Aplicación de Algoritmos Genéticos al Problema de Asignación de Aulas para Exámenes en un Centro Universitario

José Cidrás Pidre[1], Eloy Díaz Dorado [2], Antonio García Lorenzo[3]
[1] Dr. Ingeniero Industrial, ETSII Vigo, Dpto. Ingeniería Eléctrica, Lagoas Marcosende nº 9, 36200 Vigo (Pontevedra), jcidras@uvigo.es
[2] Dr. Ingeniero Industrial, ETSII Vigo, Dpto. Ingeniería Eléctrica, Lagoas Marcosende nº 9, 36200 Vigo (Pontevedra), ediaz@uvigo.es
[3] Dr. Ingeniero Industrial, ETSII Vigo, Dpto. Organización de Empresas y Marketing, Lagoas Marcosende nº 9, 36200 Vigo (Pontevedra), glorenzo@uvigo.es

RESUMEN

En este artículo se aborda el problema de la asignación de aulas para exámenes de un centro universitario que sufre distintas restricciones espaciales, temporales y de recursos humanos. En concreto, en este trabajo las restricciones y consideraciones que se tienen en cuenta en la asignación de aulas para exámenes son: a) existencia de aulas con distintas capacidades, b) materias con distinto número de alumnos, c) días con otras actividades en el centro, d) exámenes en sábado sólo en caso excepcional, y e) las materias con mayor número de alumnos deben tener un mayor tiempo para su evaluación. Por la extensión y complejidad del problema, en este artículo se presenta su resolución mediante la aplicación de técnicas de algoritmos genéticos. Finalmente, cabe señalar que este trabajo se encuadra dentro de las actuaciones que la Dirección de la E.T.S. de Ingenieros Industriales de Vigo está llevando a cabo en la gestión y mejora de la actividad docente.

1. Introducción.

La asignación de aulas para realizar los exámenes de M materias de una titulación durante un intervalo de tiempo T en un centro que dispone de un conjunto de A aulas, se puede formular como un problema de programación lineal entera. Este tipo de problemas, como se sabe, puede ser resuelto mediante el método de branch-bound (ramas y límites) en un tiempo razonable si la dimensión del problema no sobrepasa cierto tamaño [1]. Si al problema anterior se le quieren añadir otras restricciones o penalizaciones, su resolución se hace impracticable por la optimización matemática. Como en otros casos de la ingeniería, estos problemas complejos pueden ser abordados por técnicas de optimización heurística: algoritmos genéticos, programación evolutiva, simulación de la cristalización, técnicas tabú, clan de las hormigas,.. [2]. Estos métodos heurísticos si bien presentan el inconveniente, en algunos casos salvable, de no garantizar la localización del óptimo global, si pueden arrogar resultados sub-óptimos suficientemente aceptables. Por ello, es habitual, para garantizar la bondad de los resultados de un método heurístico que previamente a su ejecución se establezcan las cotas inferior y superior donde se deben encontrar las posibles soluciones sub-óptimas.

Para el caso que nos ocupa el problema de asignación de aulas para exámenes se ha optado por la técnica de algoritmos genéticos, conocida desde la década de los 60 [3], y de ampliamente utilizado actualmente para abordar distintos análisis y planificación en la ingeniería [4][5][6].

En la Figura 1 se muestra esquemáticamente los procesos que se tienen en los algoritmos genéticos tradicionales donde se puede observar que a partir de una población inicial de P miembros, se generan otros P nuevos miembros mediante los denominados mecanismos de cruce y de mutación y de la función de supervivencia o de coste. Posteriormente, la nueva población se actualiza y se procede a otra iteración.

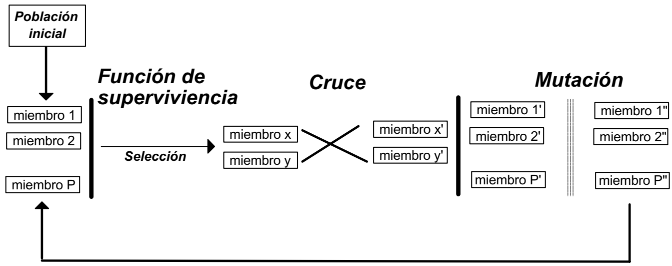

Figura 1: Esquema del algoritmo genético.

2. Planteamiento del problema

La planificación de las aulas para exámenes en un centro se ha establecido a partir de los siguientes supuestos y consideraciones:

M es el conjunto de materias que requieren espacio para realizar exámenes: $\{M_1, M_2,.. , M_M\}$
AL_i es el número de alumnos de la materia i, M_i. De este modo, el conjunto de alumnos por materias se define por: $\{AL_1, AL_2,.. ,AL_M\}$.

D es el conjunto de días en los cuales se puede hacer exámenes; se entienden que los días de la semana disponibles son las jornadas de mañana y tarde de lunes a viernes y las mañanas de los sábados. Por ello, se consideran J jornadas para realizar las pruebas, tal que: $\{J_1, J_2,.. ,J_J\}$.

A es el conjunto de tipos de aulas atendiendo a su capacidad: $\{A_1, A_2,.. ,A_k\}$.

NA es el conjunto de número de aulas de cada uno de los tipos clasificadas por capacidad decreciente: $\{NA_1, NA_2,.. ,NA_k\}$.

CA es el conjunto de capacidades de las aulas de cada uno de los tipos en orden decreciente: $\{CA_1, CA_2,.. ,CA_k\}$.

J´ es el conjunto de jornadas con existencia de otras actividades: $\{J'_1, J'_2,.. ,J'_{J'}\}$, las cuales requieren la utilización de un conjunto de Aulas $\{B'_1, B'_2,.. ,B'_{J'}\}$, donde cada B'_i es un subconjunto de A.

A cada materia M_i se le asigna una o varias aulas para realizar el examen, de este modo una materia le corresponde una terna (M_i, AL_i, U_i), donde M_i es la denominación de la materia, AL_i el número de alumnos y U_i las aulas que necesita.

2.2 Codificación.

Para la representación de los miembros de una población del algoritmo genético se optó por un vector PB de dimensión (M+J’), tal que:

Figura 2: Codificación de la población.

donde J´ representa las jornadas con otras actividades, y se interpretan como M’ materias nuevas (una por jornada) con una asignación fija de jornada y de aulas (recuadros en gris en la Figura 2).

Para la definición de los distintos individuos de la población se optó por una codificación entera; de tal modo, que para la materia M_i existe la posibilidad de seleccionar un número entre 1 y J.

2.3 Población inicial

La población, o lo que es lo mismo el vector denominado PB, se genera a partir de del proceso aleatorio:

$$PB_{M_i} = \xi \quad / \, \xi \text{ es un numero aleatorio entre} [1, J]$$

donde i expresa los diferentes tipos de materias.

2.3 Función de coste

El coste de cada uno de los P miembros de una población, se establece a partir de los siguientes criterios:

1) C_1: Coste de distancia entre materias del mismo curso. Este coste cuantifica la existencia de exámenes de materias del mismo curso en función de los días entre exámenes. Matemáticamente el coste C_1 se define a partir de:

$$C_1 = \frac{1}{d_m^2 \cdot k} \qquad \text{Si } d_m < d_{min}$$

$$C_1 = 0 \qquad \text{En caso contrario}$$

donde d_m es la distancia entre dos exámenes del mismo curso, d_{min} la distancia mínima permitida y k un coeficiente dependiente del curso

2) C_2: Coste de la capacidad de las aulas. Este coste contabiliza si las aulas asignadas a una materia en una jornada determinada son o no suficientes para albergar a todos los alumnos. Matemáticamente el coste C_2 se define a partir de las siguientes expresiones:

Conjunto de materias coincidentes en la misma jornadas S_j: $S_j = \sum_{i=1}^{M+M'} M_i \quad \text{Si } PB_y = j$

A cada conjunto S_j, se le asocia un vector NS^j de dimensión k, donde k es la numeración del tipo de aula en orden decreciente a su capacidad. Así se tiene el vector $NS^j = \{NS_1, NS_2, ..., NS_k\}$ de número de tipo de aulas. Por otra parte, si se admite que un examen con una necesidad de aula del tipo k no disponible, puede ser realizado en otra de tipo k-1, y una del tipo k-1 no disponible en una de tipo k-2 y así sucesivamente; se puede establecer un procedimiento de desplazamiento de aulas no disponibles hacia disponibles definido por: $NS'_k = \boldsymbol{max}\{0, NS_k + \boldsymbol{max}\{0, NS'_{k-1} - NT_{k-1}\}\}$. De este modo, el coste de la disponibilidad de aulas resulta para la jornada j:

$$C_{2,j} = \begin{cases} d = NS_1 + \boldsymbol{max}\{0, NS'_2 - NT_2\} & \text{Si } d > NT_1 \\ 0 & \text{En caso contrario} \end{cases}$$

El coste total del elemento “p” de la población se tiene por: $C_2 = \sum_{j=1}^{J} C_{2,j}$

3) C_3: Coste de examen en un sábado. Matemáticamente el coste C_3 se define por:

$$C_3 = \sum_{y=1}^{M} C_{3,y}\,; \begin{cases} \text{Si } (PB_y) = \text{Sabado} & \Rightarrow C_{3,y} = 1 \\ \text{En caso contrario} & \Rightarrow C_{3,y} = 0 \end{cases}$$

4) C_4: Coste de distancia de jornadas entre dos pruebas para su evaluación. Matemáticamente el coste C_4 se define por:

$$C_{4,j} = \frac{1}{D_{j,m}^2 \cdot k} \qquad \text{Si } D_{j,m} = J - PB_j < D_{j,min}$$

$$C_{4,j} = 0 \qquad \text{En caso contrario}$$

donde $D_{j,min}$ es el número de jornadas que se le asignan a la materia M_j para su evaluación y k una constante que depende el curso. Los valores $D_{j,min}$ se definen por la recta que se muestra en la Figura 3, donde D_{max} =14, D_{min} =0, y AL_{max} y AL_{min} son, respectivamente, el número máximo y mínimo de alumnos a examinar que se tienen en las M materias.

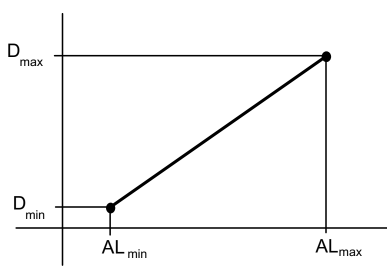

Figura 3: Recta de asignación de jornadas de evaluación de exámenes.

El coste total del elemento “p” de la población se tiene por: $C_4 = \sum_{j=1}^{M} C_{4,j}$

El coste total de cada uno de los miembros “p” de una población se determina por la expresión:

$$C_p = a \cdot C_{1,p} + b \cdot C_{2,p} + c \cdot C_{3,p} + d \cdot C_{4,p}$$

donde a,b,c y d son constantes de ajuste del proceso de convergencia.

2.4 Función de probabilidad de las poblaciones.

La medida de bondad de un miembro "p" de la población o probabilidad de supervivencia se establece a partir de la función:

$$f_p = C_p \cdot \sum_{i=1}^{P} \left(\frac{1}{C_i} \right)$$

2.4 Cruce.

El proceso de cruce de los elementos de una población se ha establecido a través de los siguientes pasos:

1. Selección de dos miembros p_x y p_y de la población: La elección se realiza aleatoriamente sobre el espacio muestral definido por la función de densidad $F = \{f_1, f_2, ..., f_P\}$, donde f_p es la probabilidad asociada al miembro p.
2. Por cada par de miembros seleccionadas (p_x, p_y) se generan otro (p'_x,p'_y) según una probabilidad de cruce de b para cada uno de los genes (elementos del vector PB). Es decir, para cada uno de los elementos (i) del vector PB, se genera un número aleatorio ξ entre 0 y 1, y se procede según:

$$\begin{cases} PB'^{x}_{i} = PB^{x}_{i}, PB'^{y}_{i} = PB^{y}_{i} & \text{Si } \xi < b \\ PB'^{x}_{i} = PB^{y}_{i}, PB'^{y}_{i} = PB^{x}_{i} & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

2.4 Mutación.

La mutación se aplicará al conjunto de miembros de la población resultante del proceso de cruce, y se realizará en cada uno de los genes de los miembros de la población a partir de un proceso aleatorio con una determinada probabilidad "a". Es decir, para cada uno de los elementos (i) del vector asociado al miembro p, se genera un número aleatorio ξ entre 0 y 1, y se procede según:

$$PB''^{p}_{i} = \begin{cases} \eta & \text{Si } \xi < a \\ PB'^{p}_{i} & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

donde η es un número aleatorio que se obtienen por el mismo procedimiento que se utiliza para generar la población inicial.

2.4 Selección de población superviviente.

Los procesos de los algoritmos genéticos clásicos en el proceso iterativo, consideran únicamente la población obtenida a partir de los mecanismos de cruce y mutación, PB". Sin embargo, en este trabajo hemos observado que se obtiene mejor convergencia teniendo en cuenta las poblaciones anterior y posterior a la aplicación de los mecanismos genéticos. Por ello, en este trabajo la nueva población del proceso se obtienen a partir de los mejores miembros, según su función de coste, de las dos poblaciones mencionadas: PB y PB". En la Figura 4 se muestran los procesos del algoritmo genético que se considera en este artículo.

3. Resultados

El algoritmo genético desarrollado ha sido ejecutado sobre los datos de la E.T.S. de Ingenieros Industriales de Vigo. De este modo, se ha considerado un supuesto de 106 materias, que se muestra en el Apéndice, con distintos número de alumnos, que se tienen que distribuir sobre un calendario de 8 de junio del 2002 al 6 de julio. Las aulas que se dispusieron fueron: 1 aula con capacidad de 125 alumnos (aula tipo A), 9 de 60 alumnos (tipo B), 3 de 45 (tipo C), 2 de 40 (tipo D), 2 de 10 (tipo E) y 2 de 5 alumnos (tipo F). Además los días 12, 13 y 14 de junio las 9 aulas de 60 alumnos fueron asignadas para selectividad.

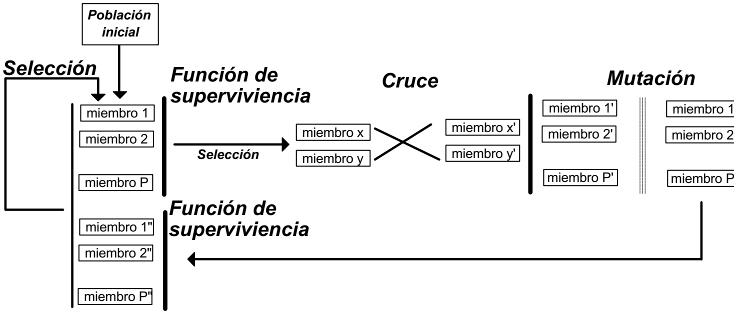

Figura 4: Esquema del algoritmo genético propuesto

Los valores de las constantes (a,b,c,d) de la función coste total de cada uno de los miembros "p" de una población expresada por $C_p = a \cdot C_{1,p} + b \cdot C_{2,p} + c \cdot C_{3,p} + d \cdot C_{4,p}$, se han sintonizado para que en la búsqueda de la solución se primara la disponibilidad de aulas para realizar las pruebas y la distancia entre exámenes del mismo curso, frente a la posibilidad de realizar las pruebas en sábado y el tiempo para su corrección. Los valores que se han observado más adecuado fueron: a=1; b=1/20; c=1/8; y d=1/10. Por otra parte, los miembros de la población que se ha resultado más eficaz fue de 10 miembros y la probabilidad de cruce del 75% y de mutación de 2%.

La evolución de la función de coste del mejor miembro de la población que se han obtenido en la ejecución del algoritmo genético se muestra en la Figura 5. En la figura se puede observar un descenso muy rápido de la función hasta la iteración 300. La situación con los costes parciales C_1, C_2 y C_3 nulos se tiene en la iteración 1520. Esta situación se considera una cota superior de la solución, porque cualquier otro valor con los dos primeros costes parciales no nulos se considera una solución no factible. La cota inferior de la solución, u óptimo global, se tiene cuando el coste total es nulo; situación que puede no ser alcanzable. La convergencia del proceso se considera alcanzada cuando el coste total es nulo o el coste total, después de anular los dos primeros costes parciales, no se reduce al cabo de 500 iteraciones. En este caso, se anularon los costes C_1, C_2 y C_3; mientras que el coste de C_4 no alcanzó un valor nulo quedando en la iteración 2020 con 0,13, lo que equivale a una materia con un tiempo de corrección del examen de 10 días en vez de 13.

En la Tabla 1 se expresa el resultado del algoritmo, correspondiente al mejor elemento de la población después de 2020 iteraciones. Las cuatro primeras columnas de la tabla representan la información relativa a las fechas de los exámenes (el valor positivo del Día-mes significa jornada de mañana y negativa de tarde; el Día-semana se identifica por Lunes=1, Martes=3,... Sábado=6). La quinta columna es el número de materias que se disponen en esa jornada. Las columnas 6, 7, 8, 9, 10, y 11 especifican las aulas que se requieren para realizar todos los exámenes de esa jornadas. Las columnas 12 y sucesivas son las materias (según la numeración de la primera columna de la tabla del Apéndice) que se ubican esa jornada. Las materias correspondientes a las pruebas de selectividad aparecen con la numeración 107, 108, 109, 110, 111 y 112.

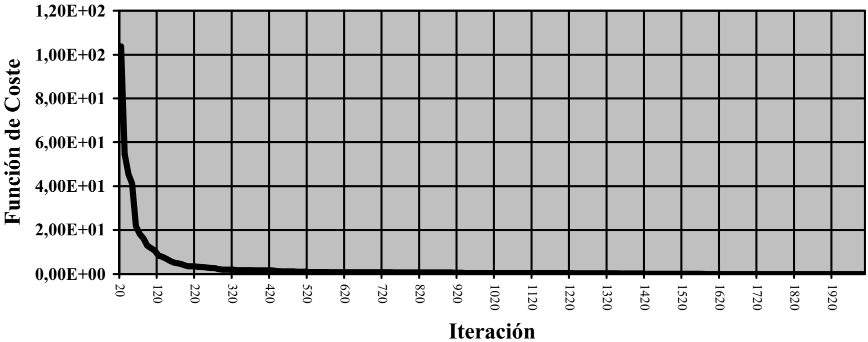

Figura 5: Evolución de la función de coste

jornada	Dia-mes	mes	Día-semana	Nº. Materias	Aula A	Aulas B	Aulas C	Aulas D	Aulas E	Aulas F	Materia 1	Materia 2	Materia 3	Materia 4	Materia 5	Materia 6	Materia 7	Materia 8
1	8	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	10	6	1	5	0	4	1	1	0	0	28	35	64	90	103	0	0	0
3	-10	6	1	1	1	9	3	2	2	2	16	0	0	0	0	0	0	0
4	11	6	2	5	0	4	1	2	0	1	7	22	77	80	95	0	0	0
5	-11	6	2	1	0	2	3	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
6	12	6	3	2	0	9	0	0	1	0	56	107	0	0	0	0	0	0
7	-12	6	3	2	0	9	1	0	0	0	45	108	0	0	0	0	0	0
8	13	6	4	4	0	9	3	2	0	0	37	50	87	109	0	0	0	0
9	-13	6	4	1	0	9	0	0	0	0	110	0	0	0	0	0	0	0
10	14	6	5	4	1	9	0	2	0	1	10	79	97	111	0	0	0	0
11	-14	6	5	4	0	9	2	2	0	0	24	62	78	112	0	0	0	0
12	15	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	17	6	1	6	0	2	1	2	0	1	29	43	69	76	85	89	0	0
14	-17	6	1	4	1	3	3	2	0	0	9	14	48	61	0	0	0	0
15	18	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	-18	6	2	3	0	4	3	1	0	0	1	19	38	0	0	0	0	0
17	19	6	3	1	0	0	1	0	0	0	101	0	0	0	0	0	0	0
18	-19	6	3	1	0	0	0	1	0	0	55	0	0	0	0	0	0	0
19	20	6	4	2	1	0	0	1	0	1	8	31	0	0	0	0	0	0
20	-20	6	4	6	0	2	3	2	0	0	41	51	59	67	75	94	0	0
21	21	6	5	3	0	3	3	0	0	1	4	40	83	0	0	0	0	0
22	-21	6	5	1	1	9	3	2	2	2	15	0	0	0	0	0	0	0
23	22	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	24	6	1	5	0	2	0	2	1	0	25	30	34	84	100	0	0	0
25	-24	6	1	8	0	8	3	1	1	0	5	12	47	58	60	68	91	102
26	25	6	2	2	0	2	0	1	0	0	73	106	0	0	0	0	0	0
27	-25	6	2	1	1	9	3	2	2	2	13	0	0	0	0	0	0	0
28	26	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	-26	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	27	6	4	7	0	1	3	2	2	0	23	26	44	52	54	92	99	0
31	-27	6	4	4	0	6	3	2	0	0	2	11	65	66	0	0	0	0
32	28	6	5	3	0	0	1	2	1	0	33	74	86	0	0	0	0	0
33	-28	6	5	1	1	9	3	2	2	2	17	0	0	0	0	0	0	0
34	29	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	1	7	1	3	0	2	3	2	0	0	3	71	72	0	0	0	0	0
36	-1	7	1	5	0	2	3	2	0	1	18	36	81	93	98	0	0	0
37	2	7	2	2	0	2	0	1	0	0	32	105	0	0	0	0	0	0
38	-2	7	2	4	0	1	1	2	0	0	20	46	49	63	0	0	0	0
39	3	7	3	1	0	0	0	0	1	0	57	0	0	0	0	0	0	0
40	-3	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	4	7	4	2	0	1	0	2	0	0	88	104	0	0	0	0	0	0
42	-4	7	4	2	0	1	0	1	0	0	39	70	0	0	0	0	0	0
43	5	7	5	5	0	0	2	2	1	0	21	42	53	82	96	0	0	0
44	-5	7	5	1	0	0	0	0	1	0	27	0	0	0	0	0	0	0
45	6	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 1: Resultado del algoritmo

4. Conclusiones

Se ha desarrollado un algoritmo genético para solucionar el problema de asignación de aulas para exámenes en un centro universitario donde existentes restricciones de espacio y de días. Los resultados han demostrado que estos problemas pueden ser resultado eficazmente mediante métodos heurísticos.

Referencias

[1] Castillo, E., Conejo, A.J. (2002): *Building and Solving Mathematical Programming Models in Engineering and Science*, Wiley.

[2] Díaz, A., Glover, F. (1996): *Optimización Heurística y Redes Neuronales en Dirección de Operaciones e Ingeniería*, Paraninfo.

[3] Michalewicz, Z. (1992): *Genetic Algorithms+Data Structures = Evolution Programs*, Springer-Verlag.

[4] Varios (1996): *Genetic Algorithms in Engineering and Computer Science,* editado por G.Winter et al, Wiley.

[5] Díaz Dorado, E. (1998): *Herramientas para la Planificación de Redes de Baja Tensión y Media Tensión*, Tesis Doctoral. Universidad de Vigo.

[6] Míguez García, E. (1998): *Herramientas para la Planificación de Redes de Distribución en Áreas de Población Dispersa*, Tesis doctoral. Universidad de Vigo.

Apéndice

Datos de las materias

Nº	Código	Curso	Especialidad	Área	Alumnos totales	Alumnos nuevos	Número control	Escenarios aulas
1	1010	1	0	595	500	500		31
2	1020	1	0	595	500	500		31
3	1030	1	0	305	500	500		31
4	1040	1	0	385	500	500		31
5	1050	1	0	555	500	500		31
6	1060	1	0	520	500	500		31
7	2010	2	0	545	476	186		29
8	2020	2	0	595	327	203		16
9	2030	2	0	595	405	205		24
10	2040	2	0	555	315	186		16
11	2050	2	0	750	351	178		21
12	2060	2	0	305	217	199		10
13	3010	3	0	385	536	181	1	65
14	3020	3	0	590	299	178		15
15	3030	3	0	605	429	198	1	65
16	3040	3	0	265	430	138	1	65
17	3050	3	0	590	445	172	1	65
18	3060	3	0	65	272	189		15
19	4110	4	1	535	53	34		3
20	4120	4	1	595	44	39		3
21	4130	4	1	600	48	26		3
22	4140	4	1	785	47	33		3
23	4150	4	1	520	53	32		3
24	4160	4	1	600	44	25		3
25	4170	4	1	545	52	33		3
26	4210	4	2	535	16	11		2
27	4220	4	2	595	17	15		2
28	4230	4	2	600	36	9		3
29	4240	4	2	785	31	9		3
30	4250	4	2	520	22	13		3
31	4260	4	2	600	7	6		1
32	4270	4	2	545	27	17		3
33	4310	4	3	545	145	82		6
34	4320	4	3	650	112	64		5
35	4330	4	3	650	91	66		5
36	4340	4	3	600	163	61		7
37	4350	4	3	535	162	81		7
38	4360	4	3	515	189	74		9
39	4370	4	3	65	114	63		5
40	4380	4	3	555	119	60		5
41	4410	4	4	595	55	46		3
42	4420	4	4	605	86	53		4
43	4430	4	4	545	98	58		5
44	4440	4	4	545	90	56		4
45	4450	4	4	535	89	39		4
46	4460	4	4	515	81	45		4
47	4470	4	4	65	80	49		3
48	5110	5	1		650	28	21	3
49	5120	5	1	785	38	24		3
50	5130	5	1	535	51	23		3
51	5140	5	1	520	32	24		3
52	5150	5	1	520	56	25		3
53	5160	5	1	535	39	25		3
54	5210	5	2	535	16	15		2
55	5220	5	2	785	29	12		3
56	5230	5	2	520	17	16		2
57	5240	5	2	535	16	14		2
58	5250	5	2	535	16	15		2
59	5310	5	3	650	105	73		5
60	5320	5	3	650	99	63		5
61	5330	5	3	650	199	66		9
62	5340	5	3	650	128	79		6
63	5350	5	3	650	98	64		5
64	5360	5	3	785	192	79		9
65	5370	5	3	520	141	89		6
66	5410	5	4	650	61	51		3
67	5420	5	4	545	63	55		3
68	5430	5	4	600	97	45		5
69	5440	5	4	785	77	49		3
70	5450	5	4	515	60	57		3
71	5460	5	4	520	53	48		3
72	6110	6	1	650	35	31		3
73	6120	6	1	650	31	27		3
74	6130	6	1	720	31	31		3
75	6140	6	1	785	38	31		3
76	6150	6	1	785	43	31		3
77	6160	6	1	520	28	28		3
78	6170	6	1	520	35	31		3
79	6210	6	2	650	9	9		1
80	6220	6	2	650	10	9		1
81	6230	6	2	720	8	8		1
82	6240	6	2	535	18	7		2
83	6250	6	2	535	7	6		1
84	6260	6	2	535	15	7		2
85	6270	6	2	650	7	7		1
86	6280	6	2	535	18	6		2
87	6310	6	3	510	138	105		6
88	6320	6	3	650	136	106		6
89	6330	6	3	165	96	95		5
90	6340	6	3	650	109	101		5
91	6350	6	3	650	110	109		5
92	6360	6	3	650	191	99		9
93	6370	6	3	720	107	107		5
94	6380	6	3	590	175	109		8
95	6410	6	4	650	61	56		3
96	6420	6	4	650	57	51		3
97	6430	6	4	720	48	48		3
98	6440	6	4	600	53	44		3
99	6450	6	4	590	79	45		3
100	6460	6	4	590	102	53		5
101	6470	6	4	545	83	48		4
102	190	9	1	595	100	100		5
103	220	9	2	710	100	100		5
104	340	9	3	295	100	100		5
105	1900	9	4	345	240	218		10
106	4900	9	5	345	221	158		10

El número de control se utiliza para fijar las materias cuyo examen se debe realizar en una jornada exclusiva.

El curso denominado “9” corresponde a materias de libre elección.

La columna “Aulas” específica la fila (numeración) que corresponde a las aulas que se muestra en la tabla “Escenarios base de aulas para exámenes”, y asigna a cada materia un primer escenario (escenario base) en función de las aulas requeridas para realizar el examen y sobre un supuesto de 50% de alumnos totales matriculados.

<u>Escenarios Base de Aulas para Exámenes</u>

Numeración	Capacidad	Aulas A	Aulas B	Aulas C	Aulas D	Aulas E	Aulas F
1	5	0	0	0	0	0	1
2	10	0	0	0	0	1	0
3	40	0	0	0	1	0	0
4	45	0	0	1	0	0	0
5	60	0	1	0	0	0	0
6	80	0	0	0	2	0	0
7	85	0	0	1	1	0	0
8	90	0	0	2	0	0	0
9	105	0	1	1	0	0	0
10	120	0	2	0	0	0	0
11	125	0	0	1	2	0	0
12	125	1	0	0	0	0	0
13	130	0	0	2	1	0	0
14	135	0	0	3	0	0	0
15	150	0	1	2	0	0	0
16	165	1	0	0	1	0	0
17	165	0	2	1	0	0	0
18	170	0	0	2	2	0	0
19	170	1	0	1	0	0	0
20	175	0	0	3	1	0	0
21	180	0	3	0	0	0	0
22	185	1	1	0	0	0	0
23	195	0	1	3	0	0	0
24	205	1	0	0	2	0	0
25	210	0	2	2	0	0	0
26	215	0	0	3	2	0	0
27	215	1	0	2	0	0	0
28	225	0	3	1	0	0	0
29	240	0	4	0	0	0	0
30	245	1	2	0	0	0	0
31	255	0	2	3	0	0	0
32	260	1	0	3	0	0	0
33	270	0	3	2	0	0	0
34	285	0	4	1	0	0	0
35	300	0	5	0	0	0	0
36	305	1	3	0	0	0	0
37	315	0	3	3	0	0	0
38	330	0	4	2	0	0	0
39	345	0	5	1	0	0	0
40	360	0	6	0	0	0	0
41	365	1	4	0	0	0	0
42	375	0	4	3	0	0	0
43	390	0	5	2	0	0	0
44	405	0	6	1	0	0	0
45	420	0	7	0	0	0	0
46	425	1	5	0	0	0	0
47	435	0	5	3	0	0	0
48	450	0	6	2	0	0	0
49	465	0	7	1	0	0	0
50	480	0	8	0	0	0	0
51	485	1	6	0	0	0	0
52	495	0	6	3	0	0	0
53	510	0	7	2	0	0	0
54	525	0	8	1	0	0	0
55	540	0	9	0	0	0	0
56	545	1	7	0	0	0	0
57	555	0	7	3	0	0	0
58	570	0	8	2	0	0	0
59	585	0	9	1	0	0	0
60	605	1	8	0	0	0	0
61	615	0	8	3	0	0	0
62	630	0	9	2	0	0	0
63	665	1	9	0	0	0	0
64	675	0	9	3	0	0	0
65	910	1	9	3	2	2	2