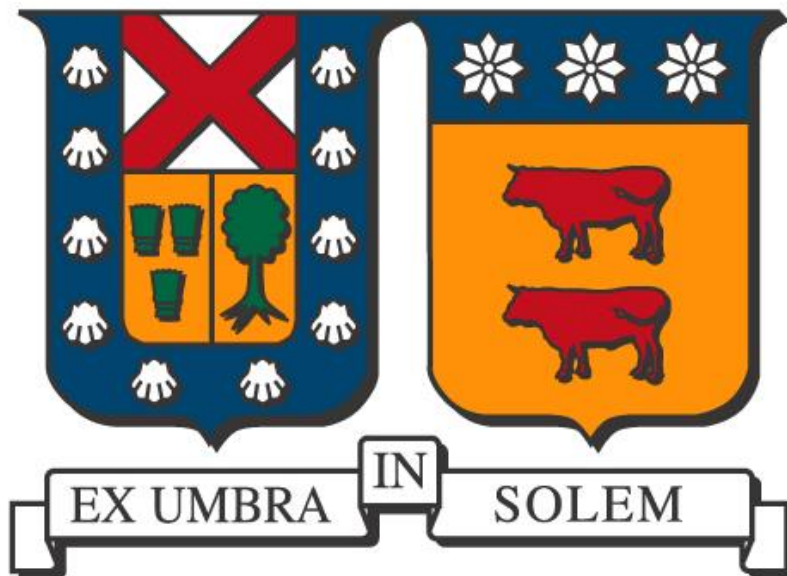


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS
CASA CENTRAL- VALPARAÍSO



“PROPUESTA DE UN MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL ENTERA PARA
EL DESARROLLO DE UN PROBLEMA DE TIMETABLING EN LA ASIGNACIÓN
DE HORARIOS DE CLASE DE UN COLEGIO”

AUTOR: CRISTIAN ALFARO VERA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

PROFESOR GUÍA: SR. FREDY KRISTJANPOLLER R.

AGOSTO 2018

1. Resumen

“Un hombre que se atreve a perder una hora de su tiempo no ha descubierto el valor de la vida” (*Charles Darwin*)

El presente trabajo tiene como principal objetivo la creación de un horario de clases para el colegio politécnico Nuestra Señora de la Presentación de la ciudad de Melipilla, realizando una asignación computacional de profesores y asignaturas para los distintos cursos, dentro de las horas disponibles en el establecimiento.

Esta asignación tiene como principal objetivo y mejora a la situación actual la maximización de los bloques de cada asignatura (entendiendo como bloque, una asignatura que se realiza por más de un periodo de clases u hora pedagógica, de forma continua), respetando los tiempos y disponibilidades de cada docente para con el colegio, permitiendo el perfecto desarrollo de cada individuo y en armonía con el resto de sus quehaceres, que pueden ir desde tener otros trabajos complementarios, hasta el hecho de tener más tiempo en sus hogares.

El modelo propuesto viene a solucionar o mejorar la calidad de vida de la comunidad educativa del establecimiento por diversos factores. En primer lugar, se debe tener en cuenta que al día de hoy esta labor se realiza de forma manual, y el encargado es un miembro del área administrativa del colegio, en un proceso que puede tardar varias semanas en concretarse.

Debido a lo anterior este trabajo constituye una mejora en los procesos internos del colegio, aliviando y facilitando el trabajo del equipo directivo y sobre todo al encargado de la confección del mismo, permitiendo que se pueda enfocar en otras actividades tanto o más importantes para el funcionamiento del colegio.

Una gran diferencia que proporciona el modelo planteado es la flexibilidad y pronta capacidad de respuesta a los eventos imprevistos que se pudieren suscitar, los cuales pueden ser cambios en las disponibilidades de algunos docentes, contrataciones y despidos de los mismos, lo que al día de hoy genera un problema con una baja capacidad de reacción a los cambios.

Como se verá en los correspondientes capítulos, el modelo no sólo se presenta como una mejora que descongestiona los tiempos de los encargados del horario, sino que además

presenta una mejora en la calidad del mismo (bajo el punto de vista de este trabajo, que es la maximización de los bloques en cada asignatura).

Por otro lado, se presentan beneficios para el resto de la comunidad educativa (entiéndase comunidad educativa a todo estamento que se vincule con el colegio, administrativos, docentes, padres y apoderados, alumnos y paradocentes), otorgando claridad en el trabajo diario. La demora del horario de clases, al realizarse de forma manual, genera incertezas en alumnos y profesores, los cuales en ocasiones deben incluso cubrir cursos y asignaturas que no realizarán el resto del año, generando una respuesta negativa en el alumnado. Dicha situación puede mantenerse por varias semanas.

Para dar respuesta a la problemática y generación del modelo se realiza un estudio de timetabling con distintos métodos de resolución, escogiendo finalmente un modelo de programación lineal entera, el cual será escrito y desarrollado en AMPL.

Finalmente, se realiza un análisis comparativo entre la propuesta generada por el modelo y la situación actual, con resultados positivos en los tiempos de ejecución, que en la actualidad puede tardar semanas y el modelo lo realiza en un par de horas y mejoras en la calidad de la asignación, puesto que en la situación actual los periodos de clase se llenan de forma aleatoria, sin seguir un criterio más allá del no incurrir en topes de horarios o incongruencias con la disponibilidad de los profesores, concluyendo que el presente trabajo se constituye como un aporte y real alternativa a la confección de los horarios del colegio.

Índice

1. Resumen.....	1
2. Introducción	5
3. Definición de la problemática	7
4. Objetivos	9
4.1. Objetivo general	9
4.2. Objetivos específicos.....	9
5. Alcance	10
6. Metodología	11
7. Antecedentes	13
7.1 Contexto	13
8. Marco teórico.....	17
8.1. Generalidades	17
8.2. Timetabling.....	17
8.3. Métodos de solución.....	19
8.3.1. Métodos exactos.....	19
8.3.2. Métodos heurísticos.....	20
9. Desarrollo	22
9.1. Condiciones del problema.....	23
9.2. Modelo, notación y definiciones.....	25
9.2.1. Conjuntos:	25
9.2.2. Parámetros	25
9.2.3. Variables.....	25
9.2.4. Función objetivo.....	26
9.2.5. Restricciones	26
9.3. Preparación de los datos.....	27
9.4. Lenguaje de programación.....	29
10. Análisis de resultados.....	32
10.1. Reducción del problema (un curso)	32
10.2. Horario completo	35
10.3. Alternativa al modelo.....	38
10.3.1. Variable alternativa	38
10.3.2. Función objetivo alternativa	38
10.3.3. Restricciones alternativas	39
11. Análisis del modelo propuesto.....	44

11.1 Ventajas de aplicar el modelo	44
11.2 Aplicación del modelo	47
12. Conclusiones.....	48
12.1. Consideraciones del factor humano	48
12.2. Mejoras en la calidad	49
13. Bibliografía	50
14. Anexos	51
14.1. Horario de clases original confeccionado de forma manual.....	51
14.2. Horario elaborado con el modelo propuesto.....	52
14.3. Horario elaborado con el modelo alternativo.....	59

2. Introducción

La educación es un tema que atañe a toda la sociedad sin importar la condición social, es tema de conversación casi obligatorio y como no serlo, si se habla de la formación que recibirán los niños y jóvenes del país, a los cuales se suele llamar el futuro de Chile.

Si la educación está o no en crisis no es tema de este trabajo, pero sin duda alguna, si en algún sentido se puede contribuir a su mejoramiento, esto resultaría beneficioso para toda una comunidad o el país, y por ende para la sociedad.

La gestión educativa de un colegio representa un enorme desafío para los directores y toda la plana administrativa, teniendo como tarea principal el conducir las acciones del establecimiento alineados y orientados por su proyecto educativo. Este proyecto conlleva los ideales del colegio en la formación y los valores que se buscan impregnar en los estudiantes, más allá del conocimiento formal adquirido en las distintas asignaturas. Para esto no solo es necesario mejores profesores de aula, con todos los recursos que pudiesen necesitar, sino el fortalecimiento de toda la comunidad educativa, armonizando los distintos estamentos y priorizando las necesidades de los estudiantes.

Lo anterior motiva la generación de este trabajo, el cual pretende ser un aporte primero a la gestión de un establecimiento educacional y con ello, un aporte también al desarrollo de sus alumnos.

Al día de hoy aún se generan muchos procesos de forma manual en los establecimientos educacionales, libros de clases que deben llenarse con cierto formato para todas las asignaturas, actas de reuniones, evidencias de talleres, muchos de ellos solicitados por el ministerio y otros tanto por cada colegio. Todo lo cual conlleva una alta carga laboral.

Uno de los procesos que conlleva una alta dificultad y tiempo, es la confección del horario de clases del colegio, el cual se realiza de forma manual, en un tablero de grandes proporciones para visualizar el trabajo. Ello puede llevar semanas de trabajo y análisis, no solo por la dificultad propia del problema, sino porque se presentan imprevistos particulares (cambios de disponibilidad de algún profesor) que en efecto dominó, alteran al resto de las asignaciones.

Esto se puede mejorar resolviendo un problema de asignación (timetabling) con sus respectivas restricciones.

Las investigaciones al respecto son múltiples, lo que demuestra no solo lo importante que resulta este tema, sino además su complejidad, puesto que no existe un modelo que represente de forma definitiva y global la solución al problema de *timetabling* para la asignación de horarios en un colegio, existiendo diversas consideraciones a la hora de implementar uno u otro modelo en cada situación.

3. Definición de la problemática

En el marco educativo actual del país son variadas las falencias que presenta el sistema, esto representado principalmente en el informe OCDE 2015. Entre los factores destaca la gran cantidad de horas que se encuentra un docente frente a un grupo curso versus las horas que tiene para preparar las clases de dicho grupo.

De manera vivencial se da cuenta que en el escaso tiempo no lectivo (horas contratadas en las que el docente no se encuentra en la sala de clases), este tiempo no es único y exclusivo a la elaboración y preparación de clases, sino también a trabajo administrativo (reuniones por departamento, consejo de profesores, atención de apoderados, capacitaciones, reuniones de apoderados, entre otras). En esta ocasión en particular también se encuentra la elaboración de los horarios de clase del colegio, como es en el caso del liceo Nuestra Señora de la presentación, el cual será el objeto de estudio.

Generalmente, quienes realizan la confección de dicho horario pertenecen al sector administrativo (directores, jefes del área técnica profesional, inspectores generales, orientadores y coordinadores de distintas áreas), los cuales deben atender diversas labores dentro del establecimiento tanto o más importantes, con el fin de asegurar la calidad de la educación impartida, provocando un retraso en algunas labores, en este caso la asignación de horas de clases de forma definitiva.

Hoy en día la elaboración de dichos horarios, en los distintos colegios del país se realiza de dos maneras, ya sea con algún software diseñado para la labor o de forma manual.

Los establecimientos que usan software no dejan de tener problemas debido a los requerimientos específicos de cada liceo, los que no siempre son resueltos por los programas, teniendo que en ocasiones realizar modificaciones manuales que pueden llevar varias horas o días solucionar.

Por otra parte, los establecimientos que realizan la asignación de forma manual invierten mucho tiempo y recurso humano encontrando la solución al problema, el cual se complica debido a las restricciones que presenta cada docente, puesto que tienen solo ciertas horas disponibles para asistir al colegio, ya que muchos de ellos trabajan en distintos recintos educacionales para completar su carga laboral.

El problema para la institución se vuelve grave debido a la movilidad de profesores que pueda ocurrir partiendo el año escolar (mes de marzo), variaciones en sus tiempos

disponibles avisados en último momento o la contratación de docentes ya comenzado el año escolar. Provocando que se comiencen las clases, en muchos casos sin la claridad de la asignación horaria para cada profesor y curso, imposibilitando y retrasando la óptima realización de las labores académicas, dado que un establecimiento puede estar varias semanas sin su horario definitivo.

Por lo anterior y buscando una rápida solución, muchas veces no se encuentra una combinación adecuada en los horarios de clase para los alumnos, teniendo días muy condensados de materia versus otros días muy ligeros, incurriendo en un desorden en la asignación debido a las restricciones personales que pueda tener cada docente, pues se busca que el horario sea eficaz y no necesariamente eficiente.

Considerando este contexto, el presente trabajo pretende generar un modelo de programación lineal entera que entregue una respuesta óptima para los estudiantes y profesores en el menor tiempo posible, minimizando la demora en la implementación definitiva de un horario escolar.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Proponer un modelo de programación lineal entera a partir del estudio de timetabling para la asignación de los horarios de clase del colegio Nuestra Señora de la Presentación de Melipilla.

4.2. Objetivos específicos

1. Estudiar y comprender el alcance de los modelos utilizados en la actualidad para dar solución a los problemas de asignación de horarios de clase.
2. Definir los requerimientos del problema. (restricciones)
3. Formular un modelo de programación entera para la obtención del horario de clases.
4. Ejecutar el modelo en un lenguaje de programación computacional.
5. Analizar los resultados obtenidos de la programación.

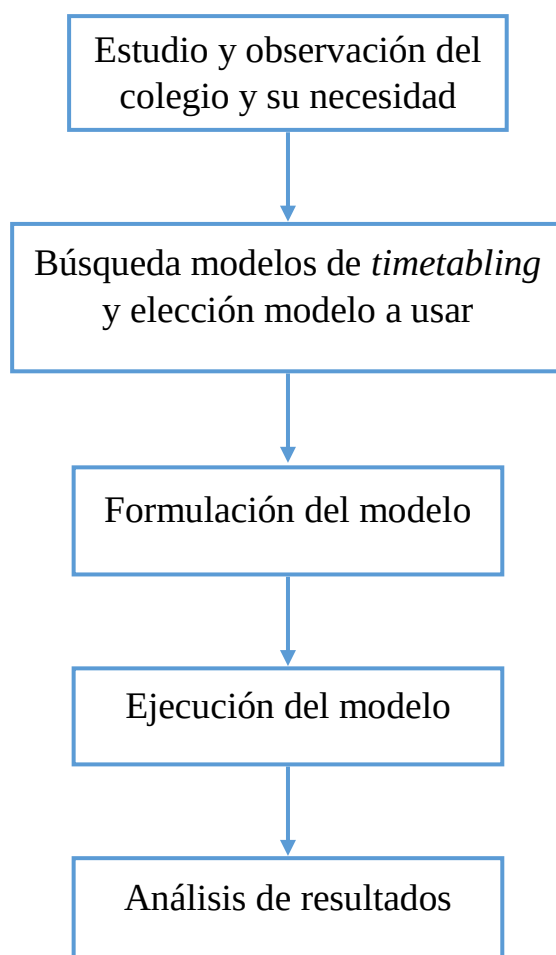
5. Alcance

Si bien el presente trabajo es aplicable a gran parte de los establecimientos educacionales del país, el estudio, desarrollo y aplicación de éste se realiza en el Colegio Politécnico Nuestra Señora de la Presentación de la ciudad de Melipilla, establecimiento particular subvencionado que busca “...ofrecer educación de calidad, para formar integralmente mujeres capaces de movilizar competencias laborales, sociales y valóricas que le permitan incorporarse al mundo del trabajo, a la continuidad de estudios superiores, hasta consolidar su proyecto de vida.” (extracto de la misión del colegio).

El tipo de alcance es de carácter exploratorio, puesto que a la fecha no se ha desarrollado una sistematización o estudio en el lugar que permita la óptima asignación de horarios (solución en el menor tiempo posible, satisfaciendo los requerimientos de cada uno de los involucrados), llevándose a cabo, año a año de forma manual, bajo ensayo y error.

6. Metodología

La metodología de trabajo se basa en primer lugar en la experiencia y conocimientos obtenidos en el día a día, llegando a formalizar estos conocimientos en un modelo de programación lineal. Para esto se sigue la siguiente ruta de trabajo:



Ruta de trabajo

Fuente: elaboración propia

En primer lugar, la experiencia al trabajar en colegios resulta vital para la formulación de la problemática y su posible solución, recogiendo experiencias de la comunidad educativa, los cuales deseosos de que el entorno laboral se torne cada vez mejor están dispuestos a aceptar cualquier tipo de ayuda y propuesta de mejora.

Es en este contexto que se realiza la confección del horario de clases del colegio, en forma manual, como se venía desarrollando. De esta manera se da cuenta de la complejidad de realizar dicha labor y las desventajas futuras a los posibles cambios, puesto que el desarrollo resulta engorroso, empleando gran cantidad de tiempo y con una alta

probabilidad de ir incurriendo en errores y topes de disponibilidades en los docentes, en un constante ensayo y error.

Posteriormente y compartiendo experiencias con otros educadores de distintos colegios se visibiliza que la problemática se repite en diferentes establecimientos, incluso cuando en ocasiones se tiene la ayuda de algún software, puesto que cada modelo debe estar orientado específicamente a las necesidades de cada colegio, lo que no siempre ocurre.

Así se comienza con la búsqueda de información para el desarrollo de un modelo de asignación de horarios o problema de *timetabling*, encontrando alternativas de gran utilidad para el contexto en el que se enmarca este trabajo. Cabe destacar si, que la mayoría de la información e investigación resuelven el problema de asignación de horarios para universidades, las cuales presentan sus propias características, por ejemplo, la posibilidad de que los alumnos tengan ventanas o periodos durante el día, en los cuales no se encuentran en clase, esto último no puede ocurrir en los establecimientos escolares. Se identifica el objetivo del modelo y sus respectivas restricciones características del problema y contexto.

Con la información necesaria se plantea el modelo de programación lineal que buscará resolver el problema. Para probarlo se deben construir matrices con los datos específicos del colegio, como la lista de profesores, asignaturas, cursos, días y horas a la semana en los que se realizan las clases, disponibilidad de cada profesor, entre otras.

Paralelo a la recopilación de los datos duros del colegio se resuelve ejecutar el modelo con el lenguaje de programación de AMPL, de esta forma los datos se recopilan y ordenan inmediatamente de la forma adecuada para la programación y ejecución.

Se crean las plantillas (.mod), (.dat) y (.run) para hacer funcionar la interfaz de AMPL y se ejecutan para probar el modelo. Una vez correctamente ejecutado, se procede a analizar los resultados obtenidos respecto a los valores de la función objetivo, tiempos de respuesta, calidad de la solución, comparando diferentes alternativas y propuestas.

7. Antecedentes

7.1 Contexto

El colegio politécnico Nuestra Señora de la Presentación de la ciudad de Melipilla, es un colegio de mujeres perteneciente a una congregación religiosa que opera desde el año 1962, con una gran tradición y prestigio en la comuna. Dentro del prestigio del establecimiento se encuentra el constante apoyo e impulso a sus alumnas, las cuales en su mayoría provienen de localidades rurales y asisten a este colegio esperando una mejor oportunidad de vida, teniendo la opción en este colegio de obtener un título técnico en las áreas de contabilidad, párvulo, gráfica o vestuario.

A la fecha el colegio cuenta con 33 profesores, 18 cursos agrupados en cuatro niveles, de primero a cuarto medio, y 55 asignaturas a ser organizadas y distribuidas en su horario de clases, el cual comienza todos los días, de lunes a viernes, a las 8:15 a.m y termina de lunes a jueves a las 16:30 p.m. y los días viernes a las 14:45 p.m.

La persona encargada de la confección y asignación de los distintos periodos de clase para cada curso es un administrativo, quien realiza esta gestión de forma manual en un tablero ubicado en su oficina. Este tablero le permite visualizar el panorama general del colegio, asignando y modificando a su conveniencia las viñetas creadas para tales efectos.



Fotografía del tablero utilizado para la asignación de los horarios de clase

La tarea de asignación requiere de una gran inversión de tiempo y esfuerzo y no es el único quehacer del responsable, por ende, no siempre se le puede dedicar el tiempo

completo a esto, o, por el contrario, este trabajo le resta tiempo del resto de las obligaciones que tiene para el colegio, generando ineficiencia en los procesos propios del establecimiento.

Por otro lado, al desarrollarse de esta forma la asignación, ésta resulta poco flexible y con una lenta capacidad de reacción a los cambios, los cuales suceden en cualquier época del año, y principalmente están dados por la movilidad de los docentes, despidos o contrataciones, y cambios en sus disponibilidades para con el colegio.

La confección del horario muchas veces no resiste un mayor análisis de la situación, sobre todo cuando las restricciones son muchas, puesto que el sólo hecho de hacer coincidir todos los requerimientos del colegio con las disponibilidades, sin generar topes internos, se considera un gran logro, resultando en un horario eficaz en su concreción, pero para nada eficiente, puesto que ésta última opción ni siquiera se encuentra en discusión.

Esta manera de construir el horario actual tiene repercusiones en el resto de la comunidad educativa, sobre todo docentes y estudiantes, dado que la versión final de éste puede tardar varias semanas.

Durante este periodo de tiempo, los profesores en ocasiones recurren a cubrir cursos que no necesariamente les corresponde dentro de su plan anual, generando confusiones y una sensación de inestabilidad y desconfianza en los alumnos, provocando retrasos en la entrega del contenido de los planes y programas del ministerio y en general una demora en el normal funcionamiento del año escolar.

Materias
MATEMATICA
JEFATURA
FISICA
QUIMICA
TALLER_DE_CIENCIAS
BIOLOGIA
HISTORIA
LENGUAJE
LITERATURA_INFANTIL
EDUCACION_FISICA
TALLER_DE_DEPORTES
RECREACION_Y_BIENESTAR
EXPRESION_MUSICAL
INGLES
RELIGION
TALLER_DESARROLLO_VOCACIONAL
ARTES_VISUALES
PREPARACION_DE_LA_MAUQUINA_IMPRESORA
MATERIALES_E_INSUMOS_DE_LA_INDUSTRIA_GRAFICA
POST_IMPRESION_EN_EMBALAJE
ENCUADERNACION_DEL_PRODUCTO_IMPRESO
EDUCACION_TECNOLOGICA
MATERIAL_DIDACTICO_Y_DECORATIVO
IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRAFICO
VERIFICACION_Y_PREPARACION_DE_ARCHIVOS_DIGITALES
SALIDA_ARCHIVO_A_MATRIZ_IMPRES
IMP_DE_ARCHIVO_Y_OBTENCION
TALLER_DE_COMPUTACION
MATENIMIENTO_DE_MAUQUINAS
PATRONAJE_COMPUTACIONAL
TENDIDO_Y_TRAZADO_DE_CORTES_DE_TELA
DISEÑO_COMP_DE_ART_Y_VEST
ELABORACION_FICHA_TECNICA
CONFECCION_Y_TERMINACIONES
PATRONAJE_ESCALONADO_INDUS
PROCESO_CONFECCION_INDUST
CONTROL_DE_CALIDAD
RELACION_CON_LA_FAMILIA
ACTIVIDADES_EDUCATIVAS_CON_PARVULOS
EXPRESION_LITERARIA
ALIMENTACION_PARA_PARVULOS
SALUD_EN_PARVULOS
HIGIENE_Y_SEGURIDAD_EN_PARVULOS
ORGANIZACIÓN_Y_METODOS_DE_TRABAJO_EN_LA_OFICINA
SERVICIO_ATENCION_AL_CLIENTE
APLICACIÓN_INFORMATICA
EMPREDIMIENTO_Y_EMPLEABILIDAD
HABILIDADES_SOCIALES_PARA_LA_VIDA
PROCESAMIENTO_DE_LA_INFORMACION_CONTABLE_Y_FINANCIERA
REGISTRO_DE_OPERACIONES_COMERCIALES_NAL_E_INTER
CALCULO_REGISTRO_DE_IMPUESTOS
ELABORACION_DE_INFORMES_CONTABLES
CONTROL_Y_PROCESO_DE_INFORMES_CONTABLES
CALCULO_Y_REGISTRO_REMUNERACIONES
CONTABILIZACION_DE_OPERACIONES_COMERCIALES

Profesores
AMH
ES
ACH
FC
CAT.PEREZ
CC
STN
AF
FR
DA
ML
FIS
CLS
FI
NC
GM
ANC
SU
NR
JF
CQ
JV
MAA
LC
ISIS
YY
RA
IB
CM
MR
GB
VK
LS

Cursos
1A
1B
1C
1D
2A
2B
2C
2D
3A
3B
3C
3D
3E
4A
4B
4C
4D
4E

Lista de materias, profesores y cursos

Fuente: elaboración propia

8. Marco teórico

8.1. Generalidades

En el área de la investigación de operaciones, surgen desde los tiempos de la revolución industrial, los problemas de asignación, de esta forma se distribuyen recursos, mano de obra, tiempos y costos de forma eficiente para una empresa o industria. En un principio se trató de resolver este tipo de problemas solo con métodos exactos, pero ante la búsqueda de mayor eficiencia se empezaron a desarrollar métodos heurísticos y metaheurísticos, que, si bien no aseguran un óptimo global del problema, mejoran de forma significativa los tiempos de ejecución (Tellez, 2007).

De acuerdo a su complejidad computacional, se pueden clasificar los problemas en problemas de tipo P, para aquellos que pueden ser resueltos en tiempo polinómico por una metodología determinista, estos son tratables en un tiempo razonable de acuerdo a su complejidad, la cual se considera moderada. Sin embargo, al aumentar las variables de estado y espacios de solución se incrementa la complejidad de los problemas, pasando a ser un problema dentro de la clasificación de NP-Duro. Y una última clasificación de problemas, conocidos como NP-Complejos, los que no pueden ser resueltos por ningún método exacto, aún con espacios de solución de tamaño reducido (Santa, 2013).

Dentro de los problemas del tipo NP-Duros se encuentran enmarcados los problemas de Timetabling, el cual se pretende resolver en este trabajo mediante un modelo de programación lineal ejecutado en lenguaje de AMPL.

8.2. Timetabling

El problema de esta memoria en cuestión se abarca en el marco de un problema de *Timetabling*, el cual ha presentado diversas definiciones sobre si, entre ellas:

- Según Lu y Hao, el Timetabling es *‘asignar un número de eventos, cada uno con ciertas características, a un número limitado de recursos sujeto a restricciones’* (Marín, et al, 2016).
- Así mismo se define el Timetabling como un caso particular de *‘la asignación, sujeta a restricciones, de un grupo de recursos a objetos ubicados en tiempo [...] de tal forma que satisfagan un conjunto de objetivos deseados’* (Marín, et al, 2016).

De forma más específica, en el área de la educación se ha desarrollado el estudio del *educational timetabling*, estudiado en tres áreas más pequeñas, como señala Shaerf (citado en Hernández, 2008):

1. *Examination timetabling*: Corresponde a la programación de horarios de los exámenes de distintos cursos dentro de una institución educacional, de acuerdo con Burke (2001) (citado en Hernández, 2008).
2. *University course timetabling*: corresponde a la programación de horarios de clase dentro de universidades, según Stallert (1997) (citado en Hernández, 2008).
3. *School course timetabling*: tal como señala Tripathy (1984) corresponde a la programación de horarios de clases dentro de colegios (citado en Hernández, 2008).

Según Hernández (2008), debido a lo anterior existen diferentes formas de abarcar la solución para cada problema. Un problema de *examination timetabling* se realiza en ciertos periodos de tiempo para coordinar evaluaciones para un curso determinado y una materia propiamente tal, apegándose a las normas y restricciones de cada centro educativo. Por otro lado, tanto el *university*, como el *school course timetabling*, se presenta como una programación que se hará duradera en el tiempo, ya sea un año, semestre o trimestre, dependiendo la institución, y proyectado en ciclos semanales. Una diferencia importante entre el *university* y el *school course timetabling* se presenta en la composición de los cursos, variación en cantidad de alumnos y rotación que tienen éstos mismos dentro de la facultad, dado que en la universidad los cursos no necesariamente poseen la misma cantidad de alumnos, sino que dependen de haber cumplido ciertos pre-requisitos para tomar una misma materia y profesor, haciendo incluso necesario en ocasiones definir la sala a utilizar, debido a la capacidad de las últimas, lo cual no es necesario en el caso de los colegios, puesto que un número fijo de alumnos tiene asignada la materia y el profesor que la dicta, sin necesidad de moverse del aula pre-establecida.

El presente trabajo aborda un problema de *school course timetabling*, con sus respectivas características y restricciones, las cuales pueden generalizarse según González (2005) como:

- *Restricciones duras*: Son restricciones físicas que deben cumplirse necesariamente para que una solución sea factible. En esta clasificación se

encuentra, por ejemplo, que un profesor no tenga programada más de una sesión a la vez.

- *Restricciones suaves: Son aquellas restricciones deseables en el problema, pero que no es indispensable que se cumplan para que el horario sea factible pues no representan un conflicto físico.*

En cuyo caso buscamos satisfacer las restricciones duras, maximizando o minimizando una función planteada en base a las restricciones suaves.

8.3. Métodos de solución

Para hallar la solución a un problema de optimización se utilizan variados métodos, los cuales pueden clasificarse en dos tipos: los métodos exactos y los métodos heurísticos (o aproximados), aunque también han surgido con el tiempo combinaciones de distintos métodos (híbridos) para hallar soluciones.

8.3.1. Métodos exactos

Según González (2005) los métodos exactos buscan una solución óptima de manera determinística, ejemplo de estos modelos son el modelo de ramificación y acotamiento (*Branch and Bound* en inglés) y programación lineal entera. Para un problema relativamente pequeño resulta conveniente la utilización de estos modelos, puesto que presentan un óptimo global en un tiempo conveniente, por otro lado, si el problema es demasiado grande no garantizan llegar a un óptimo en tiempo polinomial (el tiempo de resolución aumenta de forma exponencial en función de las entradas del problema).

8.3.1.1. Método de ramificación y acotamiento

También, de acuerdo con González (2005), se le puede ver como un árbol de soluciones, donde cada “rama” del árbol presenta una solución. El algoritmo consiste en ir guardando la mejor solución al problema mientras se comparan los distintos estados, si una rama sobrepasa el mínimo actual deja de buscar en ella acotando el problema.

Una desventaja de este algoritmo es que prácticamente es necesario resolver un problema de programación lineal completa en cada nodo, lo que puede consumir mucho tiempo, aún más cuando la información necesaria es solamente el valor óptimo de la función objetivo en el nodo.

Para el problema educational timetabling resulta conveniente llevar la resolución a su representación gráfica, sin embargo, dado el tamaño del problema verificar la totalidad de un árbol tomaría demasiado tiempo.

8.3.1.2. Programación lineal entera

En la investigación de operaciones, la programación lineal resulta una de las herramientas más efectivas. Trabaja exclusivamente con funciones objetivos y restricciones lineales, siendo adaptable a distintas situaciones reales en las áreas de la ingeniería, la economía, la gestión, entre otras, presentando también una amplia disponibilidad de programas computacionales para encontrar las soluciones (González, 2005).

Un problema de programación lineal requiere identificar cuatro componentes básicos:

1. El conjunto de datos
2. El conjunto de variables que participan en el problema, con sus dominios respectivos de definición. Para el caso de la programación de horarios se utiliza una variable binaria, por lo cual es un problema de programación lineal entera.
3. El conjunto de restricciones lineales del problema, que acotan las posibles soluciones.
4. La función lineal a optimizar (maximizando o minimizando).

8.3.2. Métodos heurísticos

Cuando los problemas de optimización resultan demasiado complejos debido a su alto grado combinatorio o la alta dificultad para representar una situación real con una programación matemática se utilizan métodos heurísticos, los cuales no aseguran encontrar una solución de óptimo global, pero si una solución de óptimo local en un tiempo computacional razonable. En casos prácticos estos resultan bastante eficientes considerando el tiempo de ejecución (González, 2005).

Algunos modelos heurísticos bastante eficientes se describen a continuación.

8.3.2.1. Búsqueda tabú

La búsqueda tabú (Glover, citado en Sánchez 2008), es un tipo de búsqueda por entornos que permite moverse a una solución, aunque no sea tan buena como la actual. De este modo se puede escapar de óptimos locales y continuar la búsqueda de soluciones aún mejores. La forma de evitar viejos óptimos locales es clasificando un determinado número de los más recientes movimientos como "movimientos tabú", los cuales no son posibles repetir durante un determinado número de iteraciones. Por lo tanto, en este caso, el escape de los óptimos locales se produce de forma sistemática y no aleatoria.

8.3.2.2. Algoritmos genéticos

Los algoritmos genéticos (Goldberg, citado en González 2005), son una herramienta basada en la teoría de la evolución de Darwin, perpetuando las especies mediante la selección de los mejores individuos.

El programa evolutivo mantiene siempre una población de “individuos” en cada iteración, con el paso de las iteraciones se van generando transformaciones, tipo mutaciones cuando el cambio se realiza en un único individuo o cruzamientos cuando se crean nuevos individuos combinando partes de dos o varios individuos, haciendo evolucionar a la población a través de las iteraciones, acercándose a una solución óptima.

Se pueden generar diversos programas evolutivos para un problema dado, utilizando diferentes estructuras de datos para representar un individuo, distintos operadores “genéticos” para transformar a los individuos, o diferentes métodos para crear una población inicial. En el caso de *educational timetabling* se puede penalizar la función objetivo con distintos criterios, dejar algún día o bloque libre a algún profesor, distribuir de cierta manera las asignaturas, o minimizar “ventanas” de trabajo, teniendo en cuenta las restricciones que harán factible las soluciones.

8.3.2.3. Recocido simulado

Este concepto (Kirkpatrick, citado en González 2005), tiene su base en el proceso físico de recocido, el cual primero reblandece un sólido mediante su calentamiento a una temperatura elevada, y luego va enfriando lentamente hasta que las partículas se van posicionando por si mismas en el “estado fundamental” del sólido.

Para la programación se comienza con una solución inicial que se va modificando con cada iteración. El algoritmo será cada vez más exigente con las soluciones a medida que éste avanza, lo cual está determinado por los parámetros del algoritmo, temperatura inicial y final, velocidad que disminuirá la temperatura, criterio de paro del algoritmo.

Las desventajas que presenta este algoritmo son los altos tiempos de cálculo para acercarse al óptimo y la dificultad para controlar los parámetros que controlan el mismo.

9. Desarrollo

En forma general en el país, se ha empezado a hablar hace ya varios años, de un deterioro en la educación, la cual es atribuida a distintas razones: precariedad en la preparación de profesores, menor preocupación de padres y apoderados en la educación valórica y formativa de los alumnos, ausencia de los padres en la formación de sus hijos debido a las normas laborales, abandono de la profesión de pedagogía debido a las malas condiciones laborales, mala administración de los colegios y la poca actualización de los sistemas de enseñanza ante el avance y acceso a la tecnología que tienen los estudiantes, por nombrar algunas de ellas.

Muchas de estas razones tienen como factor común el poco avance que han sufrido los establecimientos educacionales a través de los años, realizando la mayoría de sus gestiones de forma manual, desde el uso del libro de clases como instrumento fiscal obligatorio, la entrega física de planificaciones, materiales, entre otros. Todo lo anterior lleva a una ineficiencia en el trabajo de cada miembro de la comunidad educativa y una sensación generalizada de hacer trabajo redundante de forma arcaica.

Aún con todos los problemas que pueda traer y generar el sistema, maestros de aula realizan su mayor esfuerzo por enseñar y educar a los niños que en el futuro curarán vidas, edificarán las grandes construcciones del país y guiarán el futuro de la nación. En este contexto es donde el área directiva, con poca autonomía desde el gobierno central debe liderar proyectos educativos, que buscan no solo ampliar el capital cultural de los estudiantes, sino formarlos como futuros ciudadanos. Y es en este entorno que se gesta la problemática de este trabajo mencionada ya en los apartados 3 y 7 (definición de la problemática y contexto, respectivamente).

Esta memoria no pretende solucionar el problema educacional, ni nada parecido, pero busca ser una alternativa a una labor que hoy en día desgasta a la dirección de un colegio de una forma muy ineficiente, y esto es la elaboración del horario de clases del colegio mediante un modelo de programación lineal.

Al día de hoy, aun existiendo programas a la venta, se sigue confeccionando los horarios de un colegio de forma manual, incluso en algunos colegios que tienen algún servicio contratado, puesto que a veces este servicio no contempla algunas restricciones muy propias de cada institución o cambian condiciones en última instancia. Por ello es que se toma un colegio en particular y se ejecuta un modelo ideado a su realidad, tal colegio es

el Colegio Politécnico Nuestra Señora de la Presentación, de la ciudad de Melipilla, región metropolitana.

El Colegio Politécnico Nuestra Señora de la Presentación cuenta con cuatro carreras técnicas:

1. Gráfica
2. Contabilidad
3. Párvulo
4. Vestuario

Las cuales tienen una duración de dos años, tercero y cuarto de enseñanza media. Previo a ello, primer y segundo año las alumnas se desarrollan como en cualquier otro establecimiento, con las asignaturas generales correspondientes a cada nivel (matemática, lenguaje, historia, etc.).

A pesar de la redistribución de alumnas en tercer año para las distintas especialidades y las especificaciones que pueda tener cada una de ellas para llevar a cabo las asignaturas propias de cada carrera, no tienen problemas de sala en cuanto a tope o capacidad, por lo que se puede dejar de lado la asignación a las salas de clase, eliminando una complicación al modelo a proponer.

De esta manera el problema de asignación se basa en distribuir a los 33 profesores que dictan las 55 asignaturas a los distintos cursos, respetando siempre las condiciones que presente el colegio para desarrollar el modelo.

9.1. Condiciones del problema

Para obtener una solución viable con la realidad se necesitan cumplir ciertas restricciones duras en el problema, situaciones en las cuales es un deber cumplir:

- No puede existir más de una asignación en un mismo periodo para el mismo profesor. Se entiende que el profesor no puede estar en dos cursos al mismo tiempo.
- La cantidad total de periodos a asignar a cada materia debe ser igual a la cantidad programada. Si en las bases curriculares se pide que el primero medio tenga siete horas de matemática, no pueden programarse menos o más, sino exactamente las siete que se han pedido.

- Cada asignatura y profesor puede ser asignado a solo algunos periodos, dependiendo de la disponibilidad de éste último. Cada profesor tiene una disponibilidad para trabajar en el colegio, en muchos casos es de tiempo completo y se puede disponer del profesor en cualquier periodo, sin embargo, hay otros profesores que asisten solo algunos días y algunas horas al colegio, pues a ellos se le debe respetar esta disponibilidad y asignar solamente en los periodos que ellos han dejado previamente disponibles.
- Cada profesor ya tiene asignadas las asignaturas y el curso en cual las imparte. Aquí no va a ser el modelo quien decida a que curso irá cada profesor a hacer sus clases, por ejemplo, si se tienen tres profesores de matemática, cada uno de ellos ya conoce los cursos específicos que debe hacerle clase y cuantas horas.
- Las horas a programar para cada asignatura no pueden estar agrupadas todas en un mismo día, así por ejemplo un curso no puede tener sus cuatro horas de historia en un mismo día, debiendo repartirse a lo largo de la semana.

Por otro lado, y para complementar el modelo tenemos restricciones suaves, una situación esperable pero que no necesariamente va a cumplirse:

- Maximizar la cantidad de bloques (horas seguidas de una misma asignatura).

Lo anterior para satisfacer el formato que tiene el horario del colegio.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
1					
2					
3					
	RECREO				
4					
5					
6					
	ALMUERZO				
7					
8					X
9					X

Figura 1: Formato horario de clases

Fuente: elaboración propia

El formato consiste en nueve periodos por día, a excepción del día viernes en el cual solo se puede asignar hasta la hora siete, con recreos cada tres periodos de clase, a diferencia del horario más tradicional, que cuenta con recreos cada dos periodos de clase.

Se busca la seguidilla de bloques (en el modelo se le va a llamar un bloque, cuando se encuentren dos horas de una misma materia, en un mismo curso de forma seguida) puesto que cada vez que un curso cambia de profesor, entre horas donde no existe recreo, el curso queda solo en la sala de clases durante varios minutos, haciendo ineficiente el uso del tiempo y en el peor de los casos pudiendo generarse algún descontrol en la sala de clases, con consecuencias no deseadas.

9.2. Modelo, notación y definiciones

A continuación, se describen los conjuntos, parámetros, variables, restricciones y función objetivo que buscan desarrollar la problemática planteada.

9.2.1. Conjuntos:

M : Conjunto de materias m a programar.

P : Conjunto de profesores p a programar.

C : Conjunto de cursos c a programar.

D : Conjunto de días d en los cuales se puede realizar una asignación.

H : Conjunto de horas (periodos) h en los cuales se puede realizar una asignación.

HD : Conjunto de horas h que se pueden programar para cada día d .

PCM : Conjunto de profesores p que dictan la materia m en el curso c .

A : Conjunto de horas $(h - 1)$ donde puede comenzar un bloque para el día d .

9.2.2. Parámetros

HH_{pcm} : Horas que debe cumplir cada profesor p de la materia m en el curso c .

PHD_{phd} : Disponibilidad de cada profesor p para ser asignado al día d en la hora h .

N_m : Número máximo de horas diarias a ser asignado para cada materia m .

9.2.3. Variables

$$X_{hd}^{pcm} = \begin{cases} 1; & \text{si se asigna el profesor } p \text{ que realiza la materia } m \text{ en el curso } c \\ & \text{el día } d \text{ a la hora } h \\ 0; & \text{si no} \end{cases}$$

$$Y_{hd}^{pcm} = \begin{cases} 1; & \text{si se inicia un bloque del profesor } p \text{ que realiza la materia } m \\ & \text{en el curso } c \text{ el día } d \text{ a la hora } h \\ 0; & \text{si no} \end{cases}$$

9.2.4. Función objetivo

$$\max \sum_{(p,c,m) \in PCM} \sum_{(h,d) \in HD} Y_{hd}^{pcm}$$

9.2.5. Restricciones

- 1) $Y_{hd}^{pcm} \leq X_{hd}^{pcm} \quad \forall (p, c, m) \in PCM, (h, d) \in HD$
- 2) $Y_{hd}^{pcm} \leq X_{(h+1)d}^{pcm} \quad \forall (p, c, m) \in PCM, (h, d) \in A$
- 3) $X_{hd}^{pcm} + X_{(h+1)d}^{pcm} - Y_{hd}^{pcm} \leq 1 \quad \forall (p, c, m) \in PCM, (h, d) \in A$
- 4) $\sum_{(h,d) \in HD} X_{hd}^{pcm} = HH_{pcm} \quad \forall (p, c, m) \in PCM$
- 5) $\sum_{h \in HD} X_{hd}^{pcm} \leq N_m \quad \forall (p, c, m) \in PCM, d \in D$
- 6) $\sum_{p \in PCM} \sum_{m \in PCM} X_{hd}^{pcm} \leq 1 \quad \forall c \in C, (h, d) \in HD$
- 7) $\sum_{m \in PCM} \sum_{c \in PCM} X_{hd}^{PCM} \leq PHD_{phd} \quad \forall p \in P, (h, d) \in HD$
- 8) $\sum_{(h,d) \in HD} Y_{9d}^{pcm} + Y_{7viernes}^{pcm} = 0 \quad \forall (p, c, m) \in PCM,$
 $\forall d = \text{lunes} \dots \text{jueves}$

Como ya se mencionó, el objetivo del modelo es agrupar las asignaturas en la mayor cantidad de bloques posible, de este modo aprovechar mejor el tiempo de cada clase.

Las primeras restricciones (1) y (2) restringen la variable Y_{hd}^{pcm} para que ésta solo pueda activarse en caso de que se haga efectivo un bloque (dos periodos seguidos de la misma materia), además de permitir que se pueda asignar una materia y no necesariamente un bloque.

La restricción (3) obliga a que, si dos periodos tienen asignada la misma materia, con el mismo profesor, en el mismo curso, se debe iniciar un bloque.

Se sabe con antelación a la ejecución del modelo la cantidad de horas que debe realizar cada profesor en cada curso y para cada materia, la restricción (4) hace que esto deba

cumplirse en el transcurso de la semana, esto también corresponde a las horas que se les debe impartir a cada curso.

Dada la estructura del horario de clases, no todas las materias se desean agrupar de la misma manera. Por ejemplo, en algunas asignaturas de seis horas a la semana es deseable que queden agrupadas de a tres periodos cada día, para esto se le permite a esa materia tener un máximo de tres clases para ese día. El modelo buscará la forma de maximizar los bloques, por tanto, tratará de agrupar los periodos de a tres, sin embargo, para una asignatura de cuatro horas a la semana no es conveniente este máximo de horas, proponiendo, en este caso un máximo de dos horas por día, para que el programa trate de asignar dos días en la semana, cada uno de dos horas. De lo anterior se encarga la restricción (5), poniendo una cota diaria máxima de cada asignatura.

La restricción (6) impide que, en cada día, hora y curso se puedan asignar más de una materia o profesor.

La restricción (7), acota las posibilidades de cada profesor para ser asignado, dependiendo su disponibilidad horaria, siendo PHD_{phd} un parámetro binario, de esta forma profesores que solo concurren dos días a la semana al colegio no pueden ser asignados al resto de días.

Por último, la restricción (8), pone condiciones de borde al problema, puesto que no es posible comenzar un bloque en la última hora de cada día.

9.3. Preparación de los datos

Previo a poder realizar cualquier tipo de programación o cálculo del modelo planteado, se realiza una reestructuración de la información obtenida del establecimiento educacional.

Para lo anterior se prepara una planilla Excel, en la cual se organiza la información acorde al modelo, separando por conjunto de profesores, materias, cursos, etc., y parámetros como la disponibilidad de cada profesor en la semana, de esta forma resulta más sencillo y directo el traspaso de información desde la planilla al lenguaje de programación a utilizar.

BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	
Conjunto de profesores por curso y materia																					Parametro horas que debe dar cada profesor en cada curso de cada materia																				
PCM:=																					HH:=																				
(AMH,*,*)	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3E	4A	4B	4C	4D	4E	:=	(AMH,*,*)	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3E	4A	4B	4C	4D	4E	:=		
MATEMATIC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MATEMATIC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
JEFATURA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	JEFATURA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-		
FISICA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FISICA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
QUIMICA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	QUIMICA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
TALLER_DE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	TALLER_DE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BIOLOGIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	BIOLOGIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
HISTORIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HISTORIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
LENGUAJE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LENGUAJE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
LITERATURA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LITERATURA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
EDUCACION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EDUCACION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
TALLER_DE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	TALLER_DE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RECREACION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	RECREACION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
EXPRESION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EXPRESION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
INGLES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	INGLES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RELIGION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	RELIGION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
TALLER_DES	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	TALLER_DES	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
ARTES_VISU	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ARTES_VISU	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
PREPARACIO	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PREPARACIO	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
MATERIALES	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MATERIALES	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
POST_IMPRI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	POST_IMPRI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-			
ENCUADERN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	ENCUADERN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-			
EDUCACION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EDUCACION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
MATERIAL_I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MATERIAL_I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
IMPRESION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	IMPRESION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Conjunto y parámetro en Excel previo traspaso a lenguaje de programación

Fuente: elaboración propia

CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL
Parametro de disponibilidad de cada profesor							Parametro de disponibilidad de cada profesor						
PHD:= "x"cuando no esta disponible							PHD:=						
AMH	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes		[AMH,*,*](tr):	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes	:=
1					x		1	1	1	1	1	0	
2					x		2	1	1	1	1	0	
3					x		3	1	1	1	1	0	
4					x		4	1	1	1	1	0	
5					x		5	1	1	1	1	0	
6					x		6	1	1	1	1	0	
7					x		7	1	1	1	1	0	
8							8	1	1	1	1	0	
9							9	1	1	1	1	0	
ES	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes		[ES,*,*](tr):	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes	:=
1							1	1	1	1	1	1	
2							2	1	1	1	1	1	
3							3	1	1	1	1	1	
4							4	1	1	1	1	1	
5							5	1	1	1	1	1	
6							6	1	1	1	1	1	
7							7	1	1	1	1	1	
8							8	1	1	1	1	1	
9							9	1	1	1	1	1	
ACH	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes		[ACH,*,*](tr):	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes	:=
1							1	1	1	1	1	1	
2							2	1	1	1	1	1	

Parámetro de disponibilidad organizado y previo al lenguaje de programación

Fuente: elaboración propia

En las imágenes se puede visualizar que en la planilla ya se encuentra la información escrita en el lenguaje de programación, debido a esto el parámetro de disponibilidad tiene en el lado izquierdo una confección sencilla de elaborar los horarios de cada profesor y en el lado derecho se encuentra el mismo parámetro, pero con los formatos

correspondientes y utilizables en la ejecución, todo esto alimentado de forma automática por las tablas que se encuentran a la izquierda de la imagen.

Con la información organizada, ya se está en posición de llevar todo a la interfaz del programa.

9.4. Lenguaje de programación

Entre los varios lenguajes de programación que existen se ha optado por usar AMPL por ser un lenguaje muy semejante en su sintaxis a la notación matemática, lo que implica una resolución más amigable, quedando el modelo descrito en la sección 9.2 de la siguiente forma:

```
#modelo horario

set M;           #materias
set P;           #profesores
set C;           #cursos
set D;           #días de la semana
set H;           #horas por día
set HD within {D,H}; #horas disponibles por día
set A within {D,H}; #hora donde puede comenzar un bloque
set PCM within {P,M,C}; #profesores que realizan la materia M al curso C

param HH {PCM}; #horas que debe dar cada profesor P de la materia M en el curso C
param PHD {P,HD}; #disponibilidad de cada profesor en cada hora H y día D
param N {M}; #numero maximo de horas por día para cada materia

var X {PCM,HD} binary; #asignacion de PCM en cada hora H y día D
var Y {PCM,HD} binary; #asignacion cuando comienza un bloque de PCM en día D y hora H;

maximize FO: sum{(p,m,c) in PCM, (d,h) in HD} Y[p,m,c,d,h]; #maximizar bloques

subject to contenedor {(p,m,c) in PCM, (d,h) in HD}:
    Y[p,m,c,d,h] <= X[p,m,c,d,h];

subject to contenedor2 {(p,m,c) in PCM, (d,h) in A}:
    Y[p,m,c,d,h] <= X[p,m,c,d,h+1];

subject to bloques {(p,m,c) in PCM, (d,h) in A}:
    X[p,m,c,d,h] + X[p,m,c,d,h+1] - Y[p,m,c,d,h] <= 1;

subject to requisito {(p,m,c) in PCM}:
    sum {(d,h) in HD} X[p,m,c,d,h] = HH[p,m,c];

subject to maximo {(p,m,c) in PCM, d in D}:
    sum {h in H: (d,h) in HD} X[p,m,c,d,h] <= N[m];

subject to topes {c in C, (d,h) in HD}:
    sum {m in M, p in P: (p,m,c) in PCM} X[p,m,c,d,h] <= 1;

subject to disponibilidad {p in P, (d,h) in HD}:
    sum {m in M, c in C: (p,m,c) in PCM} X[p,m,c,d,h] <= PHD[p,d,h];

subject to borde {(p,m,c) in PCM, (d,h) in HD}:
    Y[p,m,c,'lunes',9]+Y[p,m,c,'martes',9]+Y[p,m,c,'miercoles',9]+Y[p,m,c,'jueves',9]+Y[p,m,c,'viernes',7]=0;
|
```

Archivo del modelo para AMPL (.mod)

Fuente: elaboración propia

Este modelo, escrito en un archivo de texto se guarda en un archivo (.mod) el que más tarde será llamado desde la interfaz de AMPL.

Por otro lado, se debe construir otro archivo de texto, el cual contenga los datos que cargan el modelo anterior, éste se guarda en un archivo (.dat). A continuación, se presenta un extracto del archivo de datos donde se muestran algunos conjuntos utilizados.

#Base de datos

```

set M:=
MATEMATICA
JEFATURA
FISICA
QUIMICA
TALLER_DE_CIENCIAS
BIOLOGIA
HISTORIA
LENGUAJE
LITERATURA_INFANTIL
EDUCACION_FISICA
TALLER_DE_DEPORTES
RECREACION_Y_BIENESTAR
EXPRESION_MUSICAL
INGLES
RELIGION
TALLER_DESARROLLO_VOCACIONAL
ARTES_VISUALES
PREPARACION_DE_LA_MQUINA_IMPRESORA
MATERIALES_E_INSUMOS_DE_LA_INDUSTRIA_GRAFICA
POST_IMPRESION_EN_EMBALAJE
ENCUADERNACION_DEL_PRODUCTO_IMPRESO
EDUCACION_TECNOLOGICA
MATERIAL_DIDACTICO_Y_DECORATIVO
IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRAFICO
VERIFICACION_Y_PREPARACION_DE_ARCHIVOS_DIGITALES
SALIDA_ARCHIVO_A_MATRIZ_IMPRES
IMP_DE_ARCHIVO_Y_OBTENCION
TALLER_DE_COMPUTACION
MANTENIMIENTO_DE_MQUINAS
PATRONAJE_COMPUTACIONAL
TENDIDO_Y_TRAZADO_DE_CORTES_DE_TELA
DISEÑO_COMP_DE_ART_Y_VEST
ELABORACION_FICHA_TECNICA
CONFECCION_Y_TERMINACIONES
PATRONAJE_ESCALONADO_INDUS
PROCESO_CONFECCION_INDUST
CONTROL_DE_CALIDAD
RELACION_CON_LA_FAMILIA
ACTIVIDADES_EDUCATIVAS_CON_PARVULOS
EXPRESION_LITERARIA
ALIMENTACION_PARA_PARVULOS
SALUD_EN_PARVULOS
HIGIENE_Y_SEGURIDAD_EN_PARVULOS
ORGANIZACIÓN_Y_METODOS_DE_TRABAJO_EN_LA_OFICINA
SERVICIO_ATENCION_AL_CLIENTE
APLICACIÓN_INFORMATICA
EMPRENDIMIENTO_Y_EMPLEABILIDAD
HABILIDADES_SOCIALES_PARA_LA_VIDA
PROCESAMIENTO_DE_LA_INFORMACION_CONTABLE_Y_FINANCIERA
REGISTRO_DE_OPERACIONES_COMERCIALES_NAL_E_INTER
CALCULO_REGISTRO_DE_IMPUESTOS
ELABORACION_DE_INFORMES_CONTABLES
CONTROL_Y_PROCESO_DE_INFORMES_CONTABLES
CALCULO_Y_REGISTRO_REMUNERACIONES
CONTABILIZACION_DE_OPERACIONES_COMERCIALES;

set P:=
AMH
ES
ACH
FC
CAT.PEREZ
CC
STN
AF
FR
DA
ML
FIS
CLS
FI
NC
GM
ANC
SU
NR
JF
CQ
JV
MAA
LC
ISIS
YY
RA
IB
CM
MR
GB
VK
LS;

set C:=
1A
1B
1C
1D
2A
2B
2C
2D
3A
3B
3C
3D
3E
4A
4B
4C
4D
4E;

set D:=
lunes
martes
miercoles
jueves
viernes;

set H:=
1
2
3
4
5
6
7
8
9;

```

Extracto del archivo de datos para AMPL (.dat)

Fuente: elaboración propia

Por último existe un archivo de texto, guardado en un formato (.run) el cual permite hacer el llamado tanto del modelo, la base de datos y el método con el cual se resuelve el modelo, en este caso CPLEX y algunas opciones de éste.

```
#Archivo run modelo horario
```

```
model E:\MEMORIA\MODELO\tecnica.mod;  
data E:\MEMORIA\MODELO\tecnica.dat;  
option solver cplex;  
option cplex_options 'mipdisplay 2 mipinterval 1000 timelimit 14400 memoryemphasis 1';  
solve;
```

Archivo (.run) que permite el llamado y resolución del problema

Fuente: elaboración propia

10. Análisis de resultados

En esta sección se muestran los resultados obtenidos tras ejecutar el programa en distintas versiones, primero para un solo curso, con el fin de probar el modelo y su funcionamiento y luego otras dos versiones que buscan optimizar el horario completo del colegio. Para todas las pruebas se toma en cuenta la velocidad de respuesta del programa y la calidad en la solución según la función objetivo planteada.

Se comparan los resultados con las versiones actuales y en uso de los horarios del colegio con el fin de probar las mejoras que se esperan con el modelo.

10.1. Reducción del problema (un curso)

Se realizan varias pruebas con el modelo planteado, la primera de ellas se efectúa con solo un curso, con el fin de testear el modelo con un problema mucho más pequeño, más rápido de resolver y más sencillo de identificar posibles errores en la modelación.

Se ha elegido el tercer año medio A (3A), por ser uno de los cursos en el cual se presentan las mayores restricciones de profesores en el horario.

Profesores\cursos	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3E	4A	4B	4C	4D	4E
Janet Valenzuela									X	X	X	X	X					
Yenny Yañez									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Virginia Barrios																X	X	
Isis Vargas									X	X				X	X	X	X	X
Franco Retamales	X	X	X	X	X	X	X	X										

Profesores que no tienen disponibilidad completa y cursos a quienes realizan clases

Fuente: elaboración propia

La tabla muestra a los profesores que tienen disponibilidad parcial en el colegio, por ejemplo, Janet Valenzuela (JV) solo está disponible para realizar sus clases, de lunes a jueves en la mañana. Además, cada uno de estos profesores está marcado en los cursos que realiza sus clases, la misma profesora (JV) realiza sus clases en 3A, 3B, 3C, 3D y 3E, marcado con una “X”. Considerando esto, la tabla muestra que los cursos que tienen mayor cantidad de profesores con problemas son el 3A, 3B, 4C y 4D, escogiendo entre ellos al 3A.

Ejecutado el programa se obtiene de la interfaz y se genera el siguiente horario:

```
-----
Total (root+branch&cut) = 21.89 sec.
CPLEX 12.4.0.0: optimal integer solution; objective 24
170555 MIP simplex iterations
2482 branch-and-bound nodes
```

	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	ISIS LENGUAJE	ANC INGLES	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_	STN INGLES	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_
2	ISIS LENGUAJE	AMH PREPARACION_DE_LA_MAUQUINA	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_	STN INGLES	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_
3	JV HISTORIA	AMH PREPARACION_DE_LA_MAUQUINA	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_	JV HISTORIA	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_
4	JV HISTORIA	AMH PREPARACION_DE_LA_MAUQUINA	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE_LA_	JV HISTORIA	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE_LA_
5	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE_LA_	AMH PREPARACION_DE_LA_MAUQUINA	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE_LA_
6	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	ISIS LENGUAJE	AMH PREPARACION_DE_LA_MAUQUINA	NR TALLER_DE_DEPORTES
7	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	ISIS LENGUAJE	AMH PREPARACION_DE_LA_MAUQUINA	NR TALLER_DE_DEPORTES
8	YY RELIGION	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA	MAA MATEMATICA	MAA MATEMATICA	.
9	YY RELIGION	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA	MAA MATEMATICA	MAA MATEMATICA	.

Horario para el 3ºA tomando en cuenta sólo un curso

Fuente: elaboración propia

Se puede ver en la imagen las principales características del horario. En primer lugar, las materias se encuentran agrupadas en bloques, como es la intención de la función objetivo, y usando los topes máximos de horas por día para cada materia (N_m), de esta forma se puede resolver que no existe un mejor valor para la función objetivo, aun cuando pudiese existir alguna otra configuración de horario para el 3°A.

Se cumplen las restricciones exigidas en el modelo. Las horas asignadas corresponden al total de horas programadas (HH_{pcm}), de esta forma se cumple con las exigencias ministeriales para el curso analizado y con las horas comprometidas a cada profesor.

Por último, no se generan ventanas en el horario, corroborando la correcta asignación de las materias (solo una para cada periodo) y se respeta la disponibilidad de cada profesor.

JV	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	ISIS	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes
1					x	1					x
2					x	2					x
3					x	3					x
4					x	4					x
5					x	5					x
6					x	6					x
7	x	x	x	x	x	7					x
8	x	x	x	x		8					
9	x	x	x	x		9					

YY	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes
1		x		x	
2		x		x	
3		x		x	
4		x		x	
5		x		x	
6		x		x	
7		x		x	
8		x		x	
9		x		x	

Disponibilidad de los profesores que tienen restricción en el 3°A (x = no disponible)

Fuente: elaboración propia

Con lo anterior se corrobora la operatividad del modelo en una programación reducida, cumpliendo de forma eficiente los requerimientos.

10.2. Horario completo

Se realiza esta vez la ejecución del modelo utilizando los datos de todo el colegio, con lo que se obtiene.

```
Total (root+branch&cut) = 10796.91 sec.  
CPLEX 12.4.0.0: time limit with integer solution; objective 299  
1490695 MIP simplex iterations  
121 branch-and-bound nodes  
absmipgap = 179.634, relmipgap = 0.600782  
ampl: _
```

En esta ocasión el problema aumenta significativamente la cantidad de variables y restricciones al momento de resolver, empleando mucho más tiempo para encontrar una solución, a diferencia del caso reducido (un curso) que toma casi 22 segundos en su resolución.

Dado lo anterior es que se realizan varias pruebas con distintos tiempos límites, encontrando una solución transcurridas poco más de dos horas de ejecución y un valor objetivo de 299 (bloques en todo el horario).

Con pruebas de mayor duración no se han logrado identificar mejoras en el valor objetivo, aun cuando se realizan pruebas de hasta 24 horas. Mientras mayor sea el tiempo de ejecución del modelo, la solución va perdiendo relevancia para dar respuesta al problema del establecimiento, puesto que de forma empírica se ha elaborado un horario completo en aproximadamente diez horas (entre 3 personas, dedicándose exclusivamente a esa labor y con experiencia al respecto).

Con la solución anterior se arma el horario completo del colegio y de cada curso en particular (ver en anexo). Para el tercero medio A queda de la siguiente forma:

	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	JV HISTORIA	JV HISTORIA	STN INGLES
2	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_	JV HISTORIA	STN INGLES
3	MAA MATEMATICA	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_	ISIS LENGUAJE	MAA MATEMATICA
4	MAA MATEMATICA	ANC INGLES	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_	ISIS LENGUAJE	MAA MATEMATICA
5	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQUINA	ISIS LENGUAJE	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQUINA	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQUINA
6	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_	NR TALLER_DE_DEPORTES	JV HISTORIA	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQUINA	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA
7	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQUINA	NR TALLER_DE_DEPORTES	YY RELIGION	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQUINA	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA
8	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE_LA_	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE_LA_	YY RELIGION	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_	
9	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE_LA_	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE_LA_	ISIS LENGUAJE	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	

Horario para el 3ºA habiendo programado todo el colegio

Fuente: elaboración propia

Para el mismo curso ya programado se puede encontrar esta vez una distribución de horas distintas al caso ideal (ideal puesto que no hay más cursos que demanden a los profesores de éste), aun así, se mantiene de forma ordenada formando bloques, lo que se debe a la función objetivo.

A diferencia de la situación ideal en la cual se encontraban 24 bloques para el 3°A, en esta ocasión se encuentran 18 bloques de materias. Lo anterior se debe a las restricciones que se deben cumplir en simultaneo. Además de la restricción de disponibilidad de cada profesor, la que fue mencionada en el caso de un solo curso, se suma la distribución que debe tener cada profesor en los demás cursos, la mayoría de ellos realiza clases al menos en cuatro cursos dentro del colegio, y no solo eso, un profesor puede realizar varias asignaturas para un mismo curso.

Lo anterior arroja una situación en la cual un profesor se mantiene en la misma sala, con el mismo curso, sin embargo, la asignación propone otra materia de clases.

	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes
1	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_G	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_G	JV HISTORIA	JV HISTORIA	STN INGLES
2	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_G	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_G	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	JV HISTORIA	STN INGLES
3	MAA MATEMATICA	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_G	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	ISIS LENGUAJE	MAA MATEMATICA
4	MAA MATEMATICA	ANC INGLES	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	ISIS LENGUAJE	MAA MATEMATICA
5	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQUIN	ISIS LENGUAJE	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQUIN	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQUIN
6	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	NR TALLER_DE_DEPORTES	JV HISTORIA	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQUIN	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA
7	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQUIN	NR TALLER_DE_DEPORTES	YY RELIGION	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQUIN	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA
8	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE_L	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE_L	YY RELIGION	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	
9	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE_L	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE_L	ISIS LENGUAJE	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_G	

Muestra de que en un curso un profesor se queda haciendo la clase de otra materia

Fuente: elaboración propia

Esto hace pensar en otro enfoque para el problema, el cual consiste en contabilizar y maximizar los bloques tomando en cuenta sólo los profesores, sin importar que materia se esté realizando, permitiendo esa asignación final detallada de cada materia al criterio de cada profesor para con sus cursos o en conversación con el jefe de la Unidad Técnica Pedagógica, siempre buscando mejoras para los alumnos. Este enfoque del problema, para el caso particular, es apoyado por la construcción original y manual del horario, el cual se presenta y realiza en el siguiente formato.



Foto del horario original para día lunes de los terceros medios

En el horario original se logra ver que la asignación se hace tomando en cuenta profesores y no asignaturas necesariamente (esto igual se toma en cuenta de forma mental, de esa forma no queda en un solo día de forma seguida una materia como, por ejemplo, historia). Al tomar el enfoque desde el punto de vista de los profesores para armar bloques, se cuentan dos bloques más para el horario del 3ºA recién elaborado, mejorando la solución para este curso de 18 a 20.

10.3. Alternativa al modelo

Con el análisis anterior y con el fin de considerar como bloque dos periodos en los cuales se encuentre el mismo profesor en el mismo curso, sin importar la materia, se realizan algunos cambios en el modelo.

10.3.1. Variable alternativa

$$Y_{hd}^{pc} = \begin{cases} 1; & \text{si se inicia un bloque del profesor } p \text{ que realiza una clase} \\ & \text{en el curso } c \text{ el día } d \text{ a la hora } h \\ 0; & \text{si no} \end{cases}$$

10.3.2. Función objetivo alternativa

$$\max \sum_{p \in P} \sum_{c \in C} \sum_{(h,d) \in HD} Y_{hd}^{pc}$$

10.3.3. Restricciones alternativas

$$1) \quad Y_{hd}^{pc} \leq \sum_{m \in PCM} X_{hd}^{pcm} \quad \forall p \in P, c \in C, (h, d) \in HD$$

$$2) \quad Y_{hd}^{pc} \leq \sum_{m \in PCM} X_{(h+1)d}^{pcm} \quad \forall p \in P, c \in C, (h, d) \in A$$

$$3) \quad \sum_{m \in PCM} (X_{hd}^{pcm} + X_{(h+1)d}^{pcm} - Y_{hd}^{pc}) \leq 1 \quad \forall p \in P, c \in C, (h, d) \in A$$

$$8) \quad \sum_{(h,d) \in HD} Y_{9d}^{pc} + Y_{7viernes}^{pc} = 0 \quad \forall p \in P, c \in C$$

$$\forall d = \text{lunes} \dots \text{jueves}$$

De esta forma la solución podría verse mejorada, dando autonomía a los profesores para que en la práctica pudiesen realizar cambios de acuerdo a sus necesidades.

La versión alternativa del modelo arroja el siguiente resultado.

```
Total (root+branch&cut) = 10800.08 sec.
CPLEX 12.4.0.0: time limit with integer solution; objective 366
2337626 MIP simplex iterations
569 branch-and-bound nodes
absmipgap = 181.032, relmipgap = 0.494622
```

Y utilizando nuevamente el curso de muestra del 3ºA, se obtiene su horario.

	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	JV HISTORIA	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_	JV HISTORIA	STN INGLES	MAA MATEMATICA
2	AMH PREPARACION_DE_LA_MAUINA	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_	JV HISTORIA	STN INGLES	MAA MATEMATICA
3	YY RELIGION	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	NR TALLER_DE_DEPORTES	MAA MATEMATICA	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE_LA_
4	YY RELIGION	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA	MAA MATEMATICA	AMH PREPARACION_DE_LA_MAUINA
5	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_	ISIS LENGUAJE	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA	NR TALLER_DE_DEPORTES	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE_LA_
6	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	ISIS LENGUAJE	AMH PREPARACION_DE_LA_MAUINA	JV HISTORIA	AMH PREPARACION_DE_LA_MAUINA
7	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_	ANC INGLES	ISIS LENGUAJE	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	AMH PREPARACION_DE_LA_MAUINA
8	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE_LA_	ISIS LENGUAJE	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION_	
9	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE_LA_	AMH PREPARACION_DE_LA_MAUINA	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GRA	

Horario para el 3°A habiendo programado todo el colegio con la alternativa al modelo

Fuente: elaboración propia

Prueba	Valor objetivo global	Valor objetivo 3ºA	Tiempo de ejecución [seg]	GAP
Modelo un curso	-----	24	22	-----
Modelo horario completo	332	20	10800	60%
Modelo horario completo alternativo	366	22	10800	49%
Horario hecho manualmente (original)	354	25	-----	-----

Cuadro comparativo de los tres modelos propuestos y horario original

Fuente: elaboración propia

Si a los modelos ejecutados con anterioridad se le agrega el horario confeccionado a mano y utilizado en el colegio, se puede crear una tabla comparativa entre los modelos y el horario original.

En la tabla se han utilizado como valores objetivos los bloques formados considerando solamente profesores, de esta manera es posible comparar los modelos entre si y además con el horario original del colegio.

Analizando la muestra del tercer año medio se puede observar en el modelo alternativo una mejora a los casos previos, pasando de tener 20 bloques a 22. Lo anterior se debe a que esta vez el modelo considera y trata de formar como bloques a los horarios continuos de profesores aun cuando cambie de asignatura.

No es de extrañar que el modelo de un sólo curso tenga un valor menor que el horario original, puesto que en la ejecución de este modelo en particular no se consideran bloques los cambios de asignaturas del mismo profesor, por lo que el programa tampoco busca generar esos bloques. Con esta nueva visión es posible generar un mejor resultado para un solo curso, sin embargo, no se evalúa dado que lo realmente importante es la programación del horario completo, siendo el modelo de un solo curso una mera guía y prueba inicial del modelo completo.

Esta vez de una forma global, se puede ver que el modelo de horario completo se presenta bastante bien con respecto al original, con una diferencia porcentual de solo un 6,2%, aun cuando este modelo solo considera bloque dos periodos seguidos del mismo profesor y la misma asignatura en el mismo curso.

$$\left| \frac{VOO - VOM}{VOO} \right| \times 100 = 6,2\%$$

VOO: Valor objetivo original = 354

VOM: Valor objetivo modelo = 332

El tiempo de ejecución es una gran mejora, puesto que en solo 3 horas se puede obtener un horario completo aceptable, y se podría decir de similares características al horario original.

Si bien el GAP de esta solución es bastante alto (60%), se acepta la solución entregada, dado que, en una ejecución más prolongada, de unas 24 horas, solo se logra reducir a poco más del 50% con el mismo valor objetivo.

Por último, la alternativa al modelo resulta ser una opción viable y mejor aún que el modelo propuesto. Con un valor objetivo de 366, éste representa una mejora del 3,4% con respecto al original.

$$\left| \frac{VOO - VOMA}{VOO} \right| \times 100 = 3,4\%$$

VOO: Valor objetivo original = 354

VOMA: Valor objetivo modelo alternativo = 366

El tiempo de ejecución de esta prueba fue de 3 horas, sin embargo, la solución puede ser hallada incluso en menos de dos horas, con un GAP del 49%.

Resulta conveniente mostrar cómo se produce la mejora en el modelo respecto al original, más aún considerando la muestra del 3ºA, en la cual se ve una disminución del valor objetivo de 25 a 22.

Cursos	Original	Modelo propuesto	Diferencia con original	Alternativa	Diferencia con original
1A	16	19	3	17	1
1B	20	19	-1	18	-2
1C	17	15	-2	18	1
1D	12	16	4	15	3
2A	18	17	-1	19	1
2B	17	15	-2	18	1
2C	15	16	1	20	5
2D	16	19	3	19	3
3A	25	20	-5	22	-3
3B	25	21	-4	20	-5
3C	22	17	-5	22	0
3D	20	18	-2	20	0
3E	23	24	1	20	-3
4A	23	22	-1	23	0
4B	22	20	-2	23	1
4C	20	16	-4	22	2
4D	19	17	-2	24	5
4E	24	21	-3	26	2

Comparación del valor objetivo en cada curso

Fuente: elaboración propia

La tabla muestra el valor objetivo que tiene cada curso tanto en el horario original, el obtenido por el modelo propuesto y la alternativa a éste. Si bien el método alternativo presenta una mejoría global, existen cursos que ven disminuido su valor (cantidad de bloques), tal es el caso del 1°B, 3°A, 3°B y 3°E, así se puede visualizar en la última columna de la tabla. En contraste a lo anterior, se encuentran cursos con notables mejoras como el 2°C y el 4°D, por nombrar solo los más destacados. La acumulación de todas estas diferencias es la que permite que a nivel global el modelo propuesto signifique una mejora para el colegio.

11. Análisis del modelo propuesto

11.1 Ventajas de aplicar el modelo

Diversos son los problemas que se generan con la metodología actual para confeccionar los horarios de clase del colegio Nuestra Señora de la Presentación. Esta metodología involucra de forma transversal a la comunidad educativa, puesto que el retraso de la elaboración y uso de la versión final del horario de clases provoca una demora en el inicio regular del año académico, afectando a directivos, profesores y estudiantes.

Aquellos problemas se ven revertidos al emplear el modelo propuesto, sobre todo utilizando la idea alternativa, que es aquella que mejor se ajusta a la forma actual de concebir el horario general del colegio y es, además, la que presenta los mejores resultados a nivel global.

Las principales ventajas de la utilización del modelo, se ve en las consecuencias que trae en general para la comunidad educativa, puesto que permite, en primera instancia, a la persona encargada de la elaboración del horario, realizar este trabajo de forma menos desgastante, reduciendo su carga laboral y liberándolo para la realización de otras tareas propias de su cargo (según corresponda, en ocasiones quien se encarga del horario es el director, el jefe de la Unidad Técnica Pedagógica, inspector general, etc.).

El modelo además permite obtener respuestas rápidas ante los cambios y la contingencia, por ejemplo, si durante el mes de marzo llegan muchos alumnos pidiendo matrícula, es posible abrir nuevos cursos y el horario puede dar una solución en poco tiempo a esto, de igual forma en caso contrario, en el cual lleguen muy pocos alumnos y deban cerrarse cursos, o en otro caso los cambios de profesores. Todos estos eventos, recurrentes en los colegios, serían prontamente solucionados con la utilización del modelo.

La pronta entrega de los resultados dejaría comenzar y fluir el calendario académico en los tiempos adecuados, partiendo desde el primer día de clases con un horario establecido y la distribución correcta de profesores, materias y cursos, generando un empoderamiento de los profesores para con sus cursos desde ese mismo instante y ejecutando las respectivas planificaciones en las condiciones óptimas de trabajo. Por su parte los alumnos también se sentirían más respetados y valorados al notar un trabajo serio y consistente con lo que deben trabajar y aprender en el año escolar.

Por otro lado, la implementación del modelo es rápida de realizar y se explica mejor en el apartado que vendrá a continuación (apartado 11.2).

Por último, el modelo realiza la asignación de los profesores a cada curso bajo un criterio de maximizar las horas continuas de clase para cada curso (bloques de clases), lo que en la actualidad también se da, pero no de manera tan eficiente, puesto que la principal preocupación es que el horario quede de forma funcional, esto quiere decir, que no existan topes entre materias, profesores o incongruencias con las disponibilidades de cada uno de ellos para con el colegio.

Analizando la calidad de la solución también se puede decir que ésta va perdiendo su valor a través del tiempo, es decir, mientras mayor sea la demora para encontrar la solución, ésta última resulta cada vez de menor calidad al compararla con otra solución de similares características elaborada en un tiempo más reducido.

Debido a lo anterior se presenta un indicador que mide la calidad de la solución en el tiempo.

$$\text{Calidad en el tiempo} = \frac{\text{Nº de bloques}}{\text{Horas para la elaboración}}$$

Días (8 horas por día)	Original (354 bloques)
1	44,25
2	22,13
3	14,75
4	11,06
5	8,85
6	7,38
7	6,32
8	5,53
9	4,92
10	4,43

Horas	Propuesta (366 bloques)
6	61

Indicador de la calidad de la solución en el tiempo

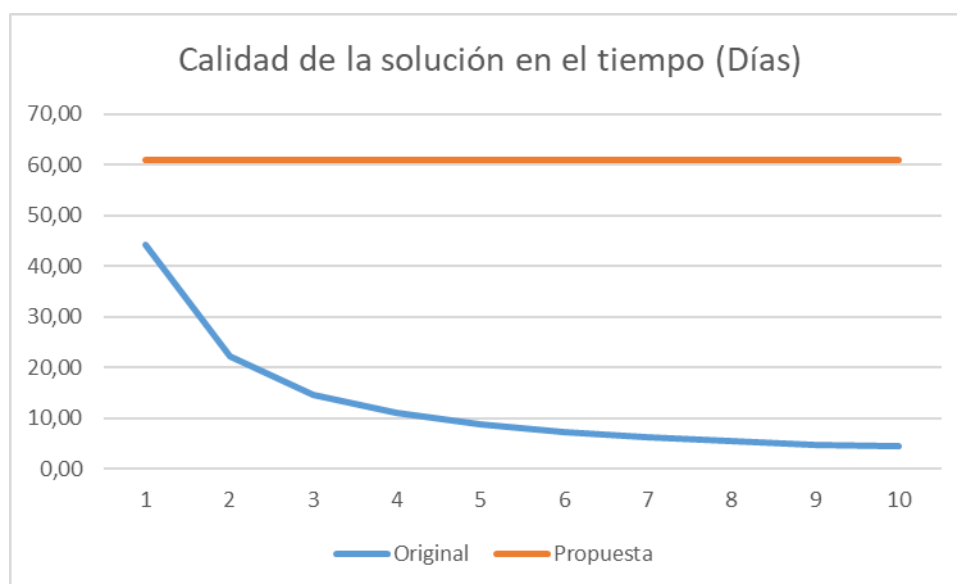
Fuente: elaboración propia

Lo anterior indica que mientras más tarda el método en entregar una solución óptima al problema, menor será la efectividad de ésta, puesto que no solo importa la eficacia, sino

también la rapidez con que pueda ser obtenida. Por muy superior que sea la respuesta en el número de bloques, no sirve de mucho si ésta es entregada meses después. Es por ello que la tabla considera un horizonte para el análisis del horario generado de forma manual de dos semanas hábiles (10 días), con una jornada laboral de 8 horas diarias, puesto que esta confección puede perfectamente tomar este tiempo o incluso más.

Aparte se encuentra el mismo indicador, esta vez para el modelo propuesto, el cual considera los 366 bloques obtenidos de respuesta en un horizonte de 6 horas (3 horas de ejecución del modelo y 3 horas para preparar y decodificar los datos en el formato deseado), obteniendo una calidad en el tiempo de 61.

El indicador además revela que la calidad de la solución desciende de forma exponencial con el paso de las horas, haciendo posible la comparación de la propuesta de forma gráfica a través del tiempo.



Fuente: elaboración propia

Si bien el modelo propuesto ya representa una mejora en la calidad desde un inicio, a medida que pasa el tiempo se torna cada vez más relevante para el normal funcionamiento del colegio, aumentando como se puede ver de forma exponencial su importancia para el establecimiento.

En resumen, el modelo presenta ventajas para distintos estamentos del colegio, desde el equipo directivo, hasta los mismos alumnos, no solo por la calidad, sino que principalmente por la velocidad de respuesta que presenta.

11.2 Aplicación del modelo

La aplicación del modelo requiere una introducción para la utilización de las distintas bases de datos y lenguaje de programación (no es necesario entender la programación, sino solo seguir ciertos pasos concretos).

En primer lugar, se encuentran ya establecidas y dispuestas para su uso dos planillas Excel que sirven de apoyo al lenguaje de programación primeramente y posteriormente realizan la decodificación de los resultados para arrojar el horario final tanto a nivel global del colegio, como curso por curso.

La primera planilla Excel permite realizar los diferentes cambios a la base de datos del colegio (cantidad de profesores, asignaturas, cursos, disponibilidades, etc.), en un formato amigable para un usuario no familiarizado con los lenguajes de programación, puesto que la segunda función de este archivo Excel es realizar la codificación de los datos y dar formato para posteriormente ser ingresados al archivo requerido por AMPL.

Los datos codificados son traspasados a la base de datos de AMPL (archivo .dat) con solo copiarlos del archivo Excel. Y luego llamados en AMPL por otro archivo (.run) que da todas las instrucciones a la interfaz de AMPL de como ejecutar el modelo con sus respectivos datos. La misma ejecución entrega un archivo (.txt) con los resultados del horario de clases programado.

El archivo resultante de la programación se copia en el segundo Excel, el cual traduce los datos obtenidos y genera los horarios tanto general, como de cada curso en el formato que se presenta en el anexo 14.3.

12. Conclusiones

Sin duda alguna el desarrollo de los distintos modelos de optimización ha generado ventajas y facilidades en el diario vivir, ya sea mejorando tiempos, reduciendo costos o mejorando la calidad de las soluciones a los múltiples problemas de la vida.

Para el caso de Timetabling y la asignación de profesores, asignaturas, cursos e incluso salas de clase, se ha investigado bastante al respecto, pero aún queda camino por recorrer, constituyendo un área del conocimiento interesante de seguir desarrollando. Las distintas alternativas han sido mejoras significativas en tiempos de ejecución y recursos utilizados, por tanto, un mismo problema podría ser analizado y resuelto de muchas formas, cada una con sus ventajas y desventajas. Para efectos de este trabajo, la metodología utilizada no aspira por ningún motivo ser la única respuesta, ni muy por el contrario pretende ser el mejor de los modelos, aun así, ésta resulta ser beneficiosa para el establecimiento educacional.

12.1. Consideraciones del factor humano

En el momento de la elaboración de un horario de clases de un colegio, existen restricciones que se desean satisfacer pero que no presentan un problema en caso de relajar tal condición. Esto ocurre, por ejemplo, cuando un profesor con disponibilidad completa y solo algunas horas de contrato, sugiere tener un día libre o trabajar solo las mañanas, lo que sin duda afecta la asignación del resto de los docentes, pudiendo perjudicar la calidad del horario de clases. El modelo y su ejecución produce un beneficio en estos casos, puesto que permite simular distintos escenarios, con el mínimo esfuerzo.

El mismo beneficio se aplica para casos imprevistos, que pueden ser que un profesor deje el colegio y deba ser reemplazado, cambios en la disponibilidad, cambios en las distribuciones de las horas que deban ser asignadas a cada profesor, entre otros.

Por último dentro del contexto de hacer varias simulaciones del horario del establecimiento, se encuentra el parámetro N_m , el cual limita la cantidad de horas que puede ser impartidas por día cada materia. Este parámetro puede ser ajustado a conveniencia, por ejemplo, una clase que tiene seis horas a la semana puede ser programada para que tenga máximo dos horas en un día, tres horas o incluso en algún caso para que pudiese tener las seis horas el mismo día. Esta decisión se toma a nivel administrativo y dependiendo las necesidades actuales.

12.2. Mejoras en la calidad

El modelo propuesto representa una mejora desde el punto de vista en el que se ha planteado, la agrupación de las materias y la maximización de bloques, pero este es solo el comienzo y para un caso particular.

Si el mismo modelo se quiere implementar en otras instituciones se deben considerar las condiciones propias de cada colegio. En algunos colegios técnicos existen cursos que se juntan para algunas asignaturas y se separan en las materias de especialidad. También podría ser deseable y posible, dependiendo el contingente de profesores, agrupar en la mañana asignaturas más duras como matemáticas, historia, ciencias y dejar para más tarde materias como educación física o talleres manuales, aprovechando la mayor concentración de los alumnos al inicio del día. Lo anterior podría ser planteado asignando alguna ponderación a las asignaturas y haciéndolas depender de las horas en las cuales se encuentran, pero todo esto escapa a este trabajo y a la realidad del colegio estudiado, puesto que no se cuenta con los profesores necesarios para cumplir este requerimiento.

Inevitablemente en el horario elaborado existen asignaturas aisladas, las cuales ya ocurrían con anterioridad al modelo, lo que se debe a las restricciones de disponibilidad, materias con distintas horas asignadas, algunas con dos, tres, cuatro, cinco y seis horas por semana. Es debido a esto que se estudia el beneficio de manera general y no curso a curso, día a día.

13. Bibliografía

González C. (2005). Educational Timetabling Resuelto con Recocido Simulado y Modelado Bajo una Arquitectura Web. Generalización y Aplicación Práctica: Casos PATAT y UADY-Edición Única. Tecnológico de Monterrey. México.

Hernández, R. (2008). Programación de horarios de clases y asignación de salas en la facultad de ingeniería de la universidad Diego Portales. Universidad de Chile. Chile.

Marín, A & Duque, M. (2016). Modelo lineal para la programación de clases en una institución educativa. Ingeniería y Ciencia, 12 (23), 47-71.

Sánchez P. (2008). Estudio del problema de School Timetabling utilizando técnicas de Inteligencia Artificial. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

Santa, J. (2013). Herramientas heurísticas para la asignación óptima de horarios de clase. Colombia. Revista avances investigación en ingeniería. Publicaciones Universidad Libre p68-74

Tellez, E. (2007). Uso de una Colonia de Hormigas para resolver Problemas de Programación de Horarios. Tesis de Maestria en Ciencias de la Computacion, Laboratorio Nacional de Informatica Avanzada A. C, Centro de Enseñanza LANIA.

14. Anexos

14.1. Horario de clases original confeccionado de forma manual

En la elaboración se ve que solo se toma en cuenta a los profesores y no las asignaturas para la asignación.

		1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3E	4A	4B	4C	4D	4E
lunes	1	AMH	STN	FC	CC	ML	DA	GM	NR	JV	ISIS	CM	ACH	GB	LC	RA	MAA	CQ	SU
lunes	2	AMH	STN	FC	CC	NC	DA	ML	NR	JV	ISIS	CM	ACH	GB	LC	RA	YY	CQ	SU
lunes	3	ES	FC	AMH	ACH	NC	ML	GM	ANC	STN	RA	MAA	NR	JV	LC	SU	YY	CM	GB
lunes	4	ES	FC	AMH	ACH	NC	ML	GM	ANC	STN	RA	MAA	NR	JV	LC	YY	ISIS	CM	CQ
lunes	5	ACH	ES	STN	ML	AMH	NR	NC	GM	MAA	RA	CM	JV	GB	LC	YY	ISIS	SU	CQ
lunes	6	FC	ES	STN	ML	AMH	ANC	NR	GM	MAA	RA	CM	JV	CQ	LC	ISIS	SU	YY	GB
lunes	7	FC	ES	CC	T.PER	GM	ANC	NR	ML	LC	RA	ACH	FI	CQ	AMH	ISIS	CM	YY	GB
lunes	8	T.PER	DA	ML	ES	ANC	GM	SU	FC	LC	RA	ACH	MAA	GB	AMH	CQ	CM	ISIS	YY
lunes	9	T.PER	DA	ML	ES	ANC	GM	SU	FC	LC	RA	ACH	MAA	GB	AMH	CQ	CC	ISIS	YY
martes	1	AMH	FR	CC	STN	AF	SU	NR	DA	CQ	RA	MR	ACH	JV	ISIS	IB	CM	MAA	GB
martes	2	AMH	FR	CC	STN	AF	SU	NC	ANC	CQ	RA	MR	ML	JV	ISIS	IB	CM	MAA	NR
martes	3	CC	STN	ML	FR	SU	ANC	AF	GM	ISIS	RA	ACH	ML	MAA	AMH	IB	CM	CQ	NR
martes	4	CC	STN	ML	FR	NR	ANC	AF	GM	ISIS	IB	ACH	ML	MAA	AMH	RA	CM	CQ	GB
martes	5	STN	FR	CC	ML	NR	AF	ANC	NC	JV	IB	ACH	ML	CQ	MAA	RA	SU	CM	ISIS
martes	6	STN	T.PER	AF	ES	GM	FR	ANC	NC	JV	IB	MR	ML	GB	MAA	RA	SU	CM	CQ
martes	7	AF	T.PER	ES	CC	GM	NC	FR	ANC	ANC	MAA	MR	ML	GB	AMH	IB	SU	ACH	CQ
martes	8	ES	AMH	FR	T.PER	DA	NC	GM	AF	MAA	IB	ML	CM	GB	SU	ISIS	ANC	ACH	CQ
martes	9	ES	AMH	T.PER	FI	DA	FR	GM	AF	MAA	IB	ML	ACH	GB	SU	ISIS	ANC	CC	CQ
miercoles	1	ACH	ES	STN	FC	GM	FR	DA	AMH	LC	RA	JV	CM	MR	CQ	IB	MAA	ISIS	GB
miercoles	2	ACH	ES	STN	FC	GM	FR	DA	AMH	LC	RA	JV	CM	MR	CQ	IB	MAA	ISIS	GB
miercoles	3	FR	CC	ACH	ES	NR	GM	ANC	NC	YY	JV	CQ	MR	STN	LC	IB	ISIS	MAA	GB
miercoles	4	DA	CC	ACH	ML	SU	GM	FR	NC	YY	NR	CQ	MR	STN	LC	ANC	ISIS	MAA	GB
miercoles	5	CC	CLS	ACH	STN	AMH	NC	FR	ML	ISIS	NR	MAA	JV	MR	LC	ANC	CM	SU	GB
miercoles	6	CC	CLS	ES	DA	AMH	NC	FR	SU	ISIS	RA	MAA	JV	MR	LC	IB	VK	ANC	GB
miercoles	7	STN	ACH	ES	CC	FR	NC	GM	SU	LC	RA	YY	MR	CQ	AMH	IB	VK	ANC	ISIS
miercoles	8	STN	ACH	ES	AMH	FR	SU	NC	CQ	LC	RA	YY	MR	MAA	ANC	IB	CM	VK	ISIS
miercoles	9	ES	ACH	FR	AMH	GM	SU	ML	CQ	LC	RA	STN	YY	MAA	ANC	IB	CM	VK	ISIS
jueves	1	FR	ES	T.PER	FIS	GM	NR	NC	DA	AMH	STN	JV	ACH	GB	ISIS	SU	CQ	CM	MAA
jueves	2	AF	ES	T.PER	FIS	GM	NR	NC	DA	AMH	STN	JV	ACH	GB	ISIS	SU	CQ	CM	MAA
jueves	3	CC	FIS	DA	AF	NC	CLS	GM	FR	AMH	STN	ML	CQ	GB	NR	MAA	ISIS	CM	SU
jueves	4	ES	FIS	DA	ACH	NC	AF	ANC	FR	AMH	JV	ML	CQ	GB	NR	MAA	ISIS	CM	SU
jueves	5	FR	AF	ES	STN	FIS	GM	SU	NR	AMH	JV	ML	ACH	GB	MAA	IB	CM	ISIS	CQ
jueves	6	FR	AF	ES	T.PER	FIS	AMH	SU	GM	NR	JV	ML	ACH	GB	MAA	IB	VK	CM	ANC
jueves	7	CC	ML	FR	T.PER	NC	AMH	FIS	GM	NR	IB	CM	ACH	GB	CQ	SU	VK	ISIS	ANC
jueves	8	ML	CC	AF	ES	ANC	NC	FIS	FR	AMH	ISIS	CM	ACH	CQ	SU	IB	MAA	VK	GB
jueves	9	ML	CC	FR	AF	ANC	CLS	NC	FIS	AMH	ISIS	ACH	CM	CQ	SU	IB	MAA	VK	GB
viernes	1	T.PER	CC	FIS	FR	FC	GM	AMH	NC	LC	MAA	ACH	STN	NR	YY	CQ	CM	SU	GB
viernes	2	T.PER	CC	FIS	DA	FC	GM	AMH	NC	LC	MAA	ACH	STN	NR	YY	CQ	CM	SU	GB
viernes	3	FIS	T.PER	CC	ES	FR	FC	ML	SU	LC	CQ	NR	YY	STN	AMH	MAA	ACH	CM	GB
viernes	4	FIS	T.PER	CC	ES	FR	FC	ML	SU	LC	CQ	NR	STN	YY	AMH	MAA	ACH	CM	GB
viernes	5	ES	CC	T.PER	FR	SU	FIS	FC	GM	AMH	MAA	STN	FI	YY	CQ	ACH	CM	LS	GB
viernes	6	ES	ML	T.PER	CC	SU	FIS	FC	FR	AMH	YY	STN	MAA	GB	LC	ACH	CQ	CM	GM
viernes	7	DA	FR	ES	CC	ML	JF	SU	FIS	AMH	YY	ACH	MAA	GB	LC	CLS	CQ	CM	GM

14.2. Horario elaborado con el modelo propuesto

14.2.1. Horario general

		1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3E	4A	4B	4C	4D	4E
lunes	1	ES	AF	STN	CC	ANC	CLS	DA	AMH	LC	IB	JV	CM	YY	MAA	RA	SU	ACH	CQ
lunes	2	ACH	AF	FIS	CC	GM	ML	FC	AMH	LC	STN	JV	CM	YY	CQ	RA	SU	ISIS	GB
lunes	3	AF	CC	T.PER	ES	NC	ML	GM	SU	MAA	STN	NR	ACH	JV	CQ	YY	CM	ISIS	GB
lunes	4	AF	CC	FIS	DA	NC	JF	ML	SU	MAA	JV	NR	ACH	MR	CQ	YY	ISIS	CM	GB
lunes	5	FIS	CLS	STN	ACH	SU	ANC	ML	GM	LC	JV	MR	YY	NR	AMH	CQ	CM	MAA	GB
lunes	6	FIS	ES	ML	ACH	SU	ANC	NC	GM	LC	RA	MR	YY	NR	AMH	IB	CM	MAA	GB
lunes	7	T.PER	ES	ML	FIS	GM	NC	DA	FC	AMH	CQ	CM	ACH	MR	YY	IB	ISIS	SU	MAA
lunes	8	CC	T.PER	ES	AF	DA	GM	NC	FC	AMH	CQ	CM	ACH	STN	YY	IB	MAA	SU	GB
lunes	9	CC	T.PER	ES	AF	DA	GM	SU	CQ	AMH	ISIS	YY	ML	STN	ANC	MAA	CM	ACH	GB
martes	1	FR	CC	ML	FC	NC	AMH	GM	AF	LC	MAA	STN	JV	GB	ISIS	ACH	SU	CM	CQ
martes	2	FR	CC	ML	FC	NC	AMH	GM	AF	LC	JV	MR	CQ	GB	ISIS	ACH	SU	ANC	MAA
martes	3	STN	T.PER	ES	ML	AMH	GM	NR	NC	LC	JV	ACH	CQ	GB	MAA	SU	CM	ANC	ISIS
martes	4	STN	FR	ES	ML	AMH	DA	NR	NC	ANC	RA	ACH	JV	GB	LC	SU	CM	CQ	ISIS
martes	5	T.PER	FR	STN	ES	ANC	DA	NR	FIS	AMH	RA	ACH	ML	GB	LC	ISIS	MAA	SU	CQ
martes	6	T.PER	FR	STN	AMH	GM	SU	ANC	FIS	NR	RA	ACH	ML	JV	LC	ISIS	MAA	CM	CQ
martes	7	ES	FR	CC	AMH	GM	SU	ANC	CQ	NR	IB	ACH	ML	STN	LC	CLS	ISIS	CM	GB
martes	8	FC	ES	T.PER	STN	ML	NC	FR	GM	AMH	IB	CQ	NR	MR	LC	MAA	ISIS	CM	SU
martes	9	FC	ES	DA	STN	ML	NC	FR	GM	AMH	ISIS	CQ	NR	MR	LC	MAA	CM	CC	SU
miercoles	1	ES	FC	T.PER	FI	GM	FR	SU	ANC	JV	YY	ML	CM	GB	AMH	CQ	ACH	MAA	ISIS
miercoles	2	ES	FC	T.PER	CC	GM	FR	SU	ANC	LC	YY	STN	JV	GB	AMH	CQ	ACH	MAA	ISIS
miercoles	3	ES	AMH	FR	CC	FIS	ANC	SU	ML	LC	RA	STN	JV	GB	MAA	ISIS	CQ	CM	YY
miercoles	4	CC	AMH	FC	ES	GM	FR	NC	ML	LC	RA	MR	ACH	GB	MAA	ISIS	CQ	CM	YY
miercoles	5	CC	STN	FC	FR	FIS	ANC	NC	NR	ISIS	RA	JV	ACH	GB	AMH	IB	MAA	CM	CQ
miercoles	6	ML	STN	CC	T.PER	FR	GM	AMH	NR	JV	RA	ACH	MAA	GB	SU	IB	ISIS	VK	CQ
miercoles	7	ML	DA	CC	T.PER	FR	GM	AMH	NR	YY	IB	ACH	MAA	GB	SU	RA	VK	ISIS	CQ
miercoles	8	AMH	DA	ES	ML	FR	NC	GM	SU	YY	IB	MAA	ACH	GB	CQ	RA	VK	ISIS	NR
miercoles	9	AMH	FIS	ES	ML	FR	NC	GM	SU	ISIS	IB	MAA	STN	GB	ANC	RA	CC	VK	NR
jueves	1	STN	CC	AMH	FR	GM	FIS	ML	ANC	JV	RA	CM	ACH	CQ	NR	IB	MAA	ISIS	GB
jueves	2	STN	CC	AMH	FR	AF	SU	ML	ANC	JV	RA	MAA	ACH	CQ	NR	IB	CM	ISIS	GB
jueves	3	ES	T.PER	AF	FR	SU	NC	GM	DA	ISIS	STN	MAA	ACH	JV	AMH	ANC	CM	CQ	GB
jueves	4	FR	ES	AF	STN	NC	SU	GM	DA	ISIS	NR	ACH	ML	JV	AMH	ANC	CM	CQ	GB
jueves	5	FR	ES	ACH	STN	NC	CLS	ANC	GM	AMH	NR	JV	CM	MAA	LC	SU	ISIS	CQ	GB
jueves	6	ACH	STN	CC	ES	FC	FIS	SU	GM	AMH	ISIS	ML	FI	MAA	LC	CQ	CM	VK	GB
jueves	7	ACH	STN	FR	ES	FC	NR	ANC	NC	AMH	ISIS	ML	FI	CQ	LC	MAA	CM	VK	SU
jueves	8	AMH	FIS	FR	CC	ANC	NR	AF	DA	LC	MAA	ACH	MR	CQ	ISIS	IB	VK	CM	GB
jueves	9	AMH	CC	FR	ACH	ANC	NR	AF	NC	LC	MAA	ML	MR	GB	ISIS	IB	VK	CM	SU
viernes	1	CC	CLS	ACH	FIS	SU	GM	NC	FR	STN	RA	ML	MAA	CQ	AMH	IB	CM	LS	GB
viernes	2	CC	ES	ACH	DA	AF	GM	FC	FR	STN	RA	ML	MAA	CQ	AMH	IB	YY	CM	GB
viernes	3	ES	ACH	CC	T.PER	NR	FR	NC	GM	MAA	RA	CM	MR	GB	LC	IB	YY	SU	ANC
viernes	4	ES	ACH	CC	T.PER	NR	AF	FIS	FR	MAA	RA	CM	MR	GB	LC	SU	CQ	YY	ANC
viernes	5	DA	ACH	ES	CC	NR	AF	FIS	FR	AMH	MAA	CM	ML	GB	LC	IB	CQ	YY	GM
viernes	6	DA	ML	T.PER	ES	AMH	FC	FR	NC	CQ	RA	ACH	STN	MAA	SU	IB	ANC	CM	GM
viernes	7	T.PER	ML	DA	ES	AMH	FC	FR	NC	CQ	RA	YY	STN	MAA	SU	IB	ANC	CM	GB

14.2.2. Horario por curso

1A	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	ES MATEMATICA	FR TALLER_DE_CIENCIAS	ES JEFATURA	STN INGLES	CC LENGUAJE
2	ACH EDUCACION_FISICA	FR TALLER_DE_CIENCIAS	ES MATEMATICA	STN INGLES	CC LENGUAJE
3	AF TALLER_DE_COMPUTACION	STN INGLES	ES MATEMATICA	ES MATEMATICA	ES MATEMATICA
4	AF TALLER_DE_COMPUTACION	STN INGLES	CC LENGUAJE	FR QUIMICA	ES MATEMATICA
5	FIS FISICA	CAT.PEREZ HISTORIA	CC LENGUAJE	FR QUIMICA	DA RELIGION
6	FIS FISICA	CAT.PEREZ HISTORIA	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	ACH EDUCACION_FISICA	DA RELIGION
7	CAT.PEREZ HISTORIA	ES MATEMATICA	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	ACH EDUCACION_FISICA	CAT.PEREZ HISTORIA
8	CC LENGUAJE	FC BIOLOGIA	AMH ARTES_VISUALES	AMH TALLER_DESARROLLO_VOCAC.	
9	CC LENGUAJE	FC BIOLOGIA	AMH ARTES_VISUALES	AMH TALLER_DESARROLLO_VOCAC.	

1B	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	AF TALLER_DE_COMPUTACION	CC LENGUAJE	FC BIOLOGIA	CC LENGUAJE	CLS TALLER_DESARROLLO_VOCACI
2	AF TALLER_DE_COMPUTACION	CC LENGUAJE	FC BIOLOGIA	CC LENGUAJE	ES MATEMATICA
3	CC LENGUAJE	CAT.PEREZ HISTORIA	AMH ARTES_VISUALES	CAT.PEREZ HISTORIA	ACH EDUCACION_FISICA
4	CC LENGUAJE	FR TALLER_DE_CIENCIAS	AMH ARTES_VISUALES	ES MATEMATICA	ACH EDUCACION_FISICA
5	CLS TALLER_DESARROLLO_VOCACI	FR TALLER_DE_CIENCIAS	STN INGLES	ES MATEMATICA	ACH EDUCACION_FISICA
6	ES MATEMATICA	FR QUIMICA	STN INGLES	STN INGLES	ML EDUCACION_TECNOLOGICA
7	ES MATEMATICA	FR QUIMICA	DA RELIGION	STN INGLES	ML EDUCACION_TECNOLOGICA
8	CAT.PEREZ HISTORIA	ES MATEMATICA	DA RELIGION	FIS FISICA	.
9	CAT.PEREZ HISTORIA	ES MATEMATICA	FIS FISICA	CC JEFATURA	.

1C	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	STN INGLES	ML TALLER_DESARROLLO_VOCACI	CAT.PEREZ HISTORIA	AMH ARTES_VISUALES	ACH EDUCACION_FISICA
2	FIS FISICA	ML TALLER_DESARROLLO_VOCACI	CAT.PEREZ HISTORIA	AMH ARTES_VISUALES	ACH EDUCACION_FISICA
3	CAT.PEREZ JEFATURA	ES MATEMATICA	FR TALLER_DE_CIENCIAS	AF TALLER_DE_COMPUTACION	CC LENGUAJE
4	FIS FISICA	ES MATEMATICA	FC BIOLOGIA	AF TALLER_DE_COMPUTACION	CC LENGUAJE
5	STN INGLES	STN INGLES	FC BIOLOGIA	ACH EDUCACION_FISICA	ES MATEMATICA
6	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	STN INGLES	CC LENGUAJE	CC LENGUAJE	CAT.PEREZ HISTORIA
7	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	CC LENGUAJE	CC LENGUAJE	FR TALLER_DE_CIENCIAS	DA RELIGION
8	ES MATEMATICA	CAT.PEREZ HISTORIA	ES MATEMATICA	FR QUIMICA	.
9	ES MATEMATICA	DA RELIGION	ES MATEMATICA	FR QUIMICA	.

1D	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	CC LENGUAJE	FC BIOLOGIA	FI JEFATURA	FR TALLER_DE_CIENCIAS	FIS FISICA
2	CC LENGUAJE	FC BIOLOGIA	CC LENGUAJE	FR QUIMICA	DA RELIGION
3	ES MATEMATICA	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	CC LENGUAJE	FR QUIMICA	CAT.PEREZ HISTORIA
4	DA RELIGION	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	ES MATEMATICA	STN INGLES	CAT.PEREZ HISTORIA
5	ACH EDUCACION_FISICA	ES MATEMATICA	FR TALLER_DE_CIENCIAS	STN INGLES	CC LENGUAJE
6	ACH EDUCACION_FISICA	AMH ARTES_VISUALES	CAT.PEREZ HISTORIA	ES MATEMATICA	ES MATEMATICA
7	FIS FISICA	AMH ARTES_VISUALES	CAT.PEREZ HISTORIA	ES MATEMATICA	ES MATEMATICA
8	AF TALLER_DE_COMPUTACION	STN INGLES	ML TALLER_DESARROLLO_VOCACIONAL	CC LENGUAJE	.
9	AF TALLER_DE_COMPUTACION	STN INGLES	ML TALLER_DESARROLLO_VOCACIONAL	ACH EDUCACION_FISICA	.

2A	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	ANC INGLES	NC LENGUAJE	GM MATEMATICA	GM MATEMATICA	SU HISTORIA
2	GM MATEMATICA	NC LENGUAJE	GM MATEMATICA	AF TALLER_DE_COMPUTACION	AF TALLER_DE_COMPUTACION
3	NC LENGUAJE	AMH TALLER_DESARROLLO_VOCACIONAL	FIS FISICA	SU HISTORIA	NR EDUCACION_FISICA
4	NC LENGUAJE	AMH TALLER_DESARROLLO_VOCACIONAL	GM JEFATURA	NC LENGUAJE	NR EDUCACION_FISICA
5	SU HISTORIA	ANC INGLES	FIS FISICA	NC LENGUAJE	NR EDUCACION_FISICA
6	SU HISTORIA	GM MATEMATICA	FR TALLER_DE_CIENCIAS	FC BIOLOGIA	AMH ARTES_VISUALES
7	GM MATEMATICA	GM MATEMATICA	FR QUIMICA	FC BIOLOGIA	AMH ARTES_VISUALES
8	DA RELIGION	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	FR QUIMICA	ANC INGLES	.
9	DA RELIGION	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	FR TALLER_DE_CIENCIAS	ANC INGLES	.

2B	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	CLS TALLER_DESARROLLO_VOCACIONAL	AMH ARTES_VISUALES	FR TALLER_DE_CIENCIAS	FIS FISICA	GM MATEMATICA
2	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	AMH ARTES_VISUALES	FR TALLER_DE_CIENCIAS	SU HISTORIA	GM MATEMATICA
3	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	GM MATEMATICA	ANC INGLES	NC LENGUAJE	FR QUIMICA
4	JF JEFATURA	DA RELIGION	FR QUIMICA	SU HISTORIA	AF TALLER_DE_COMPUTACION
5	ANC INGLES	DA RELIGION	ANC INGLES	CLS TALLER_DESARROLLO_VOCACIONAL	AF TALLER_DE_COMPUTACION
6	ANC INGLES	SU HISTORIA	GM MATEMATICA	FIS FISICA	FC BIOLOGIA
7	NC LENGUAJE	SU HISTORIA	GM MATEMATICA	NR EDUCACION_FISICA	FC BIOLOGIA
8	GM MATEMATICA	NC LENGUAJE	NC LENGUAJE	NR EDUCACION_FISICA	.
9	GM MATEMATICA	NC LENGUAJE	NC LENGUAJE	NR EDUCACION_FISICA	.

2C	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	DA RELIGION	GM MATEMATICA	SU JEFATURA	ML TALLER_DESARROLLO_VOCACION	NC LENGUAJE
2	FC BIOLOGIA	GM MATEMATICA	SU HISTORIA	ML TALLER_DESARROLLO_VOCACION	FC BIOLOGIA
3	GM MATEMATICA	NR EDUCACION_FISICA	SU HISTORIA	GM MATEMATICA	NC LENGUAJE
4	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	NR EDUCACION_FISICA	NC LENGUAJE	GM MATEMATICA	FIS FISICA
5	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	NR EDUCACION_FISICA	NC LENGUAJE	ANC INGLES	FIS FISICA
6	NC LENGUAJE	ANC INGLES	AMH ARTES_VISUALES	SU HISTORIA	FR TALLER_DE_CIENCIAS
7	DA RELIGION	ANC INGLES	AMH ARTES_VISUALES	ANC INGLES	FR TALLER_DE_CIENCIAS
8	NC LENGUAJE	FR QUIMICA	GM MATEMATICA	AF TALLER_DE_COMPUTACION	.
9	SU HISTORIA	FR QUIMICA	GM MATEMATICA	AF TALLER_DE_COMPUTACION	.

2D	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	AMH ARTES_VISUALES	AF TALLER_DE_COMPUTACION	ANC INGLES	ANC INGLES	FR TALLER_DE_CIENCIAS
2	AMH ARTES_VISUALES	AF TALLER_DE_COMPUTACION	ANC INGLES	ANC INGLES	FR TALLER_DE_CIENCIAS
3	SU HISTORIA	NC LENGUAJE	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	DA RELIGION	GM MATEMATICA
4	SU HISTORIA	NC LENGUAJE	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	DA RELIGION	FR QUIMICA
5	GM MATEMATICA	FIS FISICA	NR EDUCACION_FISICA	GM MATEMATICA	FR QUIMICA
6	GM MATEMATICA	FIS FISICA	NR EDUCACION_FISICA	GM MATEMATICA	NC LENGUAJE
7	FC BIOLOGIA	CQ TALLER_DESARROLLO_VOCACION	NR EDUCACION_FISICA	NC LENGUAJE	NC LENGUAJE
8	FC BIOLOGIA	GM MATEMATICA	SU HISTORIA	DA JEFATURA	.
9	CQ TALLER_DESARROLLO_VOCACION	GM MATEMATICA	SU HISTORIA	NC LENGUAJE	.

3A	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GF	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GF	JV HISTORIA	JV HISTORIA	STN INGLES
2	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GF	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GF	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	JV HISTORIA	STN INGLES
3	MAA MATEMATICA	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GF	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	ISIS LENGUAJE	MAA MATEMATICA
4	MAA MATEMATICA	ANC INGLES	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	ISIS LENGUAJE	MAA MATEMATICA
5	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQU	ISIS LENGUAJE	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQU	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQU
6	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	NR TALLER_DE_DEPORTES	JV HISTORIA	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQU	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA
7	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQU	NR TALLER_DE_DEPORTES	YY RELIGION	AMH PREPARACION_DE_LA_MAQU	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA
8	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE	YY RELIGION	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	.
9	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE	ISIS LENGUAJE	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GF	.

3B	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	IB CONFECCION_Y_TERMINACIONE	MAA MATEMATICA	YY RELIGION	RA TENDIDO_Y_TRAZADO_DE_COR	RA MATENIMIENTO_DE_MAQUINA
2	STN INGLES	JV HISTORIA	YY RELIGION	RA TENDIDO_Y_TRAZADO_DE_COR	RA MATENIMIENTO_DE_MAQUINA
3	STN INGLES	JV HISTORIA	RA TENDIDO_Y_TRAZADO_DE_COR	STN INGLES	RA TENDIDO_Y_TRAZADO_DE_COR
4	JV HISTORIA	RA ELABORACION_FICHA_TECNICA	RA PATRONAJE_COMPUTACIONAL	NR TALLER_DE_DEPORTES	RA TENDIDO_Y_TRAZADO_DE_COR
5	JV HISTORIA	RA ELABORACION_FICHA_TECNICA	RA PATRONAJE_COMPUTACIONAL	NR TALLER_DE_DEPORTES	MAA MATEMATICA
6	RA PATRONAJE_COMPUTACIONAL	RA ELABORACION_FICHA_TECNICA	RA PATRONAJE_COMPUTACIONAL	ISIS LENGUAJE	RA PATRONAJE_COMPUTACIONAL
7	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA	IB CONFECCION_Y_TERMINACIONE	IB CONFECCION_Y_TERMINACIONE	ISIS LENGUAJE	RA PATRONAJE_COMPUTACIONAL
8	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA	IB CONFECCION_Y_TERMINACIONE	IB CONFECCION_Y_TERMINACIONE	MAA MATEMATICA	.
9	ISIS LENGUAJE	ISIS LENGUAJE	IB CONFECCION_Y_TERMINACIONE	MAA MATEMATICA	.

3C	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	JV HISTORIA	STN INGLES	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y_DECO	CM RELACION_CON_LA_FAMILIA	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y_DECO
2	JV HISTORIA	MR LENGUAJE	STN INGLES	MAA MATEMATICA	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y_DECO
3	NR TALLER_DE_DEPORTES	ACH EXPRESION_MUSICAL	STN INGLES	MAA MATEMATICA	CM SALUD_EN_PARVULOS
4	NR TALLER_DE_DEPORTES	ACH RECREACION_Y_BIENESTAR	MR LENGUAJE	ACH EXPRESION_MUSICAL	CM SALUD_EN_PARVULOS
5	MR LENGUAJE	ACH RECREACION_Y_BIENESTAR	JV HISTORIA	JV HISTORIA	CM RELACION_CON_LA_FAMILIA
6	MR LENGUAJE	ACH RECREACION_Y_BIENESTAR	ACH RECREACION_Y_BIENESTAR	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y_DECO	ACH EXPRESION_MUSICAL
7	CM SALUD_EN_PARVULOS	ACH EXPRESION_MUSICAL	ACH RECREACION_Y_BIENESTAR	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y_DECO	YY RELIGION
8	CM SALUD_EN_PARVULOS	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA	MAA MATEMATICA	ACH RECREACION_Y_BIENESTAR	.
9	YY RELIGION	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA	MAA MATEMATICA	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y_DECO	.

3D	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	CM SALUD_EN_PARVULOS	JV HISTORIA	CM SALUD_EN_PARVULOS	ACH RECREACION_Y_BIENESTAR	MAA MATEMATICA
2	CM SALUD_EN_PARVULOS	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA	JV HISTORIA	ACH RECREACION_Y_BIENESTAR	MAA MATEMATICA
3	ACH RECREACION_Y_BIENESTAR	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA	JV HISTORIA	ACH EXPRESION_MUSICAL	MR LENGUAJE
4	ACH RECREACION_Y_BIENESTAR	JV HISTORIA	ACH RECREACION_Y_BIENESTAR	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y_DECO	MR LENGUAJE
5	YY RELIGION	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y_DECO	ACH EXPRESION_MUSICAL	CM SALUD_EN_PARVULOS	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y_DECO
6	YY RELIGION	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y_DECO	MAA MATEMATICA	FI RELACION_CON_LA_FAMILIA	STN INGLES
7	ACH EXPRESION_MUSICAL	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y_DECO	MAA MATEMATICA	FI RELACION_CON_LA_FAMILIA	STN INGLES
8	ACH EXPRESION_MUSICAL	NR TALLER_DE_DEPORTES	ACH RECREACION_Y_BIENESTAR	MR LENGUAJE	.
9	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y_DECO	NR TALLER_DE_DEPORTES	STN INGLES	MR LENGUAJE	.

3E	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	YY RELIGION	GB CONTABILIZACION_DE_OPERAC	GB CONTABILIZACION_DE_OPERAC	CQ ORGANIZACIÓN_Y_METODOS	LC APLICACIÓN_INFORMATICA
2	YY RELIGION	GB CONTABILIZACION_DE_OPERAC	GB CONTABILIZACION_DE_OPERAC	CQ ORGANIZACIÓN_Y_METODOS	LC APLICACIÓN_INFORMATICA
3	JV HISTORIA	GB CONTROL_Y_PROCESO_DE_INF	GB CALCULO_Y_REGISTRO_REMUN	JV HISTORIA	GB CALCULO_Y_REGISTRO_REMUN
4	MR LENGUAJE	GB CONTROL_Y_PROCESO_DE_INF	GB CALCULO_Y_REGISTRO_REMUN	JV HISTORIA	GB CALCULO_Y_REGISTRO_REMUN
5	NR TALLER_DE_DEPORTES	GB CONTROL_Y_PROCESO_DE_INF	GB CONTABILIZACION_DE_OPERAC	MAA MATEMATICA	GB CALCULO_Y_REGISTRO_REMUN
6	NR TALLER_DE_DEPORTES	JV HISTORIA	GB CALCULO_Y_REGISTRO_REMUN	MAA MATEMATICA	MAA MATEMATICA
7	MR LENGUAJE	STN INGLES	GB CONTROL_Y_PROCESO_DE_INF	CQ SERVICIO_ATENCION_AL_CLIEN	MAA MATEMATICA
8	STN INGLES	MR LENGUAJE	GB CONTROL_Y_PROCESO_DE_INF	CQ SERVICIO_ATENCION_AL_CLIEN	.
9	STN INGLES	MR LENGUAJE	GB CONTROL_Y_PROCESO_DE_INF	GB CONTABILIZACION_DE_OPERAC	.

4A	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	MAA MATEMATICA	ISIS LENGUAJE	AMH POST_IMPRESION_EN_EMBAL	NR TALLER_DE_DEPORTES	AMH ENCUADERNACION_DEL_PRO
2	CQ EMPRENDIMIENTO_Y_EMPLEAB	ISIS LENGUAJE	AMH POST_IMPRESION_EN_EMBAL	NR TALLER_DE_DEPORTES	AMH ENCUADERNACION_DEL_PRO
3	CQ EMPRENDIMIENTO_Y_EMPLEAB	MAA MATEMATICA	MAA MATEMATICA	AMH POST_IMPRESION_EN_EMBAL	LC SALIDA_ARCHIVO_A_MATRIZ_IN
4	CQ HABILIDADES_SOCIALES_PARA	LC IMP_DE_ARCHIVO_Y_OBTENCIO	MAA MATEMATICA	AMH POST_IMPRESION_EN_EMBAL	LC SALIDA_ARCHIVO_A_MATRIZ_IN
5	AMH ENCUADERNACION_DEL_PRO	LC IMP_DE_ARCHIVO_Y_OBTENCIO	AMH JEFATURA	LC IMP_DE_ARCHIVO_Y_OBTENCIO	LC SALIDA_ARCHIVO_A_MATRIZ_IN
6	AMH ENCUADERNACION_DEL_PRO	LC IMP_DE_ARCHIVO_Y_OBTENCIO	SU HISTORIA	LC IMP_DE_ARCHIVO_Y_OBTENCIO	SU HISTORIA
7	YY RELIGION	LC SALIDA_ARCHIVO_A_MATRIZ_IN	SU HISTORIA	LC IMP_DE_ARCHIVO_Y_OBTENCIO	SU HISTORIA
8	YY RELIGION	LC SALIDA_ARCHIVO_A_MATRIZ_IN	CQ HABILIDADES_SOCIALES_PARA	ISIS LENGUAJE	.
9	ANC INGLES	LC SALIDA_ARCHIVO_A_MATRIZ_IN	ANC INGLES	ISIS LENGUAJE	.

4B	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	RA DISEÑO_COMP_DE_ART_Y_VES	ACH TALLER_DE_DEPORTES	CQ HABILIDADES_SOCIALES_PARA	IB PROCESO_CONFECCION_INDUST	IB CONTROL_DE_CALIDAD
2	RA DISEÑO_COMP_DE_ART_Y_VES	ACH TALLER_DE_DEPORTES	CQ HABILIDADES_SOCIALES_PARA	IB PROCESO_CONFECCION_INDUST	IB CONTROL_DE_CALIDAD
3	YY RELIGION	SU HISTORIA	ISIS LENGUAJE	ANC INGLES	IB CONTROL_DE_CALIDAD
4	YY RELIGION	SU HISTORIA	ISIS LENGUAJE	ANC INGLES	SU HISTORIA
5	CQ EMPRENDIMIENTO_Y_EMPLEAB	ISIS LENGUAJE	IB PATRONAJE_ESCALONADO_IND	SU HISTORIA	IB PROCESO_CONFECCION_INDUST
6	IB PATRONAJE_ESCALONADO_IND	ISIS LENGUAJE	IB PATRONAJE_ESCALONADO_IND	CQ EMPRENDIMIENTO_Y_EMPLEAB	IB PROCESO_CONFECCION_INDUST
7	IB PATRONAJE_ESCALONADO_IND	CLS JEFATURA	RA DISEÑO_COMP_DE_ART_Y_VES	MAA MATEMATICA	IB PROCESO_CONFECCION_INDUST
8	IB PATRONAJE_ESCALONADO_IND	MAA MATEMATICA	RA DISEÑO_COMP_DE_ART_Y_VES	IB PROCESO_CONFECCION_INDUST	.
9	MAA MATEMATICA	MAA MATEMATICA	RA DISEÑO_COMP_DE_ART_Y_VES	IB PATRONAJE_ESCALONADO_IND	.

4C	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	SU HISTORIA	SU HISTORIA	ACH TALLER_DE_DEPORTES	MAA MATEMATICA	CM ALIMENTACION PARA PARVU
2	SU HISTORIA	SU HISTORIA	ACH TALLER_DE_DEPORTES	CM EXPRESION LITERARIA	YY RELIGION
3	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	CQ EMPRENDIMIENTO Y EMPLEAB	CM EXPRESION LITERARIA	YY RELIGION
4	ISIS LENGUAJE	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	CQ EMPRENDIMIENTO Y EMPLEAB	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	CQ HABILIDADES SOCIALES PARA
5	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	MAA MATEMATICA	MAA MATEMATICA	ISIS LITERATURA INFANTIL	CQ HABILIDADES SOCIALES PARA
6	CM ALIMENTACION PARA PARVU	MAA MATEMATICA	ISIS LITERATURA INFANTIL	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	ANC INGLES
7	ISIS LITERATURA INFANTIL	ISIS LENGUAJE	VK HIGIENE Y SEGURIDAD EN PA	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	ANC INGLES
8	MAA JEFATURA	ISIS LENGUAJE	VK HIGIENE Y SEGURIDAD EN PA	VK HIGIENE Y SEGURIDAD EN PA	.
9	CM EXPRESION LITERARIA	CM ALIMENTACION PARA PARVU	CC LITERATURA INFANTIL	VK HIGIENE Y SEGURIDAD EN PA	.

4D	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	ACH TALLER_DE_DEPORTES	CM ALIMENTACION PARA PARVU	MAA MATEMATICA	ISIS LENGUAJE	LS JEFATURA
2	ISIS LENGUAJE	ANC INGLES	MAA MATEMATICA	ISIS LITERATURA INFANTIL	CM ALIMENTACION PARA PARVU
3	ISIS LENGUAJE	ANC INGLES	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	CQ HABILIDADES SOCIALES PARA	SU HISTORIA
4	CM ALIMENTACION PARA PARVU	CQ EMPRENDIMIENTO Y EMPLEAB	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	CQ HABILIDADES SOCIALES PARA	YY RELIGION
5	MAA MATEMATICA	SU HISTORIA	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	CQ EMPRENDIMIENTO Y EMPLEAB	YY RELIGION
6	MAA MATEMATICA	CM EXPRESION LITERARIA	VK HIGIENE Y SEGURIDAD EN PA	VK HIGIENE Y SEGURIDAD EN PA	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO
7	SU HISTORIA	CM EXPRESION LITERARIA	ISIS LITERATURA INFANTIL	VK HIGIENE Y SEGURIDAD EN PA	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO
8	SU HISTORIA	CM EXPRESION LITERARIA	ISIS LITERATURA INFANTIL	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	.
9	ACH TALLER_DE_DEPORTES	CC LITERATURA INFANTIL	VK HIGIENE Y SEGURIDAD EN PA	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	.

4E	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	CQ JEFATURA	CQ PROCESAMIENTO DE LA INFO	ISIS LENGUAJE	GB PROCESAMIENTO DE LA INFO	GB PROCESAMIENTO DE LA INFO
2	GB ELABORACION DE INFORMES	MAA MATEMATICA	ISIS LENGUAJE	GB PROCESAMIENTO DE LA INFO	GB PROCESAMIENTO DE LA INFO
3	GB ELABORACION DE INFORMES	ISIS LENGUAJE	YY RELIGION	GB REGISTRO DE OPERACIONES	CANC INGLES
4	GB CALCULO REGISTRO DE IMPUE	ISIS LENGUAJE	YY RELIGION	GB REGISTRO DE OPERACIONES	CANC INGLES
5	GB REGISTRO DE OPERACIONES_CO	CQ HABILIDADES SOCIALES PARA	CQ EMPRENDIMIENTO Y EMPLEAB	GB CALCULO REGISTRO DE IMPUE	GM MATEMATICA
6	GB REGISTRO DE OPERACIONES_CO	CQ HABILIDADES SOCIALES PARA	CQ EMPRENDIMIENTO Y EMPLEAB	GB CALCULO REGISTRO DE IMPUE	GM MATEMATICA
7	MAA MATEMATICA	GB CALCULO REGISTRO DE IMPUE	CQ PROCESAMIENTO DE LA INFO	SU HISTORIA	GB ELABORACION DE INFORMES
8	GB CALCULO REGISTRO DE IMPUE	SU HISTORIA	NR TALLER_DE_DEPORTES	GB ELABORACION DE INFORMES	.
9	GB CALCULO REGISTRO DE IMPUE	SU HISTORIA	NR TALLER_DE_DEPORTES	SU HISTORIA	.

14.3. Horario elaborado con el modelo alternativo

14.3.1. Horario general

		1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3E	4A	4B	4C	4D	4E
lunes	1	AT.PER	ES	AMH	CC	GM	ML	ANC	FIS	JV	STN	YY	ACH	GB	ISIS	IB	CM	MAA	SU
lunes	2	AT.PER	ES	AF	CC	GM	ML	ANC	FIS	AMH	NR	YY	ACH	MAA	ISIS	IB	CM	CQ	SU
lunes	3	STN	FC	AF	DA	FIS	NC	GM	NR	YY	JV	CM	ML	MAA	AMH	IB	SU	CQ	GB
lunes	4	STN	FC	ES	AT.PER	FIS	NC	GM	AF	YY	ISIS	CM	ML	JV	AMH	IB	SU	CQ	GB
lunes	5	DA	ML	CC	AT.PER	ANC	GM	NR	AF	LC	ISIS	MAA	ACH	JV	AMH	IB	CQ	CM	GB
lunes	6	ES	ML	CC	FI	DA	SU	NR	NC	LC	YY	MAA	ACH	MR	AMH	ISIS	CQ	CM	GB
lunes	7	ES	CC	FC	AF	DA	SU	NR	NC	LC	YY	ML	CM	MR	AMH	RA	ACH	ISIS	GB
lunes	8	ES	CC	STN	AF	NR	CLS	SU	GM	LC	MAA	ML	CM	YY	CQ	RA	ACH	ISIS	GB
lunes	9	AMH	CC	STN	ACH	NR	CLS	DA	GM	LC	MAA	CM	ML	GB	CQ	RA	ANC	ISIS	YY
martes	1	ACH	FR	ES	STN	FC	GM	AMH	SU	LC	JV	ML	MAA	CQ	ANC	IB	ISIS	CM	GB
martes	2	ACH	FR	ES	FIS	FC	GM	AMH	SU	LC	JV	ML	MAA	CQ	ANC	IB	ISIS	CM	GB
martes	3	AMH	CC	STN	FIS	ANC	NC	ML	GM	LC	IB	ACH	JV	CQ	NR	SU	ISIS	CM	GB
martes	4	AMH	ES	FR	ACH	ANC	NC	ML	GM	LC	NR	CQ	STN	JV	MAA	SU	ISIS	CM	GB
martes	5	AMH	ES	FR	ACH	GM	DA	SU	NC	ISIS	MAA	CQ	STN	JV	LC	IB	ANC	CM	GB
martes	6	ES	STN	AT.PER	AMH	GM	DA	SU	ML	ISIS	RA	ACH	JV	CQ	LC	IB	MAA	CM	GB
martes	7	ES	STN	AMH	CC	GM	FR	AF	ML	ANC	RA	ACH	CQ	NR	SU	IB	MAA	CM	GB
martes	8	DA	AT.PER	FC	CC	ML	FR	GM	ANC	AMH	ISIS	ACH	MR	CQ	SU	RA	MAA	CM	GB
martes	9	CC	AT.PER	FIS	ES	ML	FR	GM	ANC	AMH	ISIS	ACH	MR	NR	MAA	RA	SU	CM	GB
miércoles	1	FR	STN	CC	DA	AMH	GM	NC	CQ	JV	RA	NR	ACH	GB	ISIS	YY	MAA	SU	ANC
miércoles	2	FR	AF	CC	STN	AMH	GM	NC	CQ	JV	RA	MAA	ACH	GB	ISIS	YY	CM	SU	ANC
miércoles	3	ES	FR	AT.PER	STN	AMH	ANC	FIS	FC	NR	RA	MAA	ACH	GB	LC	ISIS	CM	YY	SU
miércoles	4	ML	FR	AT.PER	ES	AMH	ANC	FIS	FC	CQ	MAA	JV	NR	STN	LC	SU	CM	YY	ISIS
miércoles	5	ML	CC	AT.PER	ES	FR	AF	GM	DA	CQ	RA	JV	NR	STN	LC	SU	CM	MAA	ISIS
miércoles	6	ACH	FIS	STN	ML	ANC	SU	FR	DA	AMH	RA	NR	YY	MAA	LC	CLS	CM	VK	CQ
miércoles	7	ES	FIS	ACH	ML	NC	JF	FR	GM	ISIS	RA	MR	YY	GB	AMH	CQ	CM	VK	NR
miércoles	8	CC	ES	ACH	ML	NC	SU	FR	DA	ISIS	RA	MR	MAA	GB	AMH	CQ	VK	CM	NR
miércoles	9	CC	ES	ACH	ML	GM	AF	FR	SU	AMH	RA	STN	MAA	GB	NR	CQ	VK	CM	YY
jueves	1	CC	AT.PER	ES	FR	GM	FC	ML	SU	STN	RA	JV	ACH	GB	LC	MAA	CM	ISIS	CQ
jueves	2	FR	AT.PER	ES	CC	GM	FC	ML	ANC	STN	RA	JV	ACH	GB	LC	MAA	CM	ISIS	CQ
jueves	3	FR	AMH	AT.PER	ES	SU	GM	AF	ANC	MAA	JV	ML	ACH	GB	LC	IB	CM	ISIS	CQ
jueves	4	FIS	ACH	FR	FC	SU	ANC	GM	NC	MAA	STN	ML	JV	GB	AMH	ISIS	CM	CC	CQ
jueves	5	FIS	ACH	FR	FC	AF	ANC	GM	NC	NR	STN	CM	JV	GB	AMH	ISIS	MAA	CQ	SU
jueves	6	STN	ACH	ML	ES	FR	AMH	NC	NR	JV	IB	CM	MR	GB	MAA	ANC	ISIS	VK	CQ
jueves	7	STN	DA	ML	CC	FR	AMH	NC	NR	LC	IB	CM	MR	GB	MAA	ANC	ISIS	VK	CQ
jueves	8	ES	DA	ML	FR	NC	GM	SU	AMH	LC	IB	MR	FI	GB	CQ	ACH	VK	MAA	ISIS
jueves	9	CC	AF	ML	STN	NC	FR	SU	AMH	LC	RA	MR	FI	GB	CQ	ACH	VK	MAA	ISIS
viernes	1	AT.PER	ES	CC	AMH	FR	NR	DA	NC	MAA	CQ	STN	CM	GB	SU	IB	YY	ACH	GM
viernes	2	AT.PER	AMH	CC	ES	NC	NR	FC	FR	MAA	CQ	STN	CM	MR	SU	IB	YY	ACH	GM
viernes	3	CC	STN	DA	ES	NC	NR	FC	FR	AMH	RA	ACH	CQ	MR	YY	IB	SU	ANC	MAA
viernes	4	AF	CLS	DA	AT.PER	SU	FIS	NC	FR	AMH	RA	ACH	STN	CQ	YY	IB	CC	ANC	MAA
viernes	5	AF	CLS	ES	AT.PER	SU	FIS	NC	FR	AMH	RA	ACH	ML	YY	LC	MAA	CQ	LS	GB
viernes	6	FC	CC	ES	FR	AF	NC	ANC	GM	AMH	IB	ACH	ML	STN	LC	MAA	CQ	SU	GB
viernes	7	FC	CC	FIS	FR	NR	NC	ANC	GM	AMH	IB	ACH	ML	MAA	LC	CQ	CM	SU	GB

14.3.2. Horario por curso

1A	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	CAT.PEREZ HISTORIA	ACH EDUCACION_FISICA	FR TALLER_DE_CIENCIAS	CC LENGUAJE	CAT.PEREZ HISTORIA
2	CAT.PEREZ HISTORIA	ACH EDUCACION_FISICA	FR QUIMICA	FR QUIMICA	CAT.PEREZ HISTORIA
3	STN INGLES	AMH ARTES_VISUALES	ES MATEMATICA	FR TALLER_DE_CIENCIAS	CC LENGUAJE
4	STN INGLES	AMH TALLER_DESARROLLO_VOCAC	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	FIS FISICA	AF TALLER_DE_COMPUTACION
5	DA RELIGION	AMH TALLER_DESARROLLO_VOCAC	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	FIS FISICA	AF TALLER_DE_COMPUTACION
6	ES MATEMATICA	ES MATEMATICA	ACH EDUCACION_FISICA	STN INGLES	FC BIOLOGIA
7	ES MATEMATICA	ES MATEMATICA	ES MATEMATICA	STN INGLES	FC BIOLOGIA
8	ES JEFATURA	DA RELIGION	CC LENGUAJE	ES MATEMATICA	.
9	AMH ARTES_VISUALES	CC LENGUAJE	CC LENGUAJE	CC LENGUAJE	.

1B	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	ES MATEMATICA	FR QUIMICA	STN INGLES	CAT.PEREZ HISTORIA	ES MATEMATICA
2	ES MATEMATICA	FR TALLER_DE_CIENCIAS	AF TALLER_DE_COMPUTACION	CAT.PEREZ HISTORIA	AMH ARTES_VISUALES
3	FC BIOLOGIA	CC LENGUAJE	FR TALLER_DE_CIENCIAS	AMH ARTES_VISUALES	STN INGLES
4	FC BIOLOGIA	ES MATEMATICA	FR QUIMICA	ACH EDUCACION_FISICA	CLS TALLER_DESARROLLO_VOCACIO
5	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	ES MATEMATICA	CC LENGUAJE	ACH EDUCACION_FISICA	CLS TALLER_DESARROLLO_VOCACIO
6	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	STN INGLES	FIS FISICA	ACH EDUCACION_FISICA	CC LENGUAJE
7	CC LENGUAJE	STN INGLES	FIS FISICA	DA RELIGION	CC LENGUAJE
8	CC JEFATURA	CAT.PEREZ HISTORIA	ES MATEMATICA	DA RELIGION	.
9	CC LENGUAJE	CAT.PEREZ HISTORIA	ES MATEMATICA	AF TALLER_DE_COMPUTACION	.

1C	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	AMH ARTES_VISUALES	ES MATEMATICA	CC LENGUAJE	ES MATEMATICA	CC LENGUAJE
2	AF TALLER_DE_COMPUTACION	ES MATEMATICA	CC LENGUAJE	ES MATEMATICA	CC LENGUAJE
3	AF TALLER_DE_COMPUTACION	STN INGLES	CAT.PEREZ HISTORIA	CAT.PEREZ HISTORIA	DA RELIGION
4	ES MATEMATICA	FR QUIMICA	CAT.PEREZ HISTORIA	FR TALLER_DE_CIENCIAS	DA RELIGION
5	CC LENGUAJE	FR TALLER_DE_CIENCIAS	CAT.PEREZ JEFATURA	FR QUIMICA	ES MATEMATICA
6	CC LENGUAJE	CAT.PEREZ HISTORIA	STN INGLES	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	ES MATEMATICA
7	FC BIOLOGIA	AMH ARTES_VISUALES	ACH EDUCACION_FISICA	ML TALLER_DESARROLLO_VOCACIO	FIS FISICA
8	STN INGLES	FC BIOLOGIA	ACH EDUCACION_FISICA	ML TALLER_DESARROLLO_VOCACIO	.
9	STN INGLES	FIS FISICA	ACH EDUCACION_FISICA	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	.

1D	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	CC LENGUAJE	STN INGLES	DA RELIGION	FR QUIMICA	AMH ARTES_VISUALES
2	CC LENGUAJE	FIS FISICA	STN INGLES	CC LENGUAJE	ES MATEMATICA
3	DA RELIGION	FIS FISICA	STN INGLES	ES MATEMATICA	ES MATEMATICA
4	CAT.PEREZ HISTORIA	ACH EDUCACION_FISICA	ES MATEMATICA	FC BIOLOGIA	CAT.PEREZ HISTORIA
5	CAT.PEREZ HISTORIA	ACH EDUCACION_FISICA	ES MATEMATICA	FC BIOLOGIA	CAT.PEREZ HISTORIA
6	FI JEFATURA	AMH ARTES_VISUALES	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	ES MATEMATICA	FR TALLER_DE_CIENCIAS
7	AF TALLER_DE_COMPUTACION	CC LENGUAJE	ML TALLER_DESARROLLO_VOCACIO	CC LENGUAJE	FR QUIMICA
8	AF TALLER_DE_COMPUTACION	CC LENGUAJE	ML TALLER_DESARROLLO_VOCACIO	FR TALLER_DE_CIENCIAS	.
9	ACH EDUCACION_FISICA	ES MATEMATICA	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	STN INGLES	.

2A	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	GM MATEMATICA	FC BIOLOGIA	AMH ARTES_VISUALES	GM MATEMATICA	FR TALLER_DE_CIENCIAS
2	GM MATEMATICA	FC BIOLOGIA	AMH TALLER_DESARROLLO_VOCACIO	GM MATEMATICA	NC LENGUAJE
3	FIS FISICA	ANC INGLES	AMH ARTES_VISUALES	SU HISTORIA	NC LENGUAJE
4	FIS FISICA	ANC INGLES	AMH TALLER_DESARROLLO_VOCACIO	SU HISTORIA	SU HISTORIA
5	ANC INGLES	GM MATEMATICA	FR QUIMICA	AF TALLER_DE_COMPUTACION	SU HISTORIA
6	DA RELIGION	GM MATEMATICA	ANC INGLES	FR QUIMICA	AF TALLER_DE_COMPUTACION
7	DA RELIGION	GM JEFATURA	NC LENGUAJE	FR TALLER_DE_CIENCIAS	NR EDUCACION_FISICA
8	NR EDUCACION_FISICA	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	NC LENGUAJE	NC LENGUAJE	.
9	NR EDUCACION_FISICA	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	GM MATEMATICA	NC LENGUAJE	.

2B	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	GM MATEMATICA	GM MATEMATICA	FC BIOLOGIA	NR EDUCACION_FISICA
2	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	GM MATEMATICA	GM MATEMATICA	FC BIOLOGIA	NR EDUCACION_FISICA
3	NC LENGUAJE	NC LENGUAJE	ANC INGLES	GM MATEMATICA	NR EDUCACION_FISICA
4	NC LENGUAJE	NC LENGUAJE	ANC INGLES	ANC INGLES	FIS FISICA
5	GM MATEMATICA	DA RELIGION	AF TALLER_DE_COMPUTACION	ANC INGLES	FIS FISICA
6	SU HISTORIA	DA RELIGION	SU HISTORIA	AMH ARTES_VISUALES	NC LENGUAJE
7	SU HISTORIA	FR QUIMICA	JF JEFATURA	AMH ARTES_VISUALES	NC LENGUAJE
8	CLS TALLER_DESARROLLO_VOCACIO	FR QUIMICA	SU HISTORIA	GM MATEMATICA	.
9	CLS TALLER_DESARROLLO_VOCACIO	FR TALLER_DE_CIENCIAS	AF TALLER_DE_COMPUTACION	FR TALLER_DE_CIENCIAS	.

2C	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	ANC INGLES	AMH ARTES_VISUALES	NC LENGUAJE	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	DA RELIGION
2	ANC INGLES	AMH ARTES_VISUALES	NC LENGUAJE	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	FC BIOLOGIA
3	GM MATEMATICA	ML TALLER_DESARROLLO_VOCACIO	FIS FISICA	AF TALLER_DE_COMPUTACION	FC BIOLOGIA
4	GM MATEMATICA	ML TALLER_DESARROLLO_VOCACIO	FIS FISICA	GM MATEMATICA	NC LENGUAJE
5	NR EDUCACION_FISICA	SU HISTORIA	GM MATEMATICA	GM MATEMATICA	NC LENGUAJE
6	NR EDUCACION_FISICA	SU HISTORIA	FR TALLER_DE_CIENCIAS	NC LENGUAJE	ANC INGLES
7	NR EDUCACION_FISICA	AF TALLER_DE_COMPUTACION	FR QUIMICA	NC LENGUAJE	ANC INGLES
8	SU HISTORIA	GM MATEMATICA	FR TALLER_DE_CIENCIAS	SU JEFATURA	.
9	DA RELIGION	GM MATEMATICA	FR QUIMICA	SU HISTORIA	.

2D	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	FIS FISICA	SU HISTORIA	CQ TALLER_DESARROLLO_VOCACIO	SU HISTORIA	NC LENGUAJE
2	FIS FISICA	SU HISTORIA	CQ TALLER_DESARROLLO_VOCACIO	ANC INGLES	FR TALLER_DE_CIENCIAS
3	NR EDUCACION_FISICA	GM MATEMATICA	FC BIOLOGIA	ANC INGLES	FR QUIMICA
4	AF TALLER_DE_COMPUTACION	GM MATEMATICA	FC BIOLOGIA	NC LENGUAJE	FR QUIMICA
5	AF TALLER_DE_COMPUTACION	NC LENGUAJE	DA RELIGION	NC LENGUAJE	FR TALLER_DE_CIENCIAS
6	NC LENGUAJE	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	DA RELIGION	NR EDUCACION_FISICA	GM MATEMATICA
7	NC LENGUAJE	ML EDUCACION_TECNOLOGICA	GM MATEMATICA	NR EDUCACION_FISICA	GM MATEMATICA
8	GM MATEMATICA	ANC INGLES	DA JEFATURA	AMH ARTES_VISUALES	.
9	GM MATEMATICA	ANC INGLES	SU HISTORIA	AMH ARTES_VISUALES	.

3A	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	JV HISTORIA	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	JV HISTORIA	STN INGLES	MAA MATEMATICA
2	AMH PREPARACION_DE_LA_MACH	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	JV HISTORIA	STN INGLES	MAA MATEMATICA
3	YY RELIGION	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GF	NR TALLER_DE_DEPORTES	MAA MATEMATICA	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE
4	YY RELIGION	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA	MAA MATEMATICA	AMH PREPARACION_DE_LA_MACH
5	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	ISIS LENGUAJE	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA	NR TALLER_DE_DEPORTES	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE
6	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GF	ISIS LENGUAJE	AMH PREPARACION_DE_LA_MACH	JV HISTORIA	AMH PREPARACION_DE_LA_MACH
7	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	ANC INGLES	ISIS LENGUAJE	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GF	AMH PREPARACION_DE_LA_MACH
8	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GF	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE	ISIS LENGUAJE	LC VERIFICACION_Y_PREPARACION	.
9	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GF	AMH MATERIALES_E_INSUMOS_DE	AMH PREPARACION_DE_LA_MACH	LC IMPRESIÓN_DEL_PRODUCTO_GF	.

3B	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	STN INGLES	JV HISTORIA	RA PATRONAJE COMPUTACIONAL	RA PATRONAJE COMPUTACIONAL	CQ APLICACIÓN INFORMATICA
2	NR TALLER_DE DEPORTES	JV HISTORIA	RA PATRONAJE COMPUTACIONAL	RA MATENIMIENTO_DE MAQUINA	CQ APLICACIÓN INFORMATICA
3	JV HISTORIA	IB CONFECCION_Y TERMINACIONE	RA PATRONAJE COMPUTACIONAL	JV HISTORIA	RA TENDIDO_Y TRAZADO_DE COR
4	ISIS LENGUAJE	NR TALLER_DE DEPORTES	MAA MATEMATICA	STN INGLES	RA TENDIDO_Y TRAZADO_DE COR
5	ISIS LENGUAJE	MAA MATEMATICA	RA TENDIDO_Y TRAZADO_DE COR	STN INGLES	RA MATENIMIENTO_DE MAQUINA
6	YY RELIGION	RA PATRONAJE COMPUTACIONAL	RA TENDIDO_Y TRAZADO_DE COR	IB CONFECCION_Y TERMINACIONE	IB CONFECCION_Y TERMINACIONE
7	YY RELIGION	RA TENDIDO_Y TRAZADO_DE COR	RA ELABORACION FICHA TECNICA	IB CONFECCION_Y TERMINACIONE	IB CONFECCION_Y TERMINACIONE
8	MAA MATEMATICA	ISIS LENGUAJE	RA ELABORACION FICHA TECNICA	IB CONFECCION_Y TERMINACIONE	.
9	MAA MATEMATICA	ISIS LENGUAJE	RA ELABORACION FICHA TECNICA	RA PATRONAJE COMPUTACIONAL	.

3C	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	YY RELIGION	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y DECO	NR TALLER_DE DEPORTES	JV HISTORIA	STN INGLES
2	YY RELIGION	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y DECO	MAA MATEMATICA	JV HISTORIA	STN INGLES
3	CM RELACION_CON_LA_FAMILIA	ACH EXPRESION_MUSICAL	MAA MATEMATICA	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y DECO	ACH EXPRESION_MUSICAL
4	CM SALUD_EN_PARVULOS	CQ APLICACIÓN INFORMATICA	JV HISTORIA	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y DECO	ACH RECREACION_Y BIENESTAR
5	MAA MATEMATICA	CQ APLICACIÓN INFORMATICA	JV HISTORIA	CM SALUD_EN_PARVULOS	ACH EXPRESION_MUSICAL
6	MAA MATEMATICA	ACH RECREACION_Y BIENESTAR	NR TALLER_DE DEPORTES	CM SALUD_EN_PARVULOS	ACH RECREACION_Y BIENESTAR
7	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y DECO	ACH RECREACION_Y BIENESTAR	MR LENGUAJE	CM RELACION_CON_LA_FAMILIA	ACH RECREACION_Y BIENESTAR
8	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y DECO	ACH EXPRESION_MUSICAL	MR LENGUAJE	MR LENGUAJE	.
9	CM SALUD_EN_PARVULOS	ACH RECREACION_Y BIENESTAR	STN INGLES	MR LENGUAJE	.

3D	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	ACH RECREACION_Y BIENESTAR	MAA MATEMATICA	ACH RECREACION_Y BIENESTAR	ACH RECREACION_Y BIENESTAR	CM SALUD_EN_PARVULOS
2	ACH EXPRESION_MUSICAL	MAA MATEMATICA	ACH EXPRESION_MUSICAL	ACH EXPRESION_MUSICAL	CM SALUD_EN_PARVULOS
3	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y DECO	JV HISTORIA	ACH RECREACION_Y BIENESTAR	ACH RECREACION_Y BIENESTAR	CQ APLICACIÓN INFORMATICA
4	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y DECO	STN INGLES	NR TALLER_DE DEPORTES	JV HISTORIA	STN INGLES
5	ACH RECREACION_Y BIENESTAR	STN INGLES	NR TALLER_DE DEPORTES	JV HISTORIA	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y DECO
6	ACH EXPRESION_MUSICAL	JV HISTORIA	YY RELIGION	MR LENGUAJE	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y DECO
7	CM SALUD_EN_PARVULOS	CQ APLICACIÓN INFORMATICA	YY RELIGION	MR LENGUAJE	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y DECO
8	CM SALUD_EN_PARVULOS	MR LENGUAJE	MAA MATEMATICA	FI RELACION_CON_LA_FAMILIA	.
9	ML MATERIAL_DIDACTICO_Y DECO	MR LENGUAJE	MAA MATEMATICA	FI RELACION_CON_LA_FAMILIA	.

3E	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	GB CALCULO_Y_REGISTRO_REMUN	CQ ORGANIZACIÓN_Y_METODOS	GB CALCULO_Y_REGISTRO_REMUN	GB CONTABILIZACION_DE_OPERAC	GB CONTABILIZACION_DE_OPERAC
2	MAA MATEMATICA	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA	GB CALCULO_Y_REGISTRO_REMUN	GB CONTABILIZACION_DE_OPERAC	MR LENGUAJE
3	MAA MATEMATICA	CQ ORGANIZACIÓN_Y_METODOS	GB CONTABILIZACION_DE_OPERAC	GB CONTROL_Y_PROCESO_DE_INF	MR LENGUAJE
4	JV HISTORIA	JV HISTORIA	STN INGLES	GB CALCULO_Y_REGISTRO_REMUN	CQ SERVICIO_ATENCION_AL_CLIEN
5	JV HISTORIA	JV HISTORIA	STN INGLES	GB CONTABILIZACION_DE_OPERAC	YY RELIGION
6	MR LENGUAJE	CQ APLICACIÓN_INFORMATICA	MAA MATEMATICA	GB CONTROL_Y_PROCESO_DE_INF	STN INGLES
7	MR LENGUAJE	NR TALLER_DE_DEPORTES	GB CONTROL_Y_PROCESO_DE_INF	GB CONTROL_Y_PROCESO_DE_INF	MAA MATEMATICA
8	YY RELIGION	CQ SERVICIO_ATENCION_AL_CLIEN	GB CONTROL_Y_PROCESO_DE_INF	GB CALCULO_Y_REGISTRO_REMUN	.
9	GB CONTROL_Y_PROCESO_DE_INF	NR TALLER_DE_DEPORTES	GB CONTABILIZACION_DE_OPERAC	GB CALCULO_Y_REGISTRO_REMUN	.

4A	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	ISIS LENGUAJE	ANC INGLES	ISIS LENGUAJE	LC IMP_DE_ARCHIVO_Y_OBTENCIO	SU HISTORIA
2	ISIS LENGUAJE	ANC INGLES	ISIS LENGUAJE	LC SALIDA_ARCHIVO_A_MATRIZ_IN	SU HISTORIA
3	AMH POST_IMPRESION_EN_EMBAL	NR TALLER_DE_DEPORTES	LC IMP_DE_ARCHIVO_Y_OBTENCIO	LC IMP_DE_ARCHIVO_Y_OBTENCIO	YY RELIGION
4	AMH POST_IMPRESION_EN_EMBAL	MAA MATEMATICA	LC SALIDA_ARCHIVO_A_MATRIZ_IN	AMH ENCUADERNACION_DEL_PRO	YY RELIGION
5	AMH ENCUADERNACION_DEL_PRO	LC SALIDA_ARCHIVO_A_MATRIZ_IN	LC SALIDA_ARCHIVO_A_MATRIZ_IN	AMH POST_IMPRESION_EN_EMBAL	LC IMP_DE_ARCHIVO_Y_OBTENCIO
6	AMH JEFATURA	LC SALIDA_ARCHIVO_A_MATRIZ_IN	LC SALIDA_ARCHIVO_A_MATRIZ_IN	MAA MATEMATICA	LC IMP_DE_ARCHIVO_Y_OBTENCIO
7	AMH ENCUADERNACION_DEL_PRO	SU HISTORIA	AMH POST_IMPRESION_EN_EMBAL	MAA MATEMATICA	LC IMP_DE_ARCHIVO_Y_OBTENCIO
8	CQ EMPRENDIMIENTO_Y_EMPLEAB	SU HISTORIA	AMH ENCUADERNACION_DEL_PRO	CQ HABILIDADES_SOCIALES_PARA	.
9	CQ HABILIDADES_SOCIALES_PARA	MAA MATEMATICA	NR TALLER_DE_DEPORTES	CQ EMPRENDIMIENTO_Y_EMPLEAB	.

4B	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	IB PROCESO_CONFECCION_INDUST	IB PROCESO_CONFECCION_INDUST	YY RELIGION	MAA MATEMATICA	IB PATRONAJE_ESCALONADO_IND
2	IB PATRONAJE_ESCALONADO_IND	IB PROCESO_CONFECCION_INDUST	YY RELIGION	MAA MATEMATICA	IB CONTROL_DE_CALIDAD
3	IB PROCESO_CONFECCION_INDUST	SU HISTORIA	ISIS LENGUAJE	IB PROCESO_CONFECCION_INDUST	IB PATRONAJE_ESCALONADO_IND
4	IB CONTROL_DE_CALIDAD	SU HISTORIA	SU HISTORIA	ISIS LENGUAJE	IB CONTROL_DE_CALIDAD
5	IB PATRONAJE_ESCALONADO_IND	IB PATRONAJE_ESCALONADO_IND	SU HISTORIA	ISIS LENGUAJE	MAA MATEMATICA
6	ISIS LENGUAJE	IB PROCESO_CONFECCION_INDUST	CLS JEFATURA	ANC INGLES	MAA MATEMATICA
7	RA DISEÑO_COMP_DE_ART_Y_VES	IB PATRONAJE_ESCALONADO_IND	CQ EMPRENDIMIENTO_Y_EMPLEAB	ANC INGLES	CQ HABILIDADES_SOCIALES_PARA
8	RA DISEÑO_COMP_DE_ART_Y_VES	RA DISEÑO_COMP_DE_ART_Y_VES	CQ HABILIDADES_SOCIALES_PARA	ACH TALLER_DE_DEPORTES	.
9	RA DISEÑO_COMP_DE_ART_Y_VES	RA DISEÑO_COMP_DE_ART_Y_VES	CQ EMPRENDIMIENTO_Y_EMPLEAB	ACH TALLER_DE_DEPORTES	.

4C	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	ISIS LENGUAJE	MAA MATEMATICA	CM EXPRESION LITERARIA	YY RELIGION
2	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	ISIS LITERATURA INFANTIL	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	YY RELIGION
3	SU HISTORIA	ISIS LITERATURA INFANTIL	CM EXPRESION LITERARIA	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	SU HISTORIA
4	SU HISTORIA	ISIS LENGUAJE	CM ALIMENTACION PARA PARVU	CM ALIMENTACION PARA PARVU	CC LITERATURA INFANTIL
5	CQ EMPRENDIMIENTO_Y_EMPLEAB	ANC INGLES	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	MAA MATEMATICA	CQ HABILIDADES SOCIALES PARA
6	CQ EMPRENDIMIENTO_Y_EMPLEAB	MAA MATEMATICA	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	ISIS LENGUAJE	CQ HABILIDADES SOCIALES PARA
7	ACH TALLER_DE_DEPORTES	MAA MATEMATICA	CM EXPRESION LITERARIA	ISIS LITERATURA INFANTIL	CM ALIMENTACION PARA PARVU
8	ACH TALLER_DE_DEPORTES	MAA JEFATURA	VK HIGIENE_Y_SEGURIDAD_EN_PA	VK HIGIENE_Y_SEGURIDAD_EN_PA	.
9	ANC INGLES	SU HISTORIA	VK HIGIENE_Y_SEGURIDAD_EN_PA	VK HIGIENE_Y_SEGURIDAD_EN_PA	.

4D	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	MAA MATEMATICA	CM ALIMENTACION PARA PARVU	SU HISTORIA	ISIS LITERATURA INFANTIL	ACH TALLER_DE_DEPORTES
2	CQ HABILIDADES SOCIALES PARA	CM ALIMENTACION PARA PARVU	SU HISTORIA	ISIS LENGUAJE	ACH TALLER_DE_DEPORTES
3	CQ EMPRENDIMIENTO_Y_EMPLEAB	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	YY RELIGION	ISIS LITERATURA INFANTIL	ANC INGLES
4	CQ HABILIDADES SOCIALES PARA	CM EXPRESION LITERARIA	YY RELIGION	CC LITERATURA INFANTIL	ANC INGLES
5	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	MAA MATEMATICA	CQ EMPRENDIMIENTO_Y_EMPLEAB	LS JEFATURA
6	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	VK HIGIENE_Y_SEGURIDAD_EN_PA	VK HIGIENE_Y_SEGURIDAD_EN_PA	SU HISTORIA
7	ISIS LENGUAJE	CM ALIMENTACION PARA PARVU	VK HIGIENE_Y_SEGURIDAD_EN_PA	VK HIGIENE_Y_SEGURIDAD_EN_PA	SU HISTORIA
8	ISIS LITERATURA INFANTIL	CM EXPRESION LITERARIA	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	MAA MATEMATICA	.
9	ISIS LENGUAJE	CM EXPRESION LITERARIA	CM ACTIVIDADES EDUCATIVAS_CO	MAA MATEMATICA	.

4E	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes
1	SU HISTORIA	GB CALCULO_REGISTRO_DE_IMPUE	ANC INGLES	CQ JEFATURA	GM MATEMATICA
2	SU HISTORIA	GB PROCESAMIENTO_DE_LA_INFO	ANC INGLES	CQ HABILIDADES SOCIALES PARA	GM MATEMATICA
3	GB PROCESAMIENTO_DE_LA_INFO	GB REGISTRO_DE_OPERACIONES_C	SU HISTORIA	CQ EMPRENDIMIENTO_Y_EMPLEAB	MAA MATEMATICA
4	GB CALCULO_REGISTRO_DE_IMPUE	GB CALCULO_REGISTRO_DE_IMPUE	ISIS LENGUAJE	CQ EMPRENDIMIENTO_Y_EMPLEAB	MAA MATEMATICA
5	GB CALCULO_REGISTRO_DE_IMPUE	GB ELABORACION_DE_INFORMES	ISIS LENGUAJE	SU HISTORIA	GB ELABORACION_DE_INFORMES
6	GB REGISTRO_DE_OPERACIONES_C	GB PROCESAMIENTO_DE_LA_INFO	CQ HABILIDADES SOCIALES PARA	CQ PROCESAMIENTO_DE_LA_INFO	GB CALCULO_REGISTRO_DE_IMPUE
7	GB ELABORACION_DE_INFORMES	GB REGISTRO_DE_OPERACIONES_C	NR TALLER_DE_DEPORTES	CQ PROCESAMIENTO_DE_LA_INFO	GB PROCESAMIENTO_DE_LA_INFO
8	GB REGISTRO_DE_OPERACIONES_C	GB CALCULO_REGISTRO_DE_IMPUE	NR TALLER_DE_DEPORTES	ISIS LENGUAJE	.
9	YY RELIGION	GB ELABORACION_DE_INFORMES	YY RELIGION	ISIS LENGUAJE	.

