

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ**

**Implementación de algoritmos meta heurísticos para la
definición de frecuencias y horarios para rutas de transporte
público**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Informático, que presenta el bachiller:

José Miguel, Sato Yamada

ASESOR: Mag. Fernando Alva Manchego

Lima, Julio del 2017

Anexo 1

Tabla de resultados utilizando el algoritmo de colonia de abejas (Mikolic y Teodorovic 2014, p 7207).

No. of lines	Solution method	Fleet size	% of demand				Time components (min)					Transfer (penalty)
			d_0	d_1	d_2	d_{un}	Travel time	In-vehicle time	Out-of-vehicle time			
4	Mandl	99	69.94	29.93	0.13	0	219,094	177,400	18,194	23,500		
	Greedy	70	80.48	12.84	0	6.68	180,453	149,904	20,549	10,000		
	BCO (users)	94	95.05	4.95	0	0	186,368	161,371	21,147	3850		
	BCO (operator)	67	90.69	9.31	0	0	197,624	164,317	26,057	7250		
6	Shih et al.	87	82.59	17.41	0	0	225,102	191,826	19,726	13,550		
	Shih et al.	84	82.59	17.41	0	0	203,936	170,328	20,058	13,550		
	Greedy	75	87.73	12.27	0	0	199,908	163,020	27,338	9550		
	BCO (users)	99	94.34	5.65	0	0	185,224	159,059	21,766	4400		
	BCO (operator)	66	89.98	10.02	0	0	201,066	161,765	31,500	7800		
7	Baaj et al.	82	80.99	19.01	0	0	217954	180356	22804	14,800		
	Greedy	78	90.62	9.38	0	0	195,477	158,100	30,076	7,300		
	BCO (users)	99	94.41	5.59	0	0	185,405	157,899	23,157	4,350		
	BCO (operator)	63	87.80	12.20	0	0	204,006	159,024	35,481	9,500		
8	Shih et al.	68	87.73	12.27	0	0	204,028	168,023	26,455	9,550		
	Baaj et al.	77	79.96	20.04	0	0	209,318	166,654	27,064	15,600		
	Greedy	78	91.91	8.09	0	0	197,516	157,950	33,266	6,300		
	BCO (users)	99	96.40	3.60	0	0	185,590	158,064	24,726	2,800		
BCO (operator)	63	88.57	11.43	0	0	203,975	160,144	34,931	8,900			
12	Bagloee	87	83.66	15.21	0.95	0	202,255	167,198	24,591	10,465		
	Greedy	85	95.50	4.50	0	0	200,624	156,769	40,355	3,500		
	BCO (users)	98	95.38	4.62	0	0	187,919	160,452	23,867	3,600		
	BCO (operator)	65	85.74	14.26	0	0	208,355	161,204	36,051	11,100		

Anexo 2
Comparación de algoritmos para la definición de frecuencias

Algoritmo Colmena de Abeja				Algoritmo Genético			
	Número de Iteraciones	Tiempo (seg)	Funcion Objetivo	Número de Iteraciones	Tiempo (seg)	Funcion Objetivo	
1	100	449	3479032	100	331	3455592	
2	100	649	3412114	100	289	3302307	
3	100	734	3375822	100	255	3300105	
4	100	1062	3379692	100	306	3214782	
5	100	1188	3405775	100	274	3304404	
6	100	831	3422281	100	320	3402152	
7	100	1257	3344996	100	326	3416688	
8	100	897	3370973	100	252	3398347	
9	100	623	3423629	100	372	3420560	
10	100	797	3334701	100	267	3410144	
	Promedio	883	3398836		499	3362508	

Comparación de algoritmos para la definición de horarios

Algoritmo Colmena de Abeja		Algoritmo Genético			
Número de Iteración	Tiempo (seg)	Funcion Objetivo	Número de Iteración	Tiempo (seg)	Funcion Objetivo
1	1687	107605	100	1897	108964
2	1774	107291	100	1765	107823
3	1652	108007	100	1664	108431
4	1691	107551	100	1784	109228
5	1708	107538	100	1786	109366
6	1751	107702	100	1860	108021
7	1681	108821	100	1858	108645
8	1664	107415	100	1883	109189
9	1673	108023	100	1742	108511
10	1581	107866	100	1802	109492
Promedio	1686.2	107782	Promedio	1804.1	108767

Anexo 3

Reporte de la solución para la definición de frecuencias

Ruta	Frecuencia	Unidades Necesarias: 300
Ruta1	7 minutos	
Ruta2	5 minutos	
Ruta3M	5 minutos	
Ruta3T	8 minutos	
Ruta5	5 minutos	
RutaA	5 minutos	
RutaB	5 minutos	
RutaC	5 minutos	
RutaSE	12 minutos	

Reporte de la solución para la definición de horarios

Horas iniciales de salida

Ruta	Hora de salida
Ruta1	05:30
Ruta2	05:30
Ruta3M	05:29
Ruta3T	17:21
Ruta5	08:53
RutaA	05:00
RutaB	04:55
RutaC	04:57
RutaSE	06:27

Horarios de llegada de unidades en cada ruta

Hora	Estación	Dirección
05:30	Naranjal	G
05:30	Matellini	C
05:35	Rosario de Villa	C
05:40	Teran	C
05:40	Naranjal	G
05:40	Matellini	C
05:45	Uni	G
05:45	Escuela Militar	C
05:45	Rosario de Villa	C
05:50	Union	C
05:50	Teran	C
05:50	Naranjal	G
05:50	Matellini	C
05:52	Caqueta	G
05:54	Bulevar	C
05:55	Uni	G
05:55	Escuela Militar	C
05:55	Rosario de Villa	C
05:58	2 de Mayo	G
05:59	Balta	C
06:00	Union	C
06:00	Teran	C
06:00	Naranjal	G
06:00	Matellini	C
06:02	Caqueta	G
06:03	Quilca	G
06:04	Bulevar	C
06:05	Uni	G
06:05	Escuela Militar	C
06:05	Rosario de Villa	C
05:29	Naranjal	G
05:29	Benavides	C
05:35	Izaguirre	G
05:35	Angamos	C
05:37	Naranjal	G
05:37	Benavides	C
05:41	Independencia	G
05:41	Aramburu	C
05:43	Izaguirre	G
05:43	Angamos	C
05:45	Naranjal	G
05:45	Benavides	C
05:46	Canaval y Moreyra	C
05:49	Independencia	G
05:49	Aramburu	C
05:51	Uni	G
05:51	Javier Prado	C
05:51	Izaguirre	G
05:51	Angamos	C
05:53	Naranjal	G
05:53	Benavides	C
05:54	Canaval y Moreyra	C
05:56	Canada	C