

Optimización del Problema de Despacho Económico de Carga con Pérdidas en la Línea de Transmisión Mediante Algoritmos Metaheurísticos

Autores: Norberto Hernández Romero,
Juan Carlos Seck Tuoh Mora,
Joselito Medina Marín

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*

Contenido

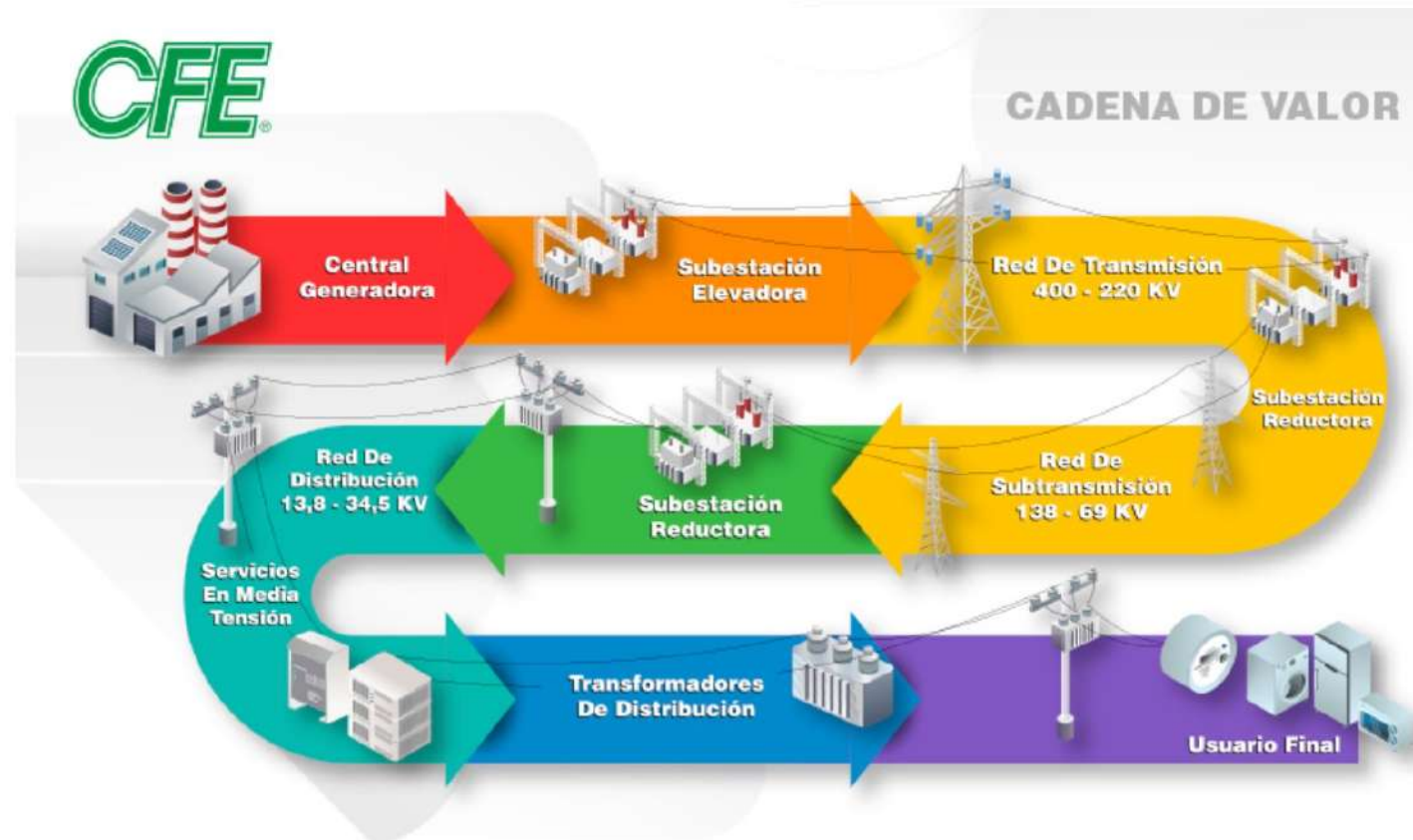
- Introducción
- Motivación
- Planteamiento del problema
- Método
- Resultados
- Conclusiones
- Bibliografía
- Datos de contacto

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*



Introducción

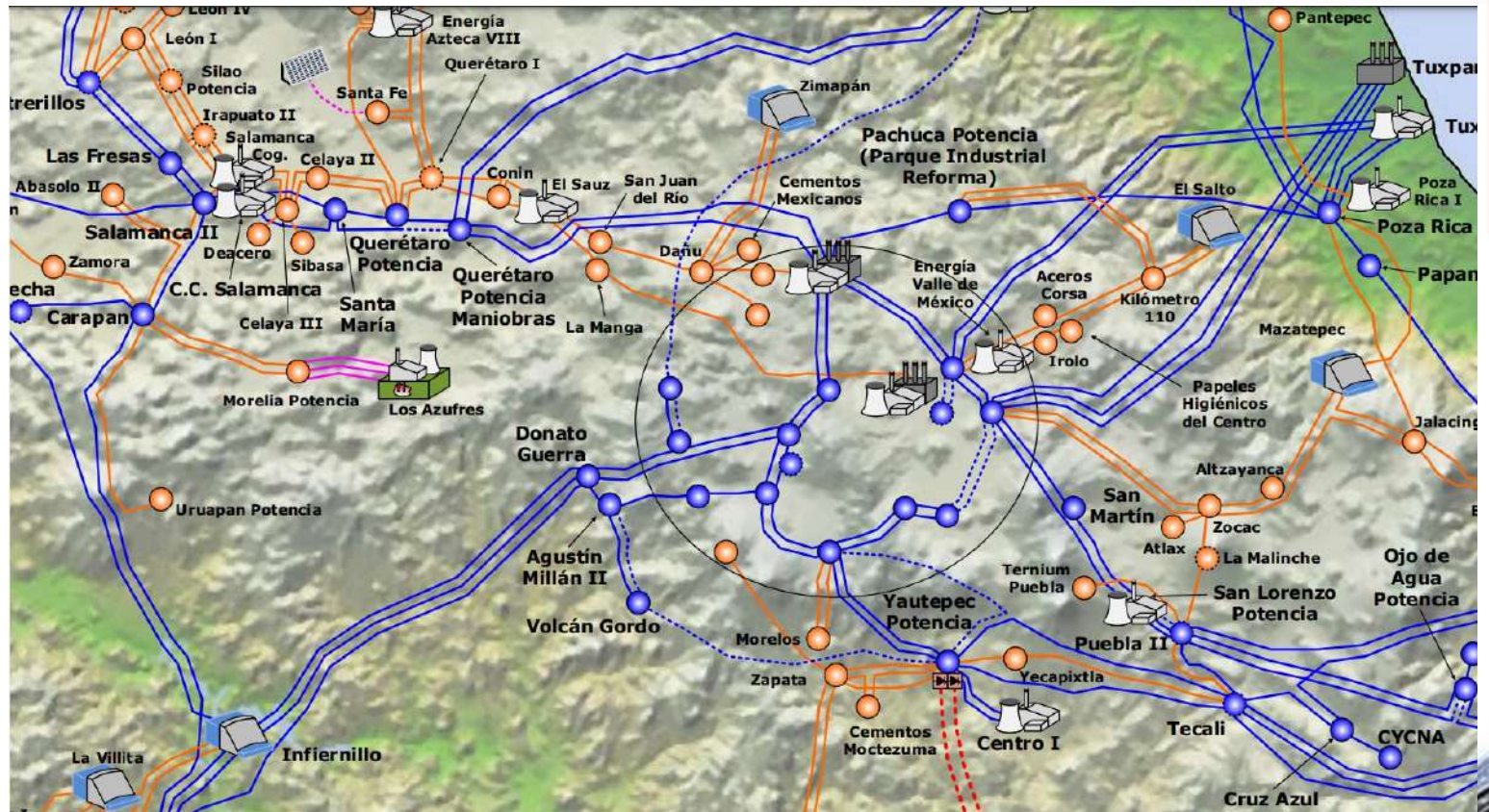
Generación y transporte de la energía eléctrica



Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para el diseño y construcción de un futuro sostenible

Introducción

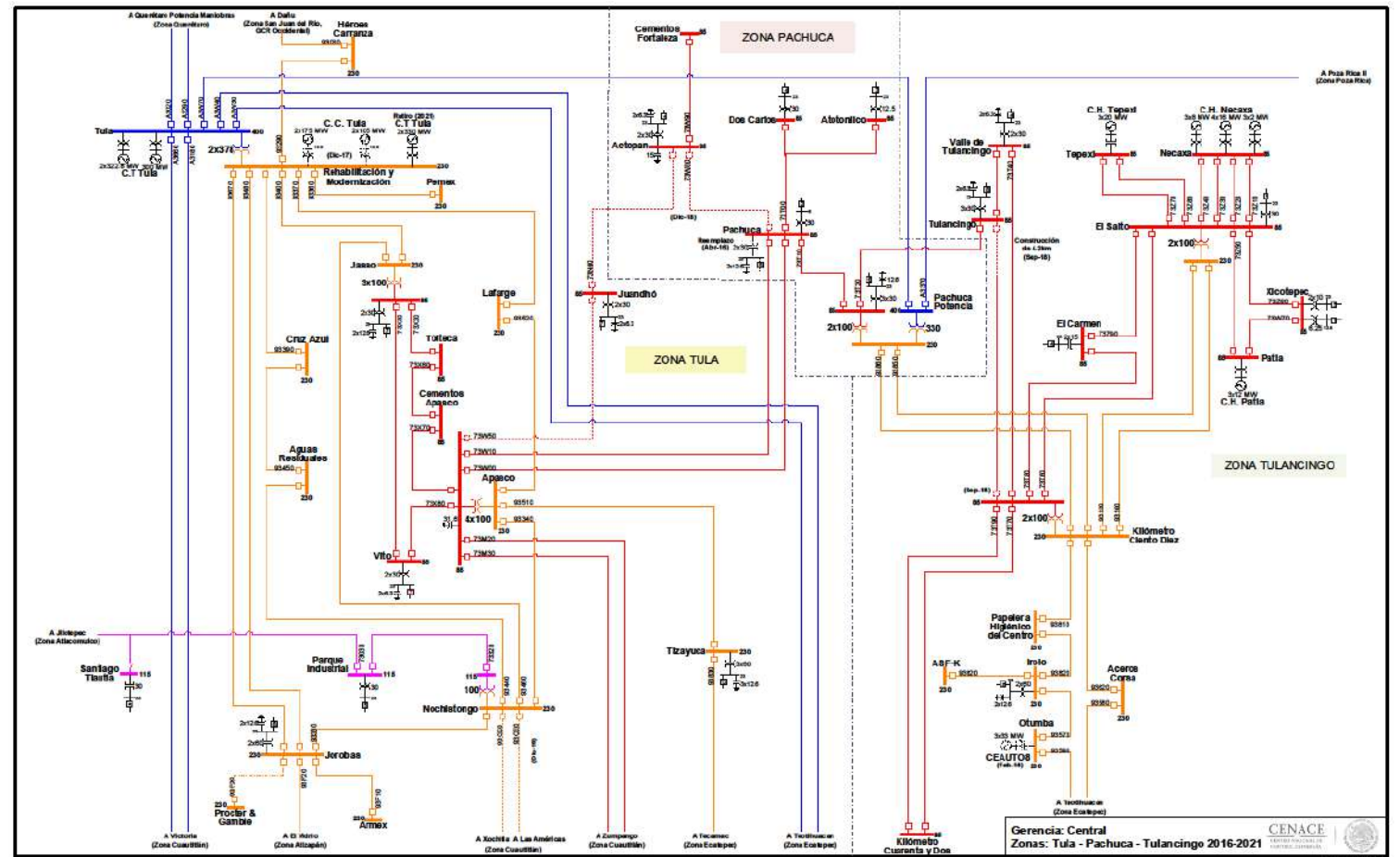
Sistema Eléctrico Mexicano Zona Centro



*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*

Introducción

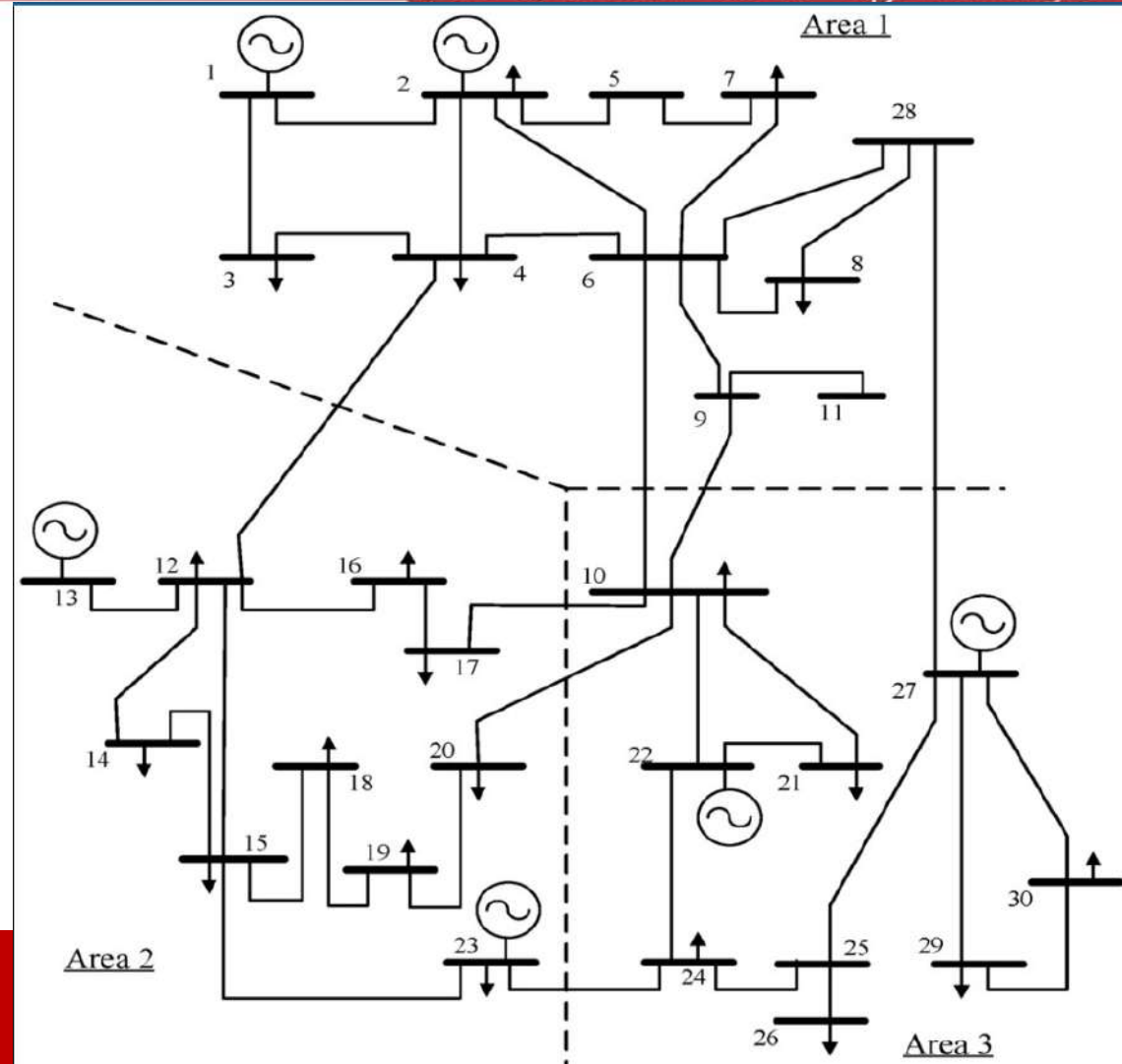
Diagrama Unifilar de la Zona Tula-Pachuca-Tulancingo



*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*

Introducción

IEEE 30 bus system
con 3 áreas



*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*

Motivación

- Alta demanda y baja oferta de los combustibles fósiles hace que los costos de generación de energía eléctrica se incrementen.
- El impacto negativo que está ocasionando el uso de los combustibles fósiles al medio ambiente.
- Preocupación de hacer uso de los recursos fósiles de forma óptima.

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*



Planteamiento del problema

$$F_{costo} = \sum_{i=1}^n F_i(P_{Gi}) = \sum_{i=1}^n a_i P_{Gi}^2 + b_i P_{Gi} + c_i \quad \text{Sujeta a las restricciones}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n P_{Gi} = P_D \\ P_{i(min)} \leq P_{Gi} \leq P_{i(max)} \\ P_L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n P_{Gi} B_{i,j} P_{Gi} \end{array} \right.$$

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*



Planteamiento del problema

$$Función_{aptitud} = \min \left(\sum_{i=1}^n (a_i P_{Gi}^2 + b_i P_{Gi} + c_i) + \left| \sum_{i=1}^n P_{Gi} - P_D - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n P_{Gi} B_{i,j} P_{Gj} \right| \right)$$

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*



Método

Algoritmo Enjambre de Partículas

S = Población

x_i = Individuo i de la Población

$lBest$ = Mejor posición local

$pBest$ = Mejor posición global

φ_1 = Aprendizaje local

φ_2 = Aprendizaje global

$rand_1$ y $rand_2$ = Aleatorios entre [0,1]

w coeficiente de exploración, explotación

```

S = InicializarPoblacion()
while iteraciones <= MaxIter
    for i=1: size(S)
        fitness( $x_i$ ) = Funciónaptitud( $x_i$ )
        if fitness( $x_i$ ) es mejor que el fitness( $pBest_i$ )
             $pBest_i \leftarrow x_i$ ;    fitness( $pBest_i$ )  $\leftarrow$  fitness( $x_i$ )
        end if
    end for
    for i=1: size(S)
        actualizar la posición cada partícula  $x_i$  de la población S
         $v_{i+1} \leftarrow wv_i + \varphi_1rand_1(pBest_i - x_i) + \varphi_2rand_2(lBest_i - x_i)$ 
         $x_{i+1} = x_i + v_{i+1}$ 
    end for
end while
    
```

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*



Método

Algoritmo de Lobos Grises

S = Población

x_i = Individuo i de la Población

X_α = líder alfa, X_β = líder beta, X_δ = líder delta

X_1, X_2, X_3 Factor de influencia de α, β y δ

A_1, A_2 y A_3 coeficientes de exploración y explotación

C_1, C_2 y C_3 = Aleatorios entre [0,2]

S = InicializarPoblacion()

while iteraciones $\leq$ MaxIter

for $i=1$: size(S)

fitness(x_i) = $Función_{aptitud}(x_i)$

Encontrar el $X_\alpha, X_\beta, X_\delta$

end for

for $i=1$: size(S)

$D_\alpha = |C_1 X_\alpha - x_i|$; $D_\beta = |C_2 X_\beta - x_i|$; $D_\delta = |C_3 X_\delta - x_i|$;

$X_1 = X_\alpha - A_1 D_\alpha$; $X_2 = X_\beta - A_2 D_\beta$; $X_3 = X_\delta - A_3 D_\delta$;

$x_{i+1} = (X_1 + X_2 + X_3)/3$

end for

end while

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*

Pruebas

- 6 Generadores
- Demanda total de carga 7MW
- Coeficientes costo de cada generador
- Potencias límites las que se indican en MW.

Generador	a_i	b_i	c_i	P_{min}	P_{max}
1	0.0070	7.0	240	100	500
2	0.0095	10.0	200	50	200
3	0.0090	8.5	220	80	300
4	0.0090	11.0	200	50	150
5	0.0080	10.5	220	50	200
6	0.0075	12.0	190	50	120

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*



Pruebas

Matriz de
coeficientes de
pérdidas en la red
de transmisión

$$B = 1 \times 10^{-4}$$

0.14	0.17	0.15	0.19	0.26	0.22
0.17	0.60	0.13	0.16	0.15	0.20
0.15	0.13	0.65	0.17	0.24	0.19
0.19	0.16	0.17	0.71	0.30	0.25
0.26	0.15	0.24	0.30	0.69	0.32
0.22	0.20	0.19	0.25	0.32	0.85

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*

Pruebas

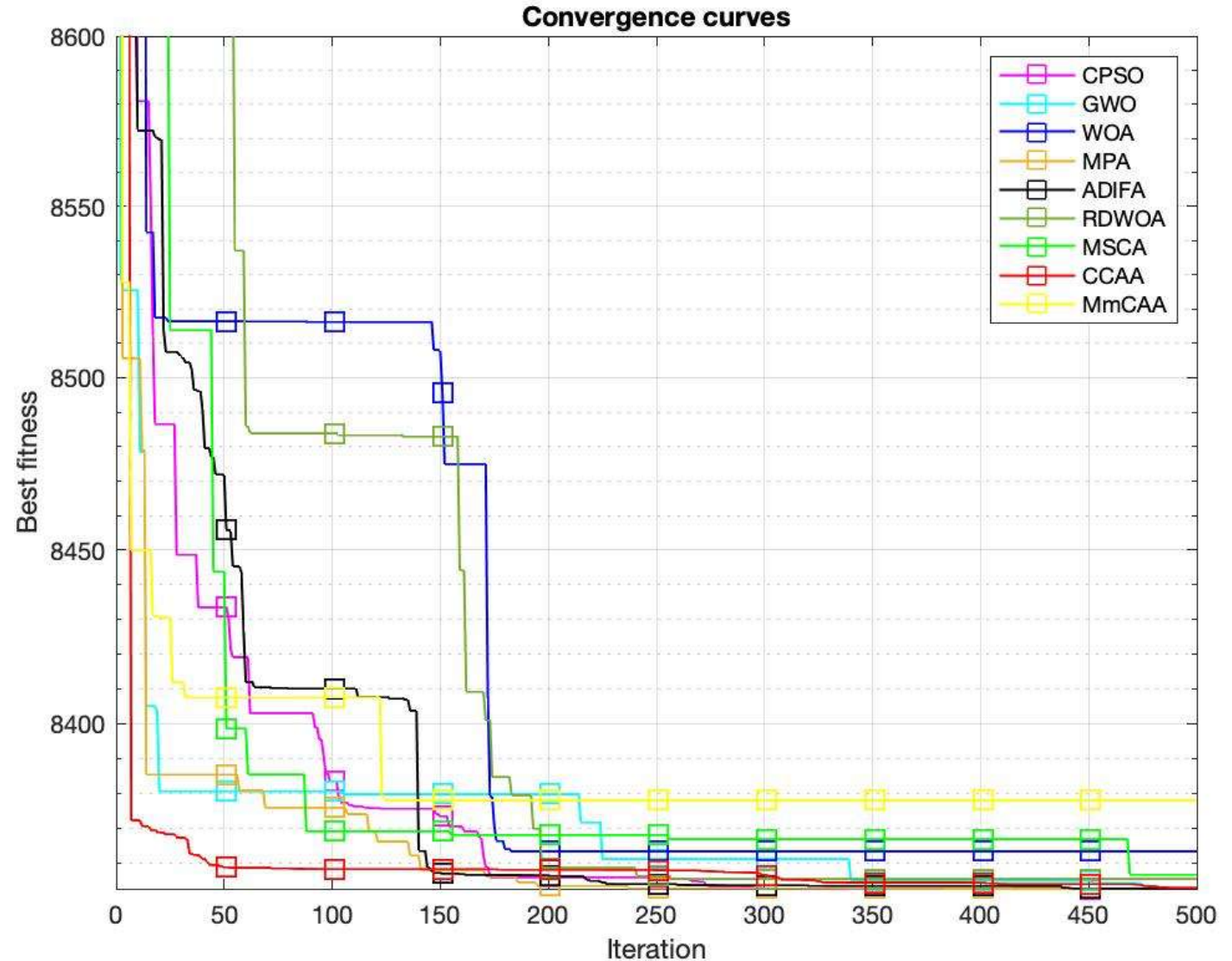
- Se evalúa el desempeño de los algoritmos CPSO, GWO, WOA, MPA, ADIFA, RDWOA, MSCA, CCAA y MmCCAA.
- Se usa una población de 120 individuos.
- 500 iteraciones.
- Se repite 30 veces la ejecución de cada algoritmo y se toma el mejor.

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*



Resultados

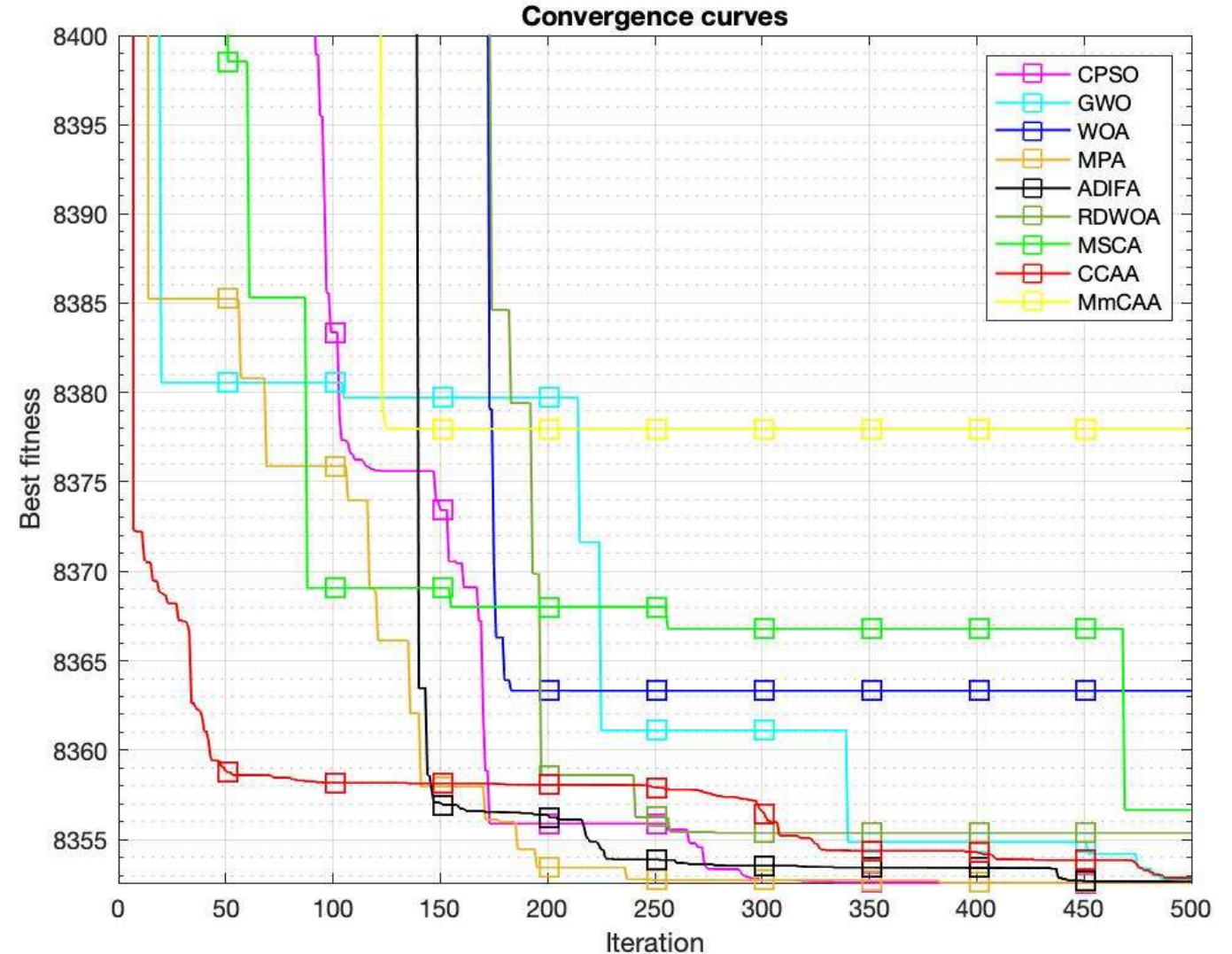
Curvas de
convergencia de la
Función aptitud de 9
algoritmos
metaheurísticos en la
optimización del
problema DEC.



*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura
el diseño y construcción de un f
sostenible*

Resultados

Detalle de las curvas de convergencia de la Función aptitud de 9 algoritmos.



*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*

Resultados

Alg	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	P_G	P_L	fitness
CPSO	323.6	76.6	158.3	50.0	52.06	50.0	710.7	10.7	8352.6111
GWO	323.5	78.3	157.2	50.1	51.2	50.0	710.7	10.7	8352.7849
WOA	336.6	50.0	174.1	50.0	50.0	50.0	710.8	10.8	8363.3357
MPA	323.7	76.6	158.3	50.0	51.9	50.0	710.7	10.7	8352.6115
ADIFA	323.7	75.5	159.6	50.0	51.7	50.0	710.7	10.7	8352.6595
RDWOA	310.9	72.1	168.6	50.0	59.3	50.0	710.9	10.9	8355.4012
MSCA	324.6	71.4	150.9	50.0	63.7	50.0	710.7	10.7	8356.6513
CCAA	327.0	73.3	160.3	50.0	50.0	50.0	710.7	10.7	8352.8777
MmCAA	300.2	63.4	168.0	53.5	69.3	56.7	711.3	11.2	8377.9448

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*



Conclusiones

- Los algoritmos metaheurísticos evaluados resultan adecuados para el problema de DEC.
- Los algoritmos evaluados han sido publicados desde 2011 a 2022.
- Se cumple el teorema de “NO FREE LUNCH”.
- El mejor desempeño lo obtiene el CPSO, le sigue el MPA.

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*



Bibliografía

- <https://www.cenace.gob.mx/Docs/MercadoOperacion/ModGralPlaneacion/Mod%20Gral%20Planeaci%C3%B3n%202016-2021%20Diagramas%20Unifilares%20RNT%20y%20RGD%20del%20MEM.pdf>
- J C Seck-Tuoh-Mora, N. Hernández-Romero, F. Santander-Baños, V. Volpi-Leon, J. Medina-Marín, and P. Lagos-Eulogio, "A majority-minority cellular automata algorithm for global optimization," Expert Systems with Applications, vol. 202, 2022.
- J C Seck-Tuoh-Mora, N. Hernández-Romero, P. Lagos-Eulogio, J. Medina-Marín, and N. S. Zuñiga-Peña, "A continuous-state cellular automata algorithm for global optimization," Expert Systems with Applications, vol. 177, 2021.
- Y. Shi, H. Liu, L. Gao, and G. Zhang, "Cellular particle swarm optimization," Information Science, vol. 181, no. 20, pp. 4460–4493, 2011.
- S Mirjalili, S M. Mirjalili, and A. Lewis, "Grey wolf optimizer," Advances in engineering software, vol. 69, pp. 46–61, 2014.

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*



Datos de contacto

- Norberto Hernández Romero, nhromero@uaeh.du.mx
- Juan Carlos Seck Tuoh Mora jseck@uaeh.edu.mx
- Joselito Medina Marín jmedina@uaeh.edu.mx

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*

