

DISEÑO DE UN MÉTODO DE SOLUCIÓN PARA EL FLEXIBLE JOB SHOP CON TIEMPOS DE ALISTAMIENTO DEPENDIENTES DE LA SECUENCIA



Valentina Arciniegas Cortés
Jhoan Arley Duque Otabo
Sara Lucía Londoño Barreto
Juan Esteban Marín Carvajal

Director:
Daniel Morillo Torres, Ph.D.

Objetivo General

Diseñar un método de solución para el problema de Flexible Job Shop con tiempos de alistamientos dependientes de la secuencia, con el fin de disminuir el Makespan.

01 DEFINIR

Características

- n trabajos
- m máquinas
- i actividades por trabajo
- k modos por actividad
- Tiempos de alistamientos dependientes de la secuencia
- Tiempos de procesamiento por modo
- Recirculación

Business Case

Mejora el desempeño de la compañías en factores como:

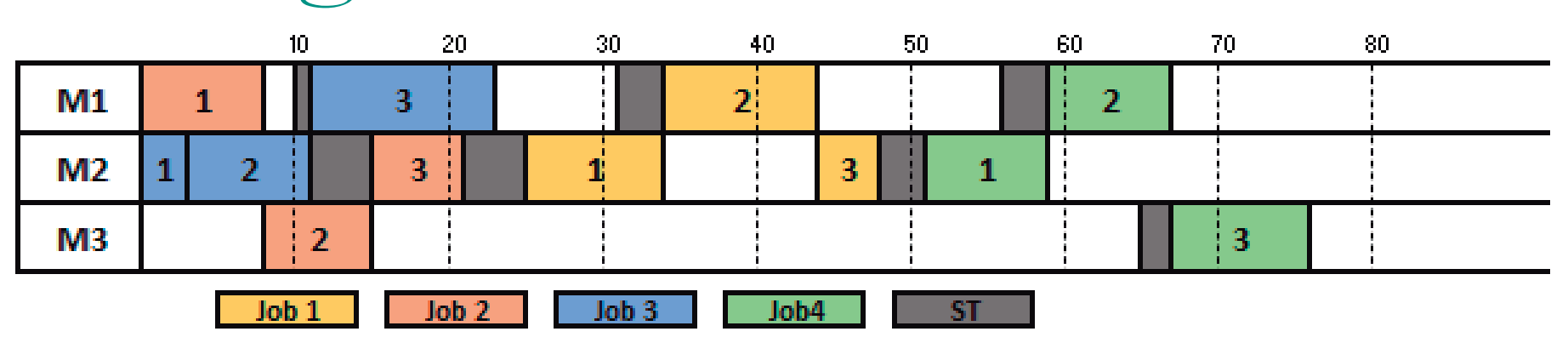
- Disminución de las demoras en las entregas.
- Disminución del tiempo de ocio.

02 MEDIR

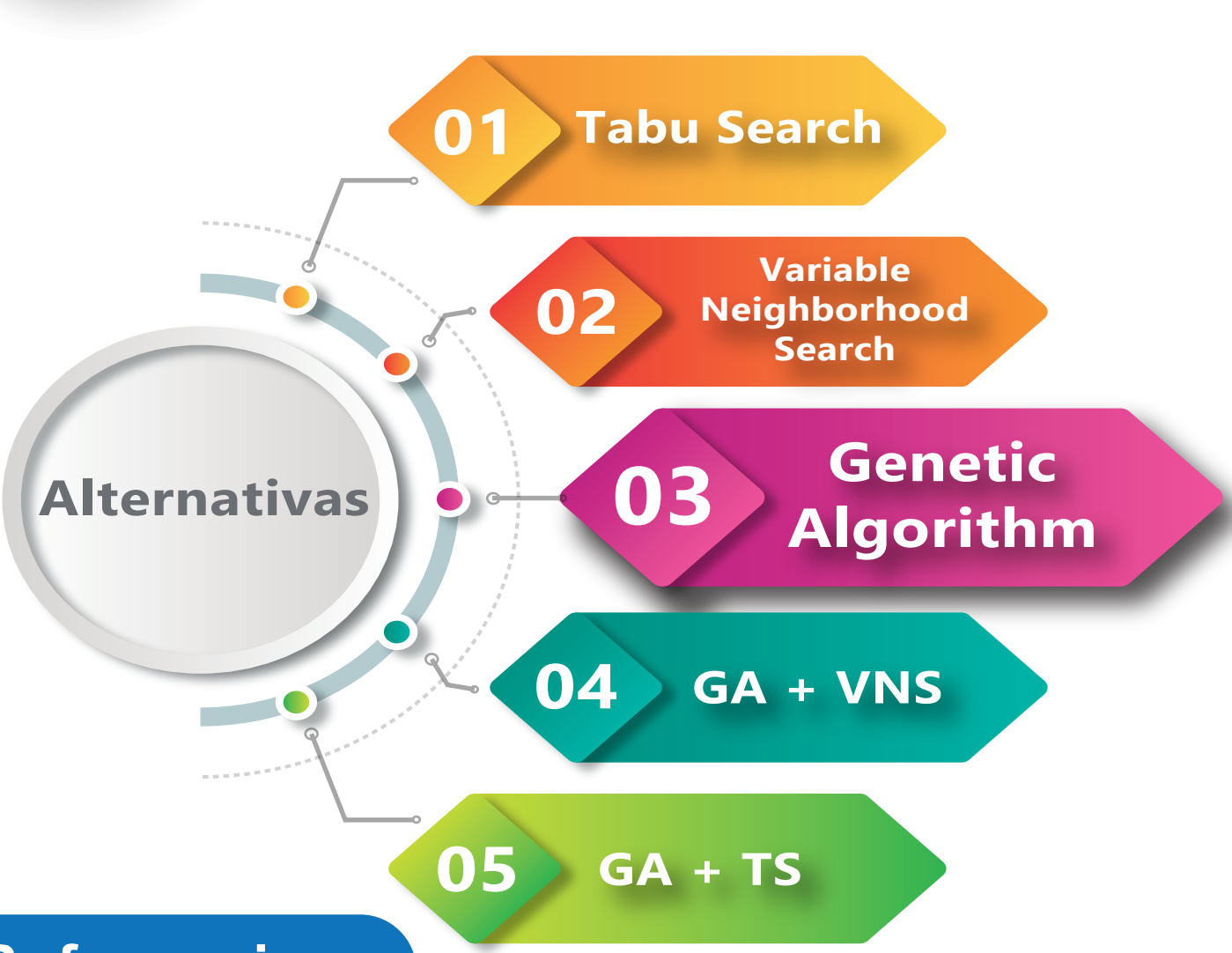
Indicadores Desempeño

| Variable | Actualidad | Meta |
|---------------------------|------------|--------|
| MRE (Mean Relative Error) | 82.0% | → 0% |
| Makespan | 1501.25 | ↓ >10% |

Diagrama de Gantt 5X3



03 ANALIZAR



Referencias

[1] R. R. A. C. y S. F. S. A. Oddi, «Applying Iterative Flattening Search to the Job Shop Scheduling Problem with Alternative Resources and Sequence Dependent Setup Times.», *COPLAS*, pp. 15-22, 2011.
[2] M. L. Pinedo, *The role of scheduling*, New York, NY, USA: Springer, 2016.
[3] M. A. González, V. C. R y V. Ramiro, «An Efficient Memetic Algorithm for the Flexible Job Shop with Setup Times.», de *Twenty-Third International Conference on Automated Planning and Scheduling*, Roma, Italia, 2013.

Objetivo Especificos

- Identificar componentes del diseño y ejecución de la alternativa.
- Diseñar un modelo matemático o algoritmo heurístico o metaheurístico para el FJSP-SDST
- Validar el mediante KPI's y compararlo con otros métodos con las instancias SDST-HUdata.
- Estandarizar la implementación del método propuesto.

Algoritmo Genético

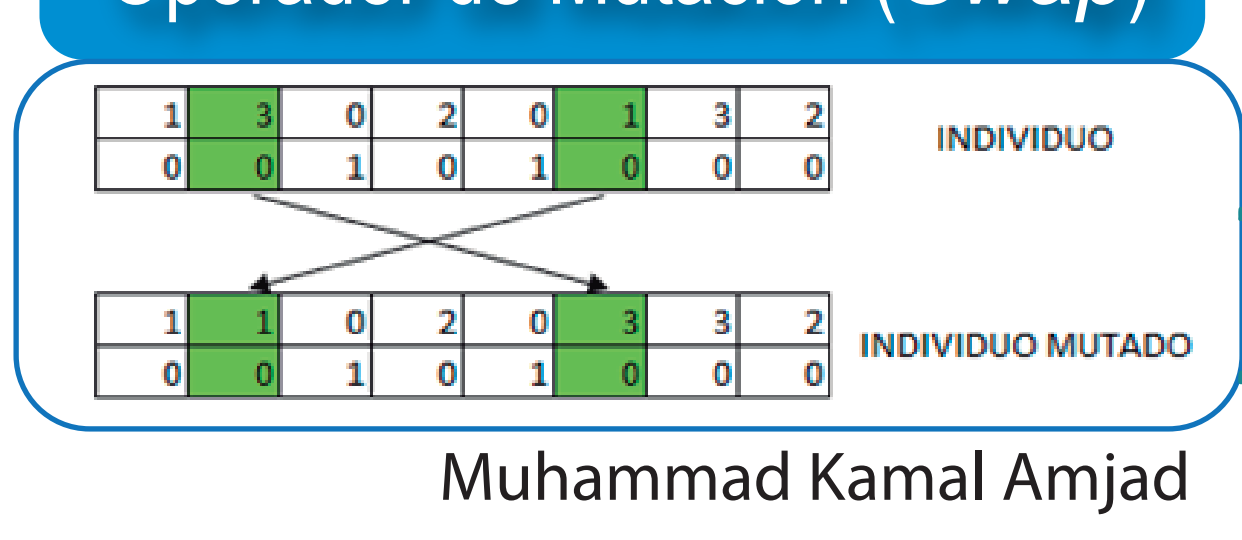
Población Inicial

Generación aleatoria de un vector de secuencia y asignación

Criterios de Parada

Tiempo de ejecución: 2.5 min
Número de generaciones: 1000
Tiempo de ejecución: 24 min

Operador de Mutación (Swap)



Gráfica Makespan vs Generaciones



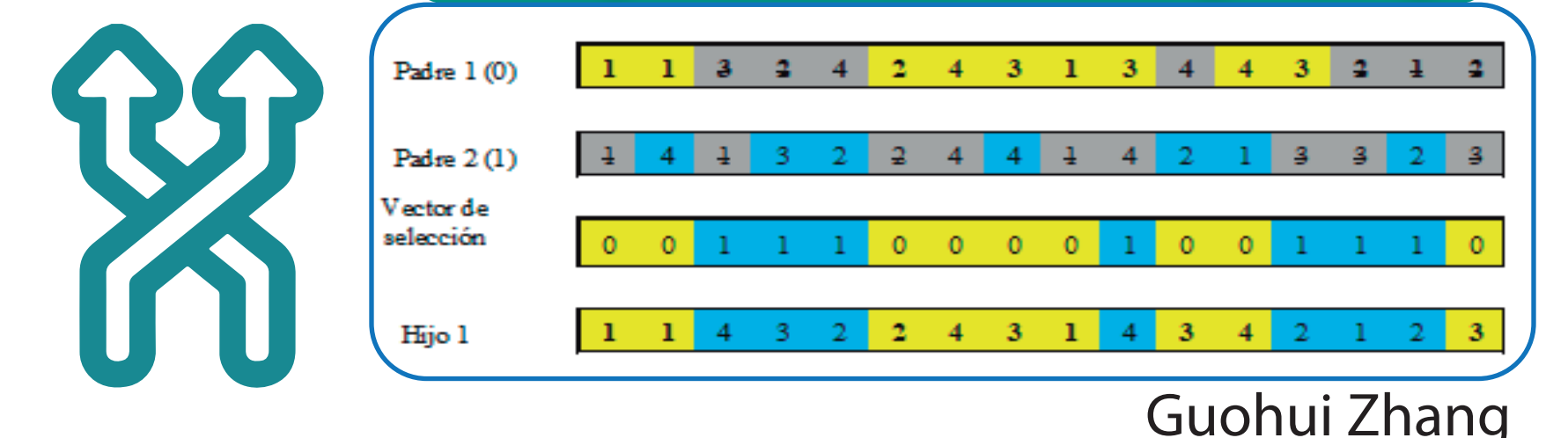
DISEÑAR

04

Codificación

Un cromosoma brinda la información de la secuencia de las operaciones y el otro la información de las máquinas asignadas.

Operador de Cruce (POX)



Operador de Reemplazo

Selección de un 20% de los individuos totales con el mejor makespan.

Modelo Matemático

$$Y_{ijh} = \begin{cases} 1, & \text{si la operación } R_{jh} \text{ se ejecuta en la máquina } i \in O. \\ 0, & \text{en caso contrario.} \end{cases}$$

$$X_{ijkhl} = \begin{cases} 1, & \text{si la operación } R_{jh} \text{ precede a la operación } R_{kl} \text{ en la máquina } i \in O. \\ 0, & \text{en caso contrario.} \end{cases}$$

T_{jh} : tiempo de inicio de la operación R_{jh} .

F_{jh} : tiempo de finalización de la operación R_{jh} .

C : makespan.

$$F_{jm} \leq C, \quad \forall j \in J \quad (1)$$

$$T_{0h} = 0, \quad \forall h \in O \quad (2)$$

$$T_{jh} + Y_{ijh}(P_{ijh}) \leq F_{jh}, \quad \forall i, h \in O, \forall j \in J, \quad \text{Grupo 1} \quad (3)$$

$$F_{jh} \leq T_{j,h+1}, \quad \forall j \in J, \forall h \in O \setminus \{m\} \quad (4)$$

$$F_{jh} \leq T_{jh} + P_{ijh} + (1 - Y_{ijh})M, \quad \forall j \in J, \forall h, i \in O \quad (11)$$

$$\sum_{i \in O} Y_{ijh} = 1, \quad \forall j \in J, \forall h \in O \quad \text{Grupo 2} \quad (5)$$

$$Y_{ijh} \leq a_{ijh}, \quad \forall i, h \in O, \forall j \in J \quad (6)$$

$$\sum_{i \in O} \sum_{h \in O} X_{ijkhl} = Y_{ikl}, \quad \forall i, l \in O, \forall k \in J \setminus \{0\} \quad (7)$$

$$\sum_{i \in O} \sum_{l \in O} X_{ijkhl} \leq Y_{ijh}, \quad \forall i, h \in O, \forall j \in J \quad (8)$$

$$X_{ijhjh} = 0, \quad \forall i, h \in O, \forall j \in J \quad (9)$$

$$F_{jh} + S_{ijk} \leq T_{kl} + (1 - X_{ijkhl})M, \quad \forall j \in J, \forall k \in J \setminus \{0\}, \forall h, l, i \in O \quad (10)$$

05 VERIFICAR

En el proceeding de Angelo Oddi del año 2011 muestran las instancias HUdata con SDST de tamaños 10X5 a 20X5

Impacto financiero: los costos energéticos se han disminuyen en un 31,80 %

Impacto ambiental: una disminución del 28,8% de las emisiones de (CO)₂

Manual de usuario: para dar asistencia de método de solución.

Conclusiones

GA disminuye 52,7% en el MRE y en 28,5% en Makespan

El GA obtiene mejores resultados en un menor tiempo computacional con respecto al modelo matemático.