

**OPERACIÓN RESILIENTE EN REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
SOTERRADA ANTE CONTINGENCIAS N-1 CONSIDERANDO CRITERIOS
DE CALIDAD Y CONFIABILIDAD**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO ELÉCTRICO**

**TEMA:
OPERACIÓN RESILIENTE EN REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
SOTERRADA ANTE CONTINGENCIAS N-1 CONSIDERANDO CRITERIOS
DE CALIDAD Y CONFIABILIDAD**

**AUTOR:
ANDRÉS SEBASTIÁN GANÁN GAÍNZA**

**DIRECTOR:
ALEX DAVID VALENZUELA SANTILLÁN**

Quito, Agosto 2019

Andrés Sebastián Ganán Gaínza

OPERACIÓN RESILIENTE EN REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SOTERRADA ANTE CONTINGENCIAS N-1 CONSIDERANDO CRITERIOS DE CALIDAD Y CONFIABILIDAD

Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador 2019

Ingeniería Eléctrica

Breve reseña histórica e información de contacto.



Andrés Sebastián Ganán Gaínza (Y'1995 – M'07). Realizó sus estudios de nivel secundario en el Colegio Técnico Salesiano “Don Bosco” de la ciudad de Quito. Egresado de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana. Actualmente se desempeña en sus emprendimientos SciTech e Intelectrik. aganan@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Alex David Valenzuela Santillán (Y'1989 – M'12). Realizó sus estudios superiores en la Escuela Politécnica Nacional de Quito, donde se graduó de Ingeniero Eléctrico en diciembre 2013, Además realizó estudios de maestría en Newcastle University en el Reino Unido, donde obtuvo el título en Power Distribution Engineering MSc. Actualmente es profesor ocasional tiempo completo de la Universidad Politécnica Salesiana. avalenzuela@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados:

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2019 Universidad Politécnica Salesiana

QUITO - ECUADOR

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo, Alex David Valenzuela Santillán declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación “*OPERACIÓN RESILIENTE EN REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SOTERRADA ANTE CONTINGENCIAS N-1 CONSIDERANDO CRITERIOS DE CALIDAD Y CONFIABILIDAD*” realizado por Andrés Sebastián Ganán Gaínza, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito D.M., Agosto de 2019



.....

Alex David Valenzuela Santillán

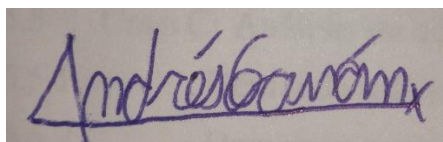
C.C.: 1721848644

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Andrés Sebastián Ganán Gaínza, con documento de identificación N° 1725796294, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de grado/titulación intitulado: “*OPERACIÓN RESILIENTE EN REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SOTERRADA ANTE CONTINGENCIAS N-1 CONSIDERANDO CRITERIOS DE CALIDAD Y CONFIABILIDAD*”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, D.M., Agosto de 2019



.....

Andrés Sebastián Ganán Gaínza

C.C.: 1725796294

1. ÍNDICE GENERAL

1	Introducción	2
2	Reconfiguraciones de redes para operación resiliente	4
3	Calidad y confiabilidad de las redes de distribución.....	6
3.1	SAIFI: frecuencia media de interrupción del sistema.....	7
3.2	SAIDI: duración media de interrupción del sistema.....	7
3.3	CAIDI: índice de duración media de interrupción del cliente.....	7
3.4	ASAI: índice medio de disponibilidad del sistema.....	7
3.5	ASUI: índice medio de indisponibilidad del sistema.....	7
3.6	ENS: energía no suministrada.....	7
3.7	AENS: energía no suministrada promedio.....	8
4	Implementación del modelo matemático	8
4.1	Pseudocódigo	8
4.2	Metodología	8
4.2.1	Descripción del sistema.....	8
5	Análisis de resultados.....	10
5.1	Caso inicial.....	10
5.2	Caso inicial con demanda máxima.....	12
5.3	Caso inicial con demanda media.....	12
5.4	Caso B, análisis de contingencia N-1.....	13
5.4.1	Demanda máxima.....	13
5.4.2	Demanda media.....	15
5.5	Caso C: Análisis de contingencia N-1	17
5.5.1	Demanda máxima.....	17
5.5.2	Demanda media.....	17
6	Conclusiones	18
6.1	Trabajos futuros	19
7	Referencias	19
7.1	Matriz de Estado del Arte	22
7.2	Resumen de Indicadores	24
8	Anexos	26

2. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Explicación de la reconfiguración de redes para operación resiliente.....	5
Figura 2. Pseudocódigo operación resiliente.	9
Figura 3. Topología base de la red en estudio.....	10
Figura 4. Curva de demanda del alimentador 08A	11
Figura 5. Curva de demanda del alimentador 08B.....	11
Figura 6. Curva de demanda del alimentador 08C.....	11
Figura 7. Curva de demanda del alimentador 08D	11
Figura 8. Curva de demanda del alimentador 07E.....	11
Figura 9. Perfil de voltaje del alimentador 08A con máxima demanda.....	12
Figura 10. Perfil de voltaje del alimentador 08B con máxima demanda.....	12
Figura 11. Perfil de voltaje del alimentador 08C con máxima demanda.....	12
Figura 12. Perfil de voltaje del alimentador 08D con máxima demanda.....	12
Figura 13. Perfil de voltaje del alimentador 07E con máxima demanda	12
Figura 14. Perfil de voltaje del alimentador 08A con demanda media.....	13
Figura 15. Perfil de voltaje del alimentador 08B con demanda media	13
Figura 16. Perfil de voltaje del alimentador 08C con demanda media	13
Figura 17. Perfil de voltaje del alimentador 08D con demanda media.....	13
Figura 18. Perfil de voltaje del alimentador 07E con demanda media	13
Figura 19. Cargas afectadas en contingencia, caso B	14
Figura 20. Centros de carga conectados por cada caso posible, caso B	14
Figura 21. Variación de la cargabilidad en operación resiliente con demanda máxima, caso B	15
Figura 22. Variación del voltaje de escenarios resilientes en demanda máxima y operación normal, caso B.....	15
Figura 23. Variación de la cargabilidad en operación resiliente con demanda media, caso B	16
Figura 24. Variación de voltaje de escenarios resilientes en demanda media y operación normal, caso B.....	16
Figura 25. Centros de carga conectados por cada caso posible, caso C	17

Figura 26. Cargas afectadas en contingencia, caso C	17
Figura 27. Variación de la cargabilidad en operación resiliente con demanda máxima, caso C	17
Figura 28. Variación de voltaje de escenarios resilientes en demanda máxima y operación normal, caso C.....	18
Figura 29. Variación del voltaje de escenarios resilientes en demanda media y operación normal, caso C.....	18
Figura 30. Variación del voltaje de escenarios resilientes en demanda media y operación normal, caso C.....	18
Figura 31. Resumen e indicador de la temática - Estado del arte	24
Figura 32. Indicador de formulación del problema - Estado del arte.....	25
Figura 33. Indicador de solución - Estado del arte	25

3. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Interruptores del esquema implementado	10
Tabla 2. Demanda de primarios media y máxima.....	11
Tabla 3. Condiciones de operación normal en demanda máxima.....	12
Tabla 4. Condiciones de operación normal en demanda media.....	13
Tabla 5. Condiciones de operación demanda máxima, caso de estudio 1	14
Tabla 6. Condiciones de operación demanda máxima, caso de estudio 2	14
Tabla 7. Condiciones de operación demanda media, caso de estudio 3	15
Tabla 8. Condiciones de operación demanda media, caso de estudio 4	16
Tabla 9. Afectación por indisponibilidad de servicio en escenario normal, demanda máxima y media	17
Tabla 10. Matriz de estado del arte	22
Tabla 11. Corrientes medidas de primario 08A	26
Tabla 12. Corrientes medidas de primario 08B	31
Tabla 13. Corrientes medidas de primario 08C	35
Tabla 14. Corrientes medidas de primario 08D	39
Tabla 15. Corrientes medidas de primario 07E.....	44

OPERACIÓN RESILIENTE EN REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SOTERRADA ANTE CONTINGENCIAS N-1 CONSIDERANDO CRITERIOS DE CALIDAD Y CONFIABILIDAD

Resumen

El presente documento presenta una propuesta para la operación resiliente de sistemas de distribución cuando ocurren fallas que colocan en estado de indisponibilidad a uno de los componentes claves de la red. Para ello, se hace uso de una metodología que busca el cambio de la topología, buscando el mejor punto de operación; considerando los criterios de calidad y de confiabilidad, realizando cálculos sucesivos de los índices más relevantes que permiten la medición de estos factores. En función de la ubicación de la contingencia y de la cantidad de centros de carga que se desconectan debido a la falla, se ensayan varios escenarios de cambio de topología por medio de simulaciones del comportamiento de la red con cada topología en software especializado, buscando que la mayor cantidad de usuarios se vuelvan a conectar hacia la red de distribución; posibilitando así la mejora de los criterios establecidos. Se pone a prueba la metodología implementada con una red de tipo soterrada que tiene implementada una compañía distribuidora con sus respectivos primarios y necesidades de demanda actuales de tal red. Se establecen varios escenarios cuyas variables son la demanda de los usuarios y la ubicación del evento de falla tipo N-1.

Palabras Clave: Resiliencia, confiabilidad, reconfiguración de redes, índices de calidad, redes soterradas, operación de redes de distribución.

Abstract

This document presents a methodology for resilient operation of an underground distribution network. The methodology goal is the fault events that disallow one of the key components of the network. The technique seeks for changes in network that improves the network operation. It takes account of the reliability and quality criteria in order to get its goal. The method makes consecutive calculations of the most relevant index to measure the reliability and quality of the system.

The methodology takes account of the contingency location and the number of loads that were disconnected from the network. Later, several changes of topology are tested. The scenarios are tested through simulations that take place under licensed software. The researchers employ the simulations in order to know the network behavior under every case. The study is looking for the case that allow to reconnect the most loads. This case will allow to improve the reliability and quality of the network. An underground network is the one employed on this document. The network is a real one and the authors employs the original topology of the feeders and the current load needs.

The methodology is tested changing the load and the location of the N-1 fault.

Keywords: Resilience, reliability, network reconfiguration, quality index, underground network, distribution networks improvement.

1 Introducción

La red de distribución compone la parte de un sistema eléctrico de potencia que está directamente conectada a los consumidores, lo que la hace una red vital y que normalmente está estrictamente regulada por agencias especializadas. Tales organismos controlan que existan niveles aceptables de calidad del servicio y continuidad en el suministro. Los índices relacionados a la calidad del servicio se pueden ver seriamente afectados si ocurren contingencias o fallas continuas de los componentes del sistema que no pueden ser resueltas en márgenes de tiempo aceptables, dejando a los usuarios sin disponibilidad del servicio durante largos periodos de tiempo. En este sentido los procedimientos rápidos y efectivos de restauración del servicio adquieren significativa importancia, en especial en aquellas cargas consideradas críticas por su alta productividad o relevancia; siendo objetivo primordial de tales procedimientos mantener la mayor porción posible de su zona de servicio energizada cuando se presentan fallas [1][2].

La red de distribución también constituye la infraestructura del sistema de potencia que interconecta la red de transmisión que tiene una configuración altamente anillada y las cargas por grandes o pequeñas que sean. La red de distribución prácticamente no puede contener anillos, siendo una de sus principales características ser de tipo radial debido a factores como una simplificación en la operación y de la coordinación de los dispositivos de protección, corrientes de falla menores. También por posibilitar un control más simple de los niveles de voltaje y de flujo de potencia al menor costo posible. En la actualidad, la red también se compone de otros elementos, incluyendo

comunicaciones, control a distancia de elementos de conmutación, sistemas computacionales que permiten obtener redes más sofisticadas, pero más vulnerables a peligros como los desastres naturales y a ataques programados por el hombre para causar grandes daños que ponen a prueba la resiliencia de la red [3][4].

En el sistema de distribución también se presentan fallas incluyendo cortocircuitos, bajos voltajes y sobrevoltajes, así como descargas atmosféricas hacen que los elementos de protección se activen para aislar la falla tratando que el resto del sistema se mantenga en condiciones de operación normal, sin embargo, esto conlleva a que secciones que no están en estado de falla queden desenergizadas por la naturaleza radial de este tipo de red. Tales zonas que no tienen falla son las principales involucradas al ejecutarse reconfiguraciones de la red, al ser un objetivo de la operación resiliente mantener la mayor cantidad de cargas conectadas a la red de distribución con niveles aceptables de calidad de la energía [5][6].

Una herramienta muy valiosa para la operación del sistema de distribución es la reconfiguración topológica, cuyos objetivos típicos incluye la reducción de las pérdidas de potencia, la mejora de los perfiles de voltaje y el incremento de los niveles de confiabilidad. El problema de la reconfiguración no puede ser óptimamente resuelto sin antes considerarse un modelamiento adecuado de todos los sistemas de la red de distribución, inclusive sus cargas. También debe existir un algoritmo robusto que maneje los cambios en la configuración de la topología de la red, evitando configuraciones de red no acordes a los sistemas de distribución. Con las configuraciones que son idóneas,

se procede a realizar el cálculo de flujos de potencia, obteniendo las variables eléctricas del sistema que sean relevantes para la implementación de las funciones objetivo y restricciones necesarias para completar con el o los objetivos que se hayan planteado como parte de la optimización, pudiendo en este sentido usar técnicas de toma de decisiones que permita obtener la configuración más cercana a la ideal en función del tipo de contingencia presentada [7][8][9].

Para que la reconfiguración de una red de distribución pueda ser ejecutada con la rapidez y precisión necesaria, es vital la automatización de las redes, considerando todos los elementos involucrados. Las maniobras de operación disponibles deben incluir la maniobra remota de interruptores que están colocados en cada alimentador del sistema de distribución, posibilitando un número finito de posibilidades de configuración de la red que hagan frente a contingencias que ocurren en cualquier punto de la red [10][11].

Las redes modernas de distribución aéreas y soterradas deberán contar con interruptores de seccionamiento con control remoto que permitan alterar la red de distribución permitiendo mejorar el balance de las cargas conectadas, contribuyendo a la mejora de los perfiles de voltaje y disminuyendo las pérdidas de potencia [12][13]. Para el caso del presente documento se considerará que la planificación de la red ha sido óptimamente diseñada, de tal forma que los autores puedan enfocarse hacia la óptima operación del sistema de distribución.

Una red resiliente es aquella que tiene una capacidad para adaptarse, esto es, estar preparada para recuperarse rápidamente y tanto como sea posible frente a contingencias y disrupciones que incluyen eventos extremos de índole

climática. La resiliencia de toda la infraestructura clave incluye la red de distribución, tema que ha sido ampliamente estudiado y analizado alrededor del mundo [14].

En tal virtud, es de vital importancia que se posibilite el diseño de técnicas adecuadas de restauración del servicio hacia los usuarios finales que reduzcan el tiempo de corte y que incluso permitan proteger a las cargas críticas que componen el sistema de distribución reduciendo la cantidad de cortes de energía que tales elementos tienen [15].

La restauración de una red de distribución puede seguir varios criterios, entre ellos están el restaurar el servicio a la mayor cantidad de cargas posible realizando reconfiguraciones en el sistema, ubicando un camino alternativo con el cual las cargas puedan ser suministradas respetando los límites de todos los elementos involucrados, salvaguardando la integridad de la red de distribución que no está afectada por el primer evento de falla [16].

En el caso de [17], se propone la existencia de un esquema de auto restauración de la red de distribución ante la ocurrencia de una falla donde las pérdidas de potencia activa son minimizadas, esto se ejecuta mediante el cálculo del flujo de potencia que considera redes radiales que no necesariamente deben reconfigurarse en forma de bucle cerrado, lo que reduce la complejidad de la resolución del problema.

En el caso de [18], se propone un sistema resiliente bajo el esquema de operación aislada frente a contingencias aprovechando la existencia de generación distribuida generando microrredes, sabiendo que la restauración del servicio es un problema con numerosas restricciones a ser consideradas. En este caso la técnica usada es un Spanning Tree

modificado que posibilita obtener la mejor opción de operación en islas.

Los autores de [19] proponen la solución del problema realizando un balance de las cargas bajo la condición de maximizar el nivel de restauración, en este caso se analiza que la complejidad del problema radica en que cada alimentador está conectado con los interruptores. En este caso las funciones objetivo y restricciones permiten la minimización del área que se queda fuera de servicio, mientras se maximizan las cargas críticas que se van a alimentar, permitiendo un balance efectivo de las cargas en la reconfiguración.

Otra aproximación para la ejecución de la restauración de servicio por medio de reconfiguración es la planteada en [1], donde a través de optimización multiobjetivo maximizan la cantidad de cargas conectadas a la red minimizando la cantidad de operaciones de los interruptores requeridas, las constantes consideradas incluyen la capacidad de líneas, las fuentes de potencia disponibles y los límites caídas de voltaje que eviten que los dispositivos de protección se disparen en forma no deseada, para cumplir con lo planteado los autores hacen uso de algoritmos genéticos.

En la práctica para determinar las implicaciones de la reconfiguración de un sistema de distribución que funciona bajo operación resiliente, es preciso analizar varios índices de confiabilidad del sistema que permiten determinar si las acciones que se toman ante la ocurrencia de una contingencia de tipo N-1 fueron apropiadas y permitieron cumplir con los objetivos planteados por los autores. En este caso la evaluación de la confiabilidad puede ser ejecutada a través del análisis de modos de falla y efectos (FMEA). De esta forma los componentes de la red son analizados bajo el criterio de tener dos estados, operación y fallo. Luego,

alimentando con estadísticas de los cortes de energía, se puede determinar índices como la frecuencia de interrupción promedio del sistema (SAIFI), el índice de duración de la interrupción promedio del sistema (SAIDI), así como el índice de disponibilidad del servicio promedio (ASAI). Otro parámetro que será útil para la presente investigación es el índice de energía no suministrada (ENS) considerando las implicaciones de que los mencionados índices sean deficientes tanto para los usuarios de la compañía de distribución, así como los efectos adversos en el aspecto tecno-económico [10] [16].

La estructura del presente documento es la listada a continuación: Sección I: introducción y antecedentes relacionados a la operación resiliente de redes bajo criterios de confiabilidad y calidad. Sección II: marco teórico relacionado al concepto de la reconfiguración de redes de distribución y los aspectos a considerarse para mantener la mayor cantidad de usuarios con suministro de energía eléctrica. Sección III: explicación la confiabilidad y los índices de calidad que se consideran en el presente trabajo. Sección IV: planteamiento del problema y de la metodología usada. Sección V: análisis de resultados. Sección VI: conclusiones y trabajos futuros. Sección VII: referencias y anexos.

2 Reconfiguraciones de redes para operación resiliente

La reconfiguración de la red de distribución, constituye una estrategia fundamental para el cambio de la topología del sistema mediante la operación de los interruptores de interconexión y de sección o ramal. El flujo de potencia circulante en las líneas y subestaciones que componen la red de distribución puede ser modificado en

función de los resultados de la reconfiguración. En este sentido una forma en la que se puede poner a prueba la reconfiguración es a través de la operación por bucles cerrados, consistente en el cierre de los interruptores de interconexión a la falla o apertura de los interruptores principales de conexión de ramal, este tipo de reconfiguración se puede ejecutar sin necesidad de cortar el suministro de energía eléctrica a las cargas de la red, esta es una operación de gran relevancia debido al aumento de la complejidad de las redes de distribución, el crecimiento de la demanda de energía eléctrica y la necesidad mayor de contar con un sistema de distribución de electricidad altamente confiable [9] [20] [21].

Para que la reconfiguración de la red sea posible, la red debe ser construida en forma de anillo que posibilite el cambio de las líneas por las que el flujo de potencia circule, sin embargo, tal red típicamente será operado como un sistema radial. En este sentido mientras mayor sea la cantidad de interruptores

disponibles para ejecutar operaciones de apertura y cierre, mayor será la posibilidad de encontrar una topología de la red que permita cumplir con los objetivos planteados por el operador de la red al implementar un esquema de reconfiguración [21].

Es importante considerar que el problema de la reconfiguración es una optimización no lineal, pudiendo emplearse métodos de lineación o de análisis de evolución del problema para posibilitar una solución efectiva. La reconfiguración también debe evitar que exista congestión o sobrecarga de las líneas involucradas, sobre todo cuando la distribución de energía está bajo un esquema de libre competencia, en este caso el problema de la reconfiguración podría considerar los costos de cambiar de compañía de distribución o de subestación para mantener al usuario conectado a la red, tomando el aspecto económico gran relevancia [22][23][24].

Evadir el congestión mientras se ejecuta una reconfiguración de la red, respetando otras restricciones que están

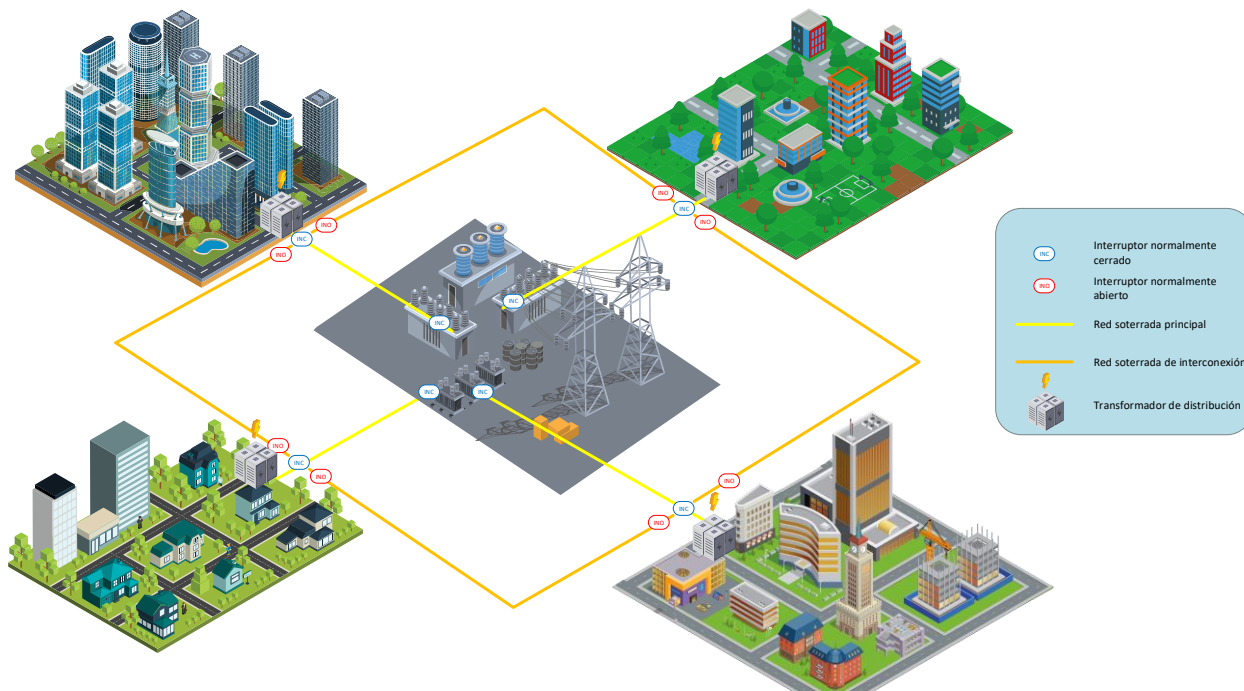


Figura 1. Explicación de la reconfiguración de redes para operación resiliente

involucradas debido a limitaciones técnicas, físicas e inclusive económicas es un problema combinatorio cada vez más complejo de resolver que requiere ser atendido y resuelto con el uso de diversas técnicas iterativas, estocásticas y más que permitan obtener la mejor solución, sin importar el tamaño o complejidad de la red [20].

Otro aspecto fundamental a ser considerado para la ejecución de la reconfiguración de la red ante la ocurrencia de contingencias es la importancia que tiene determinada carga de la red, convirtiéndose en una nueva restricción el orden en el que las cargas deben ser alimentadas por la nueva topología de la red, llegando incluso a dejar sin conexión aquellas cargas que el operador puede considerar poco relevantes o que no son claves, para ello se puede considerar que unos nodos de carga tienen un peso ponderado superior a otros nodos, lo que puede modificar la forma en la que se realizan los cálculos de los criterios de confiabilidad de la red y del flujo que debe circular, siempre que se cumplan restricciones básicas como el cumplimiento de la ley de Kirchoff [25].

Para el cálculo del flujo de la red reconfigurada y la determinación de los índices de confiabilidad, es necesario computar la matriz de impedancia (Z) de las redes, esto para el caso del presente documento se realiza mediante el simulador, que automáticamente considera las nuevas condiciones existentes, esto en la práctica puede convertirse en retrasos en la obtención de la nueva topología de red por tiempos de máquina debido a las iteraciones necesarias para el cálculo del flujo circulante. Cuando los interruptores se abren, podría producirse una variación del balance de las potencias activas y reactivas que circulan en la red de

distribución, obteniéndose luego una convergencia [24].

Varios autores han podido notar que la precisión del algoritmo de reconfiguración puede ser afectado por la posición inicial de los interruptores (abierto o cerrado) y por el orden en que se realizan las operaciones en cada interruptor cuando se requiere una nueva topología de la red, por lo cual el algoritmo debe ser lo suficientemente robusto para contrarrestar tales efectos y poner a prueba el finito número de posibilidades de reconfiguración en función del área o alimentador que está en falla [26].

3 Calidad y confiabilidad de las redes de distribución

Las compañías de distribución son responsables de satisfacer la demanda eléctrica al menor costo posible con un nivel aceptable de confiabilidad. La confiabilidad se define como la habilidad de cubrir continuamente las necesidades eléctricas de los usuarios con la cantidad y calidad requeridas. Sin embargo, existe restricciones económicas que se contraponen a la operación de los sistemas de distribución; siendo económicamente incoherente alcanzar una confiabilidad del 100%; debido a que todos los componentes del sistema están expuestos a eventos externos e internos [27][28].

La confiabilidad de los sistemas de distribución es medida cualitativamente usando índices estandarizados que se basan principalmente en métricas probabilísticas, mediciones de la potencia no suministrada, así como la frecuencia y la duración de los eventos de falla. De esta forma, los índices caracterizan el impacto de la duración y la frecuencia de las interrupciones durante un período dado de tiempo. En la práctica los índices

de confiabilidad proveen una buena estimación de la capacidad de las redes de mantener una operación estable continua en un período de tiempo [27][28]. Estos son los índices más empleados.

3.1 SAIFI: frecuencia media de interrupción del sistema.

El índice de la frecuencia promedio de interrupciones, (SAIFI), es un factor que indica con cuanta frecuencia el cliente promedio experimenta una interrupción sostenida sobre un periodo definido de tiempo, matemáticamente se define con (1).

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i n_i}{\sum n_i} \quad (1)$$

3.2 SAIDI: duración media de interrupción del sistema.

El índice de duración promedio de la interrupción (SAIDI) indica la duración total de la interrupción para el consumidor promedio durante un período predefinido de tiempo; normalmente está medido en minutos u horas de interrupción. Se expresa mediante la ecuación (2).

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^k U_i n_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (2)$$

3.3 CAIDI: índice de duración media de interrupción del cliente.

El índice de duración promedio de la interrupción del cliente (CAIDI) representa el tiempo medio requerido para restaurar el servicio. Matemáticamente el índice se expresa con (3).

$$CAIDI = \frac{\sum_{i=1}^k U_i n_i}{\sum_{i=1}^k \lambda_i n_i} \quad (3)$$

3.4 ASAI: índice medio de disponibilidad del sistema.

El índice de disponibilidad del servicio promedio (ASAI) representa la fracción de tiempo o un porcentaje en que el cliente ha recibido suministro durante el período definido de reporte. La ecuación (4) define este índice.

$$ASAI = \frac{\sum_{i=1}^k n_i * 8760 - \sum_{i=1}^k U_i n_i}{\sum_{i=1}^k n_i * 8760} \quad (4)$$

3.5 ASUI: índice medio de indisponibilidad del sistema.

El índice de indisponibilidad del sistema (ASUI) representa la fracción de tiempo o un porcentaje en que el cliente no recibe potencia durante el período definido de reporte. La ecuación (5) define este índice.

$$ASUI = 1 - ASAI \quad (5)$$

Así mismo se cuentan con los índices que están orientados hacia la carga, en este caso se debe considerar la ecuación (6) que representa la carga promedio, que relaciona la carga pico de un punto del sistema con el índice de demanda.

$$L_{ai} = L_p * f \quad (6)$$

Alternativamente la carga promedio se puede calcular con (7)

$$L_{ai} = \frac{E_d}{t} \quad (7)$$

Donde E_d es la energía total demandada en el período de análisis y t es el período analizado.

3.6 ENS: energía no suministrada.

La energía no suministrada (ENS) constituye un índice que indica la energía

que no se ha entregado a los usuarios por el sistema durante todo el tiempo que se está analizando, es la sumatoria del producto de la carga promedio del punto de carga i y el tiempo de interrupción en i . Se expresa matemáticamente con (8)

$$ENS = \sum_{i=1}^k L_{ai} U_i \quad (8)$$

Una de las principales razones por la que este índice es muy útil para las distribuidoras es que es un componente clave para determinar el nivel de confiabilidad que requieren y que influye directamente como una de las entradas del análisis de decisiones de la administración de la red. En este contexto, con frecuencia se determina el costo de la ENS, considerando todas las pérdidas económicas que sufren varios sectores, sobre todo el industrial, debido a las interrupciones y a los impactos que sufren los consumidores, dividiendo a los clientes en residenciales, comerciales, industriales. También se considera la utilización primaria que se da a la energía eléctrica, por ejemplo, para iluminación, calentamiento, movimiento de motores y otros. Luego, se considera la duración de las interrupciones, momento de la falla y más. En la práctica la ENS es calculada mediante estimaciones basadas en la curva de demanda de la red y las estadísticas de tasa de falla y de reparación de la red, de esta forma surge el índice denominado Energía no suministrada esperada (EENS) [10],[29].

3.7 AENS: energía no suministrada promedio.

El índice de energía no suministrada promedio (AENS) es una medida que determina la cantidad de energía que no se suministra al usuario promedio del estudio, siendo la relación entre la sumatoria de toda la energía no

suministrada y, la sumatoria del número de usuarios conectados a cada punto de carga. Matemáticamente se expresa con (9). Este es un índice muy útil para comparar la cantidad de energía no suministrada promedio entre períodos de análisis.

$$AENS = \frac{\sum_{i=1}^k L_{ai} U_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (9)$$

Dónde:

λ_i : Tasa total de falla en el punto i -ésimo de carga.

U_i : tiempo total de indisponibilidad en el punto i -ésimo de carga.

n_i : número total de consumidores en el punto i -ésimo de carga.

L_a : potencia activa promedio en el punto i -ésimo de carga.

4 Implementación del modelo matemático

4.1 Pseudocódigo

En la figura 2 se presenta el pseudocódigo del modelo desarrollado a manera de diagrama de flujo.

4.2 Metodología

4.2.1 Descripción del sistema

El sistema en estudio se trata de una red soterrada real de la que se han obtenido datos de operación en periodos dados, de tal forma de poder realizar pruebas de la operación resiliente que estén adaptadas a la configuración típica de una red subterránea de una compañía distribuidora. Los resultados adquiridos, se los ha comparado con aquellos obtenidos por simulación con software especializado en condiciones normales de operación.

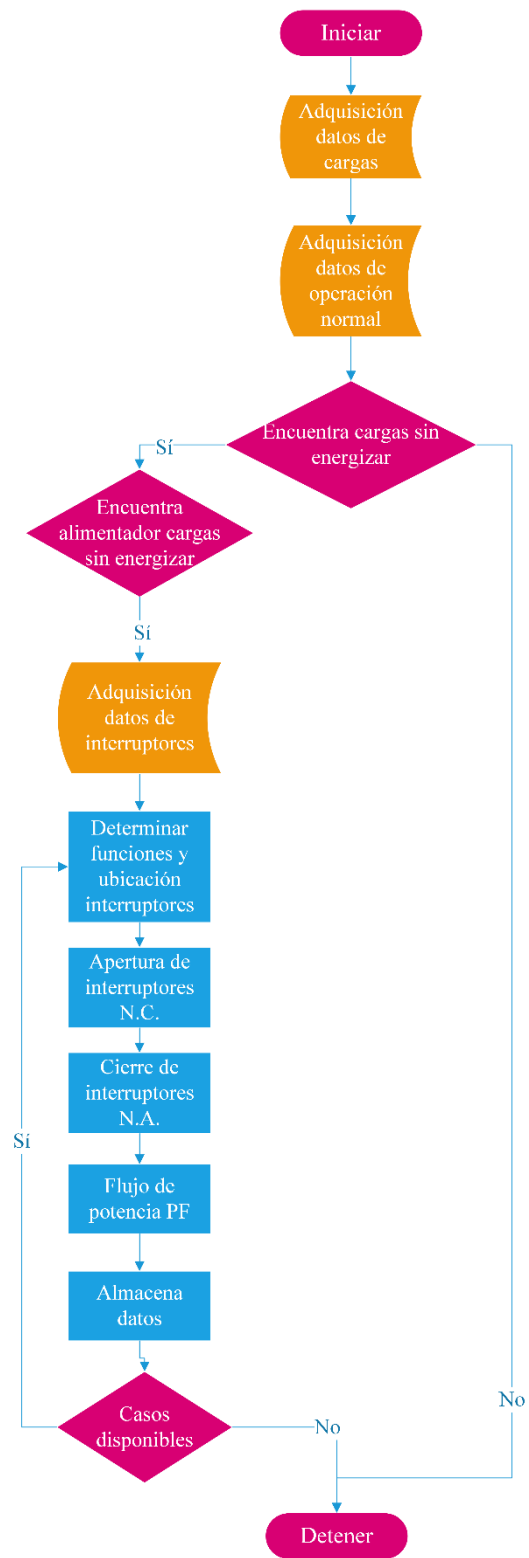


Figura 2. Pseudocódigo operación resiliente.

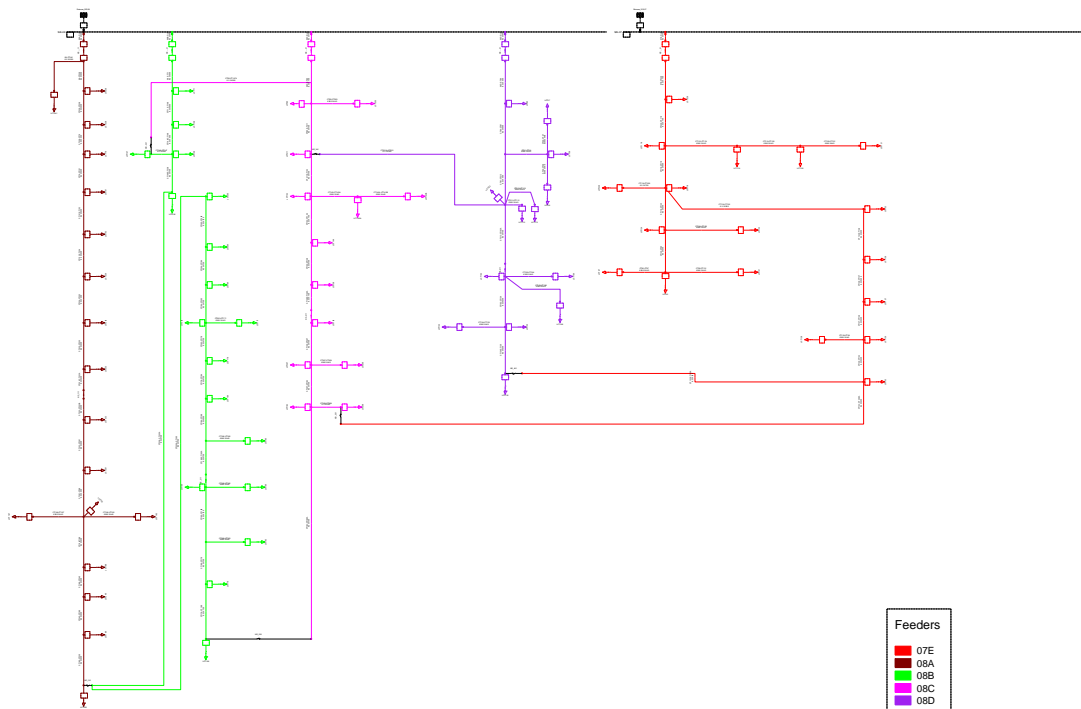


Figura 3. Topología base de la red en estudio

Luego, a esta red se le han colocado en forma estratégica varios interruptores en estado normalmente abierto según la tabla 1 que permiten tener rutas alternas de conexión a las subestaciones de la red a los alimentadores; esto permite formar la red que pueda operar bajo los criterios establecidos en este trabajo y que sea capaz de obtener la operación resiliente y de soportar contingencias tipo N-1. La red formada se muestra en la figura 3.

NO_351	NO	08D	07E
NC_311	NC	08D	08D'
NO_232	NO	08B	08C
NC_11	NC	SE	08A
NC_21	NC	SE	08B
NC_31	NC	SE	08C
NC_41	NC	SE	08D
NC_51	NC	SE	07E

Tabla 1. Interruptores del esquema implementado

Nombre interruptor	Configuración	Nodo i	Nodo j
NO_121	NO	08A	08B
NC_111	NC	08A	08A'
NC_211	NC	08B	08B'
NO_341	NO	08C	08D
NO_451	NO	08D	07E
NC_411	NC	08D	08D'
NO_231	NO	08B	08C

5 Análisis de resultados

5.1 Caso inicial

A fin de conseguir resultados mejor adaptados a la realidad del sistema de distribución planteado se muestran a continuación las curvas de demanda para los primarios propuestos, la información fue recolectada cada 15 minutos por un lapso de 2 días. Las curvas de demanda muestran por tanto la carga real en

escenarios de máxima demanda, demanda media y demanda baja.

Para fines prácticos el sistema será evaluado para 2 situaciones específicas: demanda máxima y demanda media. Al analizar los valores recolectados se puede apreciar que para todos los primarios en análisis la demanda máxima se presenta alrededor de las 12H00 por lo que se toman los valores máximos de corriente de acuerdo a lo mostrado en el anexo 1 mientras que el escenario de demanda media se puede llegar a tomar alrededor de las 8H00 o en su defecto cercano a las 20H00 puntos en los cuales los valores de corriente se notan próximos. En función de ello de ahora en adelante las simulaciones posteriores responden a escenarios tales en que los valores de corriente del primario estén cercanos a los mostrados en la tabla 2.

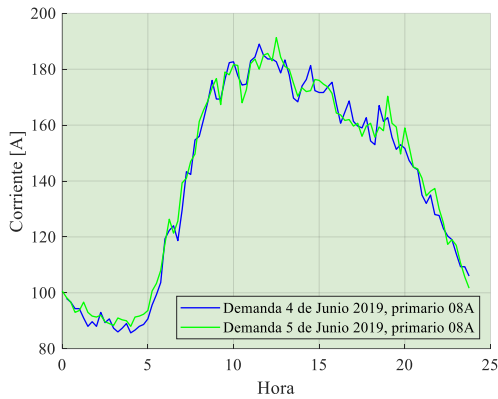


Figura 4. Curva de demanda del alimentador 08A

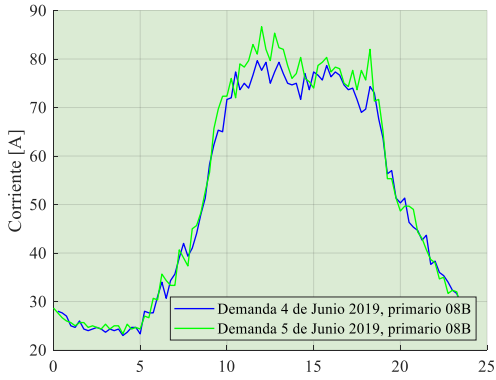


Figura 5. Curva de demanda del alimentador 08B

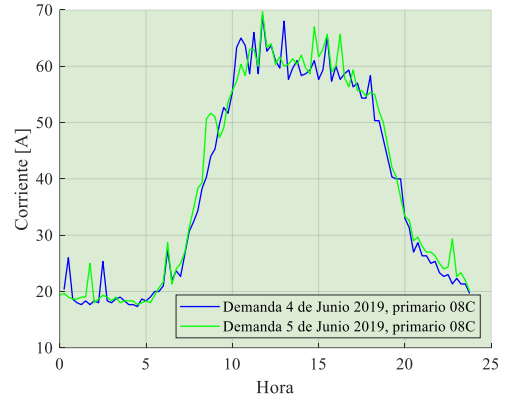


Figura 6. Curva de demanda del alimentador 08C

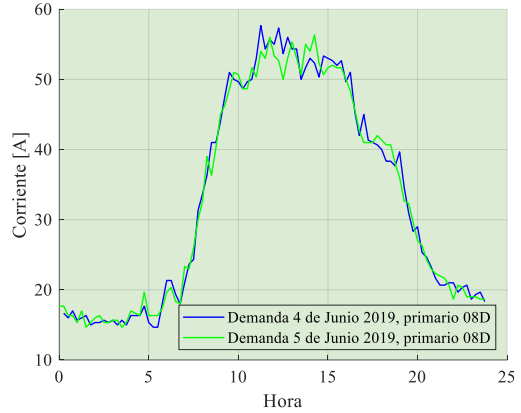


Figura 7. Curva de demanda del alimentador 08D

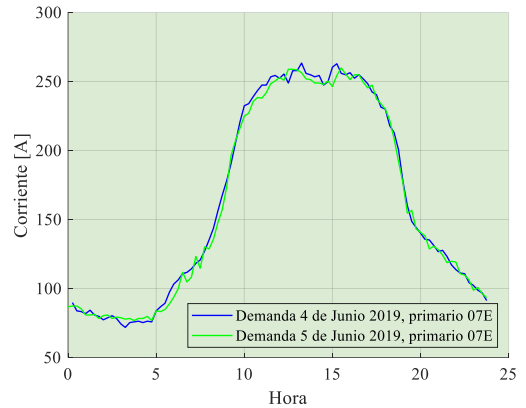


Figura 8. Curva de demanda del alimentador 07E

Tabla 2. Demanda de primarios media y máxima

Primario	Corriente en demanda media [A]	Corriente en demanda máxima [A]
08 A	156	191
08 B	41	87
08 C	34	70
08 D	34	56
07 E	135	259

5.2 Caso inicial con demanda máxima

Una vez escaladas las cargas en el simulador los perfiles de voltaje son revisados y se calculan las caídas de voltaje porcentuales respecto del voltaje nominal del sistema en función de la regulación ARCONEL 004-001. Los datos mostrados permitirán tener una perspectiva inicial del sistema para entender posteriormente los efectos de la reconfiguración ante un evento anómalo.

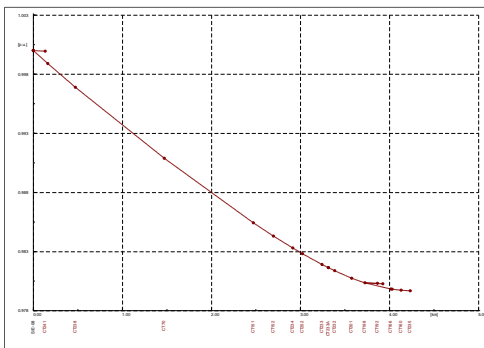


Figura 9. Perfil de voltaje del alimentador 08A con máxima demanda

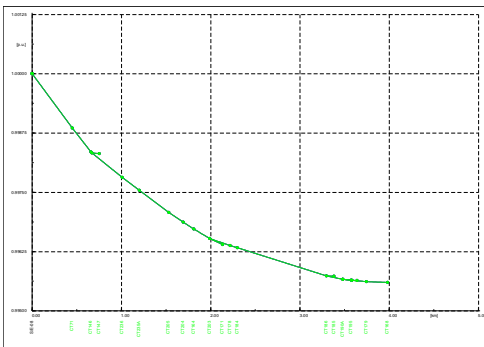


Figura 10. Perfil de voltaje del alimentador 08B con máxima demanda

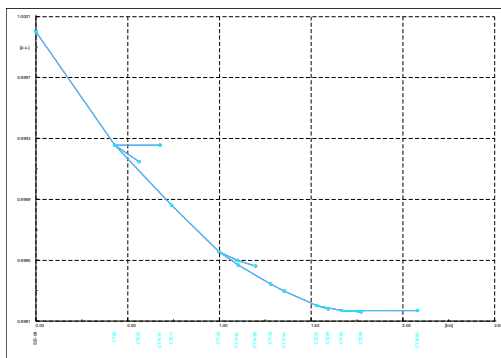


Figura 11. Perfil de voltaje del alimentador 08C con máxima demanda

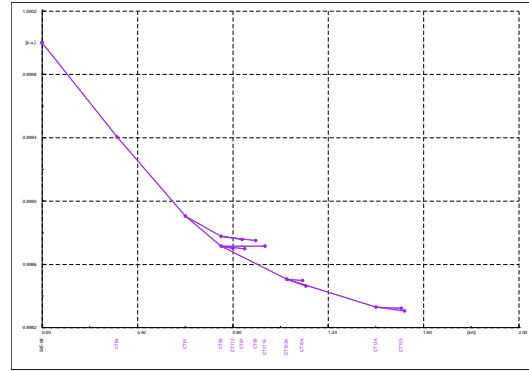


Figura 12. Perfil de voltaje del alimentador 08D con máxima demanda

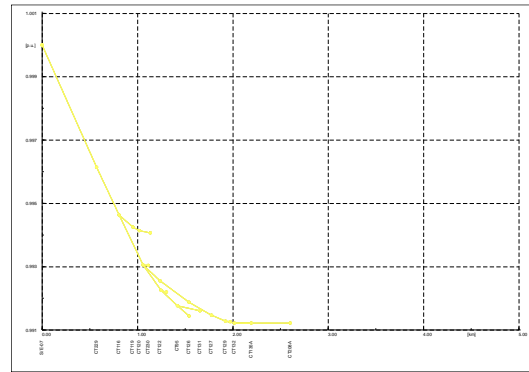


Figura 13. Perfil de voltaje del alimentador 07E con máxima demanda

Se analizan las distancias de los alimentadores y el voltaje mínimo que se registra por cada primario en demanda media y en demanda máxima; la cargabilidad mostrada en la tabla 2, es la que se midió en los bornes de cada alimentador en la subestación del sistema.

Tabla 3. Condiciones de operación normal en demanda máxima

Primario	Distancia (km)	Máxima cargabilidad (%)	Mínimo voltaje en p.u.
08A	4.234	48.346	0.9797
08B	3.983	18.431	0.9956
08C	2.082	12.277	0.9982
08D	1.521	12.377	0.9983
07E	2.604	46.387	0.9912

5.3 Caso inicial con demanda media

Las figuras que continúan muestran el perfil de voltaje de cada uno de los 5

primarios ante el escenario de demanda media con condiciones de operación normal. Los datos mostrados son una buena muestra de la perspectiva inicial del sistema para entender posteriormente los efectos de la reconfiguración cuando la demanda es media.

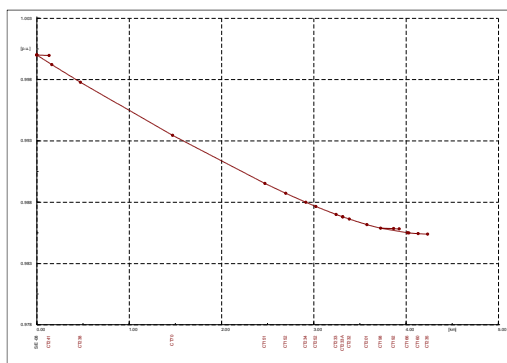


Figura 14. Perfil de voltaje del alimentador 08A con demanda media

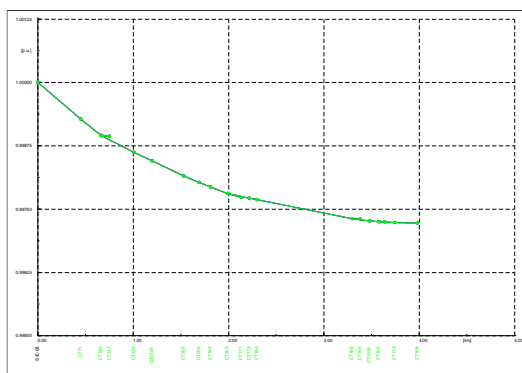


Figura 15. Perfil de voltaje del alimentador 08B con demanda media

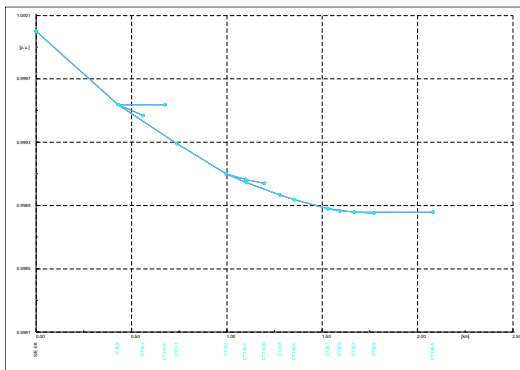


Figura 16. Perfil de voltaje del alimentador 08C con demanda media

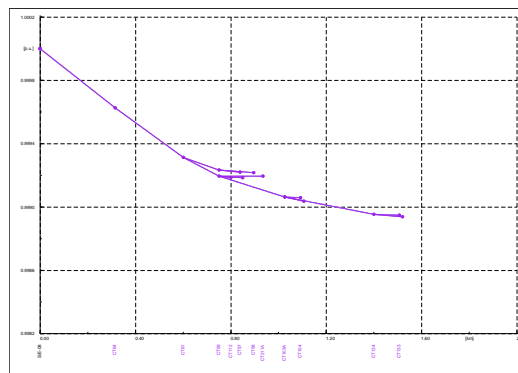


Figura 17. Perfil de voltaje del alimentador 08D con demanda media

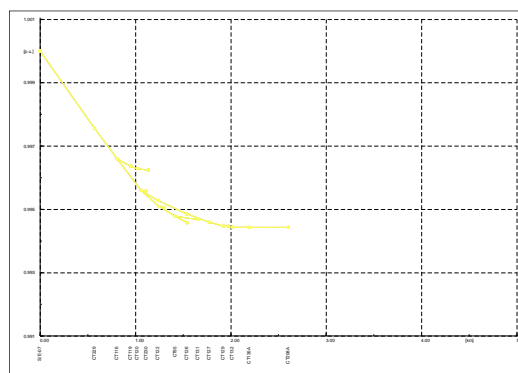


Figura 18. Perfil de voltaje del alimentador 07E con demanda media

Tabla 4. Condiciones de operación normal en demanda media

Primario	Distancia (km)	Máxima cargabilidad (%)	Mínimo voltaje en p.u.
08A	4.234	34.840	0.9854
08B	3.983	11.643	0.9972
08C	2.082	7.663	0.9989
08D	1.521	7.759	0.9989
07E	2.604	29.438	0.9944

5.4 Caso B, análisis de contingencia N-1

5.4.1 Demanda máxima

Dadas las condiciones anteriores se procede a desconectar el tramo final del primario 08C, dicha desconexión afecta a 5 puntos de carga que representan un total de 250.2 kW afectados durante demanda máxima, según se puede notar en la figura 19.

El algoritmo de reconfiguración encuentra un total de 8 casos posibles de reconfiguración de los cuales 2 casos generan topologías en anillo mismas que no son permitidas mientras que de los 6 restantes sólo 2 casos producen una reconexión total de los 80 puntos de carga o centros de transformación. Por tanto, se procede a analizar cómo afectan las nuevas configuraciones a las líneas y voltajes de cada cámara de transformación.

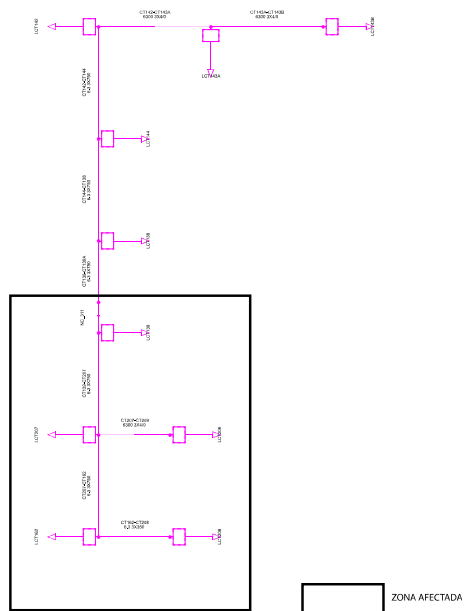


Figura 19. Cargas afectadas en contingencia, caso B

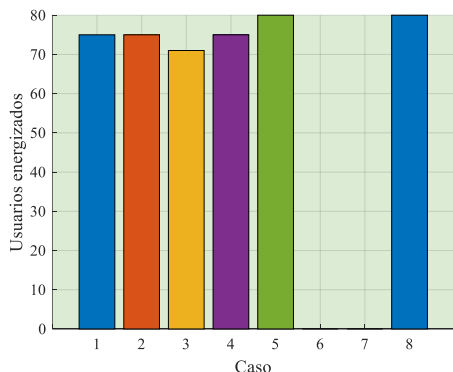


Figura 20. Centros de carga conectados por cada caso posible, caso B

Es importante destacar que los casos 6 y 7 se descartan debido a que no cumplen la configuración radial requerida. La

figura 20 ilustra la cantidad de puntos de carga suplidos con cada posible reconfiguración.

Tabla 5. Condiciones de operación demanda máxima, caso de estudio 1

CASO 5			
	Potencia (kW)	Voltaje de operación normal (kV)	Voltaje de operación actual (kV)
LCT139	43.1	6.2893	6.2295
LCT162	48.2	6.2885	6.2300
LCT207	51.1	6.2887	6.2296
LCT208	43.1	6.2884	6.2302
LCT209	64.7	6.2885	6.2295
	Potencia (kW)	Caída de voltaje en reconfiguración (%)	Variación caída de voltaje
LCT139	43.1	-1.1190	-0.9508
LCT162	48.2	-1.1111	-0.9303
LCT207	51.1	-1.1175	-0.9398
LCT208	43.1	-1.1079	-0.9255
LCT209	64.7	-1.1190	-0.9382

Tabla 6. Condiciones de operación demanda máxima, caso de estudio 2

CASO 8			
	Potencia (kW)	Voltaje de operación normal (kV)	Voltaje de operación actual (kV)
LCT139	43.1	6.2893	6.2525
LCT162	48.2	6.2885	6.2530
LCT207	51.1	6.2887	6.2526
LCT208	43.1	6.2884	6.2529
LCT209	64.7	6.2885	6.2525
	Potencia (kW)	Caída de voltaje en reconfiguración (%)	Variación caída de voltaje
LCT139	43.1	-0.7540	-0.5851
LCT162	48.2	-0.7460	-0.5645
LCT207	51.1	-0.7524	-0.5740
LCT208	43.1	-0.7476	-0.5645
LCT209	64.7	-0.7540	-0.5725

De las dos posibles opciones que mejores resultados podrían arrojar, se procede a revisar los parámetros de operación que resultan de interés para nuestro estudio, encontrando que el caso 5 es el escenario menos favorable ya que las caídas de voltaje son superiores a la que se dan en el escenario 8 pudiendo notar que el escenario 5 presenta caídas cercanas al 1.11% mientras que el escenario 8 presenta caídas cercanas al 0.75%.

Por otro lado, el escenario 5 también ocasiona que los circuitos de distribución subterráneos experimenten un mayor nivel de cargabilidad es así que, para el 5 se tiene un aumento del 4.48% sobre el primario 07E mientras que el escenario 8 genera un incremento del 5.39% sobre el primario 08C.

A pesar que el primario 08B experimenta un mayor crecimiento en su cargabilidad, los valores totales demuestran que el primario 08B llega al 23% de su capacidad mientras que el primario 07E en el escenario 5 llega al 51% de su capacidad, por lo que se llega a determinar que el escenario 8 sería el más favorable frente a la desconexión parcial del primario 08C.

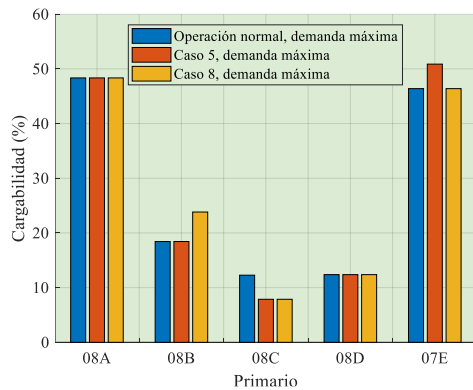


Figura 21. Variación de la cargabilidad en operación resiliente con demanda máxima, caso B

La figura 22 ilustra el modo en que cada configuración de red incluyendo el escenario de operación normal influye

sobre los voltajes de los puntos de carga mientras que la figura 21 muestra la variación de cargabilidad en las líneas, ambas figuras son resultado de la reconfiguración durante las horas de demanda máxima.

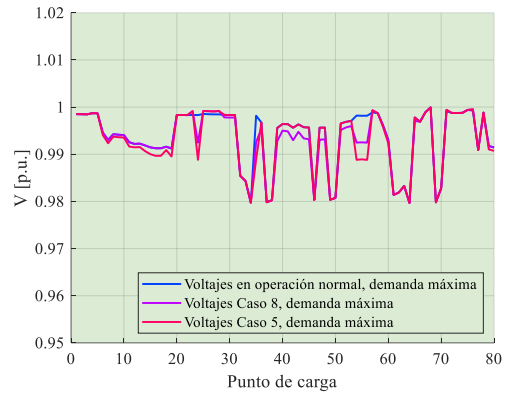


Figura 22. Variación del voltaje de escenarios resilientes en demanda máxima y operación normal, caso B

5.4.2 Demanda media

Dadas las condiciones anteriores se procede a desconectar el tramo final del primario 08C, dicha desconexión afecta a 5 puntos de carga que representan un total de 56.2 kW para el escenario de demanda media, los resultados de cada caso elegido se muestran en las tablas 6 y 7.

Tabla 7. Condiciones de operación demanda media, caso de estudio 3

CASO 5 DEMANDA MEDIA			
	Potencia (kW)	Voltaje de operación normal (kV)	Voltaje de operación actual (kV)
LCT139	26.9	6.2933	6.2555
LCT162	30.1	6.2928	6.2558
LCT207	31.9	6.2929	6.2556
LCT208	26.9	6.2928	6.2560
LCT209	40.4	6.2928	6.2555
	Potencia (kW)	Caída de voltaje en reconfiguración (%)	Variación caída de voltaje
LCT139	26.9	-0.7063	-0.6006

LCT162	30.1	-0.7016	-0.5880
LCT207	31.9	-0.7048	-0.5927
LCT208	26.9	-0.6984	-0.5848
LCT209	40.4	-0.7063	-0.5927

Tabla 8. Condiciones de operación demanda media, caso de estudio 4

CASO 8 DEMANDA MEDIA			
	Potencia (kW)	Voltaje de operación normal (kV)	Voltaje de operación actual (kV)
LCT139	26.9	6.2893	6.2295
LCT162	30.1	6.2885	6.2300
LCT207	31.9	6.2887	6.2296
LCT208	26.9	6.2884	6.2302
LCT209	40.4	6.2885	6.2295
	Potencia (kW)	Caída de voltaje en reconfiguración (%)	Variación caída de voltaje
LCT139	26.9	-0.4730	-0.3671
LCT162	30.1	-0.4683	-0.3544
LCT207	31.9	-0.4714	-0.3591
LCT208	26.9	-0.4683	-0.3544
LCT209	40.4	-0.4730	-0.3591

Una vez examinado el comportamiento de la red en demanda máxima se ensayan las mismas comparaciones con el escenario de demanda media encontrando que una vez más el escenario 8 es el más favorable, aunque para este caso las caídas de voltaje para el caso 8 está cercano al 0.47% mientras que el escenario 5 presenta 0.6%.

La cargabilidad se ve afectada en 3.35% sobre el primario 08B y 2.79% para el primario 07E, llegando a valores máximos de 14.99% y 32.21% respectivamente. Se puede observar que para ambos escenarios de demanda la reconfiguración es completamente factible sin sobrepasar límites de operación y manteniendo valores

aceptables en cuanto se refiere a la calidad del servicio.

La figura 23 denota la variación de cargabilidad en las líneas, en tanto que la figura 24 ilustra el modo en que cada configuración de red incluyendo el escenario de operación normal influye sobre los voltajes de los puntos de carga, ambas figuras son resultado de la reconfiguración durante los periodos de demanda media.

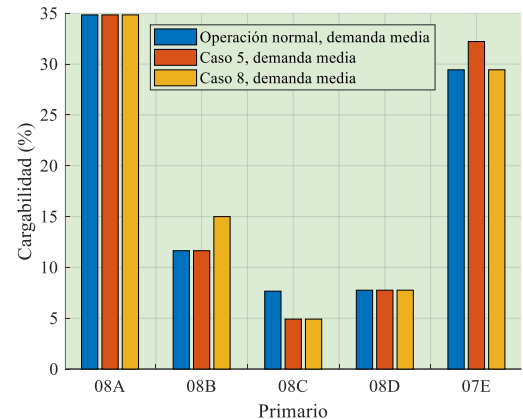


Figura 23. Variación de la cargabilidad en operación resiliente con demanda media, caso B

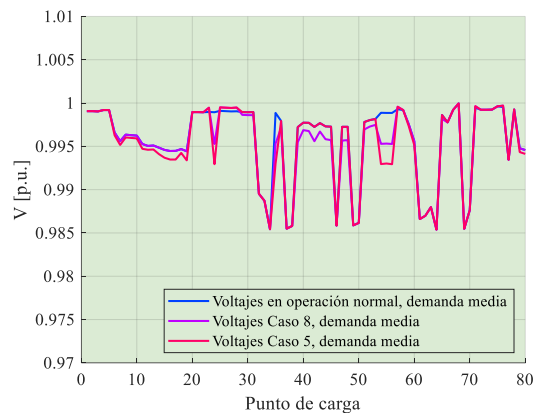


Figura 24. Variación de voltaje de escenarios resilientes en demanda media y operación normal, caso B

También es importante destacar la verdadera importancia del algoritmo frente a condiciones de confiabilidad, de los factores analizados en la sección 2 se toma como análisis la energía no suministrada misma que afecta a las empresas distribuidoras. En virtud de ello la tabla 8 muestra la afectación que se

daría en una desconexión promedio de 2 horas comparadas a los pocos minutos que podría tardar el algoritmo en encontrar la mejor opción para luego operar los interruptores.

Tabla 9. Afectación por indisponibilidad de servicio en escenario normal, demanda máxima y media

DEMANDA MÁXIMA		
Potencia afectada (kW)	Tiempo indisponibilidad (h)	ENS (kWh)
250.2	2	500.4
DEMANDA MEDIA		
Potencia afectada (kW)	Tiempo indisponibilidad (h)	ENS (kWh)
156.2	2	312.4

5.5 Caso C: Análisis de contingencia N-1

5.5.1 Demanda máxima

Para este nuevo estudio se procede a desconectar el tramo final del primario 08B con lo que se produce una afectación de 184.6 kW en el escenario de demanda máxima, la zona afectada se muestra en la figura 26. Ante esta situación el algoritmo encuentra 6 posibles casos de los cuales los casos 2 y 4 son invalidados al generar una topología en anillo mientras que sólo 1 caso genera una reconexión total de las cargas afectadas como lo ilustra la figura 25.

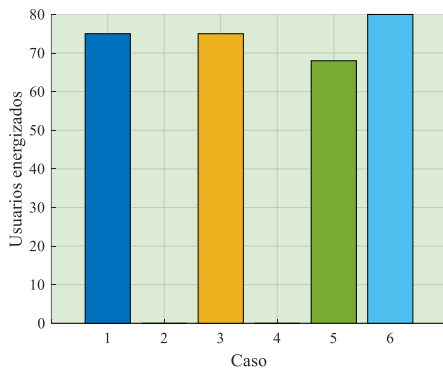


Figura 25. Centros de carga conectados por cada caso posible, caso C

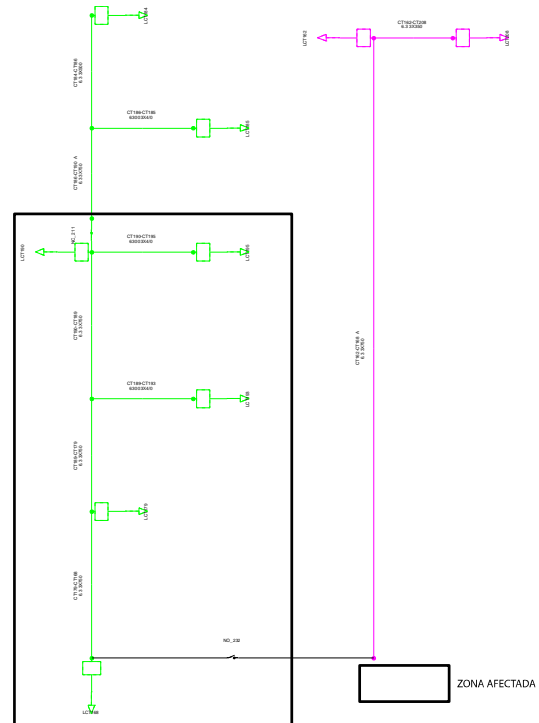


Figura 26. Cargas afectadas en contingencia, caso C

Las figuras 27 y 28 muestran la afectación en la cargabilidad de las líneas y las variaciones en los voltajes por cada punto de carga respectivamente en el escenario de demanda máxima.

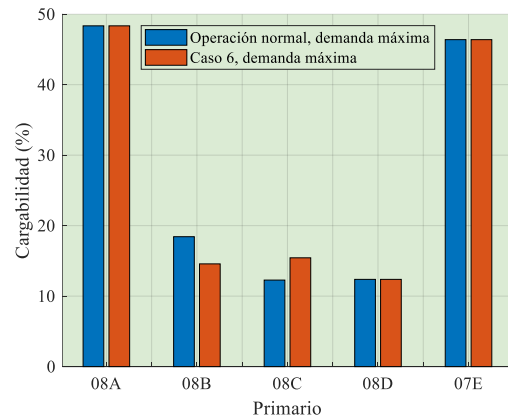


Figura 27. Variación de la cargabilidad en operación resiliente con demanda máxima, caso C

5.5.2 Demanda media

Al realizar la misma desconexión cuando la red se encuentra con demanda media, 116.6 kW son afectados en el escenario de demanda media.

6 Conclusiones

La operación resiliente de redes de distribución requiere la consideración de varios factores y restricciones típicas de la red incluyendo los perfiles de voltaje, cargabilidad de las líneas, factores que influyen directamente en la obtención de cambios en la topología de la red que permitan mantener a la mayor cantidad de centros de carga conectados a la red de distribución con niveles aceptables de confiabilidad y calidad.

La reconfiguración de redes implica la implantación de una técnica robusta que tome en cuenta mantener características base de una red de distribución como la estructura en topología radial, es por ello que la metodología de operación resiliente del presente estudio, en función del lugar donde ocurre la falla, podría obtenerse una mayor o menor cantidad de usuarios que se mantienen con suministro.

La metodología que permite la operación resiliente frente a diversas contingencias N-1, puede ser medida en función de aspectos como los índices de confiabilidad y calidad; en función de la mejor alternativa de las varias que pueden ser puestas a prueba, se puede encontrar un escenario cercano al ideal según la contingencia presentada en la red.

El tipo de operación resiliente que se ha implementado, es más factible de realizar cuando las líneas de distribución tienen una baja cargabilidad debido a que tales líneas pueden soportar sin ninguna afectación una carga mayor sin sobrepasar sus límites físicos, por tanto, el éxito de esta metodología depende de contar con una buena planificación de la ampliación de las redes para mantener un sistema que no llegue a los límites de carga de sus líneas en el escenario de operación normal.

La operación resiliente por medio de la reconfiguración de la topología de red

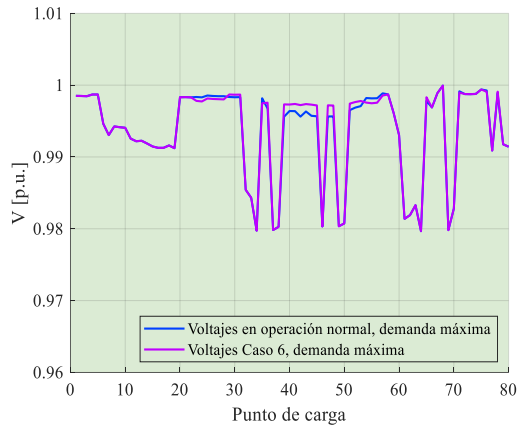


Figura 28. Variación de voltaje de escenarios resilientes en demanda máxima y operación normal, caso C

Se pueden apreciar en las figuras 29 y 30 para el escenario de demanda media, los cambios en la cargabilidad de las líneas y las variaciones en los voltajes; frente a la reconfiguración notando que la carga que se desconecta del primario 08B es tomada por el alimentador 08C.

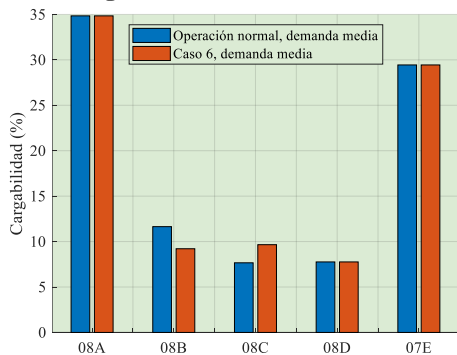


Figura 29. Variación del voltaje de escenarios resilientes en demanda media y operación normal, caso C

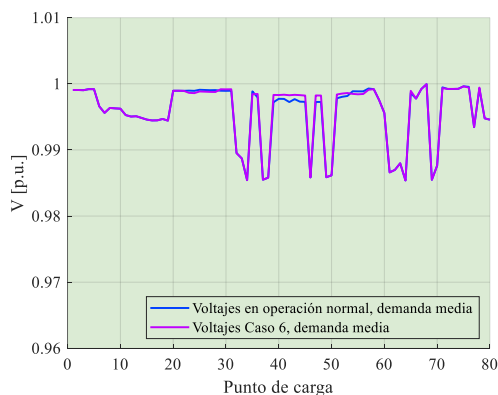


Figura 30. Variación del voltaje de escenarios resilientes en demanda media y operación normal, caso C

frente a contingencia N-1, si se toman en cuenta los resultados del presente estudio, se muestra como una técnica efectiva para la reducción significativa de la energía no suministrada (ENS) de todo el sistema en estudio, lo que sin duda supone reducciones en los costos asociados a la operación de la red de distribución de tipo soterrado, esto se nota de mejor forma en el escenario de demanda máxima por la cantidad de energía que es posible suministrar con los cambios efectuados.

6.1 Trabajos futuros

Los logros obtenidos en este documento pueden ser tomados como punto de partida para investigaciones como:

- Realizar un análisis de la factibilidad de la colocación de interruptores para la operación resiliente en la red en estudio, comparando los resultados de la simulación y lo que se pueda medir con el equipamiento adecuado.
- Combinar la operación resiliente con una planificación resiliente, para obtener sistemas robustos que tengan buena confiabilidad, calidad y que resulten fácilmente escalables en función del aumento de la demanda.

7 Referencias

- [1] V. J. Garcia, D. P. Bernardon, A. S. Quintela, and P. M. Franca, "On the efficiency of an alternative codification for multiobjective service restoration in electric distribution," in *44th International Universities Power Engineering Conference (UPEC)*, 2009, vol. 44, no. 2009, pp. 1–5.
- [2] A. S. N. Huda and R. Zivanovic, "Study Effect of Components Availability on Distribution System Reliability through Multilevel Monte Carlo Method," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 15, no. 6, pp. 3133–3142, 2018.
- [3] N. G. Paterakis *et al.*, "Multi-Objective Reconfiguration of Radial Distribution Systems Using Reliability Indices," *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 31, no. 2, pp. 1048–1062, 2016.
- [4] Z. Bie, Y. Lin, G. Li, and F. Li, "Battling the Extreme: A Study on the Power System Resilience," *Proc. IEEE*, vol. 105, no. 7, pp. 1253–1266, 2017.
- [5] E. G. Carrano, G. P. Da Silva, E. P. Cardoso, and R. H. C. Takahashi, "Subpermutation-Based Evolutionary Multiobjective Algorithm for Load Restoration in Power Distribution Networks," *IEEE Trans. Evol. Comput.*, vol. 20, no. 4, pp. 546–562, 2016.
- [6] M. Molaali and M. Abedi, "A New Heuristic Method for Distribution Network Restoration and Load Elimination using Genetic Algorithm," *2018 Electr. Power Distrib. Conf.*, no. 1, pp. 46–51, 2018.
- [7] D. P. Bernardon *et al.*, "Automatic reconfiguration of distribution networks using Smart Grid concepts," *2012 10th IEEE/IAS Int. Conf. Ind. Appl. INDUSCON 2012*, pp. 1–6, 2012.
- [8] C. Xiaoming, C. Yongjin, W. Zhaolong, Y. Yingqi, and R. Huixian, "Flexible Distribution System Reconfiguration Using Graph Theory and Topology Identification Technology," *2018 Int. Conf. Power Syst. Technol. POWERCON 2018 - Proc.*, no. 201804270001244, pp. 2008–2014, 2019.
- [9] U. Raut and S. Mishra, "Power distribution network reconfiguration for loss minimization using a new graph theory based genetic algorithm," *2017 IEEE Calcutta Conf. CALCON 2017 - Proc.*, vol. 2018-Janua, pp. 1–5, 2018.

- [10] D. P. Bernardon *et al.*, “Allocation of remotely controlled switches for reliability assessment in distribution networks,” *Proc. Univ. Power Eng. Conf.*, vol. 2015-Novem, no. L, 2015.
- [11] R. Lopez, M. Lopez, J. Mendoza, E. Lopez, and G. Lefranc, “Probabilistic minimal loss reconfiguration for electric power distribution control,” *IEEE ICA-ACCA 2018 - IEEE Int. Conf. Autom. Congr. Chil. Assoc. Autom. Control Towar. an Ind. 4.0 - Proc.*, pp. 1–7, 2019.
- [12] C. Johnathon and J. Kennedy, “A Proposed Algorithm for the Self-Healing of Power Distribution Networks,” *2018 IEEE Innov. Smart Grid Technol. - Asia (ISGT Asia)*, pp. 816–821, 2018.
- [13] A. Valenzuela, E. Inga, and S. Simani, “Planning of a Resilient Underground Distribution Network Using Georeferenced Data,” *Energies*, vol. 12, no. 4, p. 644, 2019.
- [14] A. Navarro-Espinosa *et al.*, “Improving distribution network resilience against earthquakes,” in *IET International Conference on Resilience of Transmission and Distribution Networks (RTDN 2017)*, 2017, vol. 136, no. 1, pp. 20 (6 .)-20 (6 .).
- [15] A. Arif and Z. Wang, “Service restoration in resilient power distribution systems with networked microgrid,” in *2016 IEEE Power and Energy Society General Meeting (PESGM)*, 2016, pp. 1–5.
- [16] A. Abel Hafez, W. A. Omran, and Y. G. Hegazy, “A Decentralized Technique for Autonomous Service Restoration in Active Radial Distribution Networks,” *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 9, no. 3, pp. 1911–1919, May 2018.
- [17] L. Deng, J. Fei, C. Ban, C. Cai, and X. Zhang, “The simulation of self-healing restoration control for smart distribution network,” in *2015 6th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)*, 2015, pp. 482–485.
- [18] N. J. Anuranj, R. K. Mathew, S. Ashok, and S. Kumaravel, “Resiliency based power restoration in distribution systems using microgrids,” *2016 IEEE 6th Int. Conf. Power Syst. ICPS 2016*, 2016.
- [19] W. L. Jiao, H. L. Gao, G. F. Zhu, and T. Y. Li, “A service restoration method based on load balance expectation searching for smart distribution grid,” in *2014 China International Conference on Electricity Distribution (CICED)*, 2014, no. 11830, pp. 1830–1833.
- [20] S. Sengupta, S. Sen, and S. Pal, “Power Network Reconfiguration For Congestion Management And Loss Minimization Using Genetic Algorithm,” in *Michael Faraday IET International Summit 2015*, 2015, pp. 50 (6 .)-50 (6 .).
- [21] L. Jun, Y. Fan, and W. Peng, “Distribution network reconfiguration method considering loop closing constraints,” *Asia-Pacific Power Energy Eng. Conf. APPEEC*, vol. 2016-Decem, pp. 1419–1423, 2016.
- [22] J. Yu, F. Zhang, and J. Dong, “Distribution network reconfiguration based on minimum cost of power supply,” *1st Int. Conf. Sustain. Power Gener. Supply, SUPERGEN '09*, no. x, pp. 1–4, 2009.
- [23] J. Wen, Y. Tan, L. Jiang, and K. Lei, “Dynamic reconfiguration of distribution networks considering the real-time topology variation,” *IET Gener. Transm. Distrib.*, vol. 12, no. 7, pp. 1509–1517, 2017.
- [24] R. A. Jabr, I. Dzafic, and I.

- Huseinagic, "Real time optimal reconfiguration of multiphase active distribution networks," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 9, no. 6, pp. 6829–6839, 2018.
- [25] L. Duan, Q. Wang, P. Wu, G. Li, and X. Yang, "Distribution network reconfiguration method considering energy storage devices," *2016 3rd Int. Conf. Syst. Informatics, ICSAI 2016*, no. Icsai, pp. 139–143, 2017.
- [26] Y. Yan, Z. Zhang, W. Bao, J. Xin, L. Qin, and Y. Du, "Optimal distribution network reconfiguration for load balancing," *China Int. Conf. Electr. Distrib. CICED*, vol. 2016-Septe, no. Ciced, pp. 1–4, 2016.
- [27] A. Tabares, G. Munoz-Delgado, J. F. Franco, J. M. Arroyo, and J. Contreras, "An Enhanced Algebraic Approach for the Analytical Reliability Assessment of Distribution Systems," *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 34, no. 4, pp. 1–1, 2019.
- [28] R. Schuerger, R. Arno, and N. Dowling, "Why Existing Utility Metrics Do Not Work for Industrial Reliability Analysis," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 52, no. 4, pp. 2801–2806, 2016.
- [29] D. P. Colambage and H. Y. R. Perera, "Assessment of cost of unserved energy for Sri Lankan industrial sector," *Proc. - 2018 IEEE Int. Conf. Ind. Electron. Sustain. Energy Syst. IESES 2018*, vol. 2018-Janua, pp. 261–266, 2018.

7.1 Matriz de Estado del Arte

Tabla 10. Matriz de estado del arte

OPERACIÓN RESILIENTE EN REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SOTERRADA ANTE CONTINGENCIAS N-1 CONSIDERANDO CRITERIOS DE CALIDAD Y CONFIABILIDAD																					
ITEM	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	CITAS	TEMÁTICA					FORMULACIÓN DEL PROBLEMA				RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			ALGORITMO DE OPTIMIZACIÓN			SOLUCIÓN PROPUESTA		
				Operación resiliente de redes	Reconfiguración de redes	Importancia de la reconfiguración de redes de distribución	Calidad en la distribución	Confiabilidad de las redes eléctricas	Reconfiguración de redes radiantes	Análisis de la demanda del sistema	Comprobación de la existencia de fallas en la red	Resiliencia de la red frente a contingencias	Mejora de los perfiles de voltaje	Mejora de la confiabilidad y calidad	Operación de interruptores y cambio de alimentadores	Mejora de la red de distribución	Cálculo de flujos de potencia	Cálculo de índices de calidad y perfiles de voltaje	Operación de interruptores y modificación de alimentadores	Revisión del estado de la red de distribución	Solución de contingencias N-1
1	2009	On the efficiency of an alternative codification for multiobjective service restoration in electric distribution	2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	2018	Study Effect of Components Availability on Distribution System Reliability through Multilevel Monte Carlo Method	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	2016	Multi-Objective Reconfiguration of Radial Distribution Systems Using Reliability Indices	34	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	2017	Battling the Extreme: A Study on the Power System Resilience	55	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	2016	Subpermutation-Based Evolutionary Multiobjective Algorithm for Load Restoration in Power Distribution Networks	16	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	2018	A New Heuristic Method for Distribution Network Restoration and Load Elimination using Genetic Algorithm	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	2012	Automatic reconfiguration of distribution networks using Smart Grid concepts	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	2018	Flexible Distribution System Reconfiguration Using Graph Theory and Topology Identification Technology	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	2018	Power distribution network reconfiguration for loss minimization using a new graph theory based genetic algorithm	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	2015	Allocation of remotely controlled switches for reliability assessment in distribution networks	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

11	2018	Probabilistic minimal loss reconfiguration for electric power distribution control	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	2018	A Proposed Algorithm for the Self-Healing of Power Distribution Networks	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	2019	Planning of a Resilient Underground Distribution Network Using Georeferenced Data	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	2017	Improving distribution network resilience against earthquakes	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	2016	Service restoration in resilient power distribution systems with networked microgrid	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	2016	A Decentralized Technique for Autonomous Service Restoration in Active Radial Distribution Networks	10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	2015	The simulation of self-healing restoration control for smart distribution network	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	2016	Resiliency based power restoration in distribution systems using microgrids	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	2014	A service restoration method based on load balance expectation searching for smart distribution grid	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	2015	Power Network Reconfiguration For Congestion Management And Loss Minimization Using Genetic Algorithm	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	2016	Distribution network reconfiguration method considering loop closing constraints	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	2009	Distribution network reconfiguration based on minimum cost of power supply	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	2017	Dynamic reconfiguration of distribution networks considering the real-time topology variation	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	2017	Real time optimal reconfiguration of multiphase active distribution networks	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	2016	Distribution network reconfiguration method considering energy storage devices	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	2016	Optimal distribution network reconfiguration for load balancing	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	2019	An Enhanced Algebraic Approach for the Analytical Reliability Assessment of Distribution Systems	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
28	2016	Why Existing Utility Metrics Do Not Work for Industrial Reliability Analysis	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	2018	Assessment of cost of unserved energy for Sri Lankan industrial sector	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			CANTIDAD:	6	17	11	5	12	9	6	9	7	6	9	11	14	7	8	12	10	7	15

7.2 Resumen de Indicadores

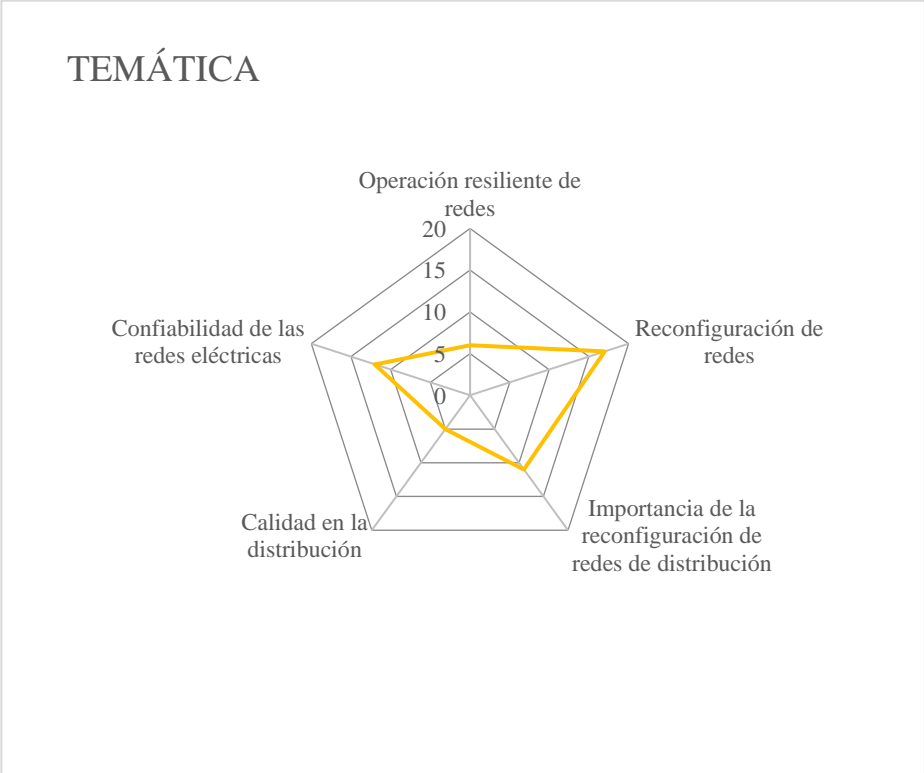


Figura 31. Resumen e indicador de la temática - Estado del arte

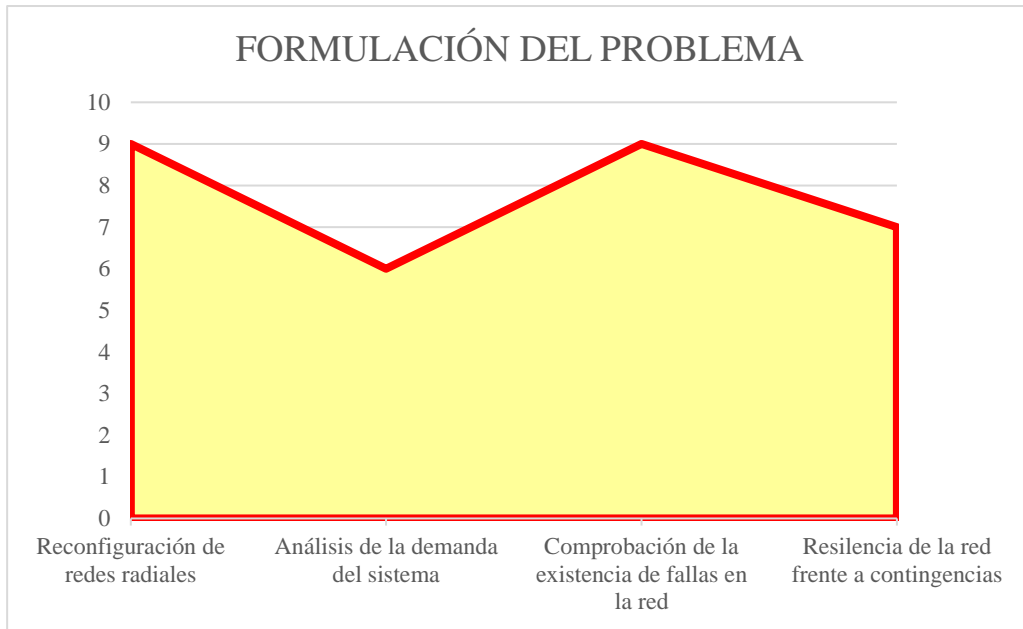


Figura 32. Indicador de formulación del problema - Estado del arte

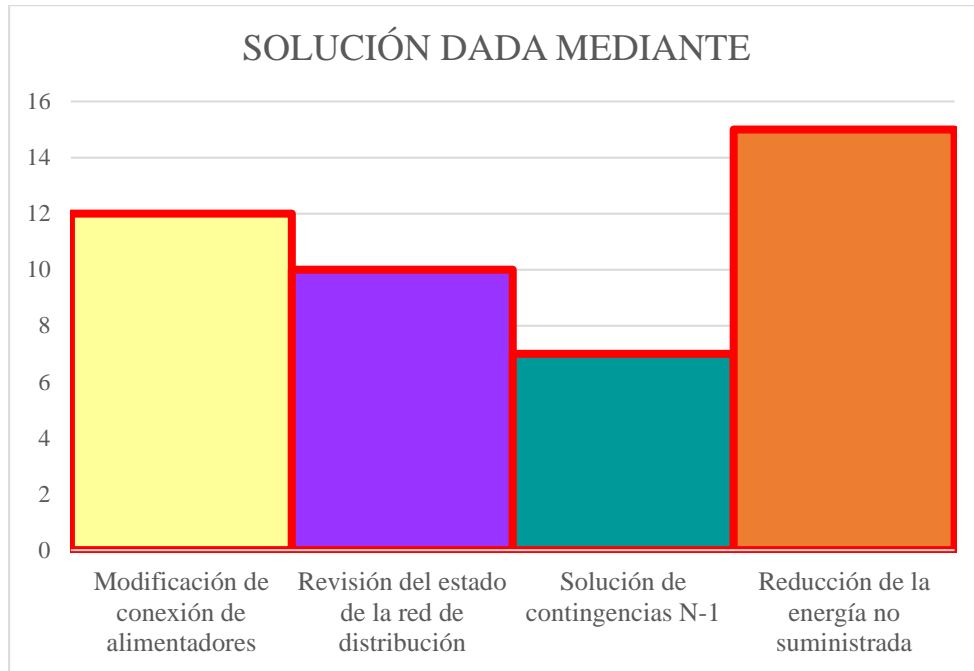


Figura 33. Indicador de solución - Estado del arte

8 Anexos

Tabla 11. Corrientes medidas de primario 08A

Primario 08A			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
04/06/2019 0:15:00,000	101	94	99
04/06/2019 0:30:00,000	100	93	97
04/06/2019 0:45:00,000	98	90	95
04/06/2019 1:00:00,000	99	89	95
04/06/2019 1:15:00,000	95	88	90
04/06/2019 1:30:00,000	92	83	89
04/06/2019 1:45:00,000	94	86	89
04/06/2019 2:00:00,000	92	84	88
04/06/2019 2:15:00,000	97	89	93
04/06/2019 2:30:00,000	92	87	89
04/06/2019 2:45:00,000	95	86	91
04/06/2019 3:00:00,000	92	83	87
04/06/2019 3:15:00,000	91	83	84
04/06/2019 3:30:00,000	90	85	87
04/06/2019 3:45:00,000	94	85	88
04/06/2019 4:00:00,000	90	82	85
04/06/2019 4:15:00,000	91	84	85
04/06/2019 4:30:00,000	93	83	88
04/06/2019 4:45:00,000	92	85	89
04/06/2019 5:00:00,000	95	88	89
04/06/2019 5:15:00,000	98	93	96
04/06/2019 5:30:00,000	104	94	100
04/06/2019 5:45:00,000	109	99	103
04/06/2019 6:00:00,000	123	117	118
04/06/2019 6:15:00,000	124	120	123
04/06/2019 6:30:00,000	123	122	127
04/06/2019 6:45:00,000	123	115	118
04/06/2019 7:00:00,000	130	130	129
04/06/2019 7:15:00,000	149	140	141
04/06/2019 7:30:00,000	145	142	140
04/06/2019 7:45:00,000	155	155	154
04/06/2019 8:00:00,000	156	158	154
04/06/2019 8:15:00,000	162	160	164

Primario 08A			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
04/06/2019 8:30:00,000	170	164	171
04/06/2019 8:45:00,000	182	169	177
04/06/2019 9:00:00,000	174	164	170
04/06/2019 9:15:00,000	173	164	171
04/06/2019 9:30:00,000	181	174	174
04/06/2019 9:45:00,000	189	180	178
04/06/2019 10:00:00,000	187	180	181
04/06/2019 10:15:00,000	184	172	177
04/06/2019 10:30:00,000	179	173	171
04/06/2019 10:45:00,000	180	171	173
04/06/2019 11:00:00,000	188	177	184
04/06/2019 11:15:00,000	186	181	186
04/06/2019 11:30:00,000	191	186	190
04/06/2019 11:45:00,000	187	183	185
04/06/2019 12:00:00,000	185	183	183
04/06/2019 12:15:00,000	185	181	185
04/06/2019 12:30:00,000	183	185	180
04/06/2019 12:45:00,000	181	179	176
04/06/2019 13:00:00,000	185	183	182
04/06/2019 13:15:00,000	180	175	179
04/06/2019 13:30:00,000	171	168	170
04/06/2019 13:45:00,000	171	165	169
04/06/2019 14:00:00,000	174	174	174
04/06/2019 14:15:00,000	178	175	176
04/06/2019 14:30:00,000	183	179	182
04/06/2019 14:45:00,000	176	169	172
04/06/2019 15:00:00,000	173	172	170
04/06/2019 15:15:00,000	174	169	172
04/06/2019 15:30:00,000	175	169	177
04/06/2019 15:45:00,000	180	173	173
04/06/2019 16:00:00,000	171	165	167
04/06/2019 16:15:00,000	162	160	160
04/06/2019 16:30:00,000	165	164	165
04/06/2019 16:45:00,000	171	168	167
04/06/2019 17:00:00,000	164	160	160

Primario 08A			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
04/06/2019 17:15:00,000	160	158	161
04/06/2019 17:30:00,000	159	160	158
04/06/2019 17:45:00,000	162	164	162
04/06/2019 18:00:00,000	154	155	154
04/06/2019 18:15:00,000	155	151	153
04/06/2019 18:30:00,000	171	163	167
04/06/2019 18:45:00,000	166	159	159
04/06/2019 19:00:00,000	164	156	168
04/06/2019 19:15:00,000	159	152	156
04/06/2019 19:30:00,000	153	148	153
04/06/2019 19:45:00,000	158	147	154
04/06/2019 20:00:00,000	156	147	152
04/06/2019 20:15:00,000	154	141	147
04/06/2019 20:30:00,000	143	145	147
04/06/2019 20:45:00,000	148	140	144
04/06/2019 21:00:00,000	137	134	134
04/06/2019 21:15:00,000	135	127	134
04/06/2019 21:30:00,000	143	128	134
04/06/2019 21:45:00,000	132	124	128
04/06/2019 22:00:00,000	132	122	129
04/06/2019 22:15:00,000	123	119	127
04/06/2019 22:30:00,000	122	118	121
04/06/2019 22:45:00,000	124	113	120
04/06/2019 23:00:00,000	117	110	115
04/06/2019 23:15:00,000	114	103	111
04/06/2019 23:30:00,000	112	105	111
04/06/2019 23:45:00,000	107	100	111
05/06/2019 0:00:00,000	104	95	103
05/06/2019 0:15:00,000	102	95	98
05/06/2019 0:30:00,000	101	93	96
05/06/2019 0:45:00,000	97	89	93
05/06/2019 1:00:00,000	95	91	95
05/06/2019 1:15:00,000	98	95	97
05/06/2019 1:30:00,000	96	89	94
05/06/2019 1:45:00,000	95	87	93

Primario 08A			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
05/06/2019 2:00:00,000	94	89	91
05/06/2019 2:15:00,000	95	89	92
05/06/2019 2:30:00,000	94	86	89
05/06/2019 2:45:00,000	93	87	87
05/06/2019 3:00:00,000	92	86	87
05/06/2019 3:15:00,000	95	88	90
05/06/2019 3:30:00,000	94	87	90
05/06/2019 3:45:00,000	95	86	89
05/06/2019 4:00:00,000	92	84	88
05/06/2019 4:15:00,000	94	89	91
05/06/2019 4:30:00,000	95	89	91
05/06/2019 4:45:00,000	96	90	91
05/06/2019 5:00:00,000	97	91	93
05/06/2019 5:15:00,000	106	96	100
05/06/2019 5:30:00,000	106	103	101
05/06/2019 5:45:00,000	113	102	109
05/06/2019 6:00:00,000	124	113	116
05/06/2019 6:15:00,000	129	127	123
05/06/2019 6:30:00,000	119	122	123
05/06/2019 6:45:00,000	126	128	123
05/06/2019 7:00:00,000	141	136	141
05/06/2019 7:15:00,000	145	137	141
05/06/2019 7:30:00,000	145	144	152
05/06/2019 7:45:00,000	156	143	150
05/06/2019 8:00:00,000	166	158	160
05/06/2019 8:15:00,000	165	162	169
05/06/2019 8:30:00,000	171	169	166
05/06/2019 8:45:00,000	175	171	174
05/06/2019 9:00:00,000	184	172	174
05/06/2019 9:15:00,000	168	169	165
05/06/2019 9:30:00,000	184	176	177
05/06/2019 9:45:00,000	181	174	179
05/06/2019 10:00:00,000	184	180	181
05/06/2019 10:15:00,000	182	184	178
05/06/2019 10:30:00,000	174	166	164

Primario 08A			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
05/06/2019 10:45:00,000	176	171	171
05/06/2019 11:00:00,000	186	181	179
05/06/2019 11:15:00,000	188	181	182
05/06/2019 11:30:00,000	184	175	181
05/06/2019 11:45:00,000	188	182	185
05/06/2019 12:00:00,000	190	182	185
05/06/2019 12:15:00,000	186	179	184
05/06/2019 12:30:00,000	193	191	190
05/06/2019 12:45:00,000	189	182	182
05/06/2019 13:00:00,000	184	181	178
05/06/2019 13:15:00,000	184	179	177
05/06/2019 13:30:00,000	179	175	171
05/06/2019 13:45:00,000	176	167	168
05/06/2019 14:00:00,000	176	172	172
05/06/2019 14:15:00,000	176	169	171
05/06/2019 14:30:00,000	176	169	172
05/06/2019 14:45:00,000	178	176	175
05/06/2019 15:00:00,000	178	175	175
05/06/2019 15:15:00,000	176	176	172
05/06/2019 15:30:00,000	176	173	172
05/06/2019 15:45:00,000	175	169	170
05/06/2019 16:00:00,000	169	162	162
05/06/2019 16:15:00,000	167	160	164
05/06/2019 16:30:00,000	163	159	163
05/06/2019 16:45:00,000	164	161	161
05/06/2019 17:00:00,000	163	156	160
05/06/2019 17:15:00,000	163	158	161
05/06/2019 17:30:00,000	157	156	155
05/06/2019 17:45:00,000	163	160	156
05/06/2019 18:00:00,000	159	160	163
05/06/2019 18:15:00,000	159	151	157
05/06/2019 18:30:00,000	164	155	159
05/06/2019 18:45:00,000	159	154	161
05/06/2019 19:00:00,000	172	170	169
05/06/2019 19:15:00,000	166	156	160

Primario 08A			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
05/06/2019 19:30:00,000	165	152	161
05/06/2019 19:45:00,000	153	144	152
05/06/2019 20:00:00,000	165	153	159
05/06/2019 20:15:00,000	156	147	154
05/06/2019 20:30:00,000	147	141	147
05/06/2019 20:45:00,000	148	139	146
05/06/2019 21:00:00,000	143	137	143
05/06/2019 21:15:00,000	137	130	137
05/06/2019 21:30:00,000	142	131	136
05/06/2019 21:45:00,000	143	132	137
05/06/2019 22:00:00,000	136	125	129
05/06/2019 22:15:00,000	129	121	125
05/06/2019 22:30:00,000	120	113	119
05/06/2019 22:45:00,000	122	115	120
05/06/2019 23:00:00,000	120	111	120
05/06/2019 23:15:00,000	113	106	113
05/06/2019 23:30:00,000	107	104	106
05/06/2019 23:45:00,000	104	99	102

Tabla 12. Corrientes medidas de primario 08B

Primario 08B			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
04/06/2019 0:15:00,000	28	28	28
04/06/2019 0:30:00,000	27	28	28
04/06/2019 0:45:00,000	26	28	27
04/06/2019 1:00:00,000	25	26	24
04/06/2019 1:15:00,000	24	26	24
04/06/2019 1:30:00,000	26	26	26
04/06/2019 1:45:00,000	24	25	24
04/06/2019 2:00:00,000	23	25	24
04/06/2019 2:15:00,000	23	25	25
04/06/2019 2:30:00,000	24	25	25
04/06/2019 2:45:00,000	24	25	24
04/06/2019 3:00:00,000	24	24	23
04/06/2019 3:15:00,000	24	25	24
04/06/2019 3:30:00,000	24	24	24
04/06/2019 3:45:00,000	24	25	24
04/06/2019 4:00:00,000	23	24	22
04/06/2019 4:15:00,000	24	24	23
04/06/2019 4:30:00,000	25	24	25
04/06/2019 4:45:00,000	24	25	25
04/06/2019 5:00:00,000	23	24	23

Primario 08B			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
04/06/2019 5:15:00,000	28	28	28
04/06/2019 5:30:00,000	29	27	27
04/06/2019 5:45:00,000	29	26	28
04/06/2019 6:00:00,000	31	31	31
04/06/2019 6:15:00,000	35	31	36
04/06/2019 6:30:00,000	32	30	30
04/06/2019 6:45:00,000	38	30	35
04/06/2019 7:00:00,000	40	34	33
04/06/2019 7:15:00,000	43	36	38
04/06/2019 7:30:00,000	44	43	39
04/06/2019 7:45:00,000	40	38	40
04/06/2019 8:00:00,000	43	38	42
04/06/2019 8:15:00,000	46	44	42
04/06/2019 8:30:00,000	50	45	49
04/06/2019 8:45:00,000	53	52	49
04/06/2019 9:00:00,000	60	57	58
04/06/2019 9:15:00,000	65	60	62
04/06/2019 9:30:00,000	69	64	63
04/06/2019 9:45:00,000	68	64	63
04/06/2019 10:00:00,000	76	69	70
04/06/2019 10:15:00,000	76	71	69
04/06/2019 10:30:00,000	83	75	74
04/06/2019 10:45:00,000	79	72	70
04/06/2019 11:00:00,000	79	73	73
04/06/2019 11:15:00,000	78	73	71
04/06/2019 11:30:00,000	79	75	76
04/06/2019 11:45:00,000	83	77	79
04/06/2019 12:00:00,000	79	79	75
04/06/2019 12:15:00,000	85	77	76
04/06/2019 12:30:00,000	79	75	71
04/06/2019 12:45:00,000	80	77	75
04/06/2019 13:00:00,000	83	78	77
04/06/2019 13:15:00,000	80	74	77
04/06/2019 13:30:00,000	79	74	72
04/06/2019 13:45:00,000	78	73	73
04/06/2019 14:00:00,000	78	73	74
04/06/2019 14:15:00,000	75	69	71
04/06/2019 14:30:00,000	82	74	75
04/06/2019 14:45:00,000	77	72	72
04/06/2019 15:00:00,000	82	73	77
04/06/2019 15:15:00,000	79	75	76
04/06/2019 15:30:00,000	78	74	75
04/06/2019 15:45:00,000	82	77	77
04/06/2019 16:00:00,000	80	74	75
04/06/2019 16:15:00,000	78	76	78
04/06/2019 16:30:00,000	79	74	77

Primario 08B			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
04/06/2019 16:45:00,000	80	71	73
04/06/2019 17:00:00,000	79	71	71
04/06/2019 17:15:00,000	78	69	75
04/06/2019 17:30:00,000	76	70	69
04/06/2019 17:45:00,000	73	66	68
04/06/2019 18:00:00,000	72	67	70
04/06/2019 18:15:00,000	76	73	74
04/06/2019 18:30:00,000	75	70	74
04/06/2019 18:45:00,000	70	66	67
04/06/2019 19:00:00,000	65	62	64
04/06/2019 19:15:00,000	58	55	56
04/06/2019 19:30:00,000	58	56	57
04/06/2019 19:45:00,000	52	52	50
04/06/2019 20:00:00,000	50	51	50
04/06/2019 20:15:00,000	50	50	54
04/06/2019 20:30:00,000	46	47	46
04/06/2019 20:45:00,000	45	45	46
04/06/2019 21:00:00,000	43	45	46
04/06/2019 21:15:00,000	44	41	43
04/06/2019 21:30:00,000	43	42	46
04/06/2019 21:45:00,000	38	36	39
04/06/2019 22:00:00,000	38	38	39
04/06/2019 22:15:00,000	37	35	36
04/06/2019 22:30:00,000	35	35	36
04/06/2019 22:45:00,000	34	35	33
04/06/2019 23:00:00,000	32	33	32
04/06/2019 23:15:00,000	32	32	31
04/06/2019 23:30:00,000	30	29	29
04/06/2019 23:45:00,000	29	29	29
05/06/2019 0:00:00,000	28	29	29
05/06/2019 0:15:00,000	27	28	28
05/06/2019 0:30:00,000	26	27	27
05/06/2019 0:45:00,000	26	26	26
05/06/2019 1:00:00,000	26	26	25
05/06/2019 1:15:00,000	25	26	24
05/06/2019 1:30:00,000	25	26	26
05/06/2019 1:45:00,000	25	26	26
05/06/2019 2:00:00,000	24	25	25
05/06/2019 2:15:00,000	24	26	25
05/06/2019 2:30:00,000	24	25	25
05/06/2019 2:45:00,000	23	25	25
05/06/2019 3:00:00,000	25	26	25
05/06/2019 3:15:00,000	24	25	24
05/06/2019 3:30:00,000	24	26	25
05/06/2019 3:45:00,000	25	26	24
05/06/2019 4:00:00,000	23	24	23
05/06/2019 4:15:00,000	25	26	25

Primario 08B			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
05/06/2019 4:30:00,000	25	25	23
05/06/2019 4:45:00,000	25	25	24
05/06/2019 5:00:00,000	24	25	24
05/06/2019 5:15:00,000	26	28	27
05/06/2019 5:30:00,000	27	27	26
05/06/2019 5:45:00,000	29	30	33
05/06/2019 6:00:00,000	31	30	30
05/06/2019 6:15:00,000	35	36	36
05/06/2019 6:30:00,000	36	33	34
05/06/2019 6:45:00,000	35	32	33
05/06/2019 7:00:00,000	35	33	32
05/06/2019 7:15:00,000	42	38	42
05/06/2019 7:30:00,000	41	39	37
05/06/2019 7:45:00,000	40	36	36
05/06/2019 8:00:00,000	46	44	45
05/06/2019 8:15:00,000	47	43	47
05/06/2019 8:30:00,000	52	45	48
05/06/2019 8:45:00,000	56	51	51
05/06/2019 9:00:00,000	60	55	55
05/06/2019 9:15:00,000	71	64	62
05/06/2019 9:30:00,000	74	67	68
05/06/2019 9:45:00,000	77	68	72
05/06/2019 10:00:00,000	76	68	73
05/06/2019 10:15:00,000	80	71	77
05/06/2019 10:30:00,000	76	70	70
05/06/2019 10:45:00,000	82	77	78
05/06/2019 11:00:00,000	83	74	78
05/06/2019 11:15:00,000	84	78	77
05/06/2019 11:30:00,000	87	81	81
05/06/2019 11:45:00,000	87	77	79
05/06/2019 12:00:00,000	90	83	87
05/06/2019 12:15:00,000	84	79	83
05/06/2019 12:30:00,000	82	79	78
05/06/2019 12:45:00,000	87	83	86
05/06/2019 13:00:00,000	86	79	82
05/06/2019 13:15:00,000	85	78	83
05/06/2019 13:30:00,000	83	75	78
05/06/2019 13:45:00,000	77	75	76
05/06/2019 14:00:00,000	80	75	76
05/06/2019 14:15:00,000	85	76	80
05/06/2019 14:30:00,000	78	74	76
05/06/2019 14:45:00,000	80	73	73
05/06/2019 15:00:00,000	77	74	71
05/06/2019 15:15:00,000	82	77	77
05/06/2019 15:30:00,000	83	77	78
05/06/2019 15:45:00,000	83	78	80

Primario 08B			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
05/06/2019 16:00:00,000	79	76	77
05/06/2019 16:15:00,000	80	78	77
05/06/2019 16:30:00,000	81	74	79
05/06/2019 16:45:00,000	77	75	73
05/06/2019 17:00:00,000	77	70	76
05/06/2019 17:15:00,000	79	76	78
05/06/2019 17:30:00,000	75	70	76
05/06/2019 17:45:00,000	80	74	79
05/06/2019 18:00:00,000	76	75	76
05/06/2019 18:15:00,000	81	82	83
05/06/2019 18:30:00,000	75	69	70
05/06/2019 18:45:00,000	72	72	71
05/06/2019 19:00:00,000	65	65	65
05/06/2019 19:15:00,000	56	55	55
05/06/2019 19:30:00,000	56	53	57
05/06/2019 19:45:00,000	52	53	49
05/06/2019 20:00:00,000	49	47	50
05/06/2019 20:15:00,000	50	49	50
05/06/2019 20:30:00,000	50	47	52
05/06/2019 20:45:00,000	51	45	51
05/06/2019 21:00:00,000	44	44	45
05/06/2019 21:15:00,000	44	42	43
05/06/2019 21:30:00,000	40	40	42
05/06/2019 21:45:00,000	38	40	38
05/06/2019 22:00:00,000	38	38	38
05/06/2019 22:15:00,000	34	36	34
05/06/2019 22:30:00,000	34	34	37
05/06/2019 22:45:00,000	33	31	31
05/06/2019 23:00:00,000	31	33	33
05/06/2019 23:15:00,000	31	33	32
05/06/2019 23:30:00,000	29	29	28
05/06/2019 23:45:00,000	28	28	29

Tabla 13. Corrientes medidas de primario 08C

Primario 08C			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
04/06/2019 0:15:00,000	18	23	20
04/06/2019 0:30:00,000	25	28	25
04/06/2019 0:45:00,000	16	21	19
04/06/2019 1:00:00,000	15	20	19
04/06/2019 1:15:00,000	15	20	18
04/06/2019 1:30:00,000	16	20	19
04/06/2019 1:45:00,000	15	20	18
04/06/2019 2:00:00,000	16	20	19
04/06/2019 2:15:00,000	16	20	18
04/06/2019 2:30:00,000	24	27	25
04/06/2019 2:45:00,000	16	20	19

Primario 08C			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
04/06/2019 3:00:00,000	16	20	18
04/06/2019 3:15:00,000	16	21	19
04/06/2019 3:30:00,000	17	21	19
04/06/2019 3:45:00,000	16	20	19
04/06/2019 4:00:00,000	16	19	18
04/06/2019 4:15:00,000	16	19	18
04/06/2019 4:30:00,000	15	19	18
04/06/2019 4:45:00,000	16	21	19
04/06/2019 5:00:00,000	16	20	19
04/06/2019 5:15:00,000	17	21	19
04/06/2019 5:30:00,000	18	21	21
04/06/2019 5:45:00,000	17	22	21
04/06/2019 6:00:00,000	18	22	23
04/06/2019 6:15:00,000	26	28	28
04/06/2019 6:30:00,000	21	23	22
04/06/2019 6:45:00,000	23	24	24
04/06/2019 7:00:00,000	21	23	24
04/06/2019 7:15:00,000	24	27	29
04/06/2019 7:30:00,000	28	30	34
04/06/2019 7:45:00,000	29	34	34
04/06/2019 8:00:00,000	31	35	37
04/06/2019 8:15:00,000	34	40	41
04/06/2019 8:30:00,000	38	41	42
04/06/2019 8:45:00,000	43	46	43
04/06/2019 9:00:00,000	42	46	48
04/06/2019 9:15:00,000	45	52	52
04/06/2019 9:30:00,000	47	55	56
04/06/2019 9:45:00,000	48	54	53
04/06/2019 10:00:00,000	51	58	57
04/06/2019 10:15:00,000	61	64	65
04/06/2019 10:30:00,000	62	68	65
04/06/2019 10:45:00,000	61	66	64
04/06/2019 11:00:00,000	53	62	61
04/06/2019 11:15:00,000	64	68	66
04/06/2019 11:30:00,000	55	61	60
04/06/2019 11:45:00,000	65	71	71
04/06/2019 12:00:00,000	59	65	64
04/06/2019 12:15:00,000	62	66	63
04/06/2019 12:30:00,000	59	63	61
04/06/2019 12:45:00,000	58	62	59
04/06/2019 13:00:00,000	68	69	67
04/06/2019 13:15:00,000	56	59	58
04/06/2019 13:30:00,000	58	61	60
04/06/2019 13:45:00,000	58	64	61
04/06/2019 14:00:00,000	57	59	59
04/06/2019 14:15:00,000	56	61	59

Primario 08C			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
04/06/2019 14:30:00,000	58	59	61
04/06/2019 14:45:00,000	60	62	61
04/06/2019 15:00:00,000	56	59	58
04/06/2019 15:15:00,000	58	60	60
04/06/2019 15:30:00,000	63	68	65
04/06/2019 15:45:00,000	55	58	59
04/06/2019 16:00:00,000	59	61	60
04/06/2019 16:15:00,000	56	59	58
04/06/2019 16:30:00,000	57	60	59
04/06/2019 16:45:00,000	57	62	59
04/06/2019 17:00:00,000	54	59	56
04/06/2019 17:15:00,000	57	58	56
04/06/2019 17:30:00,000	53	56	54
04/06/2019 17:45:00,000	52	57	54
04/06/2019 18:00:00,000	58	60	57
04/06/2019 18:15:00,000	48	52	51
04/06/2019 18:30:00,000	47	53	51
04/06/2019 18:45:00,000	45	50	46
04/06/2019 19:00:00,000	41	45	45
04/06/2019 19:15:00,000	38	42	41
04/06/2019 19:30:00,000	37	43	40
04/06/2019 19:45:00,000	38	42	40
04/06/2019 20:00:00,000	29	36	34
04/06/2019 20:15:00,000	28	33	33
04/06/2019 20:30:00,000	24	29	28
04/06/2019 20:45:00,000	26	30	30
04/06/2019 21:00:00,000	23	29	27
04/06/2019 21:15:00,000	24	29	26
04/06/2019 21:30:00,000	22	27	26
04/06/2019 21:45:00,000	23	26	27
04/06/2019 22:00:00,000	21	25	24
04/06/2019 22:15:00,000	20	25	23
04/06/2019 22:30:00,000	20	25	24
04/06/2019 22:45:00,000	18	24	22
04/06/2019 23:00:00,000	21	24	22
04/06/2019 23:15:00,000	19	24	21
04/06/2019 23:30:00,000	19	25	20
04/06/2019 23:45:00,000	17	22	20
05/06/2019 0:00:00,000	17	22	19
05/06/2019 0:15:00,000	17	22	20
05/06/2019 0:30:00,000	17	21	19
05/06/2019 0:45:00,000	16	21	19
05/06/2019 1:00:00,000	16	21	19
05/06/2019 1:15:00,000	17	21	19
05/06/2019 1:30:00,000	17	21	19
05/06/2019 1:45:00,000	24	27	24
05/06/2019 2:00:00,000	16	20	18

Primario 08C			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
05/06/2019 2:15:00,000	16	21	19
05/06/2019 2:30:00,000	17	22	19
05/06/2019 2:45:00,000	17	21	19
05/06/2019 3:00:00,000	16	20	19
05/06/2019 3:15:00,000	16	21	20
05/06/2019 3:30:00,000	16	20	18
05/06/2019 3:45:00,000	17	20	18
05/06/2019 4:00:00,000	16	20	19
05/06/2019 4:15:00,000	16	20	19
05/06/2019 4:30:00,000	15	20	18
05/06/2019 4:45:00,000	16	20	18
05/06/2019 5:00:00,000	16	20	19
05/06/2019 5:15:00,000	16	20	18
05/06/2019 5:30:00,000	17	21	20
05/06/2019 5:45:00,000	19	22	21
05/06/2019 6:00:00,000	20	22	23
05/06/2019 6:15:00,000	28	29	29
05/06/2019 6:30:00,000	21	21	22
05/06/2019 6:45:00,000	22	24	26
05/06/2019 7:00:00,000	24	25	26
05/06/2019 7:15:00,000	25	27	29
05/06/2019 7:30:00,000	30	31	33
05/06/2019 7:45:00,000	32	35	37
05/06/2019 8:00:00,000	35	40	40
05/06/2019 8:15:00,000	35	42	41
05/06/2019 8:30:00,000	48	51	53
05/06/2019 8:45:00,000	48	55	52
05/06/2019 9:00:00,000	49	52	52
05/06/2019 9:15:00,000	43	49	50
05/06/2019 9:30:00,000	47	51	49
05/06/2019 9:45:00,000	50	54	57
05/06/2019 10:00:00,000	52	56	59
05/06/2019 10:15:00,000	55	58	59
05/06/2019 10:30:00,000	59	62	60
05/06/2019 10:45:00,000	55	60	60
05/06/2019 11:00:00,000	59	65	65
05/06/2019 11:15:00,000	59	65	65
05/06/2019 11:30:00,000	57	62	61
05/06/2019 11:45:00,000	67	71	71
05/06/2019 12:00:00,000	61	64	65
05/06/2019 12:15:00,000	60	67	65
05/06/2019 12:30:00,000	58	63	60
05/06/2019 12:45:00,000	60	63	62
05/06/2019 13:00:00,000	58	62	60
05/06/2019 13:15:00,000	57	63	61
05/06/2019 13:30:00,000	60	63	61

Primario 08C			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
05/06/2019 13:45:00,000	57	63	61
05/06/2019 14:00:00,000	58	65	63
05/06/2019 14:15:00,000	57	62	60
05/06/2019 14:30:00,000	58	59	59
05/06/2019 14:45:00,000	66	68	67
05/06/2019 15:00:00,000	60	63	62
05/06/2019 15:15:00,000	61	64	64
05/06/2019 15:30:00,000	65	66	66
05/06/2019 15:45:00,000	58	59	60
05/06/2019 16:00:00,000	58	62	60
05/06/2019 16:15:00,000	66	65	66
05/06/2019 16:30:00,000	57	59	58
05/06/2019 16:45:00,000	55	58	56
05/06/2019 17:00:00,000	59	60	59
05/06/2019 17:15:00,000	54	58	55
05/06/2019 17:30:00,000	55	58	54
05/06/2019 17:45:00,000	54	56	54
05/06/2019 18:00:00,000	53	59	54
05/06/2019 18:15:00,000	53	58	54
05/06/2019 18:30:00,000	49	54	53
05/06/2019 18:45:00,000	47	52	51
05/06/2019 19:00:00,000	44	49	45
05/06/2019 19:15:00,000	40	44	42
05/06/2019 19:30:00,000	38	43	40
05/06/2019 19:45:00,000	34	39	37
05/06/2019 20:00:00,000	31	36	33
05/06/2019 20:15:00,000	29	36	33
05/06/2019 20:30:00,000	26	31	30
05/06/2019 20:45:00,000	27	32	30
05/06/2019 21:00:00,000	25	30	29
05/06/2019 21:15:00,000	25	29	27
05/06/2019 21:30:00,000	25	28	28
05/06/2019 21:45:00,000	24	28	27
05/06/2019 22:00:00,000	22	27	26
05/06/2019 22:15:00,000	22	26	24
05/06/2019 22:30:00,000	22	27	24
05/06/2019 22:45:00,000	28	31	29
05/06/2019 23:00:00,000	20	25	23
05/06/2019 23:15:00,000	21	26	23
05/06/2019 23:30:00,000	19	25	22
05/06/2019 23:45:00,000	18	22	20

Tabla 14. Corrientes medidas de primario 08D

Primario 08D			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
04/06/2019 0:15:00,000	17	17	16
04/06/2019 0:30:00,000	17	16	15

Primario 08D			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
04/06/2019 0:45:00,000	17	17	17
04/06/2019 1:00:00,000	16	16	15
04/06/2019 1:15:00,000	17	16	15
04/06/2019 1:30:00,000	17	16	16
04/06/2019 1:45:00,000	16	15	14
04/06/2019 2:00:00,000	16	16	14
04/06/2019 2:15:00,000	16	15	15
04/06/2019 2:30:00,000	17	15	15
04/06/2019 2:45:00,000	15	16	15
04/06/2019 3:00:00,000	16	15	16
04/06/2019 3:15:00,000	16	15	14
04/06/2019 3:30:00,000	16	16	15
04/06/2019 3:45:00,000	15	15	15
04/06/2019 4:00:00,000	17	16	16
04/06/2019 4:15:00,000	18	16	15
04/06/2019 4:30:00,000	17	16	16
04/06/2019 4:45:00,000	19	17	17
04/06/2019 5:00:00,000	15	15	16
04/06/2019 5:15:00,000	15	15	14
04/06/2019 5:30:00,000	16	14	14
04/06/2019 5:45:00,000	18	18	18
04/06/2019 6:00:00,000	22	21	21
04/06/2019 6:15:00,000	22	22	20
04/06/2019 6:30:00,000	20	17	21
04/06/2019 6:45:00,000	18	16	20
04/06/2019 7:00:00,000	21	20	22
04/06/2019 7:15:00,000	24	23	24
04/06/2019 7:30:00,000	25	23	25
04/06/2019 7:45:00,000	30	32	32
04/06/2019 8:00:00,000	34	32	35
04/06/2019 8:15:00,000	36	36	37
04/06/2019 8:30:00,000	41	40	42
04/06/2019 8:45:00,000	41	40	42
04/06/2019 9:00:00,000	44	44	44
04/06/2019 9:15:00,000	47	48	48
04/06/2019 9:30:00,000	52	50	51
04/06/2019 9:45:00,000	50	50	50
04/06/2019 10:00:00,000	48	51	50
04/06/2019 10:15:00,000	49	49	48
04/06/2019 10:30:00,000	51	49	49
04/06/2019 10:45:00,000	50	50	50
04/06/2019 11:00:00,000	51	53	55
04/06/2019 11:15:00,000	57	57	59
04/06/2019 11:30:00,000	55	54	54
04/06/2019 11:45:00,000	56	55	56
04/06/2019 12:00:00,000	55	54	56

Primario 08D			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
04/06/2019 12:15:00,000	57	56	59
04/06/2019 12:30:00,000	55	53	53
04/06/2019 12:45:00,000	56	55	57
04/06/2019 13:00:00,000	55	52	56
04/06/2019 13:15:00,000	55	53	55
04/06/2019 13:30:00,000	51	48	51
04/06/2019 13:45:00,000	52	51	52
04/06/2019 14:00:00,000	53	52	54
04/06/2019 14:15:00,000	53	52	52
04/06/2019 14:30:00,000	50	50	51
04/06/2019 14:45:00,000	54	54	52
04/06/2019 15:00:00,000	53	52	54
04/06/2019 15:15:00,000	53	53	52
04/06/2019 15:30:00,000	51	53	52
04/06/2019 15:45:00,000	52	54	52
04/06/2019 16:00:00,000	49	50	50
04/06/2019 16:15:00,000	52	52	49
04/06/2019 16:30:00,000	46	44	46
04/06/2019 16:45:00,000	42	42	42
04/06/2019 17:00:00,000	46	45	44
04/06/2019 17:15:00,000	41	43	40
04/06/2019 17:30:00,000	41	42	40
04/06/2019 17:45:00,000	41	41	40
04/06/2019 18:00:00,000	41	41	38
04/06/2019 18:15:00,000	39	40	36
04/06/2019 18:30:00,000	39	40	36
04/06/2019 18:45:00,000	38	39	36
04/06/2019 19:00:00,000	40	40	39
04/06/2019 19:15:00,000	36	34	34
04/06/2019 19:30:00,000	31	32	30
04/06/2019 19:45:00,000	29	29	27
04/06/2019 20:00:00,000	29	30	28
04/06/2019 20:15:00,000	26	26	24
04/06/2019 20:30:00,000	24	25	25
04/06/2019 20:45:00,000	23	24	23
04/06/2019 21:00:00,000	22	23	20
04/06/2019 21:15:00,000	20	22	20
04/06/2019 21:30:00,000	20	22	20
04/06/2019 21:45:00,000	21	21	21
04/06/2019 22:00:00,000	22	21	20
04/06/2019 22:15:00,000	20	20	19
04/06/2019 22:30:00,000	21	20	20
04/06/2019 22:45:00,000	21	21	20
04/06/2019 23:00:00,000	19	19	18
04/06/2019 23:15:00,000	18	21	19
04/06/2019 23:30:00,000	20	21	18
04/06/2019 23:45:00,000	19	19	17

Primario 08D			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
05/06/2019 0:00:00,000	18	18	17
05/06/2019 0:15:00,000	18	18	17
05/06/2019 0:30:00,000	17	17	15
05/06/2019 0:45:00,000	17	16	16
05/06/2019 1:00:00,000	16	15	15
05/06/2019 1:15:00,000	17	17	17
05/06/2019 1:30:00,000	15	15	14
05/06/2019 1:45:00,000	16	15	15
05/06/2019 2:00:00,000	17	16	15
05/06/2019 2:15:00,000	16	17	16
05/06/2019 2:30:00,000	16	16	14
05/06/2019 2:45:00,000	16	15	15
05/06/2019 3:00:00,000	17	15	15
05/06/2019 3:15:00,000	16	16	15
05/06/2019 3:30:00,000	15	15	14
05/06/2019 3:45:00,000	16	15	15
05/06/2019 4:00:00,000	17	17	17
05/06/2019 4:15:00,000	17	17	16
05/06/2019 4:30:00,000	17	16	16
05/06/2019 4:45:00,000	19	19	21
05/06/2019 5:00:00,000	16	16	17
05/06/2019 5:15:00,000	17	17	15
05/06/2019 5:30:00,000	18	15	16
05/06/2019 5:45:00,000	18	17	17
05/06/2019 6:00:00,000	20	19	20
05/06/2019 6:15:00,000	21	19	21
05/06/2019 6:30:00,000	18	17	20
05/06/2019 6:45:00,000	18	17	19
05/06/2019 7:00:00,000	24	22	24
05/06/2019 7:15:00,000	22	23	24
05/06/2019 7:30:00,000	26	25	27
05/06/2019 7:45:00,000	28	30	32
05/06/2019 8:00:00,000	32	32	34
05/06/2019 8:15:00,000	37	40	40
05/06/2019 8:30:00,000	36	36	37
05/06/2019 8:45:00,000	40	41	40
05/06/2019 9:00:00,000	44	45	46
05/06/2019 9:15:00,000	45	48	46
05/06/2019 9:30:00,000	47	49	50
05/06/2019 9:45:00,000	50	50	53
05/06/2019 10:00:00,000	50	50	52
05/06/2019 10:15:00,000	49	48	49
05/06/2019 10:30:00,000	48	49	49
05/06/2019 10:45:00,000	51	53	51
05/06/2019 11:00:00,000	49	52	50
05/06/2019 11:15:00,000	54	55	53
05/06/2019 11:30:00,000	53	54	52

Primario 08D			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
05/06/2019 11:45:00,000	56	57	55
05/06/2019 12:00:00,000	55	52	53
05/06/2019 12:15:00,000	51	55	52
05/06/2019 12:30:00,000	50	51	49
05/06/2019 12:45:00,000	52	53	54
05/06/2019 13:00:00,000	55	56	55
05/06/2019 13:15:00,000	54	53	52
05/06/2019 13:30:00,000	51	51	50
05/06/2019 13:45:00,000	55	54	56
05/06/2019 14:00:00,000	54	54	54
05/06/2019 14:15:00,000	57	56	56
05/06/2019 14:30:00,000	53	52	52
05/06/2019 14:45:00,000	51	52	49
05/06/2019 15:00:00,000	52	52	51
05/06/2019 15:15:00,000	52	54	50
05/06/2019 15:30:00,000	51	53	51
05/06/2019 15:45:00,000	52	54	49
05/06/2019 16:00:00,000	50	53	47
05/06/2019 16:15:00,000	47	52	46
05/06/2019 16:30:00,000	46	47	44
05/06/2019 16:45:00,000	43	44	41
05/06/2019 17:00:00,000	41	43	39
05/06/2019 17:15:00,000	41	43	39
05/06/2019 17:30:00,000	41	43	39
05/06/2019 17:45:00,000	43	43	40
05/06/2019 18:00:00,000	40	44	40
05/06/2019 18:15:00,000	41	42	39
05/06/2019 18:30:00,000	41	42	39
05/06/2019 18:45:00,000	39	39	36
05/06/2019 19:00:00,000	36	39	33
05/06/2019 19:15:00,000	33	35	30
05/06/2019 19:30:00,000	32	35	30
05/06/2019 19:45:00,000	30	31	28
05/06/2019 20:00:00,000	27	29	25
05/06/2019 20:15:00,000	26	28	25
05/06/2019 20:30:00,000	24	26	23
05/06/2019 20:45:00,000	23	25	21
05/06/2019 21:00:00,000	22	24	21
05/06/2019 21:15:00,000	22	23	21
05/06/2019 21:30:00,000	21	23	21
05/06/2019 21:45:00,000	21	22	19
05/06/2019 22:00:00,000	19	20	17
05/06/2019 22:15:00,000	21	21	20
05/06/2019 22:30:00,000	21	21	19
05/06/2019 22:45:00,000	19	20	18
05/06/2019 23:00:00,000	19	20	18

Primario 08D			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
05/06/2019 23:15:00,000	19	20	18
05/06/2019 23:30:00,000	18	20	18
05/06/2019 23:45:00,000	18	20	18

Tabla 15. Corrientes medidas de primario 07E

Primario 07E			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
04/06/2019 0:15:00,000	83.8	91.3	94.3
04/06/2019 0:30:00,000	82.3	85.3	83.8
04/06/2019 0:45:00,000	82.3	83.8	83.8
04/06/2019 1:00:00,000	79.3	82.3	83.8
04/06/2019 1:15:00,000	82.3	85.3	85.3
04/06/2019 1:30:00,000	77.8	83.8	80.8
04/06/2019 1:45:00,000	77.8	79.3	82.3
04/06/2019 2:00:00,000	76.3	77.8	77.8
04/06/2019 2:15:00,000	77.8	79.3	79.3
04/06/2019 2:30:00,000	79.3	80.8	80.8
04/06/2019 2:45:00,000	74.8	79.3	80.8
04/06/2019 3:00:00,000	71.8	74.8	76.3
04/06/2019 3:15:00,000	71.8	71.8	71.8
04/06/2019 3:30:00,000	73.3	76.3	76.3
04/06/2019 3:45:00,000	73.3	76.3	77.8
04/06/2019 4:00:00,000	74.8	77.8	76.3
04/06/2019 4:15:00,000	76.3	74.8	74.8
04/06/2019 4:30:00,000	76.3	76.3	76.3
04/06/2019 4:45:00,000	74.8	76.3	76.3
04/06/2019 5:00:00,000	82.3	85.3	83.8
04/06/2019 5:15:00,000	83.8	88.3	88.3
04/06/2019 5:30:00,000	88.3	89.8	89.8
04/06/2019 5:45:00,000	98.8	95.8	97.3
04/06/2019 6:00:00,000	103.2	106.2	100.2
04/06/2019 6:15:00,000	107.7	101.7	109.2
04/06/2019 6:30:00,000	110.7	107.7	113.7
04/06/2019 6:45:00,000	107.7	112.2	115.2
04/06/2019 7:00:00,000	109.2	115.2	118.2
04/06/2019 7:15:00,000	115.2	121.2	118.2
04/06/2019 7:30:00,000	118.2	122.7	121.2
04/06/2019 7:45:00,000	127.2	128.7	125.7
04/06/2019 8:00:00,000	136.2	134.7	134.7
04/06/2019 8:15:00,000	139.2	145.1	146.6
04/06/2019 8:30:00,000	157.1	154.1	157.1
04/06/2019 8:45:00,000	163.1	172.1	167.6
04/06/2019 9:00:00,000	173.6	182.5	178.1
04/06/2019 9:15:00,000	187.0	196.0	188.5
04/06/2019 9:30:00,000	200.5	209.5	206.5
04/06/2019 9:45:00,000	214.0	225.9	221.4
04/06/2019 10:00:00,000	228.9	236.4	231.9

Primario 07E			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
04/06/2019 10:15:00,000	227.4	237.9	236.4
04/06/2019 10:30:00,000	233.4	246.9	236.4
04/06/2019 10:45:00,000	236.4	248.4	245.4
04/06/2019 11:00:00,000	240.9	251.4	249.9
04/06/2019 11:15:00,000	240.9	251.4	249.9
04/06/2019 11:30:00,000	248.4	260.3	251.4
04/06/2019 11:45:00,000	248.4	257.4	257.4
04/06/2019 12:00:00,000	246.9	254.4	255.9
04/06/2019 12:15:00,000	251.4	255.9	258.9
04/06/2019 12:30:00,000	243.9	249.9	252.9
04/06/2019 12:45:00,000	252.9	258.9	261.8
04/06/2019 13:00:00,000	254.4	257.4	261.8
04/06/2019 13:15:00,000	260.3	266.3	263.3
04/06/2019 13:30:00,000	251.4	260.3	255.9
04/06/2019 13:45:00,000	251.4	258.9	254.4
04/06/2019 14:00:00,000	251.4	254.4	254.4
04/06/2019 14:15:00,000	257.4	251.4	254.4
04/06/2019 14:30:00,000	242.4	245.4	254.4
04/06/2019 14:45:00,000	246.9	249.9	252.9
04/06/2019 15:00:00,000	255.9	263.3	261.8
04/06/2019 15:15:00,000	258.9	263.3	266.3
04/06/2019 15:30:00,000	254.4	254.4	258.9
04/06/2019 15:45:00,000	254.4	252.9	257.4
04/06/2019 16:00:00,000	252.9	254.4	261.8
04/06/2019 16:15:00,000	249.9	251.4	255.9
04/06/2019 16:30:00,000	249.9	254.4	260.3
04/06/2019 16:45:00,000	249.9	251.4	254.4
04/06/2019 17:00:00,000	246.9	246.9	251.4
04/06/2019 17:15:00,000	240.9	240.9	245.4
04/06/2019 17:30:00,000	236.4	237.9	246.9
04/06/2019 17:45:00,000	222.9	233.4	237.9
04/06/2019 18:00:00,000	224.4	234.9	230.4
04/06/2019 18:15:00,000	214.0	220.0	220.0
04/06/2019 18:30:00,000	209.5	214.0	215.5
04/06/2019 18:45:00,000	194.5	200.5	206.5
04/06/2019 19:00:00,000	173.6	178.1	181.0
04/06/2019 19:15:00,000	155.6	163.1	161.6
04/06/2019 19:30:00,000	143.6	149.6	152.6
04/06/2019 19:45:00,000	140.6	145.1	146.6
04/06/2019 20:00:00,000	137.7	139.2	143.6
04/06/2019 20:15:00,000	131.7	137.7	137.7
04/06/2019 20:30:00,000	128.7	140.6	136.2
04/06/2019 20:45:00,000	128.7	133.2	131.7
04/06/2019 21:00:00,000	124.2	128.7	127.2
04/06/2019 21:15:00,000	124.2	130.2	128.7
04/06/2019 21:30:00,000	118.2	125.7	125.7
04/06/2019 21:45:00,000	115.2	118.2	118.2

Primario 07E			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
04/06/2019 22:00:00,000	110.7	113.7	116.7
04/06/2019 22:15:00,000	109.2	113.7	110.7
04/06/2019 22:30:00,000	107.7	112.2	112.2
04/06/2019 22:45:00,000	101.7	104.7	106.2
04/06/2019 23:00:00,000	98.8	104.7	103.2
04/06/2019 23:15:00,000	97.3	100.2	98.8
04/06/2019 23:30:00,000	94.3	98.8	97.3
04/06/2019 23:45:00,000	89.8	89.8	94.3
05/06/2019 0:00:00,000	83.8	88.3	88.3
05/06/2019 0:15:00,000	85.3	86.8	89.8
05/06/2019 0:30:00,000	86.8	86.8	88.3
05/06/2019 0:45:00,000	82.3	88.3	85.3
05/06/2019 1:00:00,000	79.3	80.8	82.3
05/06/2019 1:15:00,000	79.3	80.8	82.3
05/06/2019 1:30:00,000	80.8	80.8	82.3
05/06/2019 1:45:00,000	77.8	77.8	79.3
05/06/2019 2:00:00,000	77.8	82.3	80.8
05/06/2019 2:15:00,000	79.3	80.8	82.3
05/06/2019 2:30:00,000	77.8	77.8	79.3
05/06/2019 2:45:00,000	77.8	80.8	79.3
05/06/2019 3:00:00,000	76.3	79.3	80.8
05/06/2019 3:15:00,000	76.3	77.8	79.3
05/06/2019 3:30:00,000	77.8	77.8	79.3
05/06/2019 3:45:00,000	74.8	77.8	77.8
05/06/2019 4:00:00,000	77.8	77.8	79.3
05/06/2019 4:15:00,000	77.8	79.3	77.8
05/06/2019 4:30:00,000	79.3	80.8	79.3
05/06/2019 4:45:00,000	76.3	77.8	76.3
05/06/2019 5:00:00,000	82.3	85.3	83.8
05/06/2019 5:15:00,000	82.3	83.8	83.8
05/06/2019 5:30:00,000	80.8	85.3	88.3
05/06/2019 5:45:00,000	85.3	91.3	89.8
05/06/2019 6:00:00,000	92.8	94.3	94.3
05/06/2019 6:15:00,000	103.2	98.8	97.3
05/06/2019 6:30:00,000	113.7	110.7	110.7
05/06/2019 6:45:00,000	104.7	103.2	106.2
05/06/2019 7:00:00,000	103.2	110.7	110.7
05/06/2019 7:15:00,000	121.2	125.7	122.7
05/06/2019 7:30:00,000	112.2	115.2	116.7
05/06/2019 7:45:00,000	127.2	130.2	133.2
05/06/2019 8:00:00,000	125.7	130.2	130.2
05/06/2019 8:15:00,000	131.7	134.7	140.6
05/06/2019 8:30:00,000	142.1	151.1	149.6
05/06/2019 8:45:00,000	154.1	158.6	158.6
05/06/2019 9:00:00,000	167.6	175.1	178.1
05/06/2019 9:15:00,000	196.0	196.0	197.5
05/06/2019 9:30:00,000	202.0	209.5	209.5

Primario 07E			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
05/06/2019 9:45:00,000	211.0	218.5	218.5
05/06/2019 10:00:00,000	221.4	224.4	228.9
05/06/2019 10:15:00,000	222.9	227.4	230.4
05/06/2019 10:30:00,000	233.4	234.9	237.9
05/06/2019 10:45:00,000	233.4	239.4	242.4
05/06/2019 11:00:00,000	234.9	239.4	239.4
05/06/2019 11:15:00,000	239.4	243.9	242.4
05/06/2019 11:30:00,000	242.4	252.9	249.9
05/06/2019 11:45:00,000	245.4	252.9	252.9
05/06/2019 12:00:00,000	245.4	255.9	257.4
05/06/2019 12:15:00,000	245.4	252.9	254.4
05/06/2019 12:30:00,000	258.9	258.9	258.9
05/06/2019 12:45:00,000	255.9	257.4	263.3
05/06/2019 13:00:00,000	255.9	261.8	257.4
05/06/2019 13:15:00,000	251.4	258.9	258.9
05/06/2019 13:30:00,000	248.4	251.4	255.9
05/06/2019 13:45:00,000	248.4	251.4	254.4
05/06/2019 14:00:00,000	246.9	246.9	252.9
05/06/2019 14:15:00,000	246.9	249.9	249.9
05/06/2019 14:30:00,000	245.4	248.4	249.9
05/06/2019 14:45:00,000	246.9	248.4	255.9
05/06/2019 15:00:00,000	242.4	243.9	252.9
05/06/2019 15:15:00,000	252.9	252.9	257.4
05/06/2019 15:30:00,000	255.9	261.8	261.8
05/06/2019 15:45:00,000	252.9	254.4	258.9
05/06/2019 16:00:00,000	249.9	251.4	252.9
05/06/2019 16:15:00,000	251.4	255.9	257.4
05/06/2019 16:30:00,000	251.4	254.4	258.9
05/06/2019 16:45:00,000	245.4	252.9	249.9
05/06/2019 17:00:00,000	239.4	249.9	246.9
05/06/2019 17:15:00,000	239.4	252.9	249.9
05/06/2019 17:30:00,000	231.9	240.9	239.4
05/06/2019 17:45:00,000	230.4	233.4	237.9
05/06/2019 18:00:00,000	227.4	225.9	236.4
05/06/2019 18:15:00,000	217.0	224.4	224.4
05/06/2019 18:30:00,000	205.0	211.0	209.5
05/06/2019 18:45:00,000	190.0	191.5	194.5
05/06/2019 19:00:00,000	173.6	175.1	181.0
05/06/2019 19:15:00,000	152.6	154.1	157.1
05/06/2019 19:30:00,000	155.6	155.6	158.6
05/06/2019 19:45:00,000	139.2	142.1	148.1
05/06/2019 20:00:00,000	137.7	139.2	145.1
05/06/2019 20:15:00,000	130.2	139.2	145.1
05/06/2019 20:30:00,000	125.7	128.7	131.7
05/06/2019 20:45:00,000	124.2	134.7	133.2
05/06/2019 21:00:00,000	121.2	128.7	134.7
05/06/2019 21:15:00,000	118.2	128.7	125.7

Primario 07E			
Marca de Tiempo	A (Amp)	B (Amp)	C (Amp)
05/06/2019 21:30:00,000	113.7	121.2	121.2
05/06/2019 21:45:00,000	118.2	119.7	121.2
05/06/2019 22:00:00,000	115.2	119.7	122.7
05/06/2019 22:15:00,000	107.7	112.2	112.2
05/06/2019 22:30:00,000	106.2	110.7	112.2
05/06/2019 22:45:00,000	103.2	109.2	106.2
05/06/2019 23:00:00,000	95.8	100.2	100.2
05/06/2019 23:15:00,000	100.2	101.7	100.2
05/06/2019 23:30:00,000	95.8	95.8	97.3
05/06/2019 23:45:00,000	89.8	95.8	94.3