



# Project Portfolio Selection from a Priority Ranking with Synergic Effects



# Content

1. Introduction
2. Material and Methods
3. Results and Discussion
4. Conclusions

# Introduction

# Material and Methods

# Result and Discussions

# Conclusions

# Objetivos Particulares

- Implementación de algoritmos poblacionales, que incluyan la estrategia de ranking del estado del arte para resolver el problema de cartera de proyectos públicos.
- Diseño del modelo de evaluación de carteras, tomando en cuenta el ranking de prioridades.

# Objetivos Particulares

- Diseño e implementación de una Heurística que resuelva alguno de los sub-problemas como sinergia, calendarización o apoyo parcial.
- Análisis e implementación de indicadores de calidad para evaluar algoritmos multi-objetivo.

# Estado del Arte

Trabajos Relacionados	Algoritmo	Sinergia	Apoyo Parcial	Incorporación de Preferencias
Liesio et al. (2008)	Basado en Programación Dinámica	✓	-	<i>A posteriori</i>
Carazo et al. (2010)	Scatter Search híbrido con Tabú Search	✓	-	<i>A posteriori</i>
Rivera et. al. [2014]	ACO hibridado con ILP	✓	✓	<i>A priori</i> (relaciones de sobreclasificación)

# Problema de Cartera de Proyectos con información del ranking de prioridades

- Consiste en **seleccionar** los proyectos que estén **mejor posicionados** en una lista de prioridad de la organización:

Dado:

$A$  : conjunto de proyectos,  $B$  : presupuesto Total,

$R$  : Ranking de preferencias y  $G$  : Categorías de proyectos.

El objetivo es:

$$C = \text{Maximizar } (A'), \text{ donde } A' \subseteq A$$

Sujeta a las siguientes restricciones:

$$\triangleright \sum \text{Costo}(A'_i) \leq B$$

$$\triangleright \text{Si } R_i = R_j \implies R_i \in G_j \wedge R_j \in G_j$$

\*Donde  $A'$  es un sub-conjunto de proyectos de  $A$ ,  $i$  y  $j$  son proyectos rankeados.

# Modelo Propuesto Modificado

Dado:

1. Un conjunto de **proyectos**  $A$  de tamaño  $N$ .
- 2. Costos** de los proyectos  $c$ .
3. Tres **categorías**,  $G_1$  : Prioritaria,  $G_2$  : satisfactoria y  $G_3$  : aceptable.
4. Dos **umbrales de preferencias**  $P = 0.30$  y  $Q = 0.20$ .
  - $Q$  = preferencia significativa
  - $P$  = preferencia fuerte.
- 5. ranking** ascendente  $R$ .

En base a esto se evalúa lo siguiente:

# Modelo Propuesto Modificado

<i>Regla</i>	<i>Definición</i>	<i>Condiciones*</i>
<b>Discrepancia Inaceptable</b>	Si el costo del proyecto ausente es menor que $Q$ .	i) $a \in C_{ref}$ ; ii) $a \notin C$ ; iii) $c_a < Q$
<b>Discrepancia Débil (<math>n_{wd}</math>)</b>	Si el costo del proyecto ausente es mayor que $P$ .	i) $a \in C_{ref}$ ; ii) $a \notin C$ ; iii) $c_a > P$
<b>Discrepancia Fuerte (<math>n_{sd}</math>)</b>	Si el costo del proyecto ausente es mayor que $P$ , pero no mayor que $Q$ .	i) $a \in C_{ref}$ ; ii) $a \notin C$ ; iii) $Q \geq c_a > P$
$SN_1$	Cantidad de proyectos en sinergia en la categoría Prioritaria ( $G_1$ )	$SN_1 = \sum_{i=1}^n x_i$ if $x_i \in G_1$
$SN_2$	Cantidad de proyectos en sinergia en la categoría Satisfactoria ( $G_2$ )	$SN_2 = \sum_{i=1}^n x_i$ if $x_i \in G_2$
$SN_3$	Cantidad de proyectos en sinergia en la categoría Aceptable ( $G_3$ )	$SN_3 = \sum_{i=1}^n x_i$ if $x_i \in G_3$
<b>Potencia (<math>P</math>)</b>	es un indicador de rango medio de los proyectos de la cartera, que se define como:	$P = \frac{\sum_{i=1}^n x_i (n - r_i + 1)}{card(C)}$

\*Donde  $C_{ref}$  es la cartera de referencia,  $C$  es la cartera de en evaluación,  $a$  es el proyecto ausente,  $b$ ,  $i$  y  $j$  son proyectos pertenecientes a la cartera,  $r_i$  es el ranking del proyecto,  $card(C)$  denota el total de proyectos en la cartera,  $x_i$  es la función indicador de la cartera.

## Modelo Propuesto Modificado

- En base a esto la **cartera** que se elija debe ser la **mejor solución compromiso** del **problema multi-objetivo**:

$$\text{Max } (N_1, N_2, N_3, SN_1, SN_2, SN_3, P) \quad \text{Min } (n_{sd,1}, n_{wd,1}, n_{sd,2}, n_{wd,2}, n_{sd,3}, n_{wd,3})$$
$$C \in R_F - UND$$

\*Donde *UND* es el conjunto de carteras inaceptables y *RF* la región factible

# Algoritmo: ACO-SOP\_Mod

Input:  $P_r$ ,  $B$ ,  $tot\_iter$ ,  $n_a$

$P_r$ : Conjunto de proyectos rankeados

$B$ : Presupuesto total

$tot\_iter$ : maximo número de iteraciones

$n_a$ : maximo número de hormigas

Output:  $F_0^*$

$F_0^*$ : soluciones non-dominadas

1: Initialize: Iter  $\leftarrow$  0

2:  $C_{ref} \leftarrow$  build\_initial\_portfolio( $P_r$ ,  $B$ )

3: initialize\_pheromone\_matrix()

4:  $SC^+ \leftarrow \emptyset$

5: Repeat

6:    $SC \leftarrow \emptyset$

7:   for each ant in the colony do

8:      $C_p \leftarrow \emptyset$

9:     Repeat

10:        $N' \leftarrow$  init\_candidate\_list( $P_r$ ,  $C_p$ )

11:        $j \leftarrow$  rule\_selection( $N'$ )

12:        $C_p \leftarrow C_p \cup j$

13:        $BC_p \leftarrow$  evaluate\_budget( $C_p$ )

14:     until  $P_r - C_p = \emptyset$  or  $BC_p > B$

15:     if  $BC_p > B$  then  $C_p \leftarrow C_p - j$

16:      $SC \leftarrow SC \cup C_p$

17:   end for each ant colony

Variables de entrada y salida

Inicialización de Variables

Inicia el proceso de ACO-SOP

Construcción de la Cartera

# Algoritmo ACO-SOP\_Mod

- 18:  $SC' \leftarrow \text{local\_search}(SC, P_r, B)$   $\longrightarrow$  Búsqueda local
- 19:  $F \leftarrow \text{Proposed Model}(SC', C_{ref}, n_a)$   $\longrightarrow$  Cálculo de la Función objetivo del Modelo Propuesto
- 20:  $F^* \leftarrow \text{tri-objective Model}(F)$   $\longrightarrow$  Cálculo de la Función objetivo del Modelo Tri-objetivo
- 21:  $FN \leftarrow \text{fast-non-dominating-sorting}(F^*)$   $\longrightarrow$  Ordenación de las soluciones Modelo Tri-objetivo
- 22:  $\text{lay\_pheromon}(F_0^*), F_0^* \in F^*$
- 23:  $\text{propagate\_evaporation}(F_0^*)$  } Actualización de la Feromona
- 24:  $SC^+ \leftarrow SC^+ \cup F_0^*$  } Almacenamiento de las mejores soluciones y actualización de las iteraciones
- 25:  $iter = iter + 1$
- 27:  $F_0^* \leftarrow \text{fast-non-dominating-sorting}(SC^+, C_{ref})$  } Actualización de las mejores soluciones y resultados
- 28:  $F \leftarrow \text{fast-non-dominating-sorting}(F_0^*)$
- 29:  $F^* \leftarrow \text{tri-objective Model}(F)$
- 30: return  $F_0 \in F$  and  $F_0^* \in F^*$

# Búsqueda Local

---

## Algorithm 1. Local Search

---

Input:  $SC, Pr, B$

$SC$ : Solution set built by ants

$Pr$ : Set of projects

$B$ : Total budget

Output: The new set of portfolios  $SC'$

1:  $N = |Pr|$

2:  $v = \lceil \ln N \rceil$

3:  $SP \leftarrow \text{select\_projects}(v, Pr)$

4:  $S \leftarrow \text{generate\_power\_set}(v)$

5: for each  $C \in SC$  do

6:   for each  $s \in S$  do

7:      $C_{new} \leftarrow \text{modify\_portfolio}(s, C)$

8:      $BC_{new} \leftarrow \text{evaluate\_budget}(C_{new})$

9:     if  $BC_{new} > B$  then

10:        $C_{new} \leftarrow \text{remove\_projects}(C_{new}, B)$

11:     else

12:        $C_{new} \leftarrow \text{append\_projects}(C_{new}, B)$

13:     end if

14:  $SC = SC \cup C_{new}$

15: end for

16: end for

17: return  $SC'$

Variables de entrada y salida

Inicialización de Variables

Inicia el proceso de la Búsqueda Local

Construcción de las nuevas Cartera y  
reparación de las carteras infactibles

Almacenamiento de las nuevas soluciones

Termina el proceso de la Búsqueda Local

Regresar resultados

---

# Resultados

Tabla 1. Resultados de ACO-SOP\_Mod

<i>Solución</i>	$N_1$	$n_{wd1}$	$n_{sd1}$	$N_2$	$n_{wd2}$	$n_{sd2}$	$N_3$	$n_{wd3}$	$n_{sd3}$	$P$	$SN_1$	$SN_2$	$SN_3$	$NS$	$NW$	$NF$
<i>ACO-SOP<sub>1</sub></i>	26	2	1	5	0	0	0	0	0	82	2	1	0	0	1	1
<i>ACO-SOP<sub>2</sub></i>	27	4	0	6	0	0	0	0	0	81	2	1	0	0	0	0
<i>ACO-SOP<sub>3</sub></i>	26	1	1	2	0	0	0	0	0	85	2	1	0	0	2	2

Nota.- Proyectos en Sinergia: 3, 10, 22, 23, 34, 44, 50, 55, 58, 87

# Referencias

- M Dorigo and L M Gambardella. Ant colony system: A cooperative learning approach to the traveling salesman problem. *IEEE T EvolutComput*, 1(1):53–66, 1997.
- B Roy. Multicriteria Methodology for Decision Aiding. Nonconvex Optimization and Its Applications. Springer, 1996.
- Liesio, J., Mild, P., & Salo, A. (2008). Robust portfolio modeling with incomplete cost information and project interdependencies. *European Journal of Operational Research*, 190(3), 679–695.
- Carazo, A., Gómez, T., Molina, J., Hernández-Díaz, A., Guerrero, F., & Caballero, R. (2010). Solving a comprehensive model for multi-objective project portfolio selection. *Computers & Operations Research*, 37(4), 630–639.
- L. Cruz, E. Fernandez, C. Gomez, G. Rivera and F. Perez, “Many-Objective Portfolio Optimization of Interdependent Projects with ‘a priori’ Incorporation of Decision-Maker Preferences”, *Applied Mathematics & Information Sciences*, Vol. 8, No. 4, pp. 1517-1531, 2014.

**Gracias**