	13.567	16.627	12.291	13.819	31.055	22.242	3.995	58847.781	59891.996	11135.079	0.983
17.10.2020	10.000	233.979	235.486	236.01	136.528	145.598	160.71	13.751	16.332	12.041	14.288	30.412	21.999	3.973	59195.234	60153.277	10693.046	0.984
17.10.2020	20.000	233.948	235.394	236.064	133.973	142.789	159.683	13.539	16.847	12.774	14.268	31.034	22.55	3.984	57799.078	58881.992	11240.801	0.982
17.10.2020	30.000	234.048	235.532	236.239	138.705	153.137	163.653	14.264	16.193	11.774	14.559	29.367	22.165	3.993	60912.188	61906.34	11049.894	0.985
17.10.2020	40.000	233.997	235.39	236.004	141.995	143.476	165.977	13.593	15.434	12.467	14.324	30.655	23.529	3.956	60448.184	61358.355	10529.258	0.984
17.10.2020	50.000	233.841	235.201	235.791	138.194	137.682	163.833	13.496	16.045	13.894	14.733	31.878	23.874	3.978	58613.055	59717.672	11432.854	0.982
17.10.2020	00.000	233.919	235.173	235.811	133.46	134.553	157.599	13.017	16.563	13.961	14.885	32.456	23.197	3.987	56740.922	57758.879	10796.116	0.982
17.10.2020	10.000	233.71	234.944	235.807	133.778	138.03	160.174	13.21	17.153	13.001	15.077	31.977	23.175	3.993	57463.008	58608.617	11531.379	0.98
17.10.2020	20.000	233.334	234.766	235.529	138.975	149.324	164.323	13.949	17.319	12.251	14.685	29.82	23.87	3.959	60304.035	61299.492	11002.312	0.984
17.10.2020	30.000	232.798	234.354	235.109	140.713	150.454	172.525	13.912	16.38	12.21	13.64	29.798	23.333	3.946	61724.531	62799.406	11569.25	0.983
17.10.2020	40.000	232.052	233.516	234.516	147.061	159.979	190.901	14.371	16.126	11.103	11.781	28.484	22.333	3.912	65038.813	66686.219	14731.082	0.975
17.10.2020	50.000	234.196	235.784	236.604	141.355	151.997	183.75	13.933	16.245	11.873	12.283	29.821	22.398	3.955	63718	65185.773	13755.059	0.977
17.10.2020	00.000	234.315	235.932	236.509	147.704	157.498	187.68	14.276	14.053	10.903	10.856	28.821	20.252	3.928	66014.938	67266.023	12913.021	0.981
17.10.2020	10.000	233.921	235.655	236.191	141.317	155.231	180.662	14.156	15.15	11.519	11.831	29.239	21.162	3.947	63603.352	64990.008	13343.94	0.979
17.10.2020	20.000	233.446	235.426	236.154	135.28	159.143	179.192	14.907	14.739	10.454	11.326	27.522	20.552	3.932	66508.695	67711.203	12704.355	0.982
17.10.2020	30.000	233.362	235.335	235.868	133.307	165.549	182.283	14.923	15.943	11.23	12.037	27.544	20.981	3.939	64001.352	65659.992	14664.974	0.975
17.10.2020	40.000	233.498	235.577	236.112	131.414	136.112	190.66	15.339	15.962	10.312	11.033	26.619	20.708	3.924	65629.594	67730.382	14678.023	0.969
17.10.2020	50.000	231.58	233.612	236.024	130.194	165.011	184.482	14.837	16.343	10.781	11.383	27.516	20.862	3.913	63736.57	65636.492	15677.961	0.971
17.10.2020	00.000	231.805	233.629	234.262	132.39	163.589	195.106	14.572	15.348	10.447	10.447	27.516	20.77	3.878	64556.172	66840.438	17324.695	0.966
17.10.2020	10.000	230.913	232.783	233.29	140.037	161.241	187.383	14.474	14.844	11.181	11.238	27.843	20.946	3.858	64401.914	65930.273	14113.627	0.977
17.10.2020	20.000	230.955	232.857	233.331	146.729	169.801	191.933	15.049	14.199	10.883	11.207	26.711	20.624	3.861	67162.688	68547.945	13711.104	0.98
17.10.2020	30.000	230.946	232.935	233.218	145.284	167.6	176.138	14.955	13.59	10.448	11.622	26.724	19.56	3.838	64679.82	65738.641	11751.189	0.984
17.10.2020	40.000	230.991	232.861	233.165	143.556	162.082	179.717	14.513	13.327	10.671	11.306	27.483	20.187	3.822	64192.023	65302.27	11990.438	0.983
17.10.2020	50.000	231.079	233.168	233.371	143.655	172.645	179.454	15.307	13.762	9.98	11.477	26.004	20.458	3.831	65570.922	66780.359	12651.9	0.982
17.10.2020	00.000	231.447	233.445	233.751	133.314	163.855	178.296	14.64	14.481	10.832	11.586	27.393	19.388	3.844	62994.266	64502.578	13867.414	0.977
17.10.2020	10.000	231.628	233.572	233.818	143.731	157.906	173.886	14.298	13.586	11.218	11.94	28.28	17.602	3.866	62918.609	64077.445	12131.258	0.982
17.10.2020	20.000	231.593	233.619	234.155	137.144	167.133	186.83	14.919	14.573	10.612	11.059	27.102	17.637	3.853	64689.098	66419.323	15062.328	0.974
17.10.2020	30.000	231.692	233.86	234.217	132.122	164.272	171.596	14.81	15.355	10.344	12.239	27.079	20.047	3.848	61850.227	63303.025	13486.979	0.977
17.10.2020	40.000	231.739	233.789	234.117	135.667	157.541	160.418	14.383	14.39	10.3	12.557	16.14	19.982	3.825	60054.359	61157.363	11562.765	0.982
17.10.2020	50.000	231.726	233.764	234.158	132.144	164.11	166.586	14.798	14.705	9.854	12.106	26.882	16.093	3.819	61125.398	62497.813	13025.448	0.978
17.10.2020	00.000	232.101	234.002	234.423	139.775	157.463	168.826	14.379	14.038	10.299	12.095	27.903	19.426	3.84	61893.391	62924.172	11348.29	0.984
17.10.2020	10.000	232.236	234.181	234.584	133.26	152.22	162.491	13.992	14.715	10.458	12.718	28.542	20.497	3.815	59420.406	60533.297	11554.025	0.982
17.10.2020	20.000	232.484	234.264	234.758	137.56	147.823	170.898	13.66	14.199	10.888	11.952	29.378	16	3.824	60663.918	61743.945	11497.996	0.983
17.10.2020	30.000	232.794	234.61	235.062	134.047	139.89	159.971	13.144	14.394	11.501	12.583	30.618	19.967	3.819	57623.039	58742.242	11412.118	0.981
17.10.2020	40.000	232.729	234.546	235.065	138.899	149.288	170.304	13.751	14.106	10.637	11.892	29.105	16.788	3.816	60969.695	62016.02	11343.862	0.983
17.10.2020	50.000	232.172	233.975	234.574	123.143	147.186	162.61	13.657	16.245	11.099	12.846	29.356	20.058	3.82	57604.391	58885.418	12215.831	0.978
17.10.2020	00.000	231.375	233.178	233.661	127.314	146.018	164.952	13.565	15.603	11.744	12.976	29.632	19.029	3.827	57791.195	59028.176	12020.947	0.979
17.10.2020	10.000	231.555	233.373	233.869	134.461	151.476	167.998	14.678	14.578	11.6	12.819	28.901	19.52	3.846	59968.141	61078.473	11593.187	0.982
17.10.2020	20.000	232.044	233.822	234.414	125.071	146.316	160.692	13.632	15.737	11.875	13.268	29.673	17.251	3.851	57094.207	58395.367	12258.481	0.978
17.10.2020	30.000	232.401	234.352	234.932	126.154	149.465	159.403	13.867	14.101	11.401	12.939	29.042	16.928	3.841	57825.813	58822.824	11855.058	0.979
17.10.2020	40.000	232.53	234.333	234.746	134.128	147.343	160.66	13.738	14.011	11.266	12.705	29.32	16.493	3.839	58814.359	59742.816	10491.677	0.984
17.10.2020	50.000	232.75	234.445	235.037	125.564	145.635	161.201	13.596	15.427	11.499	12.958	29.649	16.634	3.838	57548.444	58724.438	11693.443	0.98
17.10.2020	00.000	232.445	234.269	234.877	134.074	148.601	161.698	13.727	13.777	11.551	12.951	29.454	17.843	3.852	58074.398	59335.129	12166.419	0.979
17.10.2020	10.000	232.687	234.374	235.041	120.141	143.916	155.385	13.427	16.87	12.637	14.047	30.209	19.979	3.855	55475.625	56883.406	12576.837	0.975
17.10.2020	20.000	233.095	234.822	235.321	123.465	133.188	156.282	12.707	16.323	13.627	13.685	32.451	19.884	3.869	54641.242	56017.824	12342.258	0.975
17.10.2020	30.000	233.147	234.802	235.332	115.478	149.323	162.749	13.783	17.295	11.981	13.008	29.41	19.519					

18.10.2020	10:00.0	234.258	235.849	236.387	116.733	129.9	137.052	12.534	15.683	12.982	14.664	32.302	18.08	16.721	19.879	3.821	51130.805	52159.703	10308.988	0.98
18.10.2020	20:00.0	234.271	235.939	236.444	117.079	135.202	133.357	12.96	14.794	12.088	14.761	31.027	17.128	16.233	19.776	3.811	51725.805	52738.988	10287.949	0.981
18.10.2020	30:00.0	234.93	236.038	236.653	118.086	133.085	144.937	12.695	14.816	12.469	13.803	31.794	17.13	16.341	19.812	3.816	52877.547	53818.141	10071.838	0.983
18.10.2020	40:00.0	234.439	236.146	236.675	111.538	133.947	136.3	12.853	16.16	13.102	15.351	31.57	17.787	17.399	20.675	3.839	50846.188	52042.645	11095.132	0.977
18.10.2020	50:00.0	234.448	236.102	236.696	112.02	134.523	141.553	12.881	15.774	12.918	14.038	31.35	17.447	16.57	19.673	3.824	51712.578	52941.379	11340.153	0.975
18.10.2020	00:00.0	234.586	236.304	236.845	106.774	130.896	133.269	12.782	16.806	12.918	15.163	31.988	17.687	16.767	19.972	3.848	49374.189	50652.723	11321.4	0.975
18.10.2020	10:00.0	234.801	236.334	236.904	111.31	125.031	135.196	12.313	16.027	13.809	14.742	33.456	17.61	17.101	19.715	3.874	49599.316	50653.828	10281.921	0.979
18.10.2020	20:00.0	234.696	236.28	236.829	105.549	124.469	130.975	12.305	16.737	14.018	15.442	33.464	17.422	17.278	19.986	3.872	48098.324	49276.227	10709.707	0.976
18.10.2020	30:00.0	234.546	236.185	236.697	112.061	131.71	133.609	12.777	15.975	13.087	15.213	31.979	17.028	17.089	20.093	3.861	50358.016	51428.328	10437.597	0.979
18.10.2020	40:00.0	234.733	236.414	236.896	108.11	129.287	131.862	12.656	15.831	12.972	15.248	32.970	16.902	16.63	19.874	3.86	49264.955	50408.531	10678.19	0.977
18.10.2020	50:00.0	234.515	236.18	236.729	111.144	129.172	135.321	12.64	15.49	13.052	14.9	32.312	17.011	16.716	19.94	3.855	50172.668	51202.836	10219.285	0.98
18.10.2020	00:00.0	234.508	236.224	236.736	109.584	130.997	130.994	12.716	15.912	12.853	15.502	32.03	17.212	16.584	20.06	3.848	49450.586	50527.23	10375.005	0.979
18.10.2020	10:00.0	234.613	236.352	236.774	107.596	124.577	131.174	12.348	16.103	13.422	15.483	33.106	17.096	16.57	20.062	3.848	48554.895	49549.867	10089.388	0.979
18.10.2020	20:00.0	234.57	236.138	236.709	111.629	124.867	136.477	12.29	15.612	13.639	14.585	33.37	17.211	16.872	19.69	3.857	49750.902	50836.746	10450.948	0.979
18.10.2020	30:00.0	234.72	236.218	236.716	116.024	116.349	130.799	11.741	15.013	14.487	15.374	35.083	17.22	16.679	19.87	3.851	48618.355	49448.313	9021.713	0.983
18.10.2020	40:00.0	234.694	236.329	236.798	111.956	124.083	126.158	12.33	15.794	13.294	13.843	33.156	17.464	16.35	19.982	3.844	48394.5	49297.762	9393.699	0.982
18.10.2020	50:00.0	234.549	236.204	236.607	112.749	123.134	120.974	12.281	15.61	13.223	16.469	33.236	17.387	16.139	19.655	3.841	47690.52	48500.766	8872.128	0.983
18.10.2020	00:00.0	234.637	236.293	236.702	106.63	119.778	117.624	12.077	16.519	13.499	17.039	33.841	17.373	16.021	19.751	3.838	45873.227	46795.145	9242.972	0.98
18.10.2020	10:00.0	234.579	236.148	236.691	108.429	124.671	131.104	12.358	15.844	12.955	14.657	32.894	16.963	15.529	19.008	3.829	48641.063	49598.793	9699.852	0.981
18.10.2020	20:00.0	234.706	236.217	236.818	102.444	115.723	126.462	11.718	17.353	14.143	15.509	35.151	17.475	16.203	19.377	3.85	45835.191	46979.559	10306.024	0.976
18.10.2020	30:00.0	234.784	236.296	236.903	99.483	110.956	121.939	11.428	18.27	14.84	16.384	36.213	17.873	16.285	19.711	3.853	44159.105	45350.387	10326.23	0.974
18.10.2020	40:00.0	234.567	236.099	236.739	109.032	122.768	136.45	12.198	16.972	13.38	14.897	33.613	18.239	16.279	20.101	3.853	49116.242	50198.516	10367.529	0.978
18.10.2020	50:00.0	234.391	235.998	236.536	109.143	128.227	134.68	12.598	16.735	12.863	15.127	32.323	18.01	16.357	20.14	3.844	49656.918	50704.539	10350.207	0.979
18.10.2020	00:00.0	234.588	236.117	236.693	113.209	131.022	140.681	12.748	16.11	12.621	14.518	32.748	18.001	16.404	20.08	3.844	51406.906	52451.086	10413.758	0.98
18.10.2020	10:00.0	234.721	236.198	236.734	115.662	126.355	136.733	12.473	15.752	12.973	14.835	32.748	17.992	16.255	20.061	3.85	50665.148	51536.75	9438.184	0.983
18.10.2020	20:00.0	234.608	235.898	236.543	123.158	123.171	148.568	12.197	14.431	12.977	13.383	33.584	17.587	15.85	19.704	3.85	52910.648	53845.438	9889.729	0.983
18.10.2020	30:00.0	234.967	236.925	237.89	123.345	123.345	136.624	12.119	14.801	13.78	14.424	34.007	17.681	16.7	19.929	3.868	51237.961	52186.121	9902.652	0.982
18.10.2020	40:00.0	235.167	236.531	237.386	124.362	134.187	162.51	12.706	15.208	13.404	12.785	32.346	18.694	17.825	20.607	3.888	56082.781	57621.188	13186.585	0.973
18.10.2020	50:00.0	235.207	236.576	237.396	126.051	131.948	163.653	12.542	15.604	14.154	13.496	32.346	18.694	17.825	20.607	3.888	56082.781	57621.188	13186.585	0.973
18.10.2020	00:00.0	234.769	236.243	236.954	134.01	144.532	167.876	13.389	14.637	12.513	13.286	30.16	19.404	17.944	22.107	3.839	59835.219	60975.316	11736.099	0.981
18.10.2020	10:00.0	235.155	236.607	237.257	139.404	146.814	163.294	13.589	14.575	12.233	13.899	29.691	20.101	17.825	22.476	3.841	60477.434	61339.238	10746.083	0.986
18.10.2020	20:00.0	235.249	236.68	237.293	131.62	134.638	157.445	12.813	15.327	13.03	13.596	31.596	19.933	17.394	22.362	3.833	56998.398	57940.867	10408.015	0.984
18.10.2020	30:00.0	235.208	236.729	237.376	137.56	148.217	162.281	13.771	15.314	12.614	14.566	29.598	20.816	18.548	23.385	3.865	60220.051	61160.102	10681.91	0.985
18.10.2020	40:00.0	235.606	236.984	237.717	139.744	147.934	163.02	13.722	15.134	13.173	14.892	29.757	20.908	19.318	24.01	3.877	60689.816	61641.68	10790.87	0.985
18.10.2020	50:00.0	235.747	237.158	237.812	133.075	134.498	152.354	12.871	15.235	13.384	15.374	31.844	20.042	19.143	23.149	3.876	56516.406	57425.735	10175.735	0.984
18.10.2020	00:00.0	235.412	236.851	237.562	139.906	146.595	160.856	13.631	15.176	13.53	15.036	30.036	20.991	19.653	23.916	3.894	60135.008	61090.578	10762.89	0.984
18.10.2020	10:00.0	235.676	237.149	237.869	130.456	152.846	168.923	14.012	16.24	12.77	14.2	29.104	20.91	19.36	23.747	3.89	60684.422	62033.301	12865.887	0.976
18.10.2020	20:00.0	235.66	237.275	237.899	131.322	137.899	141.435	13.628	16.288	12.437	14.247	28.04	21.108	19.64	24.354	3.874	62047.324	63574.582	13851.262	0.976
18.10.2020	30:00.0	233.168	234.746	235.623	125.611	152.638	167.124	13.96	15.876	12.1	13.476	28.495	19.692	18.333	22.317	3.801	59191.133	60590.273	12945.698	0.977
18.10.2020	40:00.0	232.951	234.585	235.323	128.466	151.273	165.374	13.937	16.309	12.843	14.166	28.758	20.679	19.268	23.193	3.827	59092.137	60386.5	12435.783	0.979
18.10.2020	50:00.0	232.793	234.268	235.12	126.76	146.621	166.132	13.583	15.735	13.26	13.802	29.445	19.699	19.268	22.71	3.81	58317.148	59625.484	12422.09	0.978
18.10.2020	00:00.0	234.872	236.244	237.199	139.617	149.963	179.472	13.779	15.696	13.816	13.799	29.885	21.646	20.521	24.529	3.919	62820.004	64218.094	13327.068	0.978
18.10.2020	10:00.0	235.109	236.628	237.593	148.258	159.409	185.591	14.473	15.186	12.82	13.139	28.437	22.256	20.267	24.174	3.935	66208.945	67537.211	13328.561	0.98
18.10.2020	20:00.0	234.754	236.353	237.19	142.533	156.978	176.27	14.361	15.284	12.439	13.4	28.336	21.531	19.374	23.407	3.891	63771.461	64970.859	12426.324	0.982
18.10.2020	30:00.0	235.732	237.322	238.048	138.442	152.804	172.058	14.1	16.658	13.322	14.425	29.331	22.744	20.176	24.562	3.943	62221.328	63510.941	12733.659	0.98
18.10.2020	40:00.0	236.289	237.843	238.751	135.785	148.832	172.141	13.868	18.186	14.279	15.363	30.269	24.921	21.035	26.136	3.991	61191.895	62729.043	13801.622	0.975
18.10.2020	50:00.0	236.31	237.851	238.612	138.343	143.758	164.021	13.942	19.087	16.533	17.54	31.699	25.932	23.445	28.332	4.063	59827.125	61131	12558.429	0.979
18.10.2020	00:00.0	235.35	236.937	237.635	143.798	149.005	164.819	13.936	16.993	14.199	14.982	29.912	24.086	20.943	25.688	3.967	61189.672	62501.141	12736.426	0.979
18.10.2020	10:00.0	234.845	236.464	237.218	135.998	138.227	154.055	13.205	16.943	14.362	16.001	31.347	22.714	19.647	24.336	3.921	57366.117	58343.762	10635.96	0.983



18.10.2020	40.000	234.235	235.743	236.462	126.894	124.961	154.399	12.192	18.642	14.734	15.748	33.945	23.253	18.213	24.016	3.884	54119.66	55362.875	11666.637	0.978
18.10.2020	50.000	234.034	235.74	236.303	134.448	133.384	157.372	17.799	17.999	13.99	15.697	32.25	23.558	18.778	24.402	3.892	56815.469	57857.414	10930.811	0.981
18.10.2020	00.000	234.046	235.707	236.366	131.297	125.171	147.906	12.984	18.131	15.205	16.989	37.742	23.421	18.813	24.769	3.897	53937.762	54974.348	10625.303	0.981
18.10.2020	10.000	234.198	235.745	236.413	132.68	127.216	150.979	12.494	16.484	13.485	14.926	32.815	21.576	16.998	22.285	3.863	54909.547	55894.438	10446.513	0.982
18.10.2020	20.000	234.158	235.857	236.404	132.855	122.073	152.59	12.093	17.034	14.486	14.921	34.171	21.633	17.496	22.515	3.975	53748.199	54889.34	11134.222	0.979
18.10.2020	30.000	234.206	235.936	236.317	132.078	121.872	158.192	12.057	19.024	16.86	16.469	35.006	24.678	20.257	25.701	3.948	54546.117	54680.922	12870.208	0.973
18.10.2020	40.000	234.199	235.719	236.44	129.969	124.977	156.662	12.297	19.516	15.841	16.204	34.047	24.124	19.549	25.054	3.929	54119.633	55608.344	12780.977	0.973
18.10.2020	50.000	234.069	235.805	236.445	124.24	123.716	146.605	12.931	19.381	15.553	17.194	33.916	23.634	19.008	24.388	3.913	52488.418	53687.727	11284.4	0.978
18.10.2020	00.000	234.073	235.886	236.554	122.201	130.305	149.647	12.706	20.334	15.346	17.425	32.843	24.346	19.761	25.685	3.933	53424.773	54746.941	11959.14	0.976
18.10.2020	10.000	234.278	236.006	236.736	132.743	123.743	153.206	12.214	20.48	16.384	17.020	34.419	24.28	20.004	25.976	3.94	52921.453	54366.055	12449.4	0.973
18.10.2020	20.000	234.294	236.025	236.627	132.79	131.383	156.247	12.735	19.034	15.35	16.394	32.758	23.142	19.93	25.273	3.932	54476.145	56104.66	13419.476	0.971
18.10.2020	30.000	234.598	236.146	236.727	130.151	122.286	150.496	12.151	18.421	16.589	17.226	34.737	23.574	20.008	25.543	3.951	53644.375	54923.707	11785.356	0.977
18.10.2020	40.000	234.415	235.96	236.612	118.661	118.836	143.258	11.898	16.82	16.43	17.086	35.099	22.566	19.078	24.123	3.904	50544.883	51895.844	11764.062	0.974
18.10.2020	50.000	234.467	236.181	236.777	116.082	115.13	144.777	11.591	19.508	16.743	16.463	35.85	22.22	19.007	23.515	3.873	49661.063	51259.617	12701.471	0.969
18.10.2020	00.000	234.431	236.462	236.852	112.975	124.794	141.262	12.271	19.452	14.575	16.309	33.627	21.566	17.995	22.734	3.84	50247.508	51672.379	12050.852	0.972
18.10.2020	10.000	234.294	236.269	236.709	118.711	123.833	143.78	12.176	18.12	15.02	16.17	33.65	21.164	18.391	22.947	3.849	51216.871	52604.883	12004.407	0.974
18.10.2020	20.000	234.378	236.164	236.7	116.157	120.773	141.991	11.948	19.629	16.051	17.035	34.574	22.369	19.137	23.84	3.868	50337.992	51644.574	11543.343	0.975
18.10.2020	30.000	234.356	236.13	236.649	116.66	109.814	139.043	11.185	19.266	17.214	17.026	37.142	22.067	18.627	23.334	3.853	48524.809	49811.496	11248.479	0.971
18.10.2020	40.000	234.455	235.815	236.521	125.436	110.848	148.58	11.194	18.865	18.159	16.653	37.585	23.251	19.802	24.404	3.897	51021.875	52556.551	12607.905	0.974
18.10.2020	50.000	234.499	235.994	236.773	118.919	110.836	146.326	11.163	21.57	19.725	18.684	38.177	25.07	21.446	26.871	3.939	49789.039	51462.676	13017.616	0.967
18.10.2020	00.000	234.366	235.922	236.591	124.926	123.335	156.985	12.015	20.239	17.326	17.093	34.966	24.778	21.086	26.446	3.93	53684.195	55369.371	13556.346	0.97
18.10.2020	10.000	234.229	235.796	236.579	115.912	117.112	148.27	11.693	20.896	17.005	17.153	35.844	23.705	19.63	25.063	3.908	50578.066	52095.676	12482.729	0.971
18.10.2020	20.000	234.243	235.893	236.628	119.126	128.72	151.743	12.531	18.755	14.178	15.235	32.866	21.956	18.067	21.984	3.885	53162.984	54499.668	11996.272	0.975
18.10.2020	30.000	234.249	235.688	236.618	113.974	123.242	155.92	12.087	18.978	14.807	14.808	34.288	21.248	18.05	21.984	3.885	52706.004	53821.016	13083.672	0.972
18.10.2020	40.000	234.371	235.768	236.55	115.69	108	135.872	11.145	21.23	19.356	19.144	38.459	24.023	20.521	25.541	3.958	47603.266	48966.246	11472.681	0.972
18.10.2020	00.000	233.825	235.277	235.89	128.887	118.736	141.62	11.948	18.571	16.461	17.554	35.318	22.984	19.283	24.484	3.909	51402.582	52436.723	10362.656	0.977
18.10.2020	10.000	232.854	234.188	234.882	122.708	129.233	157.283	12.359	18.585	15.31	15.501	33.117	22.82	19.557	24.091	3.852	54082.102	55408.328	12050.275	0.976
18.10.2020	20.000	232.584	233.849	234.606	123.849	128.66	157.733	12.327	19.487	14.241	15.607	32.942	24.509	21.047	26.011	3.877	54983.398	56314.141	12174.505	0.976
18.10.2020	30.000	232.248	233.963	234.593	127.669	132.708	156.393	12.561	19.563	16.064	16.868	32.942	24.509	21.047	26.011	3.877	54983.398	56314.141	12174.505	0.976
18.10.2020	40.000	232.152	233.839	234.583	128.631	140.254	175.282	12.994	18.042	14.778	14.293	31.634	23.015	20.502	24.799	3.872	58427.166	60249.043	14702.239	0.97
18.10.2020	00.000	231.812	233.314	234.189	145.639	149.44	199.822	13.397	18.089	15.154	14.247	30.99	25.923	22.388	28.182	3.937	64789.742	67239.422	17984.129	0.964
18.10.2020	10.000	230.925	232.438	233.308	144.417	154.03	203.5	13.641	14.865	12.109	11.505	29.226	21.233	18.515	23.258	3.8	65652.352	67973.938	17613.195	0.966
18.10.2020	20.000	230.784	231.787	232.427	153.818	165.663	201.231	14.48	13.962	11.668	12.102	27.386	21.233	18.515	23.258	3.801	68396.836	70046.516	17613.195	0.976
18.10.2020	30.000	229.567	231.371	231.958	149.291	163.679	195.711	14.375	14.946	12.45	12.75	27.867	22.062	20.221	24.747	3.834	66369.734	68159.422	15518.741	0.974
18.10.2020	40.000	229.555	231.457	231.918	154.413	164.161	194.977	14.418	14.348	12.335	12.539	27.719	21.925	20.097	24.254	3.827	67279.117	68732.961	14062.051	0.979
18.10.2020	50.000	229.356	231.342	231.769	154.397	176.335	199.445	15.242	14.363	11.286	12.117	26.053	21.947	19.774	23.988	3.821	69421.672	70955.023	14671.303	0.978
18.10.2020	00.000	229.426	231.25	231.797	143.669	161.38	196	14.217	15.982	12.433	12.542	28.189	22.604	19.91	24.388	3.832	65080.914	67199.273	16739.668	0.968
18.10.2020	10.000	231.927	233.69	234.393	138.941	156.404	193.533	13.918	16.018	13.058	12.786	29.243	21.699	20.25	24.54	3.88	64124.012	66429.039	17347.291	0.965
18.10.2020	20.000	231.94	233.665	234.511	139.673	165.585	204.327	14.492	15.731	12.042	11.827	27.941	21.699	19.796	23.994	3.875	66894.25	69422.547	18564.732	0.964
18.10.2020	30.000	232.004	233.907	234.548	142	162.951	191.785	14.478	15.486	12.343	12.968	28.062	21.726	19.961	24.166	3.887	65183.523	67395.937	15375.987	0.974
18.10.2020	40.000	232.146	233.982	234.616	146.983	161.776	197.036	14.375	15.115	12.63	12.795	28.379	21.963	20.271	25.005	3.9	66813.773	68627.617	15673.866	0.974
18.10.2020	50.000	232.199	234.053	234.763	144.274	165.993	209.732	14.539	15.623	12.552	11.94	27.978	22.267	20.348	24.863	3.893	68473.469	70909.313	18425.932	0.968
18.10.2020	00.000	232.197	234.004	234.828	140.232	166.378	214.665	14.507	15.572	11.628	10.818	27.886	21.574	19.216	23.086	3.873	68318.406	71327.984	20500.658	0.966
18.10.2020	10.000	232.495	234.429	235.164	136.424	165.581	206.424	14.491	15.504	11.621	11.188	27.832	20.898	19.113	22.945	3.868	66763.68	69614.867	19719.035	0.959
18.10.2020	20.000	232.677	234.5	235.324	139.565	164.922	210.458	14.415	15.332	11.495	10.726	28.032	21.147	18.833	22.443	3.866	67510.188	70519.219	20379.779	0.957
18.10.2020	30.000	232.674	234.676	235.431	143.216	160.989	214.746	15.56	14.354	10.352	10.345	25.742	20.345	22.888	23.352	3.868	71320.023	73729.984	18696.656	0.967
18.10.2020	40.000	232.657	234.554	235.487	143.035	172.709	214.201	15.002	14.936	11.131	10.658	26.937	20.979	19.106	22.699	3.879	69833.891	72393.289	19086.521	0.965
18.10.2020	50.000	233.311	235.109	236.021	138.068	165.436	206.906	14.575	15.066	11.457	10.975	27.066	20.565	18.83	22.569	3.875	67613.313	70042.719	18287.225	0.965
18.10.2020	00.000	233.589	235.384	236.154	140.556	166.186	201.212	14.648	14.748	11.326	11.191	27.655	20.778	18.701	22.376	3.881	67425.781	69513.195	16907.055	0.97
18.10.2020</																				

18.10.2020	10:00.0	231.825	233.318	234.357	121.422	143.809	185.892	13.163	16.05	12.382	11.294	30.483	19.238	17.67	20.859	3.809	58934.699	61603.035	17934.188	0.957
18.10.2020	20:00.0	232.103	233.54	234.604	121.586	137.955	181.374	12.821	15.822	12.823	11.355	31.485	18.997	16.947	20.466	3.82	57759.668	60194.559	16947.107	0.96
18.10.2020	30:00.0	232.518	234.047	235.014	121.948	142.948	171.14	13.252	16.066	11.969	11.731	30.272	19.247	16.985	20.635	3.811	58145.656	60189.5	15551.81	0.966
18.10.2020	40:00.0	232.634	234.107	235.088	129.516	149.513	181.733	13.658	14.909	11.723	11.829	29.403	19.093	17.405	21.344	3.826	60292.656	62699.031	14790.054	0.972
18.10.2020	50:00.0	233.06	234.538	235.374	128.02	146.507	178.612	13.688	15.138	11.965	12.039	29.782	19.357	17.404	21.346	3.88	59948.813	61711.277	14655.418	0.971
18.10.2020	00:00.0	233.234	234.489	235.375	142.631	142.371	182.16	13.407	13.729	12.273	11.481	31.061	19.197	17.342	20.774	3.948	62095.908	63536.234	13453.667	0.977
18.10.2020	10:00.0	233.32	234.532	235.424	138.853	133.211	174.124	12.847	14.21	12.544	11.453	32.637	19.25	16.578	19.811	3.955	59001.602	60479.078	13286.469	0.976
18.10.2020	20:00.0	233.609	234.805	235.647	141.003	131.529	171.307	12.822	12.665	11.881	10.669	35.585	17.713	18.207	3.941	59154.242	60411.82	12263.301	0.979	
18.10.2020	30:00.0	233.895	234.995	235.951	129.717	126.605	170.178	12.399	13.508	12.155	10.402	33.852	17.361	17.604	17.604	3.943	58653.555	58265.133	13608.842	0.972
18.10.2020	40:00.0	233.968	235.211	236.132	130.395	138.145	172.64	13.167	13.519	11.111	10.48	31.645	17.466	15.254	17.991	3.943	58880.852	60235.121	12700.996	0.978
18.10.2020	50:00.0	234.154	235.4	236.397	128.574	136.184	171.682	13.932	11.481	10.869	10.869	32.075	17.739	15.533	18.549	3.953	58219.102	59697.875	13205.024	0.975
19.10.2020	00:00.0	234.323	235.678	236.541	137.124	144.456	174.876	13.644	13.541	11.4	11.348	30.627	18.398	16.361	19.715	3.968	61053.065	62308.012	12442.359	0.98
19.10.2020	10:00.0	234.14	235.92	236.19	136.34	128.166	163.56	12.657	13.665	12.881	12.148	33.276	18.456	16.712	19.801	3.964	57097.445	58359.602	12071.646	0.978
19.10.2020	20:00.0	234.117	235.109	236.131	130.715	115.479	163.87	11.747	14.216	14.281	12.038	36.159	18.394	16.324	19.582	3.957	54288.773	56169.84	14414.578	0.967
19.10.2020	30:00.0	234.285	235.385	236.288	129.919	118.669	159.126	12.027	14.188	14.146	12.633	35.246	18.246	16.62	19.94	3.962	52421.25	57732.086	12804.379	0.973
19.10.2020	40:00.0	234.348	235.478	236.292	139.053	119.873	159.23	12.181	12.579	12.888	12.475	35.699	16.48	14.316	17.533	3.923	51738.555	52892.414	10987.686	0.978
19.10.2020	50:00.0	234.368	235.503	236.236	139.709	122.875	157.23	12.397	12.431	12.357	11.966	33.699	17.231	15.068	18.678	3.926	56210.339	57222.445	10713.716	0.982
19.10.2020	00:00.0	234.465	235.613	236.251	140.459	119.502	153.753	12.21	12.126	12.656	12.145	34.255	16.906	14.977	18.533	3.923	55440.359	56391.512	10313.548	0.983
19.10.2020	10:00.0	234.403	235.462	236.271	127.451	105.934	143.85	11.344	13.595	14.018	12.667	37.396	17.166	14.704	18.074	3.934	50319.906	51585.09	11354.674	0.975
19.10.2020	20:00.0	234.317	235.308	236.233	128.741	110.776	153.062	11.563	12.884	13.049	11.324	36.493	16.448	14.322	17.22	3.926	52246.617	53715.219	12474.602	0.973
19.10.2020	30:00.0	234.423	235.457	236.346	125.511	113.515	148.499	11.777	13.248	12.715	11.892	35.699	16.48	14.316	17.533	3.923	51738.555	52892.414	10987.686	0.978
19.10.2020	40:00.0	234.535	235.553	236.343	129.146	111.789	144.498	11.681	12.739	12.552	12.073	35.739	16.317	13.921	17.316	3.894	51650.461	52603.551	9968.115	0.982
19.10.2020	50:00.0	234.602	235.74	236.446	128.563	117.615	142.102	12.043	12.866	11.874	12.327	34.312	16.403	13.867	17.382	3.874	52091.727	52872.207	9051.09	0.985
19.10.2020	00:00.0	234.617	235.733	236.462	117.537	117.537	145.267	12.073	13.762	11.852	11.994	35.673	16.748	14.832	17.297	3.887	52767.969	53529.746	8998.628	0.986
19.10.2020	10:00.0	234.612	235.65	236.491	126.353	113.008	147.199	11.718	13.376	12.875	12.104	36.673	16.748	14.832	17.685	3.901	51661.258	52768.098	10751.124	0.979
19.10.2020	20:00.0	234.679	235.652	236.487	125.382	104.18	143.482	11.179	13.269	13.963	12.279	37.724	16.49	14.405	17.484	3.905	49736.273	51091.344	11688.821	0.973
19.10.2020	30:00.0	234.559	235.592	236.393	123.57	107.834	141.999	11.428	13.354	13.269	12.522	36.68	16.355	14.182	17.642	3.897	49851.539	51016.998	10839.605	0.977
19.10.2020	40:00.0	234.646	235.732	236.493	127.884	116.254	146.582	11.734	12.861	12.161	12.092	34.717	16.311	14.033	17.595	3.884	52355.328	53306.293	10024.002	0.982
19.10.2020	50:00.0	234.624	235.677	236.529	123.656	113.806	144.496	11.949	13.484	12.418	12.089	36.737	16.077	14.024	17.337	3.873	50669.445	51708.875	10315.755	0.98
19.10.2020	00:00.0	234.56	235.647	236.512	124.917	120.564	145.956	12.107	13.212	11.55	11.363	34.02	16.353	13.831	17.15	3.866	53175.055	54271.809	10855.533	0.98
19.10.2020	10:00.0	234.604	235.684	236.499	122.945	112.558	145.526	11.671	13.429	12.648	11.925	35.673	16.356	14.123	17.226	3.885	50869.711	52023.152	10894.066	0.978
19.10.2020	20:00.0	234.52	235.518	236.319	129.421	105.361	145.606	11.235	12.659	13.356	11.66	37.2	16.248	13.947	16.858	3.88	50791.641	52059.641	11419.965	0.976
19.10.2020	30:00.0	234.447	235.465	236.325	121.346	103.425	141.876	11.112	13.625	13.407	11.809	37.765	16.377	13.741	16.634	3.886	48767.473	50145.211	11673.715	0.973
19.10.2020	40:00.0	234.55	235.621	236.445	123.332	108.574	142.743	11.46	13.268	12.757	11.865	36.441	16.216	13.738	16.813	3.883	49930.82	51105.203	10892.89	0.977
19.10.2020	50:00.0	234.339	235.468	236.223	121.133	111.193	140.608	11.624	12.687	12.21	11.787	35.497	16.455	13.785	16.455	3.852	50481.539	51374.969	9539.478	0.983
19.10.2020	00:00.0	234.161	235.277	236.066	125.992	116.897	147.378	11.897	12.611	11.672	11.312	34.515	15.759	13.55	16.562	3.847	52223.051	53123.297	9738.468	0.983
19.10.2020	10:00.0	234.21	235.348	236.088	119.854	111.61	138.079	11.648	13.238	11.973	11.945	35.446	15.728	13.267	16.376	3.856	49461.758	50309.723	9719.965	0.983
19.10.2020	20:00.0	234.291	235.365	236.092	122.813	109.299	140.603	11.523	13.082	12.327	11.871	36.393	15.93	13.371	16.573	3.864	49833.336	50772.156	9718.564	0.982
19.10.2020	30:00.0	234.315	235.347	235.983	129.97	107.789	137.683	11.538	12.339	12.945	12.203	36.099	16.17	13.836	16.677	3.88	50155.703	51176.93	10172.694	0.98
19.10.2020	40:00.0	234.317	235.217	236.085	123.456	100.33	144.313	10.927	13.363	13.527	11.473	38.531	16.351	13.447	16.448	3.887	48823.484	50390.891	12470.331	0.969
19.10.2020	50:00.0	234.553	235.59	236.385	122.327	109.295	146.261	11.496	13.809	12.305	11.461	36.369	16.732	13.346	16.653	3.891	50370.656	51660.492	11471.855	0.975
19.10.2020	00:00.0	234.488	235.601	236.322	128.873	115.838	146.995	11.913	13.152	11.868	11.594	34.713	16.543	13.65	16.928	3.872	52119.313	53061.371	9954.213	0.982
19.10.2020	10:00.0	234.405	235.622	236.304	123.838	120.357	142.313	12.263	13.838	11.83	12.316	33.624	16.973	14.138	17.394	3.875	51785.273	52595.555	9196.619	0.985
19.10.2020	20:00.0	234.421	235.479	236.334	130.254	120.973	155.009	12.225	13.446	11.549	11.314	33.879	17.357	13.877	17.426	3.89	54368.93	55453.047	10911.447	0.98
19.10.2020	30:00.0	234.741	235.864	236.753	125.068	128.055	161.292	12.548	14.316	11.605	11.221	33.002	17.723	14.76	17.985	3.901	55290.063	56696.898	12551.788	0.975
19.10.2020	40:00.0	234.807	236.068	236.872	123.951	119.654	152.619	12.161	15.603	13.319	13.161	34.708	19.064	16.571	20.148	3.953	52703.961	54116.418	12283.305	0.974
19.10.2020	50:00.0	234.807	236.035	236.787	123.703	138.947	138.947	12.613	16.305	13.432	14.834	33.305	19.447	16.467	20.386	3.954	51284.266	52204.75	9760.123	0.982
19.10.2020	00:00.0	234.339	235.703	236.416	128.854	136.451	135.524	13.295	15.754	13.124	14.1	31.347	20.052	14.762	21.433	3.948	55949.863	56987.656	10826.169	0.982
19.10.2020	10:00.0	234.34	235.575	236.164	134.039	137.909	152.908	13.415	15.743	13.532	14.762	31.09	20.843	18.492	22.329	3.955	56700.547	57724.027		

19.10.2020	40.000.0	230.111	231.518	232.221	190.534	198.166	234.702	17.051	14.478	11.8	12.225	25.061	27.296	23.221	28.533	4.126	82068.25	83500.008	15396.542	0.983
19.10.2020	50.000.0	230.146	231.331	232.228	206.536	207.797	246.464	17.708	15.533	13.037	13.839	24.914	26.859	26.859	33.782	4.263	86824.231	88353.148	16365.558	0.983
19.10.2020	00.000.0	229.759	231.025	232.013	195.333	202.077	17.192	17.192	15.488	12.882	13.164	25.142	29.891	29.891	31.529	4.174	83579.094	85379.094	17348.844	0.979
19.10.2020	10.000.0	229.706	230.871	231.637	215.808	206.943	251.613	17.651	14.384	12.528	13.361	24.682	30.717	25.722	33.317	4.212	88528.672	90069.633	16589.533	0.983
19.10.2020	20.000.0	229.726	230.779	231.559	238.175	213.546	272.486	18.011	12.534	11.385	11.631	23.805	29.195	24.153	31.475	4.154	94706.469	96638.664	19228.02	0.98
19.10.2020	30.000.0	229.339	230.649	231.247	213.619	196.212	251.979	16.878	14.315	13.149	12.985	25.888	30.262	25.576	32.44	4.211	86561.406	88347.959	17674.25	0.98
19.10.2020	40.000.0	229.231	230.269	231.175	214.944	197.199	253.304	16.923	13.548	11.888	11.9	25.376	28.85	23.276	29.927	4.144	87010.484	88689.305	17174.678	0.981
19.10.2020	50.000.0	229.018	230.389	231.247	191.004	200.071	230.673	17.206	16.046	12.224	13.427	24.948	30.251	24.273	30.669	4.147	81256.242	82744.82	15624.625	0.982
19.10.2020	00.000.0	229.118	230.449	231.256	200.619	198.793	234.043	17.442	14.849	12.028	12.842	24.95	29.459	23.377	29.806	4.131	82903.581	84330.523	15438.647	0.983
19.10.2020	10.000.0	228.77	230.183	230.76	205.13	210.78	235.628	18.003	15.828	12.529	14.029	24.183	32.06	26.2	32.73	4.215	85033.25	86419.82	15418.56	0.984
19.10.2020	20.000.0	228.844	230.035	230.896	196.647	200.138	245.128	17.071	15.694	12.723	12.853	25.448	30.48	25.257	31.243	4.191	83729.609	85506.836	17342.773	0.979
19.10.2020	30.000.0	228.914	230.074	231.013	192.619	208.769	243.865	17.641	16.02	11.799	12.721	24.453	30.46	24.46	30.768	4.173	84086.998	85976.648	17927.016	0.978
19.10.2020	40.000.0	228.883	230.132	231.186	195.77	205.951	245.254	17.369	16.969	13.079	13.079	24.878	31.069	24.453	31.801	4.175	82877.477	85000.875	18880.486	0.975
19.10.2020	50.000.0	228.842	230.104	230.943	199.163	202.525	243.387	17.264	15.413	11.857	13.272	24.838	30.33	23.843	32.015	4.143	84117.297	85852.109	17171.611	0.98
19.10.2020	00.000.0	228.785	229.821	230.761	209.79	200.019	253.723	17.043	14.315	12.445	12.423	25.363	29.72	24.697	31.275	4.171	86465.188	88318.664	17998.83	0.979
19.10.2020	10.000.0	228.708	229.832	230.74	216.409	212.748	254.097	17.986	14.988	12.576	13.328	24.392	32.069	26.542	33.562	4.245	89041.797	90752.336	17536.967	0.981
19.10.2020	20.000.0	228.681	229.961	230.818	195.833	204.914	243.649	17.401	16.643	12.881	13.933	25.183	32.142	26.176	33.617	4.231	83926.773	85757.891	17627.012	0.979
19.10.2020	30.000.0	228.466	229.675	230.56	198.652	202.465	238.538	17.321	15.077	12.182	13.108	24.885	29.609	24.481	30.996	4.159	83398.906	84947.945	16148.561	0.982
19.10.2020	40.000.0	228.369	229.665	230.56	200.884	208.263	239.667	17.697	15.489	12.645	13.731	24.676	29.641	26.124	32.597	4.214	84278.109	85841.766	16309.776	0.982
19.10.2020	50.000.0	228.507	229.563	230.581	189.219	193.066	242.253	16.448	15.796	13.156	13.146	26.376	29.544	25.18	31.569	4.175	81044.688	83198.203	18806.893	0.974
19.10.2020	00.000.0	228.668	229.956	230.834	171.737	180.92	220.072	15.737	17.615	14.364	14.82	27.653	29.782	25.72	32.255	4.172	74402.281	76342.336	17101.242	0.977
19.10.2020	20.000.0	228.778	230.05	231.068	185.275	200.801	235.879	17.112	15.676	11.859	13.203	25.033	28.687	23.645	30.87	4.137	81917.156	82892.086	16676.936	0.98
19.10.2020	30.000.0	228.94	229.969	230.929	196.486	197.596	245.592	16.868	15.802	12.637	13.81	25.715	30.662	24.771	33.593	4.182	83346.039	85161.047	17488.326	0.974
19.10.2020	40.000.0	229.114	230.082	231.072	198.38	185.036	247.724	15.959	15.41	13.067	13.458	27.152	30.207	23.971	33.037	4.16	82241.023	84419.5	19054.268	0.979
19.10.2020	50.000.0	229.191	230.252	231.323	188.451	178.561	241.832	15.334	16.067	13.55	13.617	27.989	29.889	23.973	32.624	4.111	79199.578	81521.609	19318.381	0.972
19.10.2020	00.000.0	229.644	230.54	231.618	191.617	178.502	246.446	15.405	14.273	13.558	13.558	28.55	30.255	25.218	33.105	4.206	80158.805	82700.578	20345.801	0.969
19.10.2020	10.000.0	229.32	230.661	231.53	203.02	180.837	248.838	15.682	14.985	13.815	13.234	27.921	29.688	24.744	32.644	4.195	82552.656	84847.266	19598.928	0.973
19.10.2020	20.000.0	229.998	230.887	231.81	186.079	167.485	227.222	14.913	16.544	14.876	14.514	29.583	30.366	24.641	32.632	4.206	75857.828	77969.047	18021.178	0.972
19.10.2020	30.000.0	229.983	230.941	231.851	173.508	164.612	216.464	14.752	18.546	16.284	15.96	31.631	31.631	26.453	34.11	4.26	72270.391	74371.703	17553.943	0.972
19.10.2020	40.000.0	229.728	230.798	231.679	181.971	175.735	224.914	15.452	17.258	14.344	14.899	28.31	30.941	24.949	33.14	4.186	75840.32	77865.703	17644.076	0.974
19.10.2020	50.000.0	229.547	230.774	231.696	177.228	183.869	222.69	16.029	16.763	13.163	14.075	26.951	29.344	23.993	31.033	4.15	76317.531	78024.961	16233.553	0.978
19.10.2020	00.000.0	229.381	230.621	231.465	176.304	179.038	216.946	15.765	18.064	14.988	15.969	27.872	31.333	26.535	34.206	4.21	74654.055	76385.125	16211.222	0.977
19.10.2020	10.000.0	229.125	230.405	231.093	191.547	187.368	220.966	16.446	15.933	13.675	15.305	26.673	31.237	25.383	33.423	4.218	78444.063	79821.461	14764.636	0.983
19.10.2020	20.000.0	229.120	230.201	230.953	170.392	170.671	232.222	15.337	16.583	13.199	15.501	28.858	31.146	25.312	33.129	4.228	77203.477	78888.227	16216.507	0.979
19.10.2020	30.000.0	228.951	230.147	230.895	186.778	179.363	217.447	15.887	16.887	13.921	15.245	27.711	31.093	24.726	32.765	4.22	76095.656	77534.242	14866.402	0.981
19.10.2020	40.000.0	229.084	230.371	231.138	178.947	171.883	207.995	15.41	17.083	13.903	15.39	30.125	23.667	31.631	4.155	73064.617	74422.477	14151.557	0.982	
19.10.2020	50.000.0	229.011	230.374	231.087	169.295	168.444	195.562	15.256	17.444	13.235	13.235	28.301	28.598	22.099	29.678	4.131	69652.477	70891.219	13194.6	0.983
19.10.2020	00.000.0	228.857	230.084	230.776	171.206	166.494	195.655	15.448	17.43	12.945	15.747	28.221	29.391	21.372	30.428	4.09	69698.023	70873.961	12857.071	0.983
19.10.2020	10.000.0	228.894	230.153	230.772	163.105	160.089	191.76	14.685	18.025	13.946	15.673	29.289	22.11	29.699	29.699	4.102	67094.125	68446.484	13538.814	0.98
19.10.2020	20.000.0	228.871	230.213	230.809	173.972	171.472	201.737	15.51	16.949	12.599	14.748	27.504	29.067	21.52	29.432	4.09	71612.703	72849.586	13367.214	0.983
19.10.2020	30.000.0	228.642	230.112	230.651	166.499	171.405	189.553	15.502	16.756	12.369	14.98	27.323	27.511	21.038	28.079	4.063	68772.664	69844.023	12186.369	0.985
19.10.2020	40.000.0	228.876	230.275	230.794	152.413	160.006	179.318	14.751	18.193	13.646	15.927	28.982	27.276	21.63	28.201	4.081	64170.984	65364.016	12431.385	0.982
19.10.2020	50.000.0	228.787	230.214	230.625	151.807	147.954	173.428	14.001	17.982	15.236	16.466	30.813	26.863	22.282	28.173	4.095	61556.57	62748.633	12172.903	0.981
19.10.2020	00.000.0	228.399	229.832	230.331	162.045	162.114	180.878	14.923	16.186	13.373	15.022	28.493	25.888	21.486	26.867	4.065	65765.969	66806.25	11743.614	0.984
19.10.2020	10.000.0	227.455	228.858	229.507	168.571	173.979	187.171	15.72	16.139	12.906	15.53	22.139	26.854	22.266	28.803	4.092	68935.422	69947	11852.881	0.986
19.10.2020	20.000.0	228.645	229.909	230.576	162.32	160.752	180.111	14.857	15.011	12.558	14.09	28.368	24.091	20.026	25.126	4.03	65654.25	66633.578	11382.156	0.985
19.10.2020	30.000.0	229.38	230.611	231.355	163.832	158.949	187.536	14.673	14.848	12.676	13.513	28.791	24.058	19.985	25.11	4.035	66919.086	67953.094	11809.253	0.985
19.10.2020	40.000.0	229.409	230.555	231.372	177.074	163.586	201.994	14.893	13.838	12.33	12.568	28.149	24.269	20.015	20.015	4.011	71042.852	72268.883	13255.357	0.983
19.10.2020	50.000.0	229.657	230.7	231.445	178.226	155.669	197.888	14.456	13.657	12.446	12.759	28.991	24.113	19.223	25.					

19.10.2020	10.00.00	231.388	232.782	233.667	174.084	181.737	231.883	15.87	11.685	9.762	8.64	26.161	20.202	17.657	19.958	3.996	77706.227	79517.695	16876.203	0.977
19.10.2020	20.00.00	231.408	232.78	233.585	176.119	176.119	226.674	15.503	11.237	9.368	8.497	26.538	19.297	19.189	19.899	3.955	76127.961	77794.797	16017.638	0.979
19.10.2020	30.00.00	231.461	233.077	233.625	163.414	177.531	206.632	15.763	8.847	8.847	8.575	25.936	18.303	15.644	18.026	3.94	72644.719	73737.734	12649.03	0.985
19.10.2020	40.00.00	231.698	233.214	233.783	163.62	172.037	208.068	15.384	11.103	9.053	8.478	26.617	18.053	15.511	17.576	3.935	72255.68	73434.023	13102.369	0.984
19.10.2020	50.00.00	231.988	233.432	234.058	153.272	163.622	200.568	14.829	11.551	9.931	8.988	27.775	18.158	16.169	18.411	3.945	69500.086	70779.492	13396.813	0.982
19.10.2020	00.00.00	232.04	233.607	234.207	153.602	165.955	200.256	14.926	11.695	9.692	9.234	27.433	17.839	16.008	18.411	3.926	69056.719	70363.547	13498.095	0.981
19.10.2020	10.00.00	232.064	233.71	234.27	148.085	168.71	197.772	14.973	12.491	9.802	9.655	26.966	18.351	16.456	19	3.876	68343.023	69735.602	13866.709	0.98
19.10.2020	20.00.00	232.351	233.808	234.382	154.834	167.283	203.132	14.518	12.259	10.284	9.61	28.003	18.283	16.601	19.428	3.891	69093.391	70568.914	14360.138	0.979
19.10.2020	30.00.00	232.507	233.988	234.613	149.949	156.492	198.365	14.125	12.525	10.894	9.848	28.884	18.633	16.948	19.438	3.894	66555.781	68565.281	14768.941	0.977
19.10.2020	40.00.00	232.58	234.133	234.797	159.687	172.045	209.548	15.156	11.707	9.632	9.213	26.675	18.565	16.494	19.221	3.884	72096.273	73498.805	14289.903	0.981
19.10.2020	50.00.00	233.099	234.649	235.232	151.507	164.578	194.771	14.78	12.478	10.27	10.35	27.598	18.756	16.812	20.049	3.909	68128.789	69385.516	13146.007	0.982
19.10.2020	00.00.00	233.68	235.125	235.794	148.624	157.749	193.464	14.308	13.031	10.69	10.531	28.631	19.201	16.767	20.259	3.913	66739.453	68127.358	13680.964	0.98
19.10.2020	10.00.00	233.419	234.833	235.52	148.817	154.783	194.062	14.409	13.428	10.669	9.292	29.222	18.097	15.725	19.103	3.924	65256.195	66337.82	11930.45	0.984
19.10.2020	20.00.00	233.873	234.947	235.968	151.812	143.202	193.896	13.356	13.067	12.006	10.718	31.251	19.667	17.069	20.661	3.955	64987.734	66834.625	15603.251	0.972
19.10.2020	30.00.00	234.208	235.45	236.39	145.909	144.035	180.43	13.572	12.563	10.676	10.59	30.472	18.185	15.289	18.999	3.928	62987.785	64172.785	12275.399	0.982
19.10.2020	40.00.00	234.552	235.694	236.627	147.483	137.577	177.785	13.177	11.892	10.988	10.481	31.466	17.413	15.025	19.036	3.926	62043.234	63254.137	12317.585	0.981
19.10.2020	50.00.00	235.062	236.404	236.99	142.333	125.319	168.042	13.432	12.266	12.732	11.385	33.819	17.317	15.856	19.056	3.95	58326.698	59714.414	12797.808	0.977
19.10.2020	20.00.00	234.944	236.02	236.914	149.804	134.983	169.834	13.149	11.56	10.495	10.786	31.602	17.2	14.088	18.209	3.933	61269.594	62128.641	10295.891	0.986
19.10.2020	30.00.00	235.267	236.361	237.264	140.552	132.62	168.362	12.938	10.455	10.773	32.161	17.112	13.789	18.031	3.931	59423.055	60461.141	11155.727	0.983	
19.10.2020	40.00.00	235.456	236.483	237.355	149.017	134.367	170.696	13.117	11.348	10.291	10.414	31.752	16.8	13.754	17.678	3.94	61273.977	62198.566	10673.167	0.985
19.10.2020	50.00.00	235.745	236.798	237.686	149.192	136.563	170.32	13.299	11.636	10.747	10.678	31.544	17.241	14.591	18.08	3.922	61510.777	62529.59	11241.618	0.984
20.10.2020	00.00.00	235.797	236.865	237.708	154.848	141.472	171.781	13.663	10.873	9.959	10.392	30.527	16.735	14.019	17.754	3.962	63258.016	64051.07	10048.054	0.988
20.10.2020	10.00.00	236.181	237.288	237.998	154.388	142.702	166.847	13.8	10.565	9.851	10.592	30.163	16.218	13.989	17.571	3.938	62890.625	63522.088	8938.761	0.99
20.10.2020	20.00.00	235.996	237.021	237.807	156.126	137.853	170.475	13.459	10.687	9.901	10.212	31.013	16.589	13.582	17.315	3.958	62876.172	63674.32	10050.189	0.987
20.10.2020	30.00.00	235.954	236.839	237.725	146.696	120.523	161.7	13.224	11.685	11.735	10.985	34.362	17.022	14.045	17.653	3.971	57845.191	58975.719	11492.129	0.981
20.10.2020	40.00.00	235.886	236.871	237.692	159.037	135.081	169.26	13.221	11.046	10.595	10.699	31.525	16.799	14.231	18.004	3.946	61860.836	62690.887	10167.813	0.987
20.10.2020	50.00.00	235.873	236.879	237.62	143.41	124.04	153.604	12.594	11.51	11.269	11.699	33.197	16.393	13.889	17.845	3.969	56892.754	57700.066	9618.317	0.986
20.10.2020	00.00.00	235.891	236.804	237.611	147.693	122.028	154.917	12.442	11.859	11.262	11.466	33.662	16.8	13.656	17.644	3.936	56675.68	57553.863	10015.7	0.985
20.10.2020	10.00.00	235.728	236.688	237.478	146.251	126.544	152.084	12.72	11.385	10.641	11.06	32.693	16.54	13.389	17.264	3.921	58069.978	58879.063	9729.747	0.986
20.10.2020	20.00.00	236.1	236.957	237.743	137.595	110.727	149.296	11.702	11.918	12.29	11.533	36.033	16.28	13.505	17.102	3.93	53449.414	54697.047	11615.803	0.977
20.10.2020	30.00.00	235.867	236.738	237.505	140.551	112.589	145.509	11.917	11.443	11.909	11.791	35.31	15.976	13.313	17.035	3.932	53749.758	54702.852	10166.894	0.983
20.10.2020	40.00.00	236.071	237.049	237.726	137.726	110.068	137.067	11.896	11.939	11.847	13.076	35.167	15.851	12.948	17.769	3.962	51471.328	52533.203	9005.532	0.985
20.10.2020	50.00.00	236.136	237.123	237.825	130.516	111.038	132.202	12.044	11.799	11.051	12.885	35.168	15.292	12.195	16.892	3.96	50601.695	51232.203	8013.109	0.988
20.10.2020	00.00.00	236.273	237.117	237.926	130.509	104.846	136.264	11.574	11.906	11.778	12.548	36.839	15.429	12.262	16.963	3.963	50160.375	51106.363	9787.59	0.981
20.10.2020	10.00.00	236.367	237.264	238.021	129.773	109.406	139.672	11.827	11.817	11.349	12.098	35.911	15.228	12.336	16.774	3.961	51187.766	52012.27	9224.352	0.984
20.10.2020	20.00.00	236.696	237.597	238.314	127.892	100.377	132.968	11.321	12.001	12.674	12.652	37.993	15.238	12.619	16.688	3.981	48710.641	49802.863	10372.97	0.978
20.10.2020	30.00.00	236.574	237.527	238.207	123.779	98.968	126.644	11.263	12.253	12.665	13.151	38.144	14.992	12.434	16.51	3.974	47069.836	48004.078	9424.538	0.981
20.10.2020	40.00.00	236.599	237.504	238.198	127.637	101.841	130.539	11.441	11.923	12.178	12.758	37.443	15.109	12.309	16.518	3.972	48551.246	49424.727	9250.945	0.982
20.10.2020	50.00.00	236.403	237.37	238.109	122.896	104.721	127.604	11.632	12.483	11.485	13.027	36.622	15.222	11.947	16.481	3.962	48079.336	48756.508	8097.799	0.986
20.10.2020	00.00.00	236.413	237.379	238.168	119.184	102.903	130.092	11.457	12.415	11.505	12.994	37.183	14.682	11.761	16	3.954	47626.918	48383.332	8521.936	0.984
20.10.2020	10.00.00	236.31	237.273	238.058	117.322	101.827	127.354	11.393	12.507	11.63	12.616	37.37	14.559	11.762	15.939	3.949	46740.398	47500.305	8462.517	0.984
20.10.2020	20.00.00	236.361	237.331	238.055	121.178	99.884	127.356	11.296	12.052	12.136	12.676	37.814	14.498	12.032	16.014	3.955	47007.438	47842.43	8899.385	0.983
20.10.2020	30.00.00	236.261	237.216	237.962	123.169	102.333	128.044	11.46	12.111	12.354	12.764	37.229	14.808	12.545	16.21	3.959	47620.75	48545.789	9431.747	0.981
20.10.2020	40.00.00	236.291	237.189	237.977	122.849	102.393	131.798	11.416	12.193	12.132	12.296	37.347	14.867	12.33	16.083	3.955	48066.375	49008.605	9563.841	0.981
20.10.2020	50.00.00	236.154	237.123	237.896	117.953	103.621	127.667	11.594	12.51	11.678	12.691	36.952	14.64	12.017	16.071	3.906	47166.078	47876.063	8214.532	0.985
20.10.2020	00.00.00	235.651	236.636	237.397	117.879	102.813	126.712	11.622	12.747	12.237	13.291	37.178	14.904	12.487	16.692	4.012	46731.512	47510.059	8565.709	0.984
20.10.2020	10.00.00	235.719	236.651	237.408	121.419	98.953	127.681	11.383	12.584	12.818	13.153	38.136	16.649	12.579	16.649	4.016	46702.734	47667.602	9542.271	0.98
20.10.2020	20.00.00	235.824	236.677	237.458	122.431	96.731	129.963	11.21	12.582	13.386	12.971	38.853	15.263	12.833	16.716	4.019	46747.703	47927.301	10492.312	0.976
20.10.2020	30.00.00	235.826	236.688	237.414	128.567	101.123	134.335	11.5	11.819	12.456	12.36	37.634	15.089	12.498	16.477	4.012	48856.313	50011.32		

20.10.2020	40:00:00	236.079	237.281	238.146	115.689	130.727	143.921	13.36	16.401	12.17	13.603	32.238	18.722	15.792	19.396	4.07	52218.531	53551.66	11874.568	0.975
20.10.2020	50:00:00	236.183	237.556	238.275	121.573	138.802	139.218	13.984	15.853	11.46	14.647	30.574	19.034	15.803	20.174	4.064	53762.453	54735.371	10274.228	0.982
20.10.2020	00:00:00	235.983	237.32	238.092	133.329	145.121	139.82	16.8	18.811	14.352	14.352	31.594	19.385	15.872	20.614	4.061	53415.148	54533.012	10985.048	0.98
20.10.2020	10:00:00	236.348	237.772	238.382	130.73	150.822	151.426	14.735	15.78	11.217	14.405	29.036	20.376	16.811	21.588	4.085	58410.461	59421.965	10917.319	0.983
20.10.2020	20:00:00	235.952	237.178	238.088	123.224	137.782	154.298	13.73	16.435	12.294	13.949	31.35	19.981	16.811	21.314	4.079	55756.25	56931.035	11505.801	0.979
20.10.2020	30:00:00	235.92	237.087	237.89	128.894	148.76	13.242	13.242	16.187	14.479	15.129	32.982	20.417	18.468	22.25	4.118	54501.898	55505.973	10509.803	0.982
20.10.2020	40:00:00	235.935	237.61	237.996	119.551	125.609	141.204	13.039	18.268	15.393	16.95	33.669	21.481	19.109	23.595	4.129	51774.125	52856.594	10642.34	0.98
20.10.2020	50:00:00	235.723	237.048	237.866	117.226	129.696	143.042	13.242	17.011	14.641	12.085	33.049	22.047	18.787	23.984	4.125	52219.992	53380.918	11072.247	0.978
20.10.2020	00:00:00	235.631	236.956	237.73	129.09	146.319	155.032	14.312	17.811	12.9	15.669	30.316	22.634	18.719	23.997	4.126	57728.336	58864.168	11507.798	0.981
20.10.2020	10:00:00	235.134	236.548	237.438	129.125	154.625	166.006	14.74	18.491	12.793	14.93	29.545	23.476	19.619	24.511	4.152	60110.133	61578.602	13367.732	0.976
20.10.2020	20:00:00	234.541	235.953	236.708	144.351	165	176.408	15.432	16.222	12.439	13.9	28.125	23.112	20.365	24.284	4.156	64969.066	66228.391	12853.798	0.981
20.10.2020	30:00:00	234.118	235.675	236.429	153.457	178.737	184.663	16.319	15.154	12.085	13.734	26.585	22.989	21.441	25.123	4.172	68998.859	70271.329	13323.775	0.982
20.10.2020	40:00:00	233.857	235.659	236.199	135.156	203.309	196.884	18.058	13.556	10.925	13.259	23.946	22.078	25.869	28.725	4.189	76853.758	78129.922	14063.591	0.984
20.10.2020	50:00:00	233.199	235.029	235.524	191.084	222.799	211.113	19.353	13.482	10.005	12.855	22.346	25.528	22.179	26.913	4.206	83302.398	84684.547	15237.538	0.984
20.10.2020	00:00:00	233.001	234.681	235.222	191.906	220.136	222.174	19.899	14.407	10.375	12.637	22.839	26.733	22.714	27.852	4.224	84471.125	85801.859	15052.886	0.984
20.10.2020	10:00:00	232.502	234.126	234.712	191.398	217.133	213.072	18.037	14.743	10.870	13.751	23.142	27.91	23.327	29.021	4.245	82547.008	83869.219	14833.658	0.984
20.10.2020	20:00:00	232.067	233.445	234.094	196.012	211.781	225.011	18.463	14.766	10.952	13.015	23.681	28.629	23.054	29.037	4.238	84080.43	85196.258	13743.514	0.987
20.10.2020	30:00:00	231.669	233.007	233.74	196.607	214.414	236.096	18.504	15.889	11.166	13.322	23.92	30.847	24.83	31.175	4.288	85588.305	86992.352	15566.37	0.984
20.10.2020	40:00:00	231.165	232.472	233.31	202.091	232.48	231.302	19.651	15.921	11.225	13.458	22.626	33.059	25.93	33.514	4.322	91705.016	93194.469	16595.127	0.984
20.10.2020	50:00:00	231.012	232.422	233.052	210.558	219.936	236.876	18.943	15.387	11.584	14.115	23.396	32.016	25.306	33.103	4.3	88202.734	89417.508	14689.064	0.986
20.10.2020	00:00:00	230.912	232.286	232.822	205.372	216.295	229.733	18.713	15.818	11.554	14.333	23.671	32.082	24.822	32.591	4.294	86043.227	87267.516	14566.496	0.986
20.10.2020	10:00:00	230.486	231.877	232.418	197.733	212.564	226.88	18.454	16.825	12.438	15.311	24.218	32.802	26.234	34.334	4.327	83849.031	85240.141	15336.939	0.984
20.10.2020	20:00:00	230.24	231.464	232.233	205.228	220.788	241.304	18.862	16.242	11.892	14.033	23.599	32.896	26.071	33.529	4.316	87668.797	89181.602	16356.644	0.983
20.10.2020	30:00:00	230.149	231.456	232.349	208.691	220.691	239.029	18.068	17.56	12.547	14.697	24.713	33.133	25.978	33.298	4.317	82611.531	84704.398	16149.352	0.981
20.10.2020	40:00:00	230.488	231.972	232.707	202.472	226.804	231.19	19.272	14.797	10.49	12.851	22.586	29.632	23.659	29.465	4.231	86369.547	88344.492	18575.557	0.978
20.10.2020	00:00:00	230.803	232.05	232.853	207.275	215.835	228.718	18.545	15.015	11.314	13.783	23.671	30.773	24.262	31.926	4.256	85302.453	87208.516	18133.289	0.978
20.10.2020	10:00:00	230.853	232.614	233.172	204.129	224.116	214.725	19.31	15.718	11.195	15.025	22.787	31.227	24.932	31.901	4.275	83754.063	85685.938	18092.459	0.977
20.10.2020	20:00:00	231.075	232.608	233.157	184.33	202.453	202.261	17.902	16.537	12.004	15.298	24.607	30.071	24.127	30.582	4.26	77449.125	78911.633	15122.155	0.981
20.10.2020	30:00:00	230.262	232.687	233.201	189.36	196.476	201.446	16.366	16.366	12.515	15.565	25.18	30.58	24.396	30.979	4.274	77493.563	78726.852	13880.357	0.984
20.10.2020	40:00:00	230.963	232.729	232.882	180.17	184.751	208.066	16.564	17.26	13.773	15.821	26.983	30.641	25.205	31.427	4.295	75414.82	76836.016	14709.797	0.982
20.10.2020	50:00:00	230.496	232.1904	232.658	183.515	194.419	209.633	17.199	17.042	12.952	15.096	25.84	30.826	24.969	31.289	4.284	76918.844	78601.578	16177.122	0.979
20.10.2020	00:00:00	230.396	231.74	232.573	188.313	195.948	214.443	17.026	16.258	12.372	14.404	25.549	30.213	23.983	30.568	4.204	78194.867	79937.555	16600.469	0.978
20.10.2020	10:00:00	230.477	231.793	232.567	184.195	195.297	201.696	17.223	16.52	11.923	15.427	25.023	30.077	23.118	30.748	4.162	76101.797	77579.961	15072.074	0.981
20.10.2020	20:00:00	230.563	231.701	232.61	178.838	190.332	215.665	16.599	18.058	13.256	15.258	26.416	31.776	25.008	32.527	4.219	76490.5	78324.781	16851.557	0.977
20.10.2020	30:00:00	230.462	231.82	232.54	181.838	188.06	203.384	16.674	16.512	12.544	15.04	25.911	29.619	23.403	30.245	4.163	75328.055	76636.234	14099.519	0.983
20.10.2020	40:00:00	230.417	231.69	232.513	183.383	194.722	221.703	16.81	17.346	11.912	14.651	26.006	31.336	25.149	32.135	4.211	78049.75	80198.133	18438.473	0.973
20.10.2020	50:00:00	230.124	231.434	232.289	200.958	210.572	220.647	17.32	16.778	11.91	14.563	24.929	31.528	23.762	31.938	4.171	79907.25	81847.492	17715.633	0.976
20.10.2020	00:00:00	230.268	231.492	232.433	178.193	190.736	214.117	16.594	18.154	12.081	14.911	25.968	31.823	22.874	31.573	4.151	75966.219	77990.386	17671.246	0.974
20.10.2020	10:00:00	230.582	231.836	232.793	183.22	196.788	210.027	17.038	17.771	14.851	15.371	25.371	32.071	23.962	31.873	4.171	77993.555	79907.242	17383.082	0.975
20.10.2020	20:00:00	231.283	232.384	233.432	165.855	171.505	204.297	15.367	19.674	11.12	15.88	28.784	32.006	23.962	32.035	4.227	71050.477	72866.703	16167.436	0.976
20.10.2020	30:00:00	231.368	232.484	233.502	170.357	170.023	212.283	15.302	19.346	13.777	15.177	29.12	32.354	23.203	31.852	4.254	72577.547	74511.102	16864.256	0.974
20.10.2020	40:00:00	231.397	232.673	233.715	166.341	181.093	207.456	16.152	19.727	13.413	15.805	27.618	32.189	24.074	32.384	4.278	72900.477	74728.156	16426.133	0.976
20.10.2020	50:00:00	229.422	230.54	231.968	166.893	183.909	210.382	16.3	18.969	12.854	15.188	27.015	31.1	23.446	31.589	4.23	73186.594	74971.633	16262.469	0.976
20.10.2020	00:00:00	229.131	230.088	231.798	162.488	183.599	215.362	16.144	18.01	12.252	13.784	26.996	28.797	22.326	29.406	4.186	72972.663	74976.758	17219.73	0.973
20.10.2020	10:00:00	230.451	231.481	232.831	166.198	178.499	198.458	16.138	16.341	11.813	13.991	26.812	26.8	20.939	27.497	4.158	71467.281	72716.609	13421.362	0.983
20.10.2020	20:00:00	230.271	231.592	232.441	178.569	182.769	206.769	16.72	17.06	12.518	14.778	26.341	30.026	23.273	30.226	4.239	75075.172	76502.617	14709.472	0.981
20.10.2020	30:00:00	229.955	231.235	232.043	165.537	172.915	193.313	15.778	18.449	13.671	15.751	27.975	30.466	23.419	30.747	4.228	69593.031	70996.523	14046.948	0.98
20.10.2020	40:00:00	229.979	231.233	232.135	157.67	160.947	183.081	15.018	18.449	13.008	15.909	28.93	28.603	20.759	28.762	4.149	65675.984	66966.578	13083.846	0.981
20.10.2020	50:00:00	229.91	231.358	231.949	173.319	172.115	188.692	15.837	17.17	12.574	16.118	27.446	29.326	2						

20.10.2020	10.00.00	228.428	229.663	230.545	148.093	155.144	170.67	14.708	17.734	11.55	14.813	29.026	25.856	17.799	25.004	4.075	61.469.828	627.98.68	12850.447	0.979
20.10.2020	20.00.00	230.063	231.401	232.215	147.282	147.909	162.903	14.311	18.22	12.1	15.302	30.212	25.5	17.474	24.637	4.112	59.191.223	60471.26	12378.242	0.979
20.10.2020	30.00.00	231.491	232.764	233.594	145.435	148.847	166.277	14.413	17.546	11.823	14.529	30.216	25.131	17.474	23.904	4.148	60.670.977	61841.324	11974.211	0.981
20.10.2020	40.00.00	231.61	232.77	233.511	155.07	144.648	162.91	14.228	16.127	11.808	14.564	30.59	24.686	16.961	23.475	4.135	60.796.73	62034.313	12329.375	0.984
20.10.2020	50.00.00	231.52	232.69	233.502	161.509	156.268	181.858	14.86	15.637	11.569	12.912	29.495	24.945	17.957	23.283	4.161	66.023.969	67111.656	12303.627	0.984
20.10.2020	00.00.00	231.457	232.551	233.509	151.446	155.693	183.637	14.671	16.32	11.962	12.573	29.752	24.386	18.49	22.909	4.158	64.555.027	65.994.234	12.037.202	0.978
20.10.2020	10.00.00	231.748	232.93	233.855	152.688	149.746	175.582	14.457	16.308	12.461	13.449	30.32	24.569	18.515	23.398	4.168	63.162.695	64.223.758	11.626.061	0.983
20.10.2020	20.00.00	231.782	232.957	233.933	158.147	161.579	186.664	15.114	16.358	11.653	12.975	28.98	25.528	18.7	24.016	4.183	66.806.203	68.146.258	13.447.817	0.98
20.10.2020	30.00.00	231.952	233.166	234.186	159.464	163.544	200.249	15.712	15.724	11.944	12.072	28.97	24.768	19.395	23.998	4.209	69.130.805	70.528.633	13.972.112	0.98
20.10.2020	40.00.00	231.949	233.218	234.177	166.564	171.896	211.896	15.712	15.724	11.944	12.072	28.97	24.768	19.395	23.998	4.209	69.130.805	70.528.633	13.972.112	0.98
20.10.2020	50.00.00	231.16	232.387	233.429	166.109	171.685	219.109	15.582	14.636	10.526	10.377	27.739	24.054	17.971	22.614	4.183	73.122.883	74.676.688	15.154.271	0.979
20.10.2020	00.00.00	230.847	232.119	233.07	166.005	167.748	216.199	15.336	14.493	10.845	10.52	28.093	23.308	18.085	22.617	4.125	72.341.141	74.091.422	16.009.306	0.976
20.10.2020	10.00.00	231.403	232.996	233.687	163.687	164.032	195.865	15.346	12.83	10.537	10.862	28.125	20.748	17.188	21.149	4.132	69.782.164	70.811.719	12.031.199	0.985
20.10.2020	20.00.00	232.853	234.487	234.955	163.048	164.032	195.865	15.346	12.83	10.537	10.862	28.125	20.748	17.188	21.149	4.132	69.782.164	70.811.719	12.031.199	0.985
20.10.2020	30.00.00	232.771	234.58	234.938	162.263	169.59	192.811	15.744	12.664	9.991	10.756	27.277	20.384	16.858	20.619	4.121	70.112.508	71.034.938	11.410.481	0.987
20.10.2020	40.00.00	232.741	234.01	234.99	157.352	159.994	219.05	14.75	14.981	11.964	10.479	29.838	23.31	19.005	22.829	4.157	70.695.492	73.262.586	19.224.666	0.982
20.10.2020	50.00.00	232.753	234.261	234.886	162.924	157.242	208.017	14.743	13.764	11.591	10.797	29.636	22.214	18.103	22.328	4.164	70.135.609	71.881.711	15.747.269	0.976
20.10.2020	00.00.00	232.606	234.096	234.882	156.614	159.688	207.482	14.869	14.093	11.244	10.624	29.321	21.853	17.842	21.919	4.159	69.470.484	71.254.195	15.843.383	0.975
20.10.2020	10.00.00	232.613	234.287	234.964	148.009	164.943	194.777	15.182	15.125	11.136	11.585	28.622	22.133	18.032	22.412	4.157	67.077.555	68.625.438	14.493.173	0.977
20.10.2020	20.00.00	232.853	234.487	234.955	163.048	164.032	195.865	15.346	12.83	10.537	10.862	28.125	20.748	17.188	21.149	4.132	69.782.164	70.811.719	12.031.199	0.985
20.10.2020	30.00.00	232.771	234.58	234.938	162.263	169.59	192.811	15.744	12.664	9.991	10.756	27.277	20.384	16.858	20.619	4.121	70.112.508	71.034.938	11.410.481	0.987
20.10.2020	40.00.00	232.741	234.01	234.99	157.352	159.994	219.05	14.75	14.981	11.964	10.479	29.838	23.31	19.005	22.829	4.157	70.695.492	73.262.586	19.224.666	0.982
20.10.2020	50.00.00	232.753	234.261	234.886	162.924	157.242	208.017	14.743	13.764	11.591	10.797	29.636	22.214	18.103	22.328	4.164	70.135.609	71.881.711	15.747.269	0.976
20.10.2020	00.00.00	232.606	234.096	234.882	156.614	159.688	207.482	14.869	14.093	11.244	10.624	29.321	21.853	17.842	21.919	4.159	69.470.484	71.254.195	15.843.383	0.975
20.10.2020	10.00.00	232.613	234.287	234.964	148.009	164.943	194.777	15.182	15.125	11.136	11.585	28.622	22.133	18.032	22.412	4.157	67.077.555	68.625.438	14.493.173	0.977
20.10.2020	20.00.00	232.853	234.487	234.955	163.048	164.032	195.865	15.346	12.83	10.537	10.862	28.125	20.748	17.188	21.149	4.132	69.782.164	70.811.719	12.031.199	0.985
20.10.2020	30.00.00	232.771	234.58	234.938	162.263	169.59	192.811	15.744	12.664	9.991	10.756	27.277	20.384	16.858	20.619	4.121	70.112.508	71.034.938	11.410.481	0.987
20.10.2020	40.00.00	232.741	234.01	234.99	157.352	159.994	219.05	14.75	14.981	11.964	10.479	29.838	23.31	19.005	22.829	4.157	70.695.492	73.262.586	19.224.666	0.982
20.10.2020	50.00.00	232.753	234.261	234.886	162.924	157.242	208.017	14.743	13.764	11.591	10.797	29.636	22.214	18.103	22.328	4.164	70.135.609	71.881.711	15.747.269	0.976
20.10.2020	00.00.00	232.606	234.096	234.882	156.614	159.688	207.482	14.869	14.093	11.244	10.624	29.321	21.853	17.842	21.919	4.159	69.470.484	71.254.195	15.843.383	0.975
20.10.2020	10.00.00	232.613	234.287	234.964	148.009	164.943	194.777	15.182	15.125	11.136	11.585	28.622	22.133	18.032	22.412	4.157	67.077.555	68.625.438	14.493.173	0.977
20.10.2020	20.00.00	232.853	234.487	234.955	163.048	164.032	195.865	15.346	12.83	10.537	10.862	28.125	20.748	17.188	21.149	4.132	69.782.164	70.811.719	12.031.199	0.985
20.10.2020	30.00.00	232.771	234.58	234.938	162.263	169.59	192.811	15.744	12.664	9.991	10.756	27.277	20.384	16.858	20.619	4.121	70.112.508	71.034.938	11.410.481	0.987
20.10.2020	40.00.00	232.741	234.01	234.99	157.352	159.994	219.05	14.75	14.981	11.964	10.479	29.838	23.31	19.005	22.829	4.157	70.695.492	73.262.586	19.224.666	0.982
20.10.2020	50.00.00	232.753	234.261	234.886	162.924	157.242	208.017	14.743	13.764	11.591	10.797	29.636	22.214	18.103	22.328	4.164	70.135.609	71.881.711	15.747.269	0.976
20.10.2020	00.00.00	232.606	234.096	234.882	156.614	159.688	207.482	14.869	14.093	11.244	10.624	29.321	21.853	17.842	21.919	4.159	69.470.484	71.254.195	15.843.383	0.975
20.10.2020	10.00.00	232.613	234.287	234.964	148.009	164.943	194.777	15.182	15.125	11.136	11.585	28.622	22.133	18.032	22.412	4.157	67.077.555	68.625.438	14.493.173	0.977
20.10.2020	20.00.00	232.853	234.487	234.955	163.048	164.032	195.865	15.346	12.83	10.537	10.862	28.125	20.748	17.188	21.149	4.132	69.782.164	70.811.719	12.031.199	0.985
20.10.2020	30.00.00	232.771	234.58	234.938	162.263	169.59	192.811	15.744	12.664	9.991	10.756	27.277	20.384	16.858	20.619	4.121	70.112.508	71.034.938	11.410.481	0.987
20.10.2020	40.00.00	232.741	234.01	234.99	157.352	159.994	219.05	14.75	14.981	11.964	10.479	29.838	23.31	19.005	22.829	4.157	70.695.492	73.262.586	19.224.666	0.982
20.10.2020	50.00.00	232.753	234.261	234.886	162.924	157.242	208.017	14.743	13.764	11.591	10.797	29.636	22.214	18.103	22.328	4.164	70.135.609	71.881.711	15.747.269	0.976
20.10.2020	00.00.00	232.606	234.096	234.882	156.614	159.688	207.482	14.869	14.093	11.244	10.624	29.321	21.853	17.842	21.919	4.159	69.470.484	71.254.195	15.843.383	0.975
20.10.2020	10.00.00	232.613	234.287	234.964	148.009	164.943	194.777	15.182	15.125	11.136	11.585	28.622	22.133	18.032	22.412	4.157	67.077.555	68.625.438	14.493.173	0.977
20.10.2020	20.00.00	232.853	234.487	234.955	163.048	164.032	195.865	15.346	12.83	10.537	10.862	28.125	20.748	17.188	21.149	4.132	69.782.164	70.811.719	12.031.199	0.985
20.10.2020	30.00.00	232.771	234.58	234.938	162.263	169.59	192.811	15.744	12.664	9.991	10.756	27.277	20.384	16.858	20.619	4.121	70.112.508	71.034.938	11.410.481	0.987
20.10.2020	40.00.00	232.741	234.01	234.99	157.352	159.994	219.05	14.75	14.981	11.964	10.479	29.838	23.31	19.005	22.829	4.157	70.695.492	73.262.586	19.224.666	0.982
20.10.2020	50.00.00	232.753	234.261	234.886	162.924	157.242	208.017	14.743	13.764	11.591	10.797	29.636	22.214	18.103	22.328	4.164	70.135.609	71.881.711	15.747.269	0.976
20.10.2020	00.00.00	232.606	234.096	234.882	156.614	159.688	207.482	14.869	14.093	11.244	10.624	29.321	21.853	17.842	21.919	4.159	69.470.484	71.254.195	15.843.383	0.975
20.10.2020	10.00.0																			

21.10.2020	40.000	233.969	235.035	235.797	127.805	122.367	147.212	12.598	10.403	9.325	9.986	32.875	13.222	11.361	14.625	3.903	5331.555	5396.123	8310.216	0.988
21.10.2020	50.000	234.002	235.000	235.77	133.54	121.854	151.676	12.954	10.683	10.12	10.233	33.208	14.182	12.268	15.437	3.924	5455.245	55340.684	9307.108	0.986
21.10.2020	00.000	233.884	235.072	235.702	122.973	116.922	138.091	12.302	10.579	9.583	10.418	33.781	12.934	11.152	14.306	3.904	5071.359	5131.117	7436.74	0.989
21.10.2020	10.000	234.148	235.231	235.963	124.731	118.093	139.193	12.384	10.242	9.128	10.128	33.536	12.705	10.734	14.023	3.905	51363.418	51901.422	7453.654	0.991
21.10.2020	20.000	234.06	235.196	235.88	125.88	119.231	137.931	12.485	10.543	9.326	10.849	33.262	13.195	11.07	14.873	3.908	51504.813	51984.465	7045.479	0.991
21.10.2020	30.000	234.187	235.316	236.012	129.391	121.061	142.312	12.59	9.872	8.876	10.95	32.927	12.708	10.702	14.29	3.906	52876.461	53366.934	7218.672	0.991
21.10.2020	40.000	234.122	235.219	235.875	127.125	112.408	134.688	12.071	10.055	9.828	10.856	34.571	12.715	10.994	14.533	3.909	50213.492	50759.328	7423.921	0.989
21.10.2020	50.000	234.199	235.233	235.991	123.563	108.935	138.598	11.764	10.478	10.343	10.343	35.625	12.873	11.092	14.255	3.912	49756.781	50547.117	8903.6	0.984
21.10.2020	00.000	234.153	235.254	235.91	120.621	111.381	130.936	12.001	10.811	9.963	11.286	34.742	12.961	11.041	14.68	3.904	48784.633	49291.457	7050.36	0.99
21.10.2020	10.000	233.991	235.074	235.803	125.918	118.826	140.421	12.432	10.378	9.14	10.401	31.749	12.994	10.815	14.524	3.901	51786.25	52303.66	7338.738	0.99
21.10.2020	20.000	233.845	234.97	235.697	119.478	114.805	134.388	12.179	11.124	9.854	11.25	34.167	13.206	11.257	15.021	3.904	49458.195	50010.523	7412.13	0.989
21.10.2020	30.000	233.902	235.013	235.804	123.56	124.171	149.187	12.673	10.669	9.025	10.019	32.627	13.105	11.16	14.87	3.9	53218.465	53952.703	8870.678	0.986
21.10.2020	40.000	233.903	235.015	235.727	120.862	116.563	135.159	12.304	10.801	9.709	11.114	33.75	12.708	11.263	14.926	3.901	50079.113	50565.699	6998.047	0.99
21.10.2020	50.000	233.961	234.968	235.691	125.369	111.246	137.254	11.946	10.743	10.359	11.03	34.957	13.389	11.461	15.044	3.907	50089.875	50753.902	8183.087	0.987
21.10.2020	00.000	233.877	235.006	235.756	126.571	128.919	154.412	12.96	11.445	9.579	10.426	31.991	12.92	12.292	16.066	3.919	54745.547	55628.031	9869.304	0.984
21.10.2020	10.000	233.799	234.854	235.523	124.416	118.02	144.703	12.355	10.809	10.241	11.105	33.689	14.031	12.022	15.967	3.912	52730.719	53345.715	8076.91	0.988
21.10.2020	20.000	233.738	234.878	235.592	129.858	123.799	145.73	12.689	11.389	10.375	11.521	32.787	14.692	12.723	16.676	3.922	53470.063	54052.426	7913.091	0.989
21.10.2020	30.000	233.922	235.008	235.751	144.271	137.942	161.131	13.614	10.779	9.709	11.026	30.733	15.458	13.329	17.656	3.929	59599.129	60174.547	8301.818	0.99
21.10.2020	40.000	233.837	235.073	235.899	135.874	131.454	146.376	13.15	14.497	11.461	13.567	31.475	14.966	14.966	19.675	3.919	53570.805	54429.973	9632.799	0.984
21.10.2020	50.000	233.873	235.191	235.989	124.481	143.105	156.416	13.827	15.344	11.295	13.335	29.933	18.875	16.06	20.672	3.939	56450.016	57624.66	11575.709	0.98
21.10.2020	00.000	233.911	235.191	235.895	129.732	135.546	144.161	13.553	14.794	12.038	14.627	30.574	18.835	16.199	20.866	3.935	54507.492	55361.184	9684.718	0.985
21.10.2020	10.000	233.719	235.028	235.787	129.145	146.026	149.737	14.159	15.495	11.141	14.145	29.11	19.771	16.168	20.967	3.932	56495.594	57531.613	10868.954	0.982
21.10.2020	20.000	233.285	234.778	235.362	139.18	157.544	148.981	15.027	14.468	10.382	14.007	27.258	19.925	16.269	20.663	3.93	59329.684	60272.484	10618.91	0.984
21.10.2020	30.000	233.27	234.687	235.241	143.36	149.267	143.599	14.584	14.57	11.254	15.115	28.238	20.508	16.692	21.456	3.938	58094.699	58906.102	9743.448	0.986
21.10.2020	40.000	233.521	235.015	235.649	128.11	147.7	149.6	14.881	16.456	11.504	14.72	29.035	20.97	16.872	21.782	3.957	56621.875	57688.109	11039.964	0.982
21.10.2020	50.000	232.852	234.378	235.39	137.169	174.725	183.562	15.777	15.823	10.101	12.125	26.18	21.433	17.558	22.092	3.975	65629.336	67320.094	14992.843	0.975
21.10.2020	00.000	232.897	234.25	235.232	137.224	160.541	147.725	14.879	15.077	11.06	12.584	27.888	21.199	17.647	22.113	3.974	62934.434	64381.391	13582.056	0.977
21.10.2020	10.000	232.922	234.069	234.863	143.342	148.937	167.534	14.246	15.077	12.731	13.981	29.426	21.218	18.808	23.194	3.996	61030.086	62041.582	11157.363	0.984
21.10.2020	20.000	231.916	233.387	234.094	161.173	176.315	185.677	16.005	13.896	11.563	13.317	26.071	22.041	20.251	24.506	4.006	69133.766	70281.711	11624.159	0.986
21.10.2020	30.000	231.583	233.068	233.72	159.501	180.069	191.797	16.148	13.918	11.359	12.797	25.817	22.931	20.322	24.341	4.017	71366.445	72281.715	12281.715	0.985
21.10.2020	40.000	231.139	232.693	233.549	156.534	182.68	199.481	16.168	13.852	11.019	12.043	25.687	21.35	20.007	23.848	4.003	70994.266	72369.758	14042.65	0.981
21.10.2020	50.000	231.05	232.718	233.497	155.541	192.893	203.687	16.8	14.672	11.279	12.676	24.926	21.617	21.617	25.611	4.045	72600.766	74360.406	16081.021	0.976
21.10.2020	00.000	231.208	232.77	233.471	170.293	202.839	223.441	17.369	14.374	10.983	11.922	24.228	24.221	22.142	26.446	4.072	78613.906	80382.281	16767.99	0.978
21.10.2020	10.000	230.955	232.302	233.119	176.961	194.589	226.081	16.836	15.44	12.617	13.032	25.549	26.995	24.355	29.21	4.148	78688.547	80309.664	16054.72	0.98
21.10.2020	20.000	230.796	231.987	232.844	193.612	195.15	213.142	16.951	14.702	12.491	12.97	28.074	28.157	27.725	29.141	4.148	82367.008	83772.75	15282.308	0.983
21.10.2020	30.000	230.319	231.462	232.144	211.607	206.202	239.773	17.766	13.512	11.139	12.155	24.011	28.33	22.826	28.927	4.131	86701.953	87873.453	14300.877	0.987
21.10.2020	40.000	229.412	230.479	231.217	218.559	208.615	246.891	17.757	13.498	11.19	11.569	29.111	29.111	23.197	29.286	4.143	94500.711	96321.039	18637.584	0.981
21.10.2020	50.000	229.285	230.205	230.937	216.811	184.456	276.811	18.456	13.938	10.183	10.442	23.053	22.52	28.742	28.742	4.143	89261.469	90829.875	16806.42	0.983
21.10.2020	00.000	228.967	229.921	230.796	226.698	215.493	269.826	18.115	14.719	11.842	12.214	24.112	33.005	25.339	32.71	4.23	92995.172	94823.016	18528.414	0.981
21.10.2020	10.000	228.943	229.932	230.817	218.508	210.937	265.371	17.755	15.148	11.084	12.369	23.615	32.72	25.277	32.569	4.226	90552.703	92567.977	19210.352	0.978
21.10.2020	20.000	228.627	229.489	230.446	216.055	214.614	263.625	17.986	14.087	11.604	11.604	23.845	30.131	23.641	30.348	4.155	90549.781	92344.461	18117.305	0.981
21.10.2020	30.000	228.019	229.286	229.961	245.169	241.379	271.886	17.865	13.003	10.141	11.714	24.214	31.608	24.351	31.626	4.187	98672.453	100166.867	17237.973	0.985
21.10.2020	40.000	228.15	229.188	230.191	208.511	215.009	261.087	15.779	14.865	12.201	12.297	28.024	30.65	26.036	31.861	4.236	88577.969	90900.227	20415.564	0.974
21.10.2020	50.000	228.325	229.466	230.39	212.777	217.446	257.699	16.023	14.137	11.155	11.811	27.29	29.776	24.104	30.221	4.197	89372.32	91333.469	18825.256	0.979
21.10.2020	00.000	228.719	229.843	230.788	206.829	210.766	256.67	15.562	15.483	12.126	12.642	28.487	31.639	25.368	32.185	4.241	87764.719	89778.445	18908.311	0.978
21.10.2020	10.000	228.865	230.057	230.913	208.052	245.459	265.459	15.397	16.152	13.087	13.926	29.095	32.686	26.995	33.85	4.303	85603.047	87573.617	18473.131	0.977
21.10.2020	20.000	228.921	230.048	230.978	201.715	207.474	248.47	15.397	15.936	13.14	13.559	29.301	31.737	27.028	33.378	4.306	85522.977	87514.945	18565.723	0.977
21.10.2020	30.000	228.604	229.95	230.826	195.985	212.336	246.283	15.729	16.193	12.199	13.372	28.113	31.321	25.71	32.637	4.235	85162.023	87137.461	18449.063	0.977
21.10.2020	40.000	228.461	229.626	230.659	192.158	208.061	247.181	15.403	16.92	13.094	13.688	29.14	32.905	27.009	33.516	4.286	84053.414	86188.305	19064.285	0.975
21.10.2020	50.000	228.213	229.356																	

21.10.2020	10:00.0	229.591	231.102	231.865	174.474	197.843	225.41	14.893	16.842	11.598	13.423	28.453	28.968	22.984	29.981	4.051	77733	79934.641	18631.359	0.972
21.10.2020	20:00.0	229.569	231.123	231.97	166.34	200.381	220.037	15.634	17.944	11.744	13.989	27.105	29.372	23.702	30.478	4.066	76772.297	79043.188	18810.625	0.971
21.10.2020	30:00.0	229.33	230.754	231.455	183.795	205.012	227.412	16.711	16.711	11.591	13.766	27.429	30.289	23.603	31.009	4.066	80345.023	82240.07	17430.752	0.977
21.10.2020	40:00.0	229.356	230.83	231.542	173.666	197.527	217.779	14.901	17.845	12.466	14.517	28.632	30.451	24.433	31.283	4.078	76959.547	78604.18	17225.48	0.976
21.10.2020	50:00.0	229.37	230.759	231.414	176.206	201.855	218.068	15.463	17.485	12.069	14.373	27.422	30.345	24.183	31.015	4.067	77300.984	79538.852	18734.635	0.972
21.10.2020	00:00.0	229.357	230.795	231.351	174.766	195.4	210.593	16.605	17.796	12.486	14.971	25.449	30.615	24.207	31.179	4.061	75459.094	77391.289	15188.036	0.975
21.10.2020	10:00.0	229.195	230.606	231.057	171.166	180.161	201.185	15.657	17.458	13.786	15.24	27.102	29.432	24.602	30.305	4.074	71736.813	73422.797	15644.068	0.977
21.10.2020	20:00.0	228.763	230.36	230.741	167.13	190.455	207.076	16.248	18.155	13.285	15.445	26.01	29.848	25.084	31.397	4.07	73007.469	75011.461	17222.908	0.973
21.10.2020	30:00.0	228.672	229.876	230.592	172.154	186.374	212.053	16.027	17.235	12.895	14.445	26.37	29.232	23.833	30.309	4.066	74059.633	75783.898	16073.917	0.977
21.10.2020	40:00.0	228.745	229.876	230.461	156.39	173.833	193.52	15.405	18.418	13.671	15.517	27.774	28.324	23.544	29.671	4.1	67836.516	69440.391	14838.305	0.977
21.10.2020	50:00.0	228.32	229.598	230.258	162.016	176.364	198.496	15.571	18.369	13.741	15.581	27.573	29.266	24.006	30.556	4.117	69600.344	71238.219	15188.036	0.977
21.10.2020	00:00.0	228.144	229.719	230.202	181.926	201.429	207.224	17.354	16.756	13.004	15.581	24.982	30.061	25.973	31.901	4.188	76939.875	78163.578	16543.068	0.977
21.10.2020	10:00.0	228.099	229.453	230.137	165.378	184.27	204.671	16.041	17.534	13.338	14.846	26.77	29.251	24.436	30.053	4.127	71685.852	73459.531	16044.969	0.976
21.10.2020	20:00.0	227.666	228.923	229.671	162.663	174.919	203.954	15.358	17.828	14.115	14.621	27.968	28.545	24.444	29.505	4.114	69836.102	71639.867	15974.631	0.975
21.10.2020	30:00.0	227.725	229.09	229.757	159.473	175.315	198.057	15.463	18.831	14.914	16.269	27.87	29.508	25.858	31.801	4.128	68818.602	70523.563	15413.399	0.976
21.10.2020	40:00.0	227.456	228.803	229.395	177.58	176.758	198.483	15.602	16.561	13.687	15.265	27.919	29.484	23.967	29.948	4.075	70326.023	72012.023	15491.348	0.977
21.10.2020	50:00.0	227.711	229.502	229.82	161.661	172.332	194.114	15.306	16.939	13.531	15.167	27.508	26.995	23.105	29.106	4.037	68263.234	69813.922	14632.655	0.978
21.10.2020	00:00.0	227.953	229.204	230.157	155.768	173.098	193.085	15.272	16.103	11.966	13.674	27.006	24.76	20.564	26.156	3.967	67381.313	69145.586	15200.014	0.974
21.10.2020	10:00.0	228.244	229.548	230.272	159.516	171.746	187.66	15.322	16.897	12.38	14.351	27.029	25.041	21.099	26.662	3.976	67267.648	68766.609	14279.732	0.978
21.10.2020	20:00.0	228.308	229.615	230.41	165.585	177.492	196.921	15.448	15.094	12.522	13.943	26.634	24.71	22.051	27.19	4.006	70005.016	71605.445	15054.499	0.978
21.10.2020	30:00.0	228.133	229.355	230.171	174.925	183.351	206.318	16.011	14.357	12.157	13.936	26.031	24.852	22.125	27.388	4.016	73113.258	74760.742	15608.334	0.977
21.10.2020	40:00.0	228.179	229.568	230.221	174.883	183.447	197.297	16.136	15.342	13.283	14.808	26.328	26.512	24.153	28.895	4.088	71833.531	73488.031	15505.977	0.981
21.10.2020	50:00.0	228.282	229.624	230.292	162.82	174.98	191.335	15.528	14.457	12.63	13.398	26.851	23.291	21.924	25.403	4.005	68609.078	70104.078	14400.56	0.979
21.10.2020	00:00.0	228.407	229.904	230.516	165.739	180.071	189.146	16.954	16.757	12.176	13.468	24.906	23.358	21.763	25.245	3.991	69562.844	70884.836	13626.107	0.981
21.10.2020	10:00.0	228.559	230.102	230.823	167.52	193.807	203.793	16.574	13.999	11.21	12.438	25.705	23.233	21.588	25.152	4	73611.938	75060.172	14673.52	0.981
21.10.2020	20:00.0	229.025	230.643	231.453	140.324	177.055	187.733	15.587	16.878	12.524	13.721	26.854	23.351	22	25.517	4.021	65765.609	67596.023	15623.915	0.973
21.10.2020	30:00.0	229.042	230.642	231.451	147.635	181.095	195.904	15.811	16.158	12.232	13.187	26.437	23.547	21.986	25.61	4.02	68324.844	70141.109	15858.46	0.974
21.10.2020	40:00.0	229.052	230.497	231.403	171.226	193.847	218.53	16.702	13.788	10.594	11.147	24.798	23.364	20.421	24.207	4.001	76273.75	77755.75	15108.67	0.981
21.10.2020	50:00.0	228.483	229.922	230.843	179.922	184.744	200.498	17.116	12.576	9.52	9.904	23.742	21.698	19.001	22.143	3.936	78353.859	79749.234	14853.043	0.984
21.10.2020	00:00.0	228.043	229.366	230.32	180.744	204.177	238.825	17.281	11.931	8.635	8.617	23.212	20.548	17.564	20.502	3.89	81968.578	83301.398	14841.652	0.984
21.10.2020	10:00.0	229.075	230.372	231.157	176.717	184.001	227.262	15.969	11.422	9.409	8.893	23.31	20.051	17.235	20.13	3.898	77204.422	78557.555	14517.803	0.983
21.10.2020	20:00.0	229.957	231.72	232.009	186.168	224.102	261.43	16.143	11.436	8.909	9.124	19.518	16.914	19.884	3.902	76630.648	77993.656	14517.371	0.983	
21.10.2020	30:00.0	229.738	231.223	231.944	166.505	183.609	222.444	15.952	12.079	9.649	9.337	25.484	19.964	17.633	20.678	3.919	75322.984	76850.922	15248.352	0.98
21.10.2020	40:00.0	229.821	231.799	231.961	174.086	178.477	219.137	15.683	11.623	10.148	9.614	26.02	20.095	18.019	20.969	3.928	75403.453	76630.82	13660.215	0.984
21.10.2020	50:00.0	229.908	231.339	232.106	163.571	177.386	222.138	15.5	12.432	10.025	10.205	26.376	20.177	17.693	20.596	3.925	74018.141	75743.971	16076.971	0.977
21.10.2020	00:00.0	230.013	231.477	232.14	166.296	173.486	217.694	15.298	12.813	10.21	9.699	26.739	21.133	17.62	21.014	3.93	73411.18	74910.578	14912.859	0.98
21.10.2020	10:00.0	230.159	231.499	232.289	167.514	180.79	208.79	14.467	13.174	10.539	9.718	28.244	20.017	16.926	20.194	3.908	68578.883	70480.734	15834.959	0.974
21.10.2020	20:00.0	230.088	231.936	232.323	155.991	179.292	218.011	15.633	13.092	9.977	9.73	26.068	20.248	17.798	21.111	3.923	72664.359	74513.742	16498.129	0.975
21.10.2020	30:00.0	230.315	231.807	232.509	152.576	170.938	204.448	15.187	12.72	10.036	9.953	26.77	19.25	17.068	20.247	3.905	69552.141	71007.992	14305.054	0.979
21.10.2020	40:00.0	230.453	231.926	232.63	155.25	173.51	211.39	15.301	12.25	9.542	9.337	26.497	18.875	16.48	19.665	3.897	71198.016	72793.336	15156.246	0.978
21.10.2020	50:00.0	230.528	232.115	232.804	155.766	172.241	202.636	15.326	12.447	9.644	9.701	26.415	18.781	16.227	19.566	3.892	70134.984	71363.914	13186.839	0.983
21.10.2020	00:00.0	230.878	232.489	233.151	148.37	166.804	201.472	14.912	11.889	9.377	9.24	27.098	17.514	15.572	18.535	3.877	68292.023	69752.82	14200.535	0.979
21.10.2020	10:00.0	230.954	232.606	233.151	153.72	173.155	198.195	15.441	11.877	8.71	9.331	26.027	18.129	15.024	18.413	3.868	69567.273	70702.031	12616.295	0.984
21.10.2020	20:00.0	231.205	232.7	233.199	172.451	173.25	201.566	15.528	10.239	8.592	9.122	25.84	17.565	14.83	18.31	3.864	72452.695	73265.031	10879.886	0.989
21.10.2020	30:00.0	231.418	232.954	233.516	173.38	177.637	206.83	15.799	10.272	8.581	9.02	25.384	17.716	15.187	18.538	3.867	74142.992	75013.031	11391.759	0.988
21.10.2020	40:00.0	231.71	233.002	233.745	160.883	159.17	208.34	14.41	11.443	8.972	8.972	28.199	18.289	15.147	18.616	3.887	69890.719	71542.867	15286.262	0.977
21.10.2020	50:00.0	232.179	233.378	234.108	163.061	150.405	204.557	13.866	11.132	10.03	9.009	29.246	18.04	15.009	18.354	3.888	68701.234	70303.07	14921.867	0.977
21.10.2020	00:00.0	232.175	233.5	234.266	168.25	164.486	203.401	14.901	11.027	9.154	9.21	27.216	18.44	14.993	18.633	3.889	71362.781	72466.688	12600.54	0.985
21.10.2020	10:00.0	232.299	233.688	234.304	152.113	146.326	182.555	13.775	12.058	9.921	10.27	29.503	18.208	14.445	18.649	3.871	64072.938	65070.969	11347.307	0.985
21.10.2020	20:00.0																			



21.10.2020	40.00.0	233.17	234.31	234.94	150.289	135.481	166.795	13.213	12.023	11.347	11.608	31.084	17.938	15.274	19.23	3.893	60367.094	61302.465	10668.003	0.985
21.10.2020	50.00.0	233.597	234.34	235.333	148.738	126.701	166.53	12.614	11.574	11.787	11.276	32.71	17.099	14.833	18.657	3.889	58989.434	60123.145	11620.64	0.981
21.10.2020	00.00.0	203.690	234.704	235.467	144.702	129.801	163.889	12.610	11.986	11.374	11.566	32.132	17.219	14.632	18.828	3.886	58511.34	59519.001	10910.081	0.983
22.10.2020	10.00.0	233.357	234.342	235.214	141.995	128.289	165.968	12.67	11.577	10.987	10.973	32.313	16.328	14.009	18.101	3.865	58224.102	59256.633	11013.753	0.983
22.10.2020	20.00.0	233.514	234.524	235.413	134.051	126.463	161.785	12.538	11.916	10.664	10.808	32.605	15.866	13.409	17.382	3.855	56366.789	57412.121	10905.803	0.982
22.10.2020	30.00.0	233.78	234.778	235.604	134.93	121.229	154.489	12.279	11.75	11.429	11.641	33.448	15.744	13.765	17.862	3.862	54848.605	55421.957	10378.894	0.983
22.10.2020	40.00.0	233.866	234.756	235.576	134.513	112.581	149.362	11.755	11.527	12.158	11.654	35.129	15.403	13.586	17.288	3.86	52847.313	53992.949	11063.464	0.979
22.10.2020	50.00.0	234.048	234.941	235.773	131.694	110.453	153.204	11.549	11.411	12.029	10.977	35.812	14.93	13.19	16.715	3.856	52635.746	53999.434	12058.908	0.975
22.10.2020	00.00.0	233.847	234.905	235.678	128.596	117.125	142.762	12.098	11.981	10.98	11.951	33.855	15.296	12.782	16.94	3.855	52001.672	52741.82	8804.869	0.986
22.10.2020	10.00.0	233.893	234.864	235.688	128.946	111.522	144.756	11.704	11.9	11.606	11.652	35.405	15.236	12.856	16.752	3.851	51485.836	52405.719	9775.895	0.982
22.10.2020	20.00.0	233.94	234.932	235.776	124.751	115.543	146.578	11.922	12.139	11.026	11.258	34.479	15.032	12.662	16.396	3.846	51798.547	52669.887	9540.829	0.983
22.10.2020	30.00.0	234.073	234.907	235.774	124.191	98.931	140.336	10.866	12.223	13.31	11.808	38.418	15.066	13.038	16.455	3.854	48162.133	49652.578	12074.257	0.97
22.10.2020	40.00.0	234.284	235.093	235.976	121.674	100.12	141.361	10.92	12.435	12.936	11.541	38.203	15.032	13.843	16.205	3.855	48162.133	49652.578	12074.257	0.97
22.10.2020	50.00.0	234.437	235.202	236.104	127.259	103.022	147.749	11.085	11.598	12.321	10.947	37.484	14.659	12.597	16.075	3.85	50352.551	51776.867	12039.978	0.973
22.10.2020	00.00.0	234.633	235.548	236.398	124.467	108.577	141.189	11.513	11.686	11.156	11.488	35.87	14.209	12.467	16.109	3.85	49905.305	50821.621	9607.165	0.982
22.10.2020	10.00.0	234.588	235.569	236.374	123.363	112.661	140.708	11.796	11.8	11.543	11.847	34.982	14.45	12.917	16.546	3.859	50564.227	51348.484	8940.124	0.985
22.10.2020	20.00.0	234.422	235.385	236.229	120.113	108.856	141.133	11.506	12.261	11.718	11.59	35.932	14.61	12.668	16.242	3.853	49530.867	50489.926	9794.185	0.981
22.10.2020	30.00.0	234.616	235.504	236.376	120.29	104.873	143.813	11.179	12.784	11.778	11.093	37.161	15.252	12.219	15.855	3.854	49091.875	50433.363	11554.747	0.973
22.10.2020	40.00.0	234.571	235.464	236.325	115.289	99.796	136.325	10.923	13.101	12.36	11.535	38.201	14.974	12.24	15.578	3.856	46690.156	48010.516	11182.077	0.972
22.10.2020	50.00.0	234.312	235.205	236.138	122.634	111.381	147.489	11.619	12.021	10.943	10.449	35.454	14.635	12.115	15.326	3.846	50963.926	52105.074	10845.137	0.978
22.10.2020	00.00.0	234.356	235.413	236.22	120.703	118.197	142.898	12.127	12.242	10.344	11.101	33.744	14.664	12.16	15.635	3.844	51206.938	52005.129	9076.517	0.985
22.10.2020	10.00.0	234.962	235.857	236.697	124.434	108.813	144.194	11.502	12.13	11.118	10.749	35.967	14.736	12.023	15.404	3.855	50406.031	51385.336	9984.232	0.981
22.10.2020	20.00.0	236.888	237.653	238.526	133.526	117.503	139.556	10.917	12.461	12.352	10.772	38.626	14.975	12.239	15.507	3.892	49179.465	50716.813	12392.555	0.97
22.10.2020	30.00.0	236.917	237.821	238.66	127.686	115.686	139.059	11.162	12.826	12.064	11.372	37.669	14.751	12.31	15.715	3.894	48434.535	49665.734	10990.061	0.975
22.10.2020	40.00.0	236.643	237.539	238.4	124.103	110.092	146.734	11.604	11.847	10.597	10.439	35.798	14.592	11.6	15.228	3.874	51398.723	52451.273	10455.02	0.98
22.10.2020	00.00.0	236.523	237.525	238.274	120.402	117.364	142.306	12.124	12.255	10.539	11.039	34.06	14.644	11.97	15.613	3.875	51438.414	52199.586	8881.793	0.985
22.10.2020	10.00.0	236.723	237.674	238.413	117.172	109.399	137.518	11.619	13.225	11.554	12.121	35.922	15.36	12.555	16.545	3.891	49180.082	50097.871	9545.468	0.982
22.10.2020	20.00.0	236.673	237.694	238.439	115.985	110.486	133.039	11.715	12.763	10.741	11.582	35.533	14.682	11.798	15.534	3.886	48922	49701.246	8766.512	0.984
22.10.2020	30.00.0	236.977	237.86	238.672	115.157	99.661	137.119	10.957	13.055	12.352	11.356	38.583	14.906	12.216	15.47	3.902	47310.715	48676.215	11448.582	0.972
22.10.2020	40.00.0	236.98	238.024	238.776	117.159	112.962	140.596	11.832	12.932	10.94	11.265	35.286	15.024	12.284	15.737	3.901	50153.836	51090.035	9735.72	0.982
22.10.2020	50.00.0	236.543	237.634	238.46	116.373	116.825	143.3	12.047	13.32	10.673	11.294	34.502	15.363	12.398	16.081	3.895	50808.211	51804.001	10112.519	0.981
22.10.2020	00.00.0	236.741	237.828	238.596	113.605	115.063	144.079	11.901	13.135	10.534	10.799	34.929	14.792	14.92	15.468	3.889	50273.297	51361.984	10518.992	0.979
22.10.2020	10.00.0	236.67	237.69	238.473	116.683	111.775	146.414	11.671	13.038	11.109	10.699	35.732	15.084	12.34	15.574	3.891	50419.469	51696.207	11418.196	0.975
22.10.2020	20.00.0	236.717	237.605	238.497	123.088	118.825	159.128	12.039	12.953	11.296	10.734	34.664	13.336	13.336	16.416	3.908	53855.102	55414.388	13054.385	0.972
22.10.2020	30.00.0	236.347	237.309	238.324	126.448	140.398	175.335	13.349	13.523	10.084	10.196	30.948	16.939	14.085	17.781	3.918	59351.035	60999.207	14083.963	0.973
22.10.2020	40.00.0	236.491	237.351	238.246	147.235	143.299	181.763	13.62	12.113	10.522	10.57	31.943	17.699	14.994	19.102	3.926	63833.484	64988.074	12195.733	0.982
22.10.2020	00.00.0	236.593	237.455	238.26	150.419	133.653	178.457	13.02	12.446	11.871	11.514	30.943	18.136	15.754	20.412	3.932	62493.023	63775.137	12723.615	0.98
22.10.2020	10.00.0	236.751	237.619	238.571	129.1	118.956	166.782	11.989	13.382	12.558	11.502	34.758	17.372	14.821	19.057	3.901	55505.773	57362.109	14474.831	0.968
22.10.2020	20.00.0	236.656	237.547	238.553	115.628	117.603	150.449	12.049	15.971	12.437	12.605	34.486	18.233	14.513	18.813	3.894	51364.797	52906.367	12678.381	0.979
22.10.2020	30.00.0	236.299	237.392	238.297	121.505	135.535	153.003	13.289	15.981	11.486	13.002	30.963	19.172	15.066	19.725	3.902	55176.359	56347.078	11426.393	0.979
22.10.2020	40.00.0	236.116	237.377	238.081	121.648	127.55	142.65	12.856	16.717	12.601	14.96	32.253	20.055	15.946	21.103	3.916	5284.18	53698.863	9597.773	0.984
22.10.2020	00.00.0	235.919	237.121	237.9	129.495	137.5	150.399	13.515	15.782	11.525	13.961	30.472	20.185	15.742	20.794	3.912	56273.063	57116.906	9781.781	0.985
22.10.2020	10.00.0	235.654	237.026	237.786	125.386	136.03	150.148	13.386	16.237	12.104	14.193	30.9	20.093	16.345	21.097	3.924	55353.363	56340.074	10498.035	0.982
22.10.2020	20.00.0	235.388	236.837	237.528	131.933	142.259	157.374	13.755	15.246	11.994	13.479	30.049	19.882	16.939	21.019	3.932	58061.359	59010.988	10543.975	0.984
22.10.2020	30.00.0	234.877	236.252	237.027	134.102	154.445	165.336	14.479	15.706	12.163	13.761	28.44	20.803	18.646	22.536	3.937	60779.336	61965.988	12068.805	0.981
22.10.2020	40.00.0	234.21	235.781	236.609	151.703	183.04	192.676	16.18	14.474	10.676	12.223	25.223	21.727	19.43	23.375	3.938	70473.5	71971.523	14660.724	0.979
22.10.2020	00.00.0	233.919	235.387	236.137	139.693	169.027	173.92	15.315	15.344	11.184	13.215	26.909	21.183	18.785	22.782	3.958	64297.875	65719.922	13597.479	0.978
22.10.2020	10.00.0	233.561	234.922	235.857	150.655	176.174	191.045	15.768	17.016	12.356	14.168	26.485	25.269	21.43	26.797	4.017	68696.016	70209.094	14497.415	0.978
22.10.2020	20.00.0	233.25	234.648	235.4	189.121	202.931	211.307	13.438	13.438	10.366	11.904	23.652	20.962	16.158	20.962	4.017	82007.531	83080.516	13309.27	

22.10.2020	10.000,0	230.799	231.988	232.972	170.848	200.667	226.219	17.003	17.005	10.876	12.423	24.661	28.63	21.694	27.883	4.053	78136.977	80409.977	18983.588	0.972
22.10.2020	20.000,0	230.623	231.898	232.867	176.922	209.504	227.593	17.671	18.189	11.951	14.084	24.291	31.654	24.859	31.737	4.153	79966.148	82281.688	19382.752	0.972
22.10.2020	30.000,0	230.732	231.999	232.742	171.359	192.405	214.522	16.594	18.073	12.83	14.698	25.898	30.469	24.481	31.191	4.14	75511.188	77559.242	17705.836	0.974
22.10.2020	40.000,0	230.493	231.716	232.623	169.053	185.762	209.202	16.184	17.36	12.87	14.167	26.348	28.909	23.71	29.341	4.103	73758.617	75591.938	16547.133	0.976
22.10.2020	50.000,0	230.181	231.502	232.368	170.446	197.698	214.649	16.946	17.372	12.065	13.685	25.075	29.168	23.678	29.101	4.103	76100.641	78074.492	17444.762	0.975
22.10.2020	00.000,0	230.077	231.423	232.251	163.406	191.152	208.822	16.537	17.801	12.166	13.764	25.633	28.632	23.082	28.47	4.086	73526.438	75440.859	16887.447	0.975