

EFFECTO DE LAS PONDERACIONES DEL ÍNDICE DE CONTINGENCIAS EN EL ORDENAMIENTO DE CONTINGENCIAS CRÍTICAS Y NO CRÍTICAS

CARLOS ANDRÉS GÓMEZ FLÓREZ

Estudiante Tecnología Eléctrica
Universidad Tecnológica de Pereira
andres25@utp.edu.co

ANTONIO ESCOBAR

Ingeniero Electricista. M.Sc.
Director de Proyecto de Grado
Universidad Tecnológica de Pereira
aescobar@utp.edu.co

RESUMEN

En este trabajo se pretende mostrar cuáles son los efectos de la subjetividad del operador a la hora de asignar los “índices de ponderación de contingencia” en el ordenamiento de contingencias críticas y no críticas.

Se presenta un análisis comparativo en Excel que permite ver cómo se comporta el **ordenamiento final de contingencias** dependiendo del criterio que se evalúa, para lo cual se hace un análisis del sistema estudiándolo bajo el efecto producido por 5 criterios diferentes que son: Capacidad de los elementos, Nivel de tensión, Flujo de carga operativo, Conectividad, Rutas Alternativas. Para este caso se analizará el Sistema Eléctrico de Potencia de Pereira a las 7 am.

PALABRAS CLAVES: Contingencias simples, Índice de ponderación, enmascaramiento ordenamiento, pesos de los componentes.

ABSTRACT

This paper is intended to show what the effects of the subjectivity of the operator when assigning the "weighting indices contingency" in ordering contingencies are critical and noncritical.

Capacity of the elements: a comparative analysis in Excel that lets you see how the final ranking of contingencies depending on the criteria that is evaluated, for which a system analysis studying under the effect of 5 different criteria that are done behaves is presented,

voltage level, load flow from operations, connectivity, alternate routes. For this case the Power System Pereira, will be discussed at 7 am.

KEYWORDS: Single contingencies, performance index (IP), masking, ranking, weight.

1. INTRODUCCIÓN

Parte importante en el análisis de seguridad de los sistemas eléctricos de potencia es el estudio de contingencias. Se puede definir contingencia como un evento que ocurre con la salida de operación de uno o K elementos del sistema eléctrico de potencia. De este estudio puede hacer parte el sistema de generación y transmisión, y eventualmente el sistema de distribución. Un sistema de potencia debe tener la habilidad de continuar operando normalmente aún bajo contingencias ($n-1$), esto sin embargo es difícil de lograr por los sobrecostos que implica. Dentro de los análisis de contingencias se pueden analizar los efectos sobre el sistema y sus reacciones cuando ocurre uno de los siguientes eventos [3]:

- Sobrecarga
- Desviación de tensión
- Pérdida de carga

- Cortocircuito
- Estabilidad de tensión

Adicionalmente estos estudios de contingencias deben ir acompañados de estudios de confiabilidad que permitan la implementación de soluciones técnicamente adecuadas y económicamente viables [1].

“Cada vez que se presenta la salida de un elemento en el sistema, las corrientes en las líneas se redistribuyen a través de la red y las tensiones de las barras cambian. Como consecuencia de esto, pueden aparecer sobrecargas en líneas o transformadores. En los estudios de contingencias se consideran las salidas de: líneas de transmisión, transformadores, generadores y cargas. Las salidas de los elementos pueden ser programadas o ser forzadas por condiciones ambientales o fallas. De otro lado, la salida de un elemento puede dar origen a la salida de otros elementos, pudiéndose producir un efecto en cascada que eventualmente conduce al colapso del sistema. Cuando se realizan estudios de contingencias se puede considerar la salida de un elemento o la salida simultánea de varios. En este último caso, nos encontramos en un problema de contingencias múltiples. Independiente de si la contingencia es simple o múltiple se debe definir el nivel y el tipo de contingencia que vamos a manejar como aceptable para el sistema. Podemos considerar que el sistema debe poder operar normalmente ante una contingencia simple (salida de un elemento) y que ante una segunda o ante contingencias múltiples, el sistema opere en condiciones anormales. [1]

La salida no planeada de un elemento del sistema puede significar que se presentó una falla en una línea de transmisión, en un transformador, en un generador o una carga y es necesario saber qué le ocurre al sistema durante el periodo de falla, lo cual permite analizar y evaluar los riesgos asociados a esta, mejorando permanentemente la seguridad

del Sistema Eléctrico de Potencia. Los estudios de Contingencias de un sistema permiten saber cuáles son los efectos producidos en el sistema bajo la salida de K elementos, en este caso se analizará para contingencias simples o $(n-1)$. Para poder realizar el proceso el analista debe de asignarle unos valores numéricos de importancia o pesos (w_{ij}) a cada uno de los elementos del sistema (nodos, líneas o transformadores), lo que hace que el proceso para determinar el “ordenamiento de las contingencias” tenga cierto grado de subjetividad ya que los valores de importancia o pesos asignados a los elementos pueden variar para el mismo sistema dependiendo de los criterios del analista o del tipo de estudio que se realiza. Los pesos de los elementos normalmente se asocian al nivel de tensión o a la capacidad.

Para el análisis que se pretende realizar se harán unas pruebas para cada criterio que permitan hacer un seguimiento sobre los efectos ocasionados en el sistema debido a la variación de los pesos asignados (w_{ij}). Al hacer esto se pretende mostrar el grado de afectación que produce la variación de los pesos en el valor del índice de contingencia (subjetividad por cada criterio) y así tratar de determinar con resultados verificables una guía que permita determinar un algoritmo más confiable para hacer el ordenamiento de contingencias.

Una característica importante de este trabajo es que se hace para analizar los efectos sobre la lista ordenada de contingencias cuando se varían los valores de importancia o pesos. En la literatura consultada no se establece este factor o le asignan un $w_{ij}=1$ a todos los elementos, no se encontró ningún artículo donde se trabaje sobre este tema, lo cual hace que sea objeto de investigación para todas las horas del día, para este caso será sólo para las 7 am. [6]

ORDENAMIENTO DE CONTINGENCIAS

Los índices de contingencias (IP ó J) permiten construir listas ordenadas de elementos, en los cuales, el valor del índice está asociado al grado de afectación que produce la salida del elemento en la operación. Las contingencias que tienen índices más grandes son denominadas “contingencias críticas” y aparecen en la parte superior de la lista. La lista ordena las contingencias desde la más severa (más importante) hasta la menos severa (menos importante) [3].

El *ordenamiento de contingencias* puede ser de dos tipos:

- a. exacto
- b. aproximado

El exacto requiere la aplicación de flujos AC para cada contingencia, el aproximado puede ser calculado usando flujo DC o flujos AC desacoplados. El método aproximado se prefiere porque la exigencia de convergencia completa del flujo AC vuelve económica y técnicamente inviable el análisis de sistemas de gran tamaño [3].

De otro lado, el ‘ordenamiento de contingencias’ fundamentalmente está basado en uno de los siguientes criterios:

- a. Flujos de carga en líneas/transformadores.
- b. Voltajes nodales (magnitud).
- c. Corrientes de cortocircuito.
- d. Abertura angular.

Debido a que no existe correlación entre estos criterios, por ejemplo, la salida de un elemento puede afectar en alto grado las tensiones del sistema pero no afectar la cargabilidad de los circuitos, o sobrecargar

elementos pero no afectar de forma importante las tensiones, deben construirse listas de contingencias separadas [3].

Para realizar el ‘ordenamiento’ de contingencias se debe calcular un “índice de contingencia escalar”, el cual es una función matemática que describe el estado (bueno o malo) del sistema a través de un valor real. Un índice adecuado debe satisfacer dos condiciones [3]:

- a. Confiabilidad: un caso crítico no debe ser mal ordenado.
- b. Eficiencia: rápida evaluación de casos.

La calidad del índice de contingencias debe a su vez cumplir dos requisitos:

- a. Expresar de manera adecuada el impacto total de la contingencia (efecto global).
- b. Reconocer adecuadamente el grado de severidad relativa de las contingencias.

El índice de contingencia es una cantidad escalar que toma la siguiente forma general:

$$J = \sum_{i=1}^L \frac{w_{ij}}{2m} \left(\frac{f_i}{f_{imax}} \right)^{2m}$$

Donde:

- f_i es una función escalar que representa la variable del sistema que se evalúa: flujo de carga o voltaje nodal, con valor máximo f_{imax} .

$$\frac{f_i}{f_{imax}} = \frac{p_i}{p_{imax}} \quad \text{ó} \quad \frac{f_i}{f_{imax}} = \frac{\Delta v_i}{\Delta v_{imax}}$$

- m es el exponente de la relación $\frac{P_i}{P_{imax}}$ el cual se sugiere, en la literatura

especializada, en un valor de 2 o mayor, y entero. También se recomienda que sea par [3].

W_{ij}: es el factor de peso que enfatiza la importancia de un elemento o un nodo del sistema sobre los demás. El peso está asociado a cada línea/transformador en flujos de potencia y a cada nodo en voltajes nodales. Por ejemplo, se recomienda un factor de peso mayor para cada nivel diferente de tensión de sistema, en el caso de contingencias de tensión. Esto quiere decir que una desviación porcentual o en p.u. similar de la tensión para dos nodos de un sistema, debe medirse como dos impactos diferentes, siendo más grave la desviación en el nodo de mayor tensión. También puede darse más peso a un nodo que tiene una carga especial cuya desconexión puede producir graves impactos negativos. Una vez determinado el índice de contingencia para los n casos resultantes en un sistema de potencia donde se considera la salida de n elementos, uno a la vez, se ordenan de mayor a menor y se verifica que en los primeros lugares aparezcan los casos más severos que corresponden a aquellos donde han ocurrido violaciones de límites de capacidad de transmisión o transformación y de límites superior e inferior de tensiones nodales [1], [5]. Si en los primeros lugares aparecen casos donde no hubo violaciones de límites y los casos donde hubo violaciones aparecen en lugares intermedios o bajos de la lista,

debe ajustarse el índice m , aumentando su valor o los factores de peso W_{ij} correspondientes a los elementos o nodos donde hubo violación de límites, aumentando su importancia relativa, de tal forma que al recalcular los índices de contingencias para los n casos, estos eventos aparezcan en el tope de la lista y en orden de severidad.

Como se puede observar, la asignación de los pesos es un proceso que lleva un alto grado de “**subjetividad**” ya que depende directamente de los criterios utilizados por el operador de la red. En este trabajo se analizan las consecuencias de usar diferentes criterios en la selección del valor de los pesos, en el resultado final.

SISTEMA DE PRUEBA:

El sistema de prueba, es el sistema eléctrico de la ciudad de Pereira conformado por: 17 barras con niveles de tensión de 115 kV, 33 kV, 13.8 kV y 13.2 kV, 10 líneas de transmisión, entre las cuales se encuentran, 4 líneas de 115 kV, 7 líneas de 33 kV y 2 líneas de 13.2 kV (estas dos líneas de 13.2 kV se consideran porque interconectan el sistema con plantas de generación), 15 transformadores de potencia y 2 plantas de generación locales, las cuales son: planta de generación de Libaré y la planta de generación de Belmonte. En la figura 1 se muestra la topología del sistema eléctrico de la ciudad de Pereira [1].

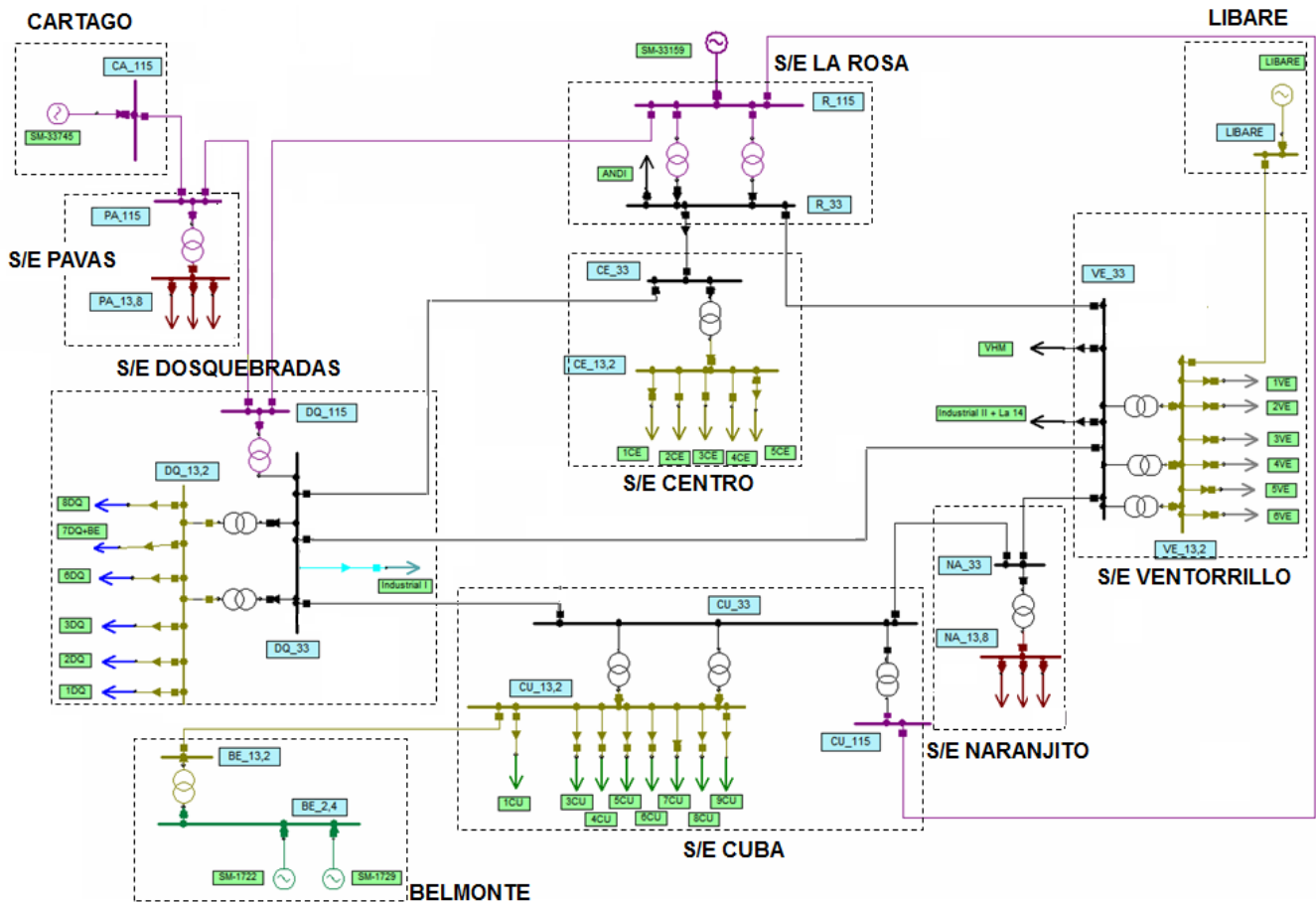


Figura 1. Topología del sistema eléctrico de Pereira.

ELEMENTOS DEL SISTEMA			
Líneas de transmisión	Sigla	Transformadores	Sigla
línea cuba-belmonte	LCU-BE	transformador belmonte	TBE1
línea cuba-dosquebradas	LCU-DQ	transformador centro	TCE1
línea cuba-naranjito	LCU-NA	transformmador cuba 1	TCU1
línea dosquebradas-centro	LDQ-CE	transformador cuba 2	TCU2
línea dosquebradas-pavas	LDQ-PV	transformador cuba 3	TCU3
línea dosquebradas-rosa	LDQ-RS	transformador dosquebradas 1	TD1
línea dosquebradas-ventorrillo	LDQ-VE	transformador dosquebradas 2	TD2
línea pavas-cartago	LPA-CA	transformador dosquebradas 3	TD3
línea rosa-cuba	LR-C	transformador naranjito	TNA1
línea rosa-centro	LR-CE	transformador pavas	TP1
línea rosa-ventorrillo	LR-V	transformador rosa 1	TR1
línea ventorrillo-libaré	LVE-LI	transformador rosa 2	TR2
línea ventorrillo-naranjito	LVE-NA	transformador ventorrillo 1	TVE1
		transformador ventorrillo 2	TVE2
		transformador ventorrillo 3	TVE3

Figura 2. Siglas elementos del sistema

METODOLOGIA

Para este análisis se evaluarán los impactos en el sistema cuando se tienen contingencias en líneas de transmisión y transformadores, los cuales suman 28 elementos. Se hará un análisis de manera individual para los 5 criterios escogidos previamente por el analista. Estos criterios son:

- **Nivel de tensión:** Hace referencia al nivel de tensión nominal de los elementos del sistema.
- **Capacidad:** Hace referencia a la capacidad de cada uno de los elementos en unidades de potencia aparente (MVA).
- **Flujo de carga operativo o cargabilidad:** Hace referencia al nivel de potencia activa que transporta el elemento al momento del análisis.
- **Conectividad (cantidad):** Hace referencia a la cantidad de elementos a los nodos o en paralelo con estos.
- **Rutas alternativas:** Hace referencia a la cantidad de rutas que tiene la energía para llegar a la carga en caso de que el elemento a analizar salga de operación.

Como se tienen 28 elementos entre líneas y transformadores, los valores de **Wij** que se utilizarán serán: 1-28, 10-280, 5-140, valores aleatorios sin ningún patrón aritmético. Para asignar cada valor se hará del más importante al menos importante según sea el criterio de análisis. Por ejemplo, se ha de asignar un mayor valor a un elemento de mayor tensión que a uno de menor tensión. Para analizar más a fondo la subjetividad presente en cada criterio se intercambiarán valores de **Wij** para elementos que están en el mismo nivel, esto requerirá de varios análisis para cada criterio puesto que la idea es intercambiar la importancia de los

elementos y observar el impacto que producen los cambios en los pesos en la lista ordenada de contingencias.

Para efectos del análisis se deberá generar una lista ordenada para cada rango de valores, así mismo otra lista al intercambiar pesos entre elementos del mismo nivel para ver el impacto de los cambios. Para cada criterio se van a generar por lo menos 8 listas ordenadas, una para cada análisis. Esto permite obtener resultados mucho más amplios que permitirán medir el grado de importancia que tiene el valor de **Wij** en el análisis y también para medir el nivel de subjetividad en cada criterio y de manera general.

Realizar este procedimiento de manera manual resulta ser muy dispendioso debido a la cantidad de análisis que se deben hacer. En este trabajo se implementó un *macro* para la plataforma en Excel que permitiera automatizar el proceso y obtener más rápidamente la lista ordenada final. Esta plataforma permite ingresar en una casilla un valor de "X" que corresponde a los valores de m que se desean y un valor de "PAR" que corresponde a un criterio de parada.

Cuando cierto número de columnas sean iguales totalmente en "PAR" veces el software se detendrá, habiendo solucionado los problemas de mal ordenamiento que pudiesen asociarse al factor m [2], para efectos del análisis $X=m=30$ y $PAR=4$.

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos tras analizar cada criterio para la evaluación del índice de contingencia con diferentes valores de importancia (**Wij**) para cada elemento. Para las diferentes simulaciones se utilizó el software Neplan versión 5.24. Para llevar a

cabo las diferentes simulaciones se puso a punto el caso base y se procedió a simular cada contingencia. Con dicha simulación el software genera una tabla de resultados donde se muestra la cargabilidad de cada elemento tras la salida de operación de una línea de transmisión o de un transformador, con estos resultados se crea una gran matriz de **“cargabilidades”** en Excel que posteriormente será usada para calcular cada lista ordenada de contingencias con el programa que se desarrolló para dicho fin.

En las siguientes tablas se pueden observar los resultados para cada criterio:

- La tabla 1 contiene información sobre el valor de los pesos aleatorios que se le asignaron a cada criterio, se presentan en una tabla por orden de importancia, de mayor a menor. Esto con el fin de resaltar que para cada rango de valores se asignan en el mismo orden.
- En la tabla 2 se presentan las listas ordenadas generadas por criterio, se puede ver que para cada criterio la listas ordenadas son las mismas, excepto algunas listas donde TD1 cambia su posición con TD2 y TCU1 cambia su posición con TCU2.

Pesos aleatorios para cada criterio									
Nivel de tensión		Capacidad		Cargabilidad		Conectividad		Rutas Alternativas	
Elemento	Wij	Elemento	Wij	Elemento	Wij	Elemento	Wij	Elemento	Wij
LR-C	12000	LPA-CA	185	LPA-CA	500	LDQ-VE	500	TP1	1689
LDQ-PV	11741	LDQ-RS	141	LDQ-PV	469	LCU-DQ	481	TNA1	1547
LDQ-RS	10926	LDQ-PV	138	TD3	453	LR-V	463	TBE1	1016
LPA-CA	10564	LR-C	124	LR-C	410	LR-C	401	TCE1	984
LR-V	10232	TCU3	117	TCU3	398	LVE-NA	398	LPA-CA	584
LR-CE	9632	TD3	106	TR2	358	LDQ-CE	369	LDQ-PV	517
LCU-NA	9562	TP1	105	LR-V	326	TD3	328	LVE-LI	512
LCU-DQ	9000	TR2	101	TR1	308	LCU-NA	326	LR-CE	410
LVE-NA	8965	TR1	95	TNA1	278	TVE1	319	LCU-NA	397
LDQ-CE	7256	LDQ-VE	91	TP1	256	TVE2	318	LVE-NA	389
LDQ-VE	7210	LDQ-CE	87	LR-CE	213	TVE3	272	TR1	340
LCU-BE	6987	LVE-NA	84	TCU2	163	LR-CE	265	TR2	334
LVE-LI	5000	LR-CE	83	TCU1	158	LDQ-RS	223	TD1	331
TR1	4623	LCU-DQ	78	LDQ-RS	122	TR1	215	TD2	326
TR2	1500	LCU-NA	72	TCE1	121	TR2	201	TCU1	321
TD3	968	LR-V	67	TD1	113	TD1	153	LCU-BE	247
TCU3	597	TNA1	63	TD2	99	TD2	145	TCU2	200
TP1	365	TCE1	53	LVE-NA	95	TCU1	124	TCU3	196
TNA1	245	TCU2	45	LVE-LI	83	TCU2	117	TVE3	189
TCU2	189	TCU1	43	LCU-NA	72	TCU3	99	TVE2	157
TCU1	124	TVE3	38	LCU-DQ	59	LDQ-PV	96	TVE1	148
TVE3	98	TVE1	36	LDQ-VE	58	LCU-BE	82	LDQ-VE	89
TVE2	87	TD2	31	TVE3	17	LVE-LI	71	LDQ-CE	87
TVE1	61	TD1	23	TVE1	13	LPA-CA	62	LR-C	21
TCE1	24	LCU-BE	14	TBE1	9	TCE1	42	LR-V	20
TD2	5	TVE2	8	LCU-BE	8	TNA1	35	LCU-DQ	17
TD1	4	LVE-LI	5	TVE2	4	TP1	28	LDQ-RS	5
TBE1	1	TBE1	3	LDQ-CE	1	TBE1	10	TD3	1

Tabla 1. Pesos aleatorios asignados a los elementos para cada criterio.

Pesos Igualitarios			
Pesos en 1	Pesos en 10	Pesos en 100	Pesos en 1000
Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 1
Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 2
Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 2
Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 1
Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo
Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3
Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3
Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3
Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba
Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1
Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo
Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito
Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2
Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2
Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1
Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago
Generador Cartago	Generador Cartago	Generador Cartago	Generador Cartago
Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas
Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro
Transformador Centro 1	Transformador Centro 1	Transformador Centro 1	Transformador Centro 1
Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro
Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte
Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1
Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2
Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1
Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1
Carga Pavas	Carga Pavas	Carga Pavas	Carga Pavas
Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas
Carga Rosa	Carga Rosa	Carga Rosa	Carga Rosa
Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa
Carga Centro	Carga Centro	Carga Centro	Carga Centro
Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas
Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito
Carga Cuba	Carga Cuba	Carga Cuba	Carga Cuba
Carga Naranjito	Carga Naranjito	Carga Naranjito	Carga Naranjito
Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1
Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo
Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré
Generador Libaré	Generador Libaré	Generador Libaré	Generador Libaré
			Elemento

CRITERIOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE CONTINGENCIAS (N-1) DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA PEREIRANO PARA LAS 7 AM

CONECTIVIDAD				CAPACIDAD
Pesos de 1-28	Pesos de 10-280	Pesos de 5-140	Pesos Aleatorios	Pesos de 1-28
Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 1
Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 2
Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 1
Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 2
Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo
Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3
Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3
Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3
Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba
Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1
Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo
Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito
Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2
Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2
Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1
Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago
Generador Cartago	Generador Cartago	Generador Cartago	Generador Cartago	Generador Cartago
Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas
Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro
Transformador Centro 1	Transformador Centro 1	Transformador Centro 1	Transformador Centro 1	Transformador Centro 1
Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro
Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte
Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1
Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2
Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1
Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1
Carga Pavas	Carga Pavas	Carga Pavas	Carga Pavas	Carga Pavas
Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas
Carga Rosa	Carga Rosa	Carga Rosa	Carga Rosa	Carga Rosa
Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa
Carga Centro	Carga Centro	Carga Centro	Carga Centro	Carga Centro
Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas
Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito
Carga Cuba	Carga Cuba	Carga Cuba	Carga Cuba	Carga Cuba
Carga Naranjito	Carga Naranjito	Carga Naranjito	Carga Naranjito	Carga Naranjito
Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1
Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo
Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré
Generador Libaré	Generador Libaré	Generador Libaré	Generador Libaré	Generador Libaré
		Elemento		

CRITERIOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE CONTINGENCIAS (N-1) DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA PEREIRANO PARA LAS 7 AM				
CAPACIDAD			CARGABILIDAD	
Pesos de 10-280	Pesos de 5-140	Pesos Aleatorios	Pesos de 1-28	Pesos de 10-280
Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 2
Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 1
Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 1
Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 2
Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo
Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3
Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3
Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3
Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba
Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1
Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo
Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito
Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2
Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2
Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1
Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago
Generador Cartago	Generador Cartago	Generador Cartago	Generador Cartago	Generador Cartago
Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas
Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro
Transformador Centro 1	Transformador Centro 1	Transformador Centro 1	Transformador Centro 1	Transformador Centro 1
Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro
Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte
Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1
Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2
Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1
Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1
Carga Pavas	Carga Pavas	Carga Pavas	Carga Pavas	Carga Pavas
Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas
Carga Rosa	Carga Rosa	Carga Rosa	Carga Rosa	Carga Rosa
Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa
Carga Centro	Carga Centro	Carga Centro	Carga Centro	Carga Centro
Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas
Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito
Carga Cuba	Carga Cuba	Carga Cuba	Carga Cuba	Carga Cuba
Carga Naranjito	Carga Naranjito	Carga Naranjito	Carga Naranjito	Carga Naranjito
Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1
Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo
Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré
Generador Libaré	Generador Libaré	Generador Libaré	Generador Libaré	Generador Libaré

CRITERIOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE CONTINGENCIAS (N-1) DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA PEREIRANO PARA LAS 7 AM

CARGABILIDAD		RUTAS ALTERNATIVAS		
Pesos de 5-140	Pesos Aleatorios	Pesos de 1-28	Pesos de 10-280	Pesos de 5-140
Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 2
Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 1
Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 2
Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 1
Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo
Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3
Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3
Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3
Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba
Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1
Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo
Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito
Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2
Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2
Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1
Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago
Generador Cartago	Generador Cartago	Generador Cartago	Generador Cartago	Generador Cartago
Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas
Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro
Transformador Centro 1	Transformador Centro 1	Transformador Centro 1	Transformador Centro 1	Transformador Centro 1
Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro
Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte
Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1
Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2
Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1
Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1
Carga Pavas	Carga Pavas	Carga Pavas	Carga Pavas	Carga Pavas
Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas
Carga Rosa	Carga Rosa	Carga Rosa	Carga Rosa	Carga Rosa
Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa
Carga Centro	Carga Centro	Carga Centro	Carga Centro	Carga Centro
Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas
Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito
Carga Cuba	Carga Cuba	Carga Cuba	Carga Cuba	Carga Cuba
Carga Naranjito	Carga Naranjito	Carga Naranjito	Carga Naranjito	Carga Naranjito
Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1
Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo
Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré
Generador Libaré	Generador Libaré	Generador Libaré	Generador Libaré	Generador Libaré

CRITERIOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE CONTINGENCIAS (N-1) DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA PEREIRANO PARA LAS 7 AM				
RUTAS ALTERNATIVAS	NIVEL DE TENSIÓN			
Pesos Aleatorios	Pesos de 1-28	Pesos de 10-280	Pesos de 5-140	Pesos Aleatorios
Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 1	Transformador Dosquebradas 1
Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 2	Transformador Dosquebradas 2
Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 1
Transformador Cuba 1	Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 2	Transformador Cuba 2
Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo	Línea Rosa-Ventorrillo
Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3	Transformador Dosquebradas 3
Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3	Transformador Ventorrillo 3
Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3	Transformador Cuba 3
Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba	Línea Rosa-Cuba
Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1	Transformador Ventorrillo 1
Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo	Línea Dosquebradas-Ventorrillo
Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito	Línea Cuba-Naranjito
Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2	Transformador Ventorrillo 2
Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2	Transformador Rosa 2
Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1	Transformador Rosa 1
Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago	Línea Pavas-Cartago
Generador Cartago	Generador Cartago	Generador Cartago	Generador Cartago	Generador Cartago
Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas	Línea Dosquebradas-Pavas
Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro	Línea Rosa-Centro
Transformador Centro 1	Transformador Centro 1	Transformador Centro 1	Transformador Centro 1	Transformador Centro 1
Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro	Línea Dosquebradas-Centro
Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte	Línea Cuba-Belmonte
Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1	Transformador Belmonte 1
Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2	Generador Belmonte 2
Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1	Generador Belmonte 1
Transformador Pavas 1	Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas	Línea Cuba-Dosquebradas
Carga Pavas	Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1	Transformador Pavas 1
Línea Cuba-Dosquebradas	Carga Pavas	Carga Pavas	Carga Pavas	Carga Pavas
Carga Rosa	Carga Rosa	Carga Rosa	Carga Rosa	Carga Rosa
Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa	Línea Dosquebradas-Rosa
Carga Centro	Carga Centro	Carga Centro	Carga Centro	Carga Centro
Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas	Carga Dosquebradas
Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito	Línea Ventorrillo-Naranjito
Carga Cuba	Carga Cuba	Carga Cuba	Carga Cuba	Carga Cuba
Carga Naranjito	Carga Naranjito	Carga Naranjito	Carga Naranjito	Carga Naranjito
Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1	Transformador Naranjito 1
Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo	Carga Ventorrillo
Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré	Línea Ventorrillo-Libaré
Generador Libaré	Generador Libaré	Generador Libaré	Generador Libaré	Generador Libaré

Tabla 2. Listas ordenadas para cada criterio con sus análisis correspondientes por rango de valores.

CONCLUSIONES

- Se puede observar, que sin importar como se varíen los pesos para cada uno de los criterios y el sistema en general, se mantendrá el mismo resultado final puesto que los pesos resultan no ser un factor fundamental para las 7 am.
- Para algunos casos, elementos que se encuentran en paralelo a otros y cuyos valores nominales son los mismos intercambian la posición en la lista ordenada sin afectar el resultado final debido a que poseen iguales características.
- Para el criterio de “Nivel de Tensión” se asigna un mayor peso a los elementos del sistema con mayor nivel de tensión, para este criterio de análisis se puede apreciar que los resultados son iguales a los resultados del caso base y de los criterios igualitarios, el factor “Wij” no representa mayor relevancia.
- Para el criterio de “Cargabilidad” se asigna un mayor peso a los elementos del sistema que para las 7 am tiene mayor flujo de carga operativo, para este criterio se puede apreciar que los resultados son iguales a los resultados del caso base y de los criterios igualitarios, el factor “Wij” no representa mayor relevancia.
- Para el criterio de “Conectividad” se asigna un mayor valor a los elementos del sistema que menos elementos conectados tienen a uno de sus extremos, puede apreciar que los resultados son iguales a los resultados del caso base y de los

criterios igualitarios, el factor “Wij” no representa mayor relevancia.

- Para el criterio de “Rutas Alternativas” se asigna un mayor valor de peso a los elementos del sistema que menos rutas alternativas tienen para recibir energía del sistema en caso de una contingencia, se puede apreciar que los resultados son iguales a los resultados del caso base y de los criterios igualitarios, el factor “Wij” no representa mayor relevancia.
- Para el criterio de “Capacidad” se le asigna un mayor valor de peso a los elementos del sistema que tienen mayor capacidad operativa en términos de potencia activa, se puede apreciar que los resultados son iguales a los resultados del caso base y de los criterios igualitarios, el factor “Wij” no representa mayor relevancia.

BIBLIOGRAFIA

- [1] **Zuluaga Escobar, Antonio, Gallego, Luis Alfonso.** *ANÁLISIS ESTÁTICO DE CONTINGENCIAS DE POTENCIA ACTIVA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA.* PEREIRA: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. 2004, 2004.
- [2] **BOLIVAR, Carlos Andrés.** *ANÁLISIS DE EVACUACIÓN NODAL EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA DE PEREIRA.* UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA FACULTA DE TECNOLOGÍA. 2013, 2013.
- [3] **ZULUAGA ESCOBAR, Antonio.** *ANÁLISIS DE CONTINGENCIAS.* PEREIRA: UNIVERSIDAD

TECNOLÓGICA DE PEREIRA. 2011,
2011.

- [4] **Gallego P. Luis Alfonso.** “ANÁLISIS ESTÁTICO DE CONTINGENCIAS DE POTENCIA ACTIVA”, Tesis De Grado para obtener el título de ingeniero. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería eléctrica, Diciembre 5 del 2003.
- [5] **Mohanty. Sanjeeb.** “POWER SYSTEM CONTINGENCY RANKING USING NEWTON RAPHSON LOAD FLOW METHOD AND ITS PREDICTION USING SOFT COMPUTING TECHNIQUES”. A thesis submitted to NIT Rourkela in partial fulfilment of the requirement for the award of the Degree of Master of Technology In Industrial Electronics
- [6] **Samrat Malakar, M. K. Maharana.** “Contingency Assessment of Electric Power System by Calculation of Unequal Priority Factors for Static Severity Indices using Analytic Hierarchy Process”, 1M. Tech, Power & Energy Systems, School of Electrical Engineering, Kalinga Institute of Industrial Technology, Bhubaneswar, India 2Associate Professor, School of Electrical Engineering, Kalinga Institute of Industrial Technology, Bhubaneswar, India, 2014.