

CONTENIDO:

1. MOTIVACIÓN
2. INTRODUCCIÓN
3. METODOLOGÍA
4. MODELO DE OPTIMIZACIÓN
5. CASOS DE ESTUDIOS Y RESULTADOS
6. CONCLUSIONES



MOTIVACIÓN



ECUADOR POSEE 27 VOLCANES POTENCIALMENTE ACTIVOS ACTUALMENTE [1]

COSTOS SOCIALES Y ECONÓMICOS CONSIDERABLES

VOLCÁN FUEGO (2018)
LOS EFECTOS DEL DESASTRE EN EL SECTOR ELÉCTRICO SE ESTIMARON EN APROXIMADAMENTE USD 1.04 MILLONES (Q 8.1 MILLONES) [2]

SISTEMAS CRÍTICOS

- SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.
- TELECOMUNICACIONES
- **SISTEMAS ELÉCTRICOS**

- FALLA EN CASCADA DE SISTEMAS CRÍTICOS
- SUMINISTRO DE ENERGÍA A CARGAS CRÍTICAS (HOSPITALES, REFUGIOS DE EMERGENCIA, ENTRE OTROS)

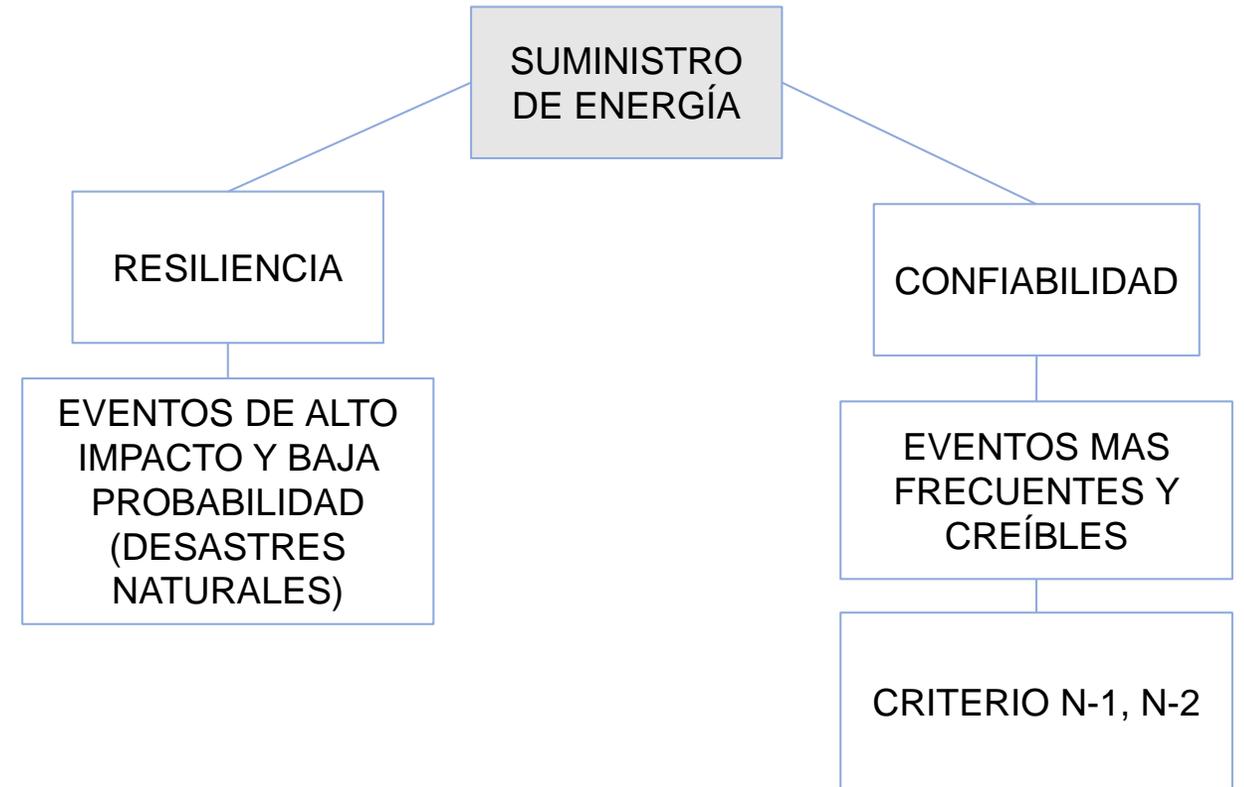
¿QUÉ SE PUEDE HACER AL RESPECTO?

- RESILIENCIA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS
- PLANIFICACIÓN ÓPTIMA



RESILIENCIA

LA RESILIENCIA SE DEFINE COMO LA CAPACIDAD DE UN SISTEMA ELÉCTRICO PARA RESISTIR **EVENTOS DE ALTO IMPACTO Y BAJA PROBABILIDAD**, RECUPERARSE RÁPIDAMENTE DE TALES EVENTOS DISRUPTIVOS Y ADAPTAR SU OPERACIÓN E INFRAESTRUCTURA PARA PREVENIR O MITIGAR EL IMPACTO DE EVENTOS SIMILARES EN EL FUTURO. [3]



ESTUDIOS ACTUALES SOBRE RESILIENCIA (EVALUACIÓN Y OPERACIÓN)

- ### EVENTOS HILP
- TERREMOTOS
 - HURACANES
 - INCENDIOS FORESTALES

- INCREMENTAR LA ROBUSTEZ DEL SISTEMA
- RECONFIGURACIÓN DEL SISTEMA
- PLANIFICACIÓN DE RECURSOS
- CUANTIFICACIÓN DE LA RESILIENCIA

PRINCIPALES CONTRIBUCIONES DEL ARTÍCULO

- EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAHARES VOLCÁNICOS SOBRE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA.
- PLANIFICACIÓN ÓPTIMA DE INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA.
- OPERACIÓN Y RESTAURACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN.





Input data
PDS data, volcanic eruption historic data and vulnerability curves



- TEORÍA DE GRAFOS (REPRESENTAR EL SISTEMA ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN)
- INFORMACIÓN DEL RIESGO VOLCÁNICO EN BASE A DATOS HISTÓRICOS



MCS
Lahar event modeling
Infrastructure and vulnerability assessment of the PDS



- MATRICES DE DISPONIBILIDAD
- TIEMPOS DE RECUPERACIÓN



SOP
Optimal Sizing and placement of DG
PDS operation and restoration



- AC-OPF LINEALIZADO
- MODELO ZIP



Assessment of the PDS considering DG planning.



- DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN ÓPTIMA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA





LAHARES

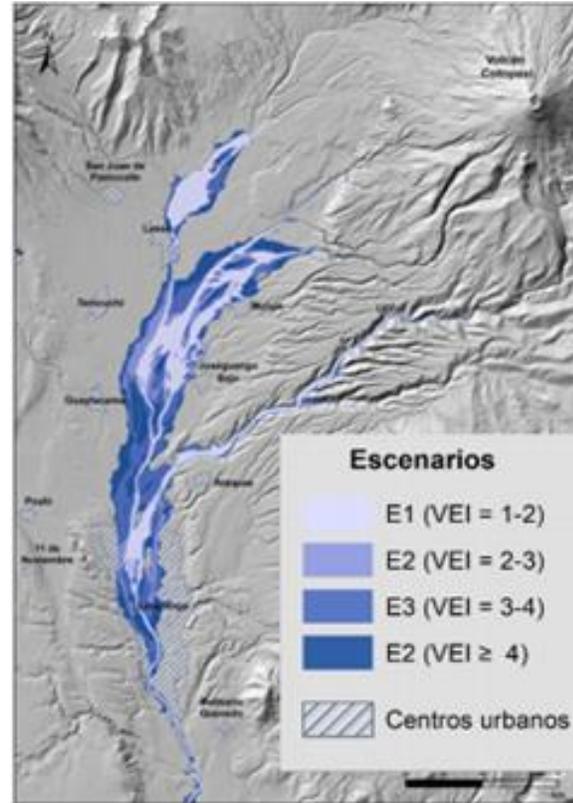


LOS LAHARES SON FLUJOS DE LODO PROVOCADO POR EL DESHIELO DEL GLACIAR A CAUSA DE LA ERUPCIÓN VOLCÁNICA.



Tabla 5. Volúmenes de lahar en millones de m³ por escenario eruptivo

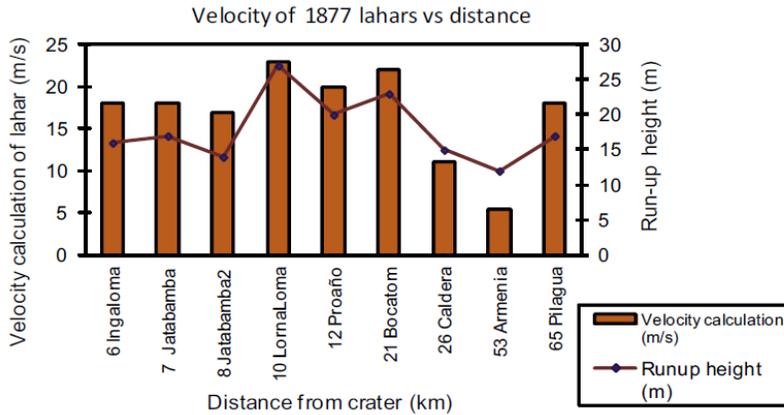
Escenario	VEI	Espesor (m)	Volumen Agua (millones de m ³)	Volumen Lahar (millones de m ³)
E1	1 - 2	1	4	12
E2	2 - 3	2	8	24
E3	3 - 4	5	20	60
E4	> 4	10	40	120



PRESIÓN DINÁMICA

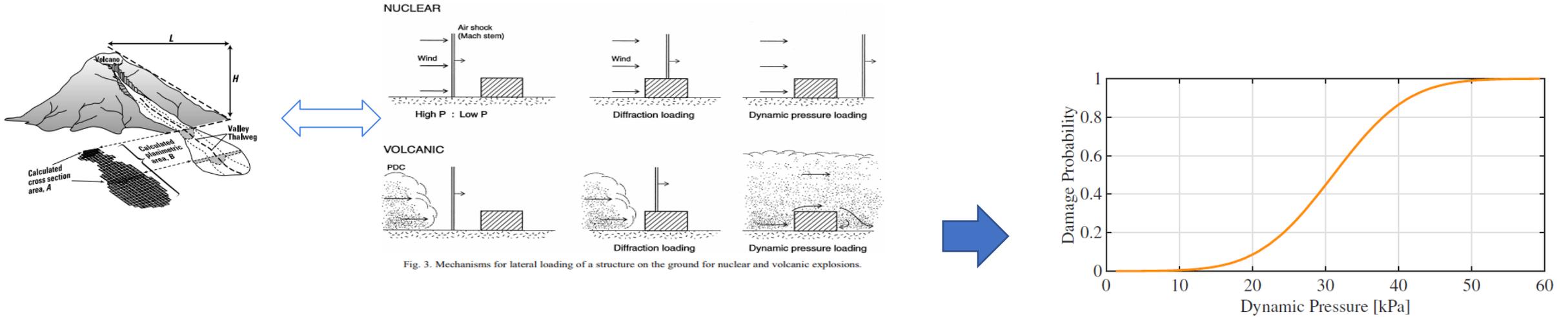


$$P_d = \frac{1}{2} \rho V^2$$





“DAMAGE TO STRUCTURES BY PYROCLASTIC FLOWS AND SURGES, INFERRED FROM NUCLEAR WEAPONS EFFECTS” [4]



EFFECTOS NUCLEARES



EFFECTOS LAHARES



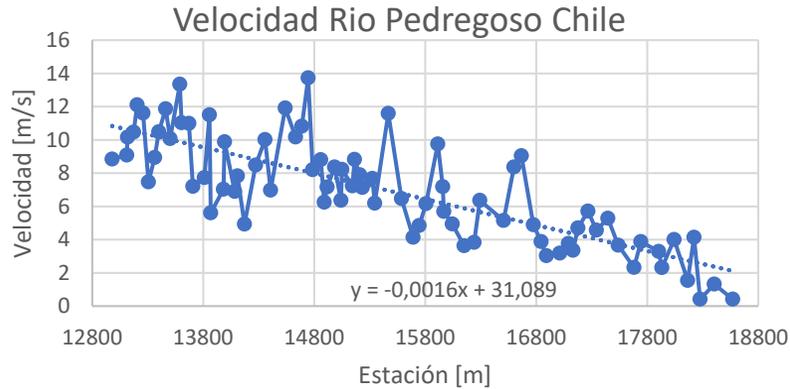
VULNERABILITY CURVE FOR REINFORCED CONCRETED ELECTRICAL POLES AGAINST LAHARS





MÉTODO DE SIMULACIÓN DE MONTECARLO

EL MÉTODO DE MONTECARLO ES UN MÉTODO DE SIMULACIÓN QUE PERMITE CALCULAR ESTADÍSTICAMENTE SUCESOS SUJETOS A VARIABILIDAD. [5]



TEORÍA DE GRAFOS

DONDE: $G=(V,E)$
 V ES UN CONJUNTO DE VÉRTICES
 E ES UN CONJUNTO DE ARISTAS

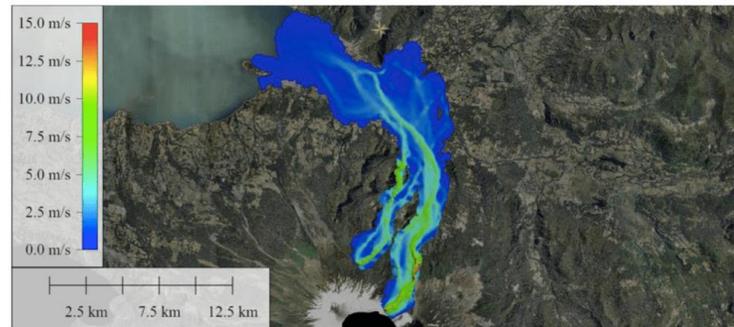


Figura 7-14: Evento 1 sistema de cuencas Turbio, Pedregoso y Trancura, velocidad de inundación

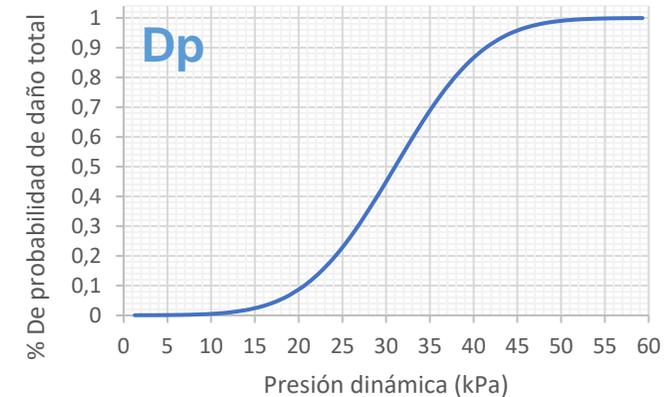


Tabla 2.1. Clasificación según Costa (1988)

Flujo	Concentración de sedimentos	Densidad de los sólidos (g/cm^3)	τ_y (dn/cm^2)	Tipo de Fluido
Avenida de Agua	1-40% en peso 0.4-20% en volumen	1.01-1.33	0-100	Newtoniano
Flujo hiperconcentrado	40-70% en peso 20-47% en volumen	1.33-1.80	100-400	No Newtoniano
Flujo de escombros	70-90% en peso 47-775 en volumen	1.80-2.30	>400	Viscoplástico





DISPONIBILIDAD DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA

DISPONIBILIDAD DE NODOS ($\zeta_{i,n}$)

$$\text{Si } Dp_{i,n} \geq \text{Límite} \rightarrow \zeta_{i,n} = 0$$

$$\text{Si } Dp_{i,n} \leq \text{Límite} \rightarrow \zeta_{i,n} = 1$$

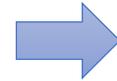
DISPONIBILIDAD DE TRAMAOS ($\psi_{ij,n}$)

$$\text{Si } \zeta_{i,n} = 0 \geq \rightarrow \psi_{ij,n} = 0$$

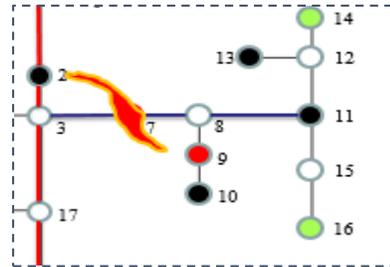
$$\text{Si } \zeta_{i,n} = 1 \leq \rightarrow \psi_{ij,n} = 1$$

RECONOCIMIENTO DE ISLAS Y NODOS DE REFERENCIA

CARGAS CRÍTICAS



ENERGÍA NO SUMINISTRADA (ENS)



$$PQ_{i,1} = \{10,11,14,16\}$$

$$\text{Slack}_{i,1} = \{9\}$$

GRID-FORMING VOLTAGE SOURCE CONVERTER

RECUPERACIÓN DEL SISTEMA

TIEMPOS DE RECUPERACIÓN



SEGÚN EL OPERADOR DEL SISTEMA
NIVELES DE PRIORIDAD



TIEMPOS DE RECUPERACIÓN DE TRAMOS
($Tr_{ij,n}$)

TIEMPOS DE RECUPERACIÓN DE NODOS
($TN_{ij,n}$)



TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE ISLAS

$$\text{Slack}_{i,1} \rightarrow PQ_{i,1}$$





PARÁMETROS BINARIOS

BINARIO	DIMENSIÓN
Disponibilidad de Nodos ($\zeta_{i,n}$)	$m \times n$ m =Numero de barras n = Numero de eventos
Disponibilidad de tramos ($\psi_{ij,n}$)	$T \times n$ T =Numero de tramos n = Numero de eventos
Nodo de referencia ($Slack_{i,n}$)	$m \times n$ M =Numero de barras N = Numero de eventos

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

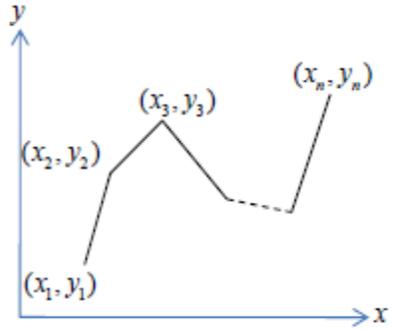


PARÁMETROS NO BINARIOS

PARÁMETRO	DIMENSIÓN
Tiempos de recuperación de tramos ($Tr_{ij,n}$)	$T \times n$ T =Numero de tramos n = Numero de eventos
Tiempos de recuperación de nodos ($Tn_{ij,n}$)	$m \times n$ M =Numero de barras N = Numero de eventos

$$C = \begin{pmatrix} 1.3 & 20 & 12 \\ 1.8 & 28 & 15 \\ 2.5 & 40 & 18 \end{pmatrix}$$





Ecuaciones de flujo de potencia

$$P_{ij}^{LINE} = V_i^2 G_{ij} - V_i V_j [G_{ij} \cos(\theta_i - \theta_j) + B_{ij} \sin(\theta_i - \theta_j)]$$

$$Q_{ij}^{LINE} = -V_i^2 B_{ij} - V_i V_j [G_{ij} \sin(\theta_i - \theta_j) - B_{ij} \cos(\theta_i - \theta_j)]$$

POR TRAMOS (PIECEWISE) SOS 2

LINEALIZACIÓN DEL MODELO

SERIES DE TAYLOR

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(a)}{n!} (x-a)^n$$

$$x = x_1 t_1 + x_2 t_2 + \dots + x_n t_n \quad \bullet \quad t_1, t_2, \dots, t_n \geq 0$$

$$y = y_1 t_1 + y_2 t_2 + \dots + y_n t_n \quad \bullet \quad t_1 + t_2 + \dots + t_n = 1$$

SOS2 {t₁, t₂, ..., t_n}

- Sólo dos variables continuas adyacentes, t_i y t_{i+1} pueden ser distintas de cero.

$$\hat{\delta}_{ij} = \sum_{k=1}^{N_k} \lambda_{ij,k} \bar{x}_k \quad \bar{y}_k = \cos(\bar{x}_k)$$

$$\hat{COS}_{ij} = \sum_{K=1}^{N_k} \lambda_{ij,k} \bar{y}_k \quad \sum_{k=1}^{N_k} \lambda_{ij,k} = 1$$

TABLE I. LINEAR EQUIVALENTS OF NONLINEAR TERMS IN AC POWER FLOW EQUATIONS

Non-linear term	Linear equivalent
$v_i v_j \cos(\delta_{ij})$	$v_i + v_j + y_{ij} - 2$
$v_i v_j \sin(\delta_{ij})$	$\hat{\delta}_{ij}$
v_i^2	$2v_i - 1$

$$P_{n,t,ij}^{LINE} = \psi_{n,t,ij} [(2v_{n,t,i} - 1)G_{ij} - G_{ij} (v_{n,t,i} + v_{n,t,j} + \hat{COS}_{n,t,ij} - 2) - B_{ij} \hat{\delta}_{n,t,ij}]$$





FUNCIÓN OBJETIVO $Min OF = IC+OC$

$$IC = c^{PV} \sum_{i=1}^{N_B} P_i^{PV, installed}$$

$$OC = \sum_{s=1}^N \sum_{i=1}^{N_B} \sum_{t=1}^{t_s} \pi_s [c_i^{ENS} ENS_{s,i,t}^P + c^{PV, curt} P_{s,i,t}^{PV, curt} + c^{Pgrid} P_{s,i,t}^{grid}]$$

ECUACIÓN de balance

$$\rho_i P_{s,i,t}^{grid} + P_{s,i,t}^{PV} + \sum_{\substack{j \neq i \\ j \in \Omega_B}} \psi_{s,t,ij} P_{s,t,ij}^{LINE} = \zeta_{s,t,i} P_{s,t,i}^{LOAD} ZIP_i - ENS_{s,t,i}^P \quad i \in \Omega_B$$

$$\rho_i Q_{s,i,t}^{grid} + Q_{s,i,t}^{PV} + \sum_{\substack{j \neq i \\ j \in \Omega_B}} \psi_{s,t,ij} Q_{s,t,ij}^{LINE} = \zeta_{s,t,i} Q_{s,t,i}^{LOAD} ZIP_i - ENS_{s,t,i}^Q \quad i \in \Omega_B$$

Sujeto a

$$c^{PV} \sum_{i=1}^{N_B} P_i^{PV, installed} \leq BUDGET$$

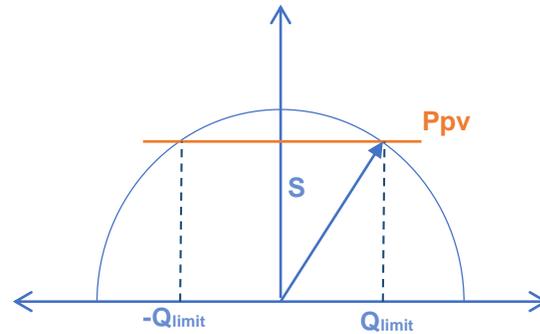
$$0 \leq P_i^{PV, installed} \leq P^{PV, max} \zeta_{s,t,i} \quad i \in \Omega_B$$

$$P_{s,t,i}^{PV} \leq \frac{I_t}{1000 [W / m^2]} P_i^{PV, installed} (1 - \eta^T (T_t^{PV} - 25 [^{\circ}C])) \eta^{inv}$$

$$T_t^{PV} = T_t^a + \frac{I_t}{800 [W / m^2]} (NOCT - 20 [^{\circ}C])$$

$$0 \leq P_{s,t,i}^{PV} \leq P_i^{PV, installed} \eta^{inv} \quad i \in \Omega_B$$

$$0 \leq Q_{s,t,i}^{PV} \leq 0.4582 P_i^{PV, installed} \eta^{inv} \quad i \in \Omega_B$$



MODELO DE CARGA ZIP

$$ZIP_i = (Z_i V_i^2 + I_i V_i + P Q_i)$$

$$Z_i + I_i + P Q_i = 1$$

MÉTRICA DE RESILIENCIA

$$EIU = \frac{ENS}{E_{demand}} 100\%$$

CONSIDERACIONES

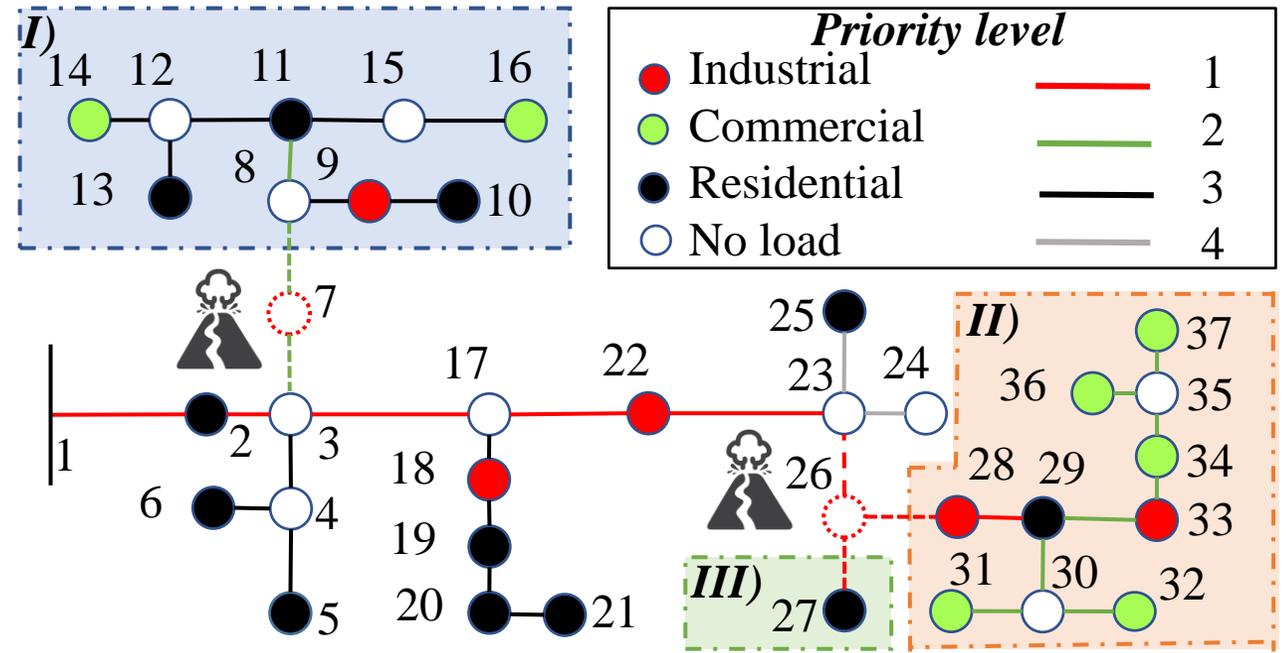
- SE RECONOCE LA POSIBILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO ERUPTIVO A LO LARGO DEL DÍA TOMANDO TRES HORAS DE SIMULACIÓN (6,14,22 HORAS).
- SE TOMA EN CUENTA EL RECURSO SOLAR, TOMANDO DATOS DE IRRADIACIÓN DE INVIERNO Y VERANO.
- EL SISTEMA DEBE ALIMENTAR LA DEMANDA PRE CONTINGENCIA A LO LARGO DEL EVENTO EXÓGENO.





CONSIDERACIONES

- LAS CARGAS SE CARACTERIZAN UTILIZANDO CURVAS REPRESENTATIVAS DE CARGA DIARIA RESIDENCIAL, COMERCIAL
- LOS COSTOS DE ENS PARA CADA TIPO DE CARGA SE ESTABLECEN EN FUNCIÓN DE SU NIVEL DE PRIORIDAD.
- EL TIEMPO ESTIMADO DE RESTAURACIÓN COMPLETA (TS) SE DEFINE EN 12 HORAS.
- EL PROBLEMA DE OPTIMIZACIÓN INCLUYE UNA RESTRICCIÓN PRESUPUESTARIA ESTABLECIDA EN 1,5 MMUSD.
- EL MODELADO DE LAHAR CONSIDERA EL RANGO DE DENSIDADES PARA FLUJOS HIPERCONCENTRADOS DE [5], Y LOS RESULTADOS DE VELOCIDAD DEL MODELADO BIDIMENSIONAL DE LAHARES EN EL VOLCÁN VILLARRICA DESARROLLADO EN [6].

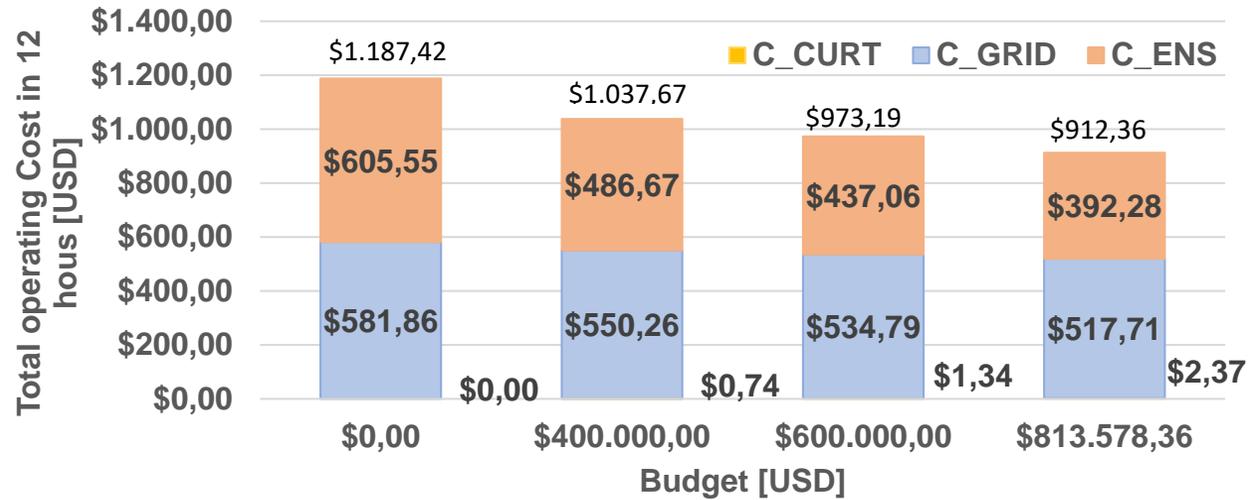
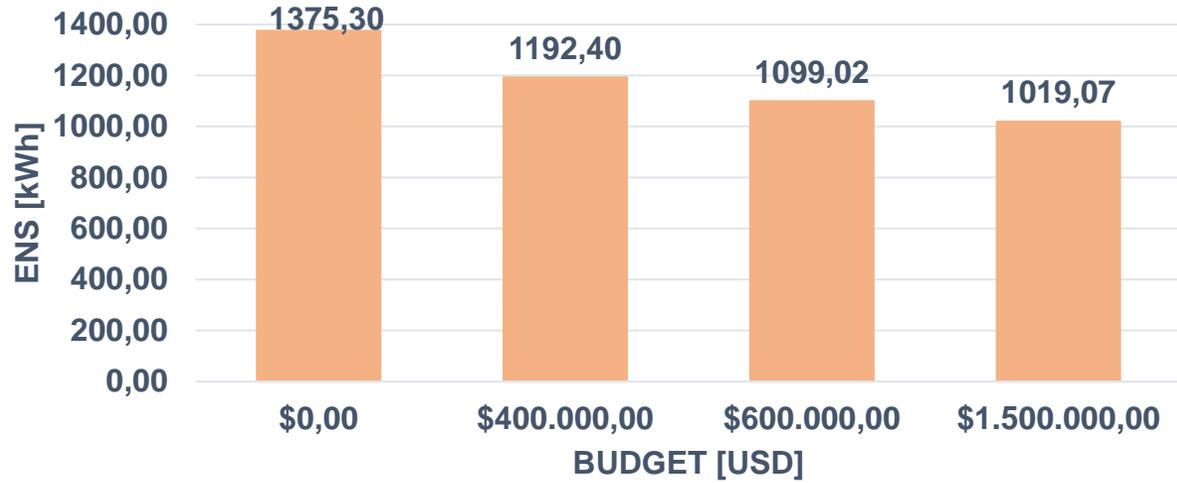


NODO	VELOCIDAD		Tramos	Tr (h)	SLACK
	LAHAR (m/s)				
7	7,09		4; 8	10	9
26	6,56		23; 36; 37	5	27; 28



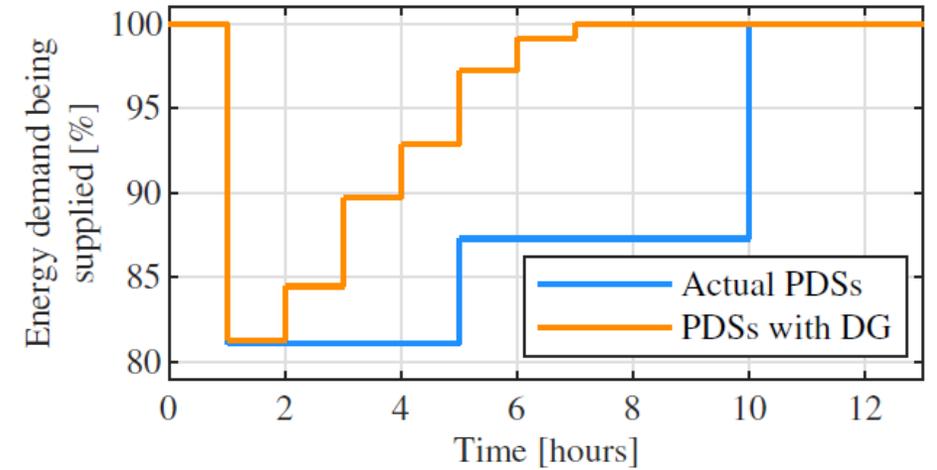
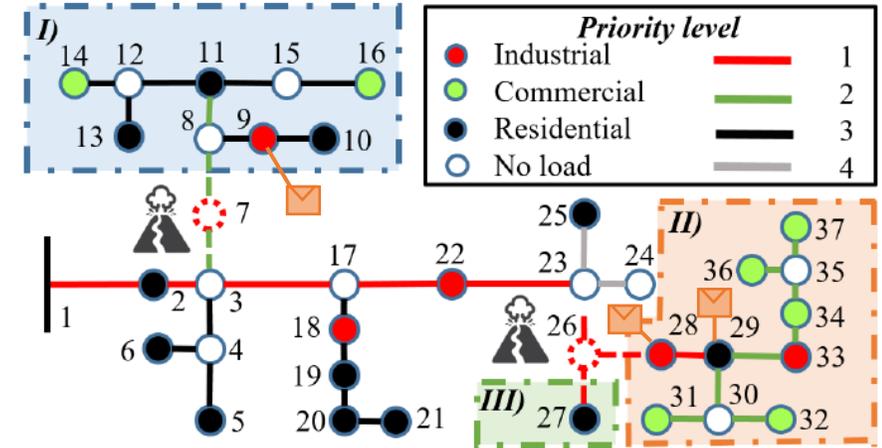


RESULTADOS (SISTEMA DE PRUEBA)



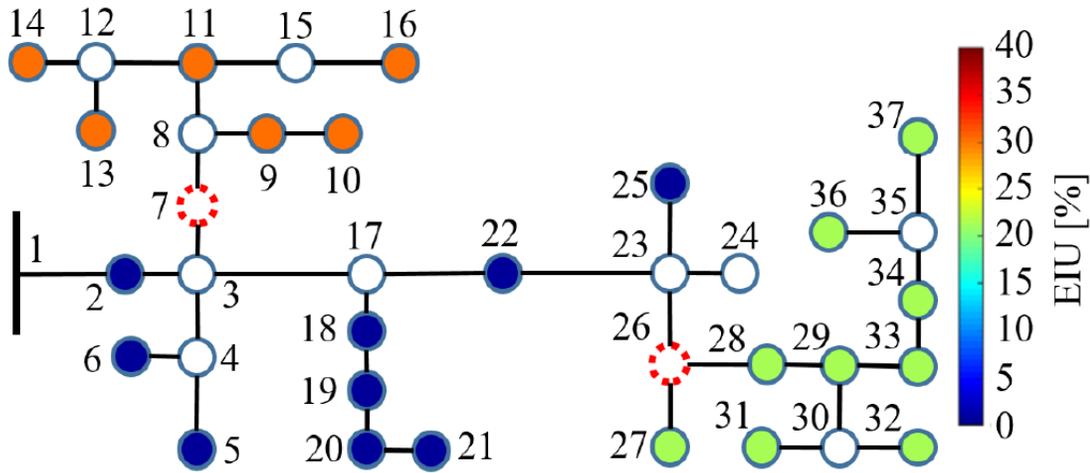
9 (145 Kw)
28 (300 kW)
29 (232 kW)

CI=0.8 MMUSD



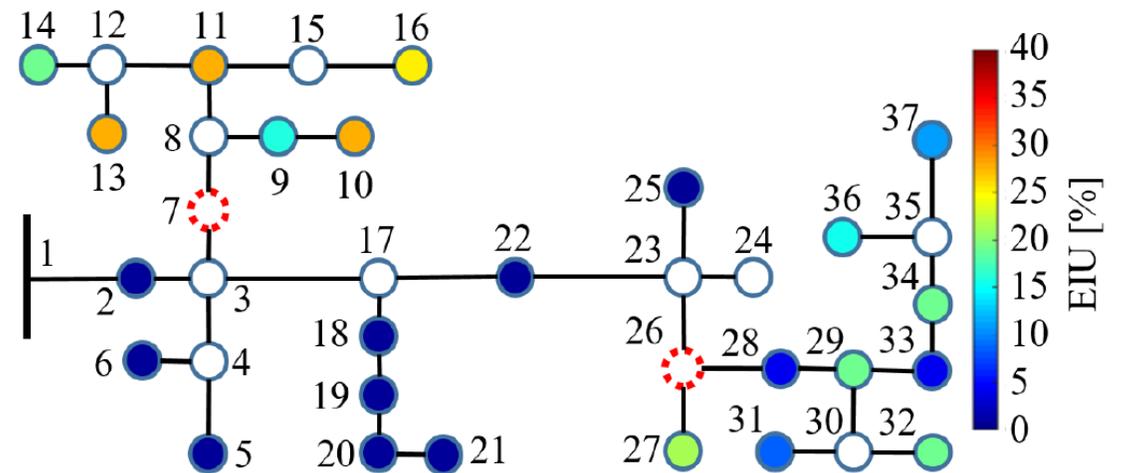


CI=0 MMUSD



ENERGY INDEX OF UNRELIABILITY OF ACTUAL PDS.

CI=0.8 MMUSD



ENERGY INDEX OF UNRELIABILITY OF PDS CONSIDERING DG.

l)

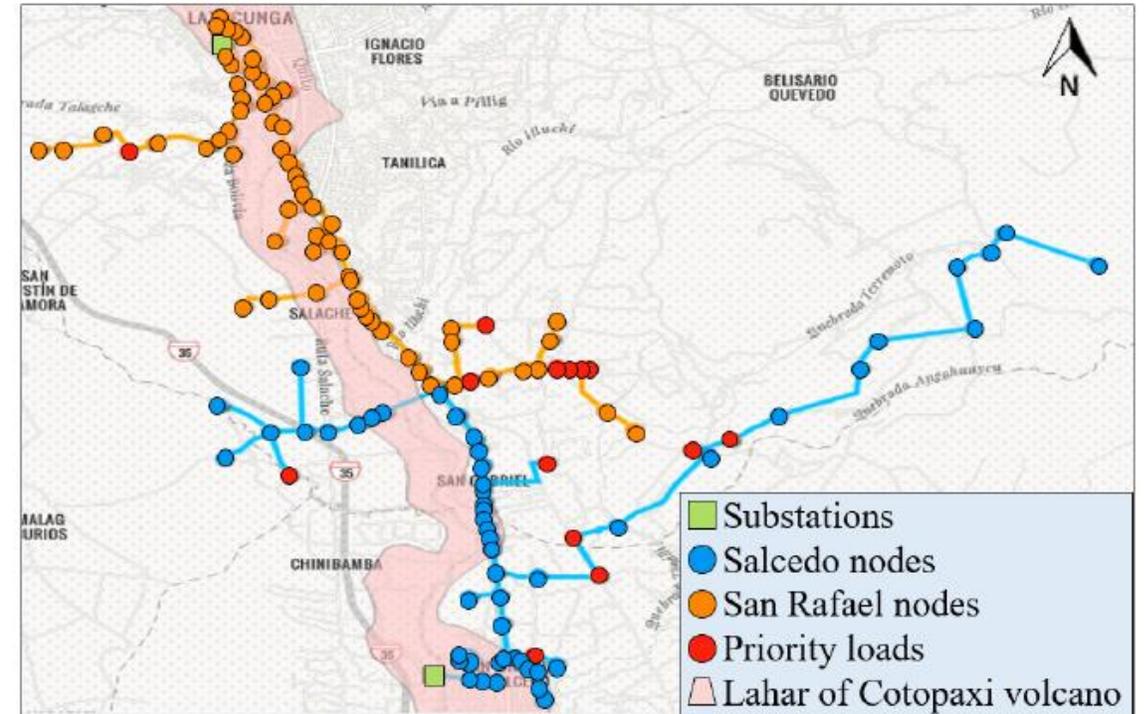
- **CARGAS INDUSTRIALES:** EIU SE REDUCE DEL 30% AL 16%
- **CARGAS COMERCIALES:** EIU SE REDUCE DEL 30% AL 18%
- **CARGAS RESIDENCIALES:** EIU SE REDUCE DEL 30% AL 27%





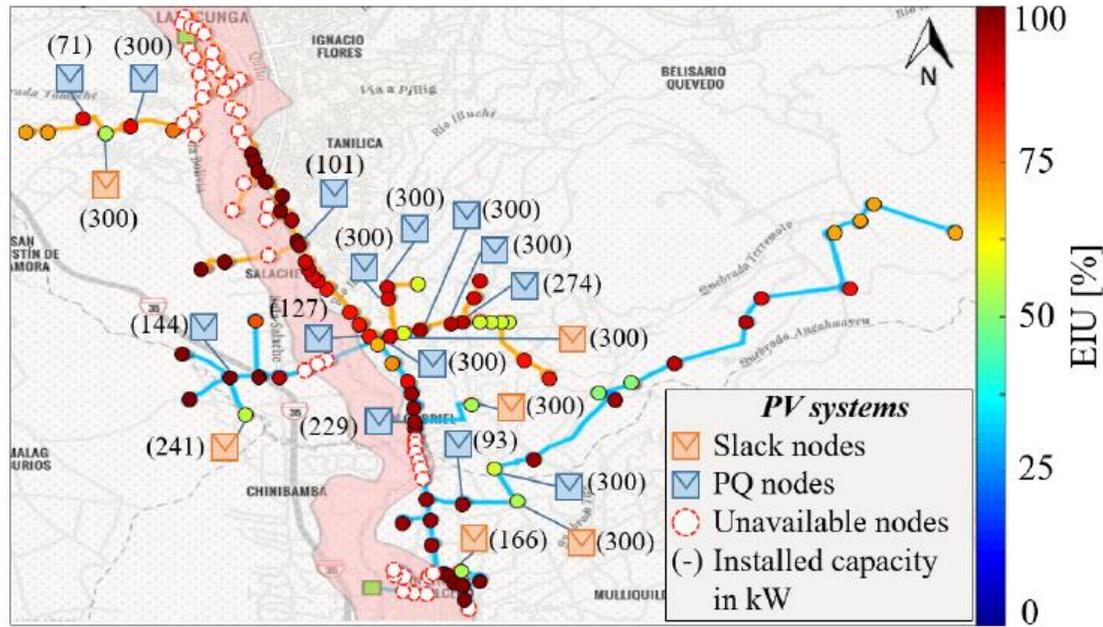
CONSIDERACIONES

- LOS DATOS REQUERIDOS PARA MODELAR LOS PDS DE SAN RAFAEL Y SALCEDO SE OBTUVIERON DEL GEOPORTAL DE LA EMPRESA ELEPCO DISPONIBLE EN [7].
- SE UTILIZÓ EL MÉTODO DE DISTANCIA ELÉCTRICA PARA REDUCIR LOS NODOS DE LOS ALIMENTADORES
- LAS CARGAS CRÍTICAS (HOSPITALES, CENTROS COMUNITARIOS DE SALUD, REFUGIOS DE EMERGENCIA, INDUSTRIAS) SE IDENTIFICARON DE ACUERDO CON EL MAPA DE PELIGROSIDAD DEL VOLCÁN COTOPAXI DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS DISPONIBLE EN [8].
- PARA CARACTERIZAR LOS LAHARES DEL VOLCÁN COTOPAXI, SE UTILIZARON DATOS DE VELOCIDAD Y DENSIDAD OBTENIDOS DE MODELOS BASADOS EN LA ERUPCIÓN HISTÓRICA DE 1877 [9], [10].

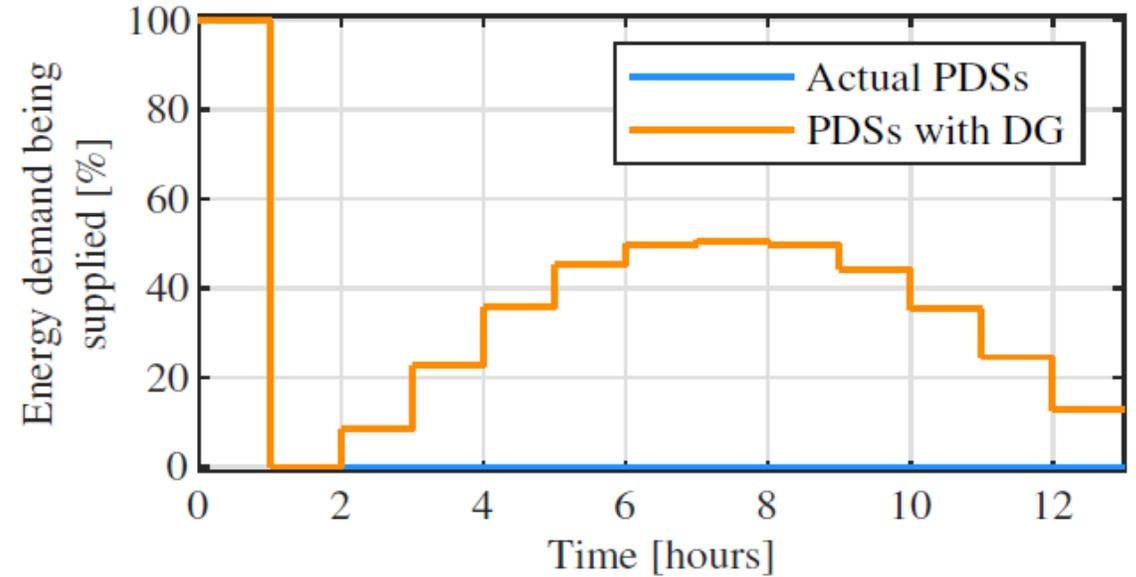


SAN RAFAEL AND SALCEDO FEEDERS ONE-LINE DIAGRAM CONSIDERING LAHAR IMPACTS AND CRITICAL LOADS





ENERGY INDEX OF UNREABILITY OF SALCEDO AND SAN RAFAEL PDS CONSIDERING DG WITH AN IC OF 6 MMUSD.



EVOLUTION OF HOURLY SERVICEABILITY (HOURLY CAPACITY TO SUPPLY ENERGY DEMAND).

- **CARGAS CRÍTICAS:** EIU SE REDUCE DEL 100% AL 55%
- **CARGAS ALEDAÑAS:** EIU SE REDUCE DEL 100% AL 80%



- Los resultados de EIU muestran que la metodología propuesta es capaz de obtener el tamaño y ubicación adecuados de GD para el mejoramiento de la resiliencia de los PDS frente a los lahares, enfatizando el suministro de energía a cargas críticas como refugios de emergencia, centros de salud comunitarios, entre otros, que son vitales. contra el daño socioeconómico que causan los lahares.
- Para establecer los nodos de slack cuando se forman islas después del impacto de lahares sobre el sistema eléctrico de distribución, se sugiere que los inversores formadores de red son un componente clave en el PDS moderno para minimizar el ENS cuando ocurre un evento HILP.
- El marco metodológico práctico podría ser utilizado por planificadores de sistemas y tomadores de decisiones para cumplir con los requisitos de resiliencia de la red.
- El marco metodológico se aplica en el alimentador de prueba IEEE de 37 nodos y los alimentadores San Rafael y Salcedo ubicados en Cotopaxi-Ecuador. Para los alimentadores San Rafael y Salcedo, el EIU en cargas críticas se reduce del 100% al 55% y para el alimentador de prueba de 37 nodos IEEE, el EIU se reduce del 30% al 16%.



- [1] Instituto Geofísico - EPN, 2020. [En línea]. Available: <https://www.igepn.edu.ec/cotopaxi>.
- [2] World Bank, CEPAL, and PNUD, "Evaluación de daños y pérdidas del volcán de fuego," tech. rep., The World Bank, 2018.
- [3] M. Panteli, P. Mancarella, D. N. Trakas, E. Kyriakides and N. D. Hatziaargyriou, "Metrics and Quantification of Operational and Infrastructure Resilience in Power Systems," in IEEE Transactions on Power Systems, vol. 32, no. 6, pp. 4732-4742, Nov. 2017.
- [4] Greg A. Valentinel, «Damage to structures by pyroclastic flows and surges, inferred from nuclear weapons effects,» Journal of Volcanology and Geothermal Research 87 1998 117–140
- [5] J. E. Costa, "Rheologic, geomorphic and sedimentologic differentiation of water floods, hyperconcentrated flows and debris flows," Flood geomorphology, pp. 113–122, 1988.
- [6] D. A. Navarro Morales, "Modelación bidimensional de lahares en el volcán villarrica, chile," 2017.
- [7] "Elepco geoportal available:<https://gis-sigde.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=aa01636ecf6448cf82bd2dae559a63c0>," Nov. 2020.
- [8] "Secretaria nacional de gestion de riesgos available: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads201508cotopaxi-pdf/>," Nov. 2020
- [9] P. Vera, P. Ortega, E. Casa, J. Santamaría, and X. Hidalgo, "Numerical model and maps by primary lahars in southern drainage of cotopaxi volcano," Revista Politécnica, vol. 43, no. 1, pp. 61–72, 2019.
- [10] P. Mothes and J. Vallance, "Lahars at cotopaxi and tungurahua volcanoes," Ecuador: Highlights from Stratigraphy and Observational Records and Related Downstream Hazards, 2014..





Saltos Miguel
masaltos2@espe.edu.ec



Aguirre Mauricio
mxaguirre1@espe.edu.ec



Velásquez Andrés
amvelasquez1@espe.edu.ec



Ing. Ortiz Diego MSc
ddortiz5@espe.edu.ec



- OPTIMAL SIZING AND PLACEMENT OF BATTERY ENERGY STORAGE SYSTEM FOR RESILIENCE ENHANCEMENT IN POWER DISTRIBUTION SYSTEMS AGAINST VOLCANIC ERUPTIONS. (CIRED 2021)
- **OPTIMAL PLACEMENT AND SIZING OF DISTRIBUTED GENERATION IN A RADIAL DISTRIBUTION SYSTEM FOR RESILIENCE ENHANCEMENT AGAINST VOLCANIC ERUPTIONS. (CIRED 2021)**
- OPTIMAL SIZING AND PLACEMENT OF VAR COMPENSATORS FOR VOLTAGE REGULATION ENHANCEMENT AGAINST VOLCANIC ERUPTIONS IN POWER DISTRIBUTION SYSTEMS. (CIRED 2021)



CENIZA VOLCÁNICA

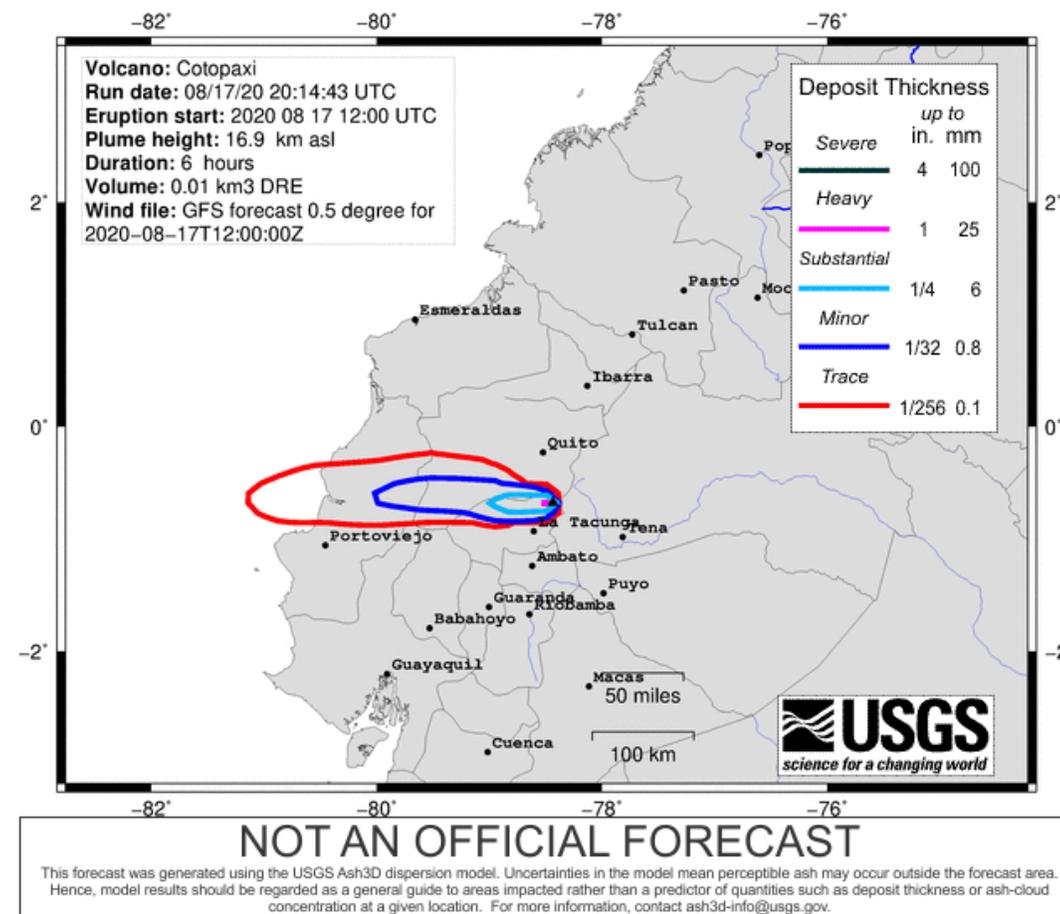


VEI

Contener:	Miguel Saltos
Volcán / Sitio:	Cotopaxi
Elevación de ventilación:	19,393 pies
Inicio de la erupción:	2020-08-17 19:00:00
Duración de la simulación:	24.00 horas
Duración de la erupción:	6.000 horas
Altura de la pluma:	55,482 pies
Volumen erupcionado:	0,0100 kilometros ³

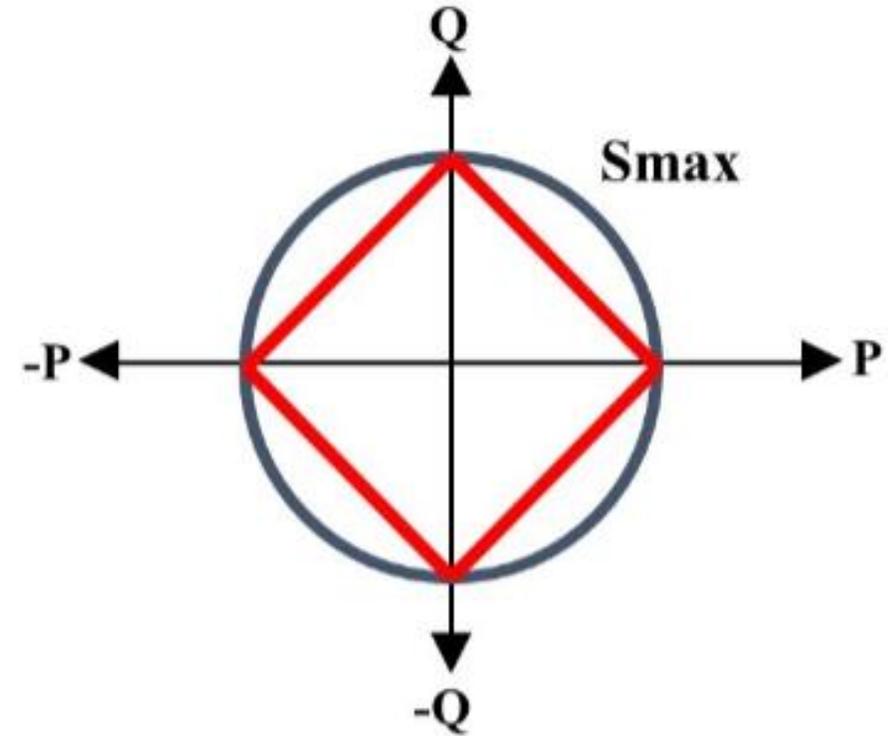
[Descargar archivo ZIP con imágenes y otros datos.](#)

[Eliminar esta ejecución](#)



LINEALIZACIÓN DEL FLUJO MÁXIMO DE POTENCIA DE LÍNEAS

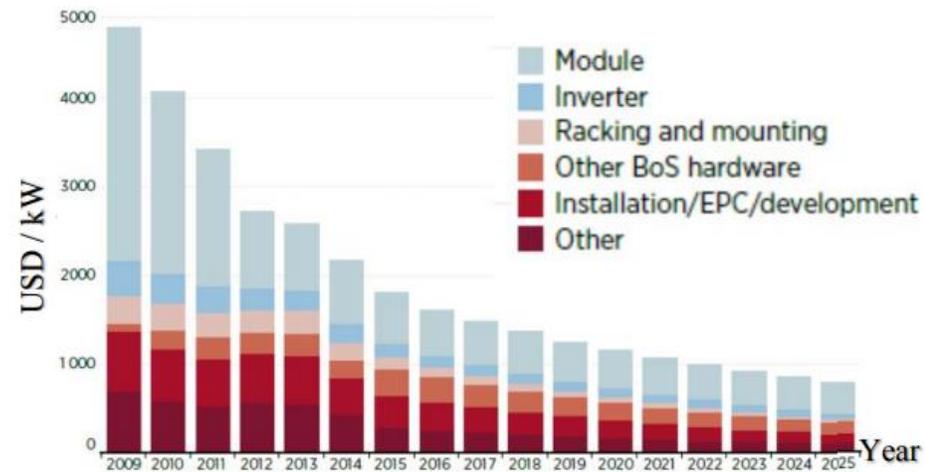
$$\begin{aligned} P_{s,ij}^{Line} + Q_{s,ij}^{Line} &\leq \psi_{s,ij} S_{s,ij}^{Line,max} & ij \in \Omega_L \\ -P_{s,ij}^{Line} + Q_{s,ij}^{Line} &\leq \psi_{s,ij} S_{s,ij}^{Line,max} & ij \in \Omega_L \\ P_{s,ij}^{Line} - Q_{s,ij}^{Line} &\leq \psi_{s,ij} S_{s,ij}^{Line,max} & ij \in \Omega_L \\ -P_{s,ij}^{Line} - Q_{s,ij}^{Line} &\leq \psi_{s,ij} S_{s,ij}^{Line,max} & ij \in \Omega_L \end{aligned}$$



DATOS TÉCNICOS PV

Temperatura	45±2 °C
	Temperatura en condiciones normales de operación (NOCT): 800W/m ² , AM 1,5, velocidad del viento de 1m/s, temperatura ambiente de 20°C
Características Térmicas	
Rango de Temperatura	-40-85 °C
Coefficiente de Temperatura de Pmax	-0,41 %/°C

COSTOS PV



DATOS DE ENTRADA PV

PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM

European Commission

European Commission > EU Science Hub > PVGIS > Herramientas interactivas

Home Herramientas Descargas Documentación Contáctanos

Aviso jurídico | Cookies | Contáctanos | Español (es)

Cursor:
Seleccionado: 0.719, -78.558
Elevación: 3219 (m):

Utilizar las sombras del terreno:
 Horizonte calculado
 Cargar archivo de horizonte

Seleccionar archivo: Ningún archivo seleccionado

CONECTADO A RED
FV CON SEGUIMIENTO
FV AUTÓNOMO
DATOS MENSUALES
DATOS DIARIOS
DATOS HORARIOS
TMY

DATOS PROMEDIO DIARIOS DE IRRADIANCIA

Base de datos de radiación solar: PVGIS-NSRDB
Mes: Enero
 Hora UTC
 Hora local

Sobre plano fijo:
 Irradiancia
 Irradiancia cielo claro
Inclinación [°]: 10
Azimut [°]: 10

Sobre plano con seguimiento:
 Irradiancia
 Irradiancia cielo claro

Temperatura:

