Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile

DII

El Departamento de Ingeniería Industrial es parte de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, el mayor y más importante centro de ciencia e ingeniería del país.

Es el principal centro formador de ingenieros civiles industriales en el país. Dicta programas de calidad a nivel de postgrado, postítulo y cursos en las áreas de gestión y economía.

Es un centro en el que se realiza investigación de alto nivel que contribuye al mejoramiento de empresas e instituciones del país, que cuenta con una amplia y destacada vinculación internacional con prestigiosos centros académicos.

El Departamento es líder en el área de gestión de operaciones y recoge la vasta experiencia de sus integrantes en las áreas forestal, minera, de servicios y manufactura, tanto a través de proyectos de investigación como de consultoría.

Académicos

Arellano, Soledad

Ph. D. en Economía, MIT

Balmaceda, Felipe

Ph. D. en Economía, Universidad de Cornell

Barros, Oscar

Ph.D., Investigación Operativa, University of Wisconsin.

Bosch, Máximo

Ph.D (C) en Investigación de Operaciones, Wharton School, University of Pennsylvania

Barros, Oscar

Ph.D., Investigación Operativa, University of Wisconsin.

Bosch, Máximo

Ph.D (C) en Investigación de Operaciones, Wharton School, University of Pennsylvania

Durán, Guillermo

Doctor en Ciencias de la Computación, Universidad de Buenos Aires ON LEAVE

Epstein, Rafael

Ph.D en Investigaciones de Operaciones, MIT

Espinoza, Daniel

Ph.D en Ingeniería Industrial y de Sistemas, Georgia Tech University

Fernández, Viviana

Ph. D. en Economía, University of California, Berkeley

Figueroa, Nicolás

PH.D. en Economía,University of Minnesota

Fischer, Ronald

Ph. D. en Economía, Wharton School, University of Pennsylvania

Holgado, Antonio

M. Sc. en Ingeniería Industrial y Operaciones, University of Michigan

Meller, Patricio

Ph. D en Economía, University of California, Berkeley

Mizala, Alejandra

Ph. D. en Economía, University of California, Berkeley

O'Ryan, Raúl

Ph. D. en Economía, Universidad de California, Berkeley

Perez, Victor

M. Sc. Ingeniería Industrial y de Operaciones, University of Michigan ON LEAVE

Repetto, Andrea

Ph. D en Economía, MIT

Rey, Pablo

Doctor en Ingeniería Eléctrica, Universidade Católica do Rio de Janeiro

Romaguera, Pilar

Ph.D en Economía, Boston University. Profesora ON LEAVE

Velasquez, Juan

Ph. D. en Ingeniería de la Información, University of Tokyo

Vignolo, Carlos

Ph. D. (c) en Economía, University of Sussex

Weber, Richard

Ph. D. en Investigación de Operaciones, RWTH Aachen, Alemania

Weintraub, Andrés

Ph.D en Investigación de Operaciones, University of California, Berkeley.

Programación Entera Aplicada al Fixture del Fútbol Chileno

El Fixture Chileno

La construcción del fixture consiste en asignar, en cada fecha, **qué equipos se enfrentarán y quién jugará de local**, tratando además de incorporar criterios de equidad para los equipos y atractivo para el público.

En el fútbol chileno se juegan dos campeonatos al año, Apertura y Clausura. Existen 20 equipos de Primera División, éstos son divididos en 4 grupos de 5 equipos cada uno, los equipos deben enfrentarse todos contra todos a lo largo de 19 fechas de cada campeonato.

Construcción de un Fixture

Hasta el año 2004 la construcción del fixture se hacía mediante el **sorteo** de los lugares en una plantilla establecida de antemano, por ejemplo si se tienen 6 equipos:

fecha 1		fecha 2		fecha 3		fecha 4		fecha 5	
1	2	**1**	6	**1**	5	**1**	4	**1**	3
6	3	5	2	4	6	3	5	2	4
5	4	4	3	3	2	2	6	6	5

Prácticamente todos los campeonatos de fútbol de Sudamérica y Europa usan este sistema.

- Ventaja: Fácil de diseñar
- Desventaja: Si se le empiezan a pedir condiciones al fixture es probable que no pueda ser encontrado uno que cumpla todo, usando este sistema

Construcción de un Fixture

La cantidad de fixtures posibles aumenta con el número de equipos:

Número de Equipos	Número de Fixtures
2	1
4	6
6	720
8	31.449.600

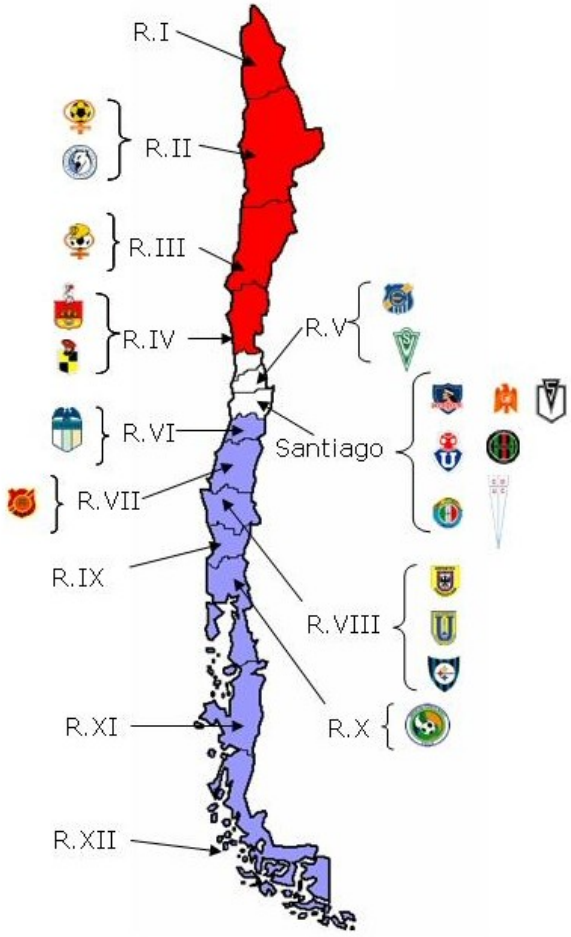
El objetivo es encontrar uno de todos estos fixtures que cumpla con las condiciones requeridas.

La tarea de encontrar a mano un fixture que satisfaga todas las condiciones requeridas es prácticamente imposible.

El Contexto

La metodología utilizada presentaba **numerosas deficiencias**, como por ejemplo, partidos "clásicos" en fechas inconvenientes, equipos denominados "chicos" enfrentando de visita en un mismo campeonato a todos los equipos más "poderosos", desbalance en las localías en días miércoles (el equipo local se queda con la recaudación), etc. Lo anterior provocó una considerable disminución en la afluencia de público y por ende en los ingresos.

Otro punto importante es la **lejanía entre estadios** dada por la geografía nacional, lo que hace interesante buscar el aprovechamiento de viajes a lugares alejados.



Programación del Fixture

La programación del fixture es un **problema complejo** debido a la gran cantidad de combinaciones posibles y las restricciones impuestas por la Asociación Nacional de Fútbol Profesional (ANFP).

Actualmente ligas internacionales como la NBA, NFL y MBL utilizan **modelos matemáticos para programar sus fixtures, obteniendo amplios beneficios**. En torneos de fútbol, se ha utilizado programación matemática en Alemania, Austria y, por primera vez, Bélgica. En el caso de Chile los objetivos buscados apuntan tanto al beneficio económico (aumento de público), la equidad deportiva y la posibilidad de ofrecer al público un torneo más atractivo.

Modelo Matemático

- **Variables de Decisión**

$$x_{i,j,k} \begin{cases} 1 \text{ si el equipo i juega de local contra el equipo j en la fecha k} \\ 0 \text{ en caso contrario} \end{cases}$$

$$y_{i,k} \begin{cases} 1 \text{ si el equipo i juega de local en las fechas k y k+1} \\ 0 \text{ en caso contrario} \end{cases}$$

$$w_{i,k} \begin{cases} 1 \text{ si el equipo i juega de visita en las fechas k y k+1} \\ 0 \text{ en caso contrario} \end{cases}$$

- **Función Objetivo**

Maximizar la cantidad de encuentros entre equipos del mismo grupo en las últimas fechas del torneo

$$\max[\sum_{10\leq k\leq 18}\sum_{e}\sum_{i\in t(e)}\sum_{j\in t(e)} k\cdot x_{i,j,k} + \sum_{e}\sum_{i\in t(e)}\sum_{j\in t(e)} 15\cdot x_{i,j,19}]$$

En el Torneo de Clausura se incorporan también los equipos que pelean el descenso.

- **Restricciones**

1. Cada equipo juega contra cada uno de los otros equipos exactamente una vez

2. En cada fecha los equipos juegan ya sea de local o de visita

3. De las 19 fechas, cada equipo juega al menos 9 y no más de 10 de local

4. Cada equipo juega a lo más 1 vez durante el torneo 2 fechas consecutivas como local

5. Cada equipo juega a lo más 2 fechas consecutivas de visita

6. Si un equipo juega de local (visita) en las fechas 1, 16 o 18 deberá jugar de visita (local) en la fecha siguiente

7. Cada equipo juega contra 2 de sus compañeros de grupo de local y contra los otros 2 de visita

8. Cuando un equipo del norte (sur) juega 2 veces consecutivas de visita ninguna de ellas será en el sur (norte)

9. Cuando un equipo del norte (sur) juega 2 veces consecutivas de visita al menos una de ellas será en el norte (sur)

10. Cuando un equipo del centro juega 2 veces consecutivas de visita al menos una de ellas será en el centro

11. Si un equipo juega de local contra Colo Colo deberá jugar de visita contra Universidad de Chile

12. Los 3 clásicos deben ser jugados entre las fechas 10° y 16°

13. Cada uno de los 3 equipos populares (Colo Colo, U. de Chile y U. Católica) juega exactamente 1 clásico de local

14. Cuando un equipo popular juega en el norte(sur) ninguno de los otros 2 puede jugar en el sur (norte)

15. Ninguno de los 3 equipos populares juega de visita en lugares extremos en las 5 primeras fechas (fechas de verano)

16. Ningún equipo juega 2 veces consecutivas contra equipos fuertes (Colo Colo, U. de Chile, U. Católica y Cobreloa)

17. Cuando un equipo de un par cruzado (por ejemplo Everton y Wanderers) juega de local (visita), el otro del par juega de visita (local)

18. Los clásicos regionales se juegan entre las fechas 8 y 18

19. El número de partidos jugados en Santiago en cada fecha no puede ser inferior a 2 ni superior a 4

20. Cada equipo de zona turística juega de local al menos con un equipo popular en las 5 primeras fechas

Modelo Completo [1]

Técnicas Utilizadas en la Resolución

- **Apertura 2005**

Fue muy difícil encontrar una solución factible por lo que en una primera fase se utilizó Constraint Programing usando como función objetivo la maximización de los viajes "buenos" (dos fechas consecutivas, miércoles-domingo o domingo-miércoles, de visita en ciudades de una misma zona y alejadas del lugar de origen), obteniéndose una solución factible con función objetivo igual a 3. A partir de la solución factible encontrada e imponiendo los 3 viajes "buenos" encontrados se volvió a la función objetivo original, **fijando patrones de localías**.

- **Clausura 2005**

Dado que el **fixture "espejado" del Torneo de Apertura no era una solución factible** para el Clausura debido a que se violaban algunas de las restricciones, fue necesario modificar ciertos patrones de localías para corregir las infactibilidades, con esta solución se realizó un procedimiento similar al del torneo de Apertura.

- **Apertura 2006**

En esta ocasión algunos de los patrones utilizados fueron obtenidos de los resultados del torneo del año anterior. Con estos patrones se construyó una solución **heurística que se basaba en la solución del LP** para fijar patrones, luego de fijar los 20 patrones a utilizar se procedió en forma similar al torneo anterior.

- **Clausura 2006**

Se incorporaron nuevos patrones, llegando a utilizar alrededor de setenta, de modo de dejar algunos equipos libres y se resolvió, al igual que el torneo anterior, utilizando una solución heurística basada en el LP. Cabe destacar que la resolución del Torneo de Clausura siempre resulta más difícil que la del Apertura.

- **Apertura 2007**

En este torneo no existieron grupos. Los problemas presentados fueron netamente de factibilidad ya que, por requerimientos de la ANFP, existían **alrededor de 50 condiciones a satisfacer**. Para resolver el problema se utilizó como función objetivo la maximización de los viajes buenos tanto para los clubes como equipos de TV y posteriormente se procedió en forma similar a los torneos anteriores. Además, se agregó un nuevo equipo cuando el fixture ya había sido creado, pero se logró una respuesta rápida a este contratiempo.

Resultados Obtenidos

A partir del torneo de Apertura 2005 el fixture ha sido diseñado utilizando Programación Matemática al igual que se hace en las principales ligas de Estados Unidos. Esta metodología, nunca antes utilizada en Chile, ha traído **resultados exitosos**:

- En el Torneo de Apertura 2005 se obtuvo un fixture en el cual se realizaban 8 partidos entre equipos del mismo grupo en cada una de las tres última fechas (máximo posible).
- En el Torneo de Apertura 2006 el 100% de los partidos entre equipos del mismo grupo se realizaron a contar de la 10° fecha y más del 80% se concentró entre las fechas 14° y 19°.

- Finalmente, el modelo utilizado ha permitido incorporar **requerimientos específicos de los clubes y la ANFP** en forma rápida y sin afectar mayormente la asignación óptima.

  Por ejemplo, en el Torneo de Clausura 2005 Coquimbo debía jugar contra Colo Colo el día de la fiesta de la Pampilla por lo que no habría fuerza policial suficiente para ambos eventos, en unas horas se obtuvo un nuevo fixture que solucionaba el problema afectando mínimamente el resto del campeonato.

Impacto

- En el Torneo de Apertura 2006 la asistencia promedio se incrementó en un **32%** respecto al Apertura 2004 y en un **39%** respecto al Clausura 2004, mientras las recaudaciones aumentaron un **102%** y un **94%**, respectivamente.
- La asistencia y recaudación en clásicos de 2005 respecto a 2004 aumentaron en **74%** y **142%**, respectivamente. En 2006 respecto a 2004 el incremento fue de **124%** y **347%**, respectivamente.
- En lugares turísticos, en 2006 v/s 2004 la asistencia en la IV Región creció un **46%** y la recaudación en **84%**, mientras en la V los incrementos fueron de **156%** en público y **313%** en recaudación.

- Con respecto al ahorro en transporte de móviles de TV, se estima que la televisación de dos partidos en una misma fecha en el norte implica **ahorro de unos 20 mil dólares**, respecto a si uno se jugase en el sur y otro en el norte.

- La experiencia ganada llevó al centro a realizar la **programación del torneo de segunda división de 2007** y a presentar la propuesta chilena para las eliminatoria sudamericanas de Sudáfrica 2010.

- Por otro lado, el trabajo realizado ha logrado dejar **conformes tanto a los clubes como a la ANFP**, asegurándoles transparencia y objetividad en las decisiones, además de permitirles introducir una flexibilidad prácticamente imposible de obtener en un fixture construido en forma manual.

Repercusión en los Medios

FUTBOL NACIONAL

Revolucionario sistema

TORNEO CHILENO SE DISEÑARÁ CON MISMO SOFTWARE DE LA LIGA DE BÉISBOL DE EE.UU.

Ingenieros de la U. Chile aplicarán conceptos matemáticos y computacionales para crear el fixture de los campeonatos del 2005, con lo que se espera ahorrar costos a los clubes y hacer más atractiva la competencia. La experiencia es inédita en esta parte del mundo, pero todo un éxito en el país norteamericano. (TERRA.cl)

SANTIAGO, diciembre 15.- Con el objetivo de mejorar todo lo que rodea al espectáculo del fútbol chileno, los dos torneos nacionales del 2005 se diseñarán con un programa computacional similar al que se utiliza en la liga de béisbol de EE.UU.

Matemáticos de la U. de Chile trabajan en calendario de campeonatos para la ANFP

Un computador manejará el fútbol

Domingo 26 de diciembre de 2004

Gustavo Ortiz

Un complejo modelo matemático, similar al que se emplea en la confección de los planes de vuelo y las ligas de básquetbol y de béisbol norteamericanas, servirá de base para los torneos del próximo año.

Foto: Carlos Catalán

"Con esto no vamos a lograr que los futbolistas juguen mejor, claro, pero sí que la programación sea mejor", explica Andrés Weintraub.

PRESIDENTES DE CLUBES APROBARON CAMPEONATO PARA EL 2005

16.12.2004 | leída: 2741 veces | anfp.cl

Torneo de Apertura comenzará el fin de semana del 22 y 23 de enero.

Uno de las principales acuerdos que se registró durante el primer día de reunión de los presidentes de los clubes del fútbol chileno en la sede de la ANFP, fue la aprobación del Campeonato del 2005, que comenzará el fin de semana del 22 y 23 de enero, bajo la modalidad de dos torneos, Apertura y Clausura, ambos con la faze de Play Off, a la que accederán 8 equipos en cada competencia. La aprobación de los torneos del 2005 requirió de la votación de los clubes de Primera División, que determinó el siguiente resultado: 12 a favor 5 en contra 3 abstenciones. De esta manera, el fútbol en el año 2005 comenzará el sábado 22 de enero con la primera fecha del Apertura, que clasificará al primer equipo chileno para la Copa Libertadores del 2006. El fixture de ambos campeonatos será confeccionado mediante un sistema computacional desarrollado por expertos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile, encabezados por el profesor Andrés Weintraum.

Repercusión en los Medios

Edición del Lunes, 03 de Octubre de 2005 | Hoy Ingresar | Registrarse

futuro Secciones [abrir]

Futuro | Sábado, 01 de Octubre de 2005

MATEMATICA Y FUTBOL

El deporte más lógico del mundo

Por Pablo Castagnari

Echar una mirada al fixture del torneo de primera división del fútbol de Chile puede no tener mayores consecuencias para el simple amante confeso del que se hace llamar el deporte más bello del mundo, excepto una: desmitificar la frase quizá más obsecuente que rodea "lo futbolero", la que eleva todo lo que ocurre dentro del campo de juego, desde el resultado de un partido hasta el campeón más inesperado, a la divina providencia y al azar. "En el fútbol no hay lógica", repiten muchos, o mejor, todos los que hasta ahora no han reparado en la estructura del torneo del país trasandino: matemática y computación refinadas, ni un hilo suelto a la buena de Dios, lógica pura.

Parecerá un tanto frívolo llamarlo así, pero en el trasfondo de esta nueva unión entre ciencia y deporte se juega una cuestión de cartel, si la ciencia fue en la búsqueda de su aplicación en el deporte o si, como efectivamente ocurrió, fue el fútbol el que solicitó servicios especializados. Lo cierto es que la Asociación Nacional de Fútbol Profesional chilena (ANFP) es la única en el mundo que

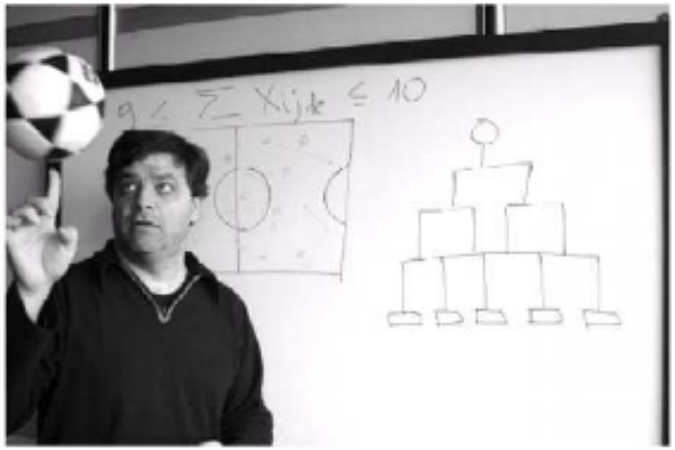
Modelos matematicos para el futbol chileno

El fixture *perfecto*

por Fernando Duran

Fotos: Juan Pablo Yáñez

Los que piensan que al fútbol le puede resultar útil la matemática sólo a la hora de especular sobre los puntos ganados o el promedio del descenso están equivocados. La Asociación Nacional de Fútbol Profesional chilena utiliza desde el actual campeonato un modelo de fixture creado por un grupo de la Universidad de Chile dirigido por el matemático argentino Guillermo Durán. Los resultados: ahorro de costos operativos, torneos más atractivos y más gente en las canchas.



CIENCIA 20

Publicaciones y Congresos

Durán G., Guajardo M., Miranda J., Sauré D., Souyris S., Weintraub A., Carmash A., Chaigneau F., *"Programación matemática aplicada al fixture de la primera división del fútbol chileno"*, RIS 19 (2005), 29-48

Durán G., Guajardo M., and Sauré D., *"Tecnologías modernas de gestión para la programación del fútbol chileno"*, Trend Management 8 (2006), 118-122

Durán G., Guajardo M., Miranda J., Sauré D., Souyris S., Weintraub A., *"Scheduling the Chilean Soccer League by Integer Programming"*, aceptado para su publicación en INTERFACES (2007)

"Scheduling the Chilean Soccer League using Integer Programming", Hawaii 2005

"Fútbol, Modelos Matemáticos y Sudáfrica 2010", Buenos Aires 2006

"Programación Matemática Aplicada al Fixture del Torneo de Fútbol Chileno: Experiencias Recientes", Itaipava 2007

Programación Entera Aplicada al Fixture del Fútbol Chileno

Para mayor información: http://www.dii.uchile.cl/cgo

Anexos

Anexo 1: Modelo Matemático Completo

- **Variables de Decisión**

$$x_{i,j,k} \begin{cases} 1 \text{ si el equipo i juega de local contra el equipo j en la fecha k} \\ 0 \text{ en caso contrario} \end{cases}$$

$$y_{i,k} \begin{cases} 1 \text{ si el equipo i juega de local en las fechas k y k+1} \\ 0 \text{ en caso contrario} \end{cases}$$

$$w_{i,k} \begin{cases} 1 \text{ si el equipo i juega de visita en las fechas k y k+1} \\ 0 \text{ en caso contrario} \end{cases}$$

Volver [5]

- **Función Objetivo**

Maximizar la cantidad de encuentros entre equipos del mismo grupo en las últimas fechas del torneo

$$\max[\sum_{10\leq k\leq 18}\sum_{e}\sum_{i\in t(e)}\sum_{j\in t(e)} k\cdot x_{i,j,k} + \sum_{e}\sum_{i\in t(e)}\sum_{j\in t(e)} 15\cdot x_{i,j,19}]$$

En el Torneo de Clausura se incorporan también los equipos que pelean el descenso.

Volver [5]

- **Restricciones**

1. Cada equipo juega contra cada uno de los otros equipos exactamente una vez:

$$\sum_k (x_{i,j,k} + x_{j,i,k}) = 1 \qquad \forall i, j$$

2. En cada fecha los equipos juegan ya sea de local o de visita:

$$\sum_j (x_{i,j,k} + x_{j,i,k}) = 1 \qquad \forall i, k$$

3. De las 19 fechas, cada equipo juega al menos 9 y no más de 10 de local:

$$9 \leq \sum_j \sum_k x_{i,j,k} \leq 10 \qquad \forall i, k$$

Volver [5]

4. Cada equipo juega a lo más 1 vez durante el torneo 2 fechas consecutivas como local:

$$\sum_{k<19} y_{i,k} \leq 1 \qquad \forall i$$

$$\sum_{j} (x_{i,j,k} + x_{i,j,(k+1)}) \leq 1 + y_{i,k} \qquad \forall i, k < 19$$

5. Cada equipo juega a lo más 2 fechas consecutivas de visita:

$$\sum_{k<19} w_{i,k} \leq 1 \qquad \forall i$$

$$\sum_{j} (x_{j,i,k} + x_{j,i,(k+1)}) \leq 1 + w_{i,k} \qquad \forall i, k < 19$$

6. Si un equipo juega de local (visita) en en las fechas 1, 16 o 18 deberá jugar de visita (local) en la fecha siguiente:

$$\sum_{j} (x_{i,j,k} + x_{i,j,(k+1)}) = 1 \qquad \forall i, k \in \{1, 16, 18\}$$

7. Cada equipo juega contra 2 de sus compañeros de grupo de local y contra los otros 2 de visita:

$$\sum_{k} \sum_{j \in t(e)} x_{i,j,k} = 2 \qquad \forall e \in E, i \in t(e)$$

8. Cuando un equipo del norte (sur) juega 2 veces consecutivas de visita ninguna de ellas será en el sur (norte):

$$\sum_{i \in Sur} (x_{i,j,k} + x_{i,j,(k+1)}) \leq 1 + w_{j,k} \qquad \forall j \in Norte, k < 19$$

$$\sum_{i \in Norte} (x_{i,j,k} + x_{i,j,(k+1)}) \leq 1 + w_{j,k} \qquad \forall j \in Sur, k < 19$$

Volver [5]

9. Cuando un equipo del norte (sur) juega 2 veces consecutivas de visita al menos una de ellas será en el norte (sur):

$$\sum_{i \in Norte} (x_{i,j,k} + x_{i,j,(k+1)}) \geq w_{j,k} \qquad \forall j \in Norte, k < 19$$

$$\sum_{i \in Sur} (x_{i,j,k} + x_{i,j,(k+1)}) \geq w_{j,k} \qquad \forall j \in Sur, k < 19$$

10. Cuando un equipo del centro juega 2 veces consecutivas de visita al menos una de ellas será en el centro:

$$\sum_{i \in Centro} (x_{i,j,k} + x_{i,j,(k+1)}) \geq w_{j,k} \qquad \forall j \in Centro, k < 19$$

11. Si un equipo juega de local contra Colo Colo deberá jugar de visita contra Universidad de Chile:

$$\sum_{k} (x_{h,i,k} + x_{h,j,k}) = 1 \qquad \forall h \neq i, h \neq j, i = colo, j = uch$$

Volver [5]

12. Los 3 clásicos deben ser jugados entre las fechas 10° y 16°:

$$\sum_{i,j \in EquiposPopulares} \sum_{10<k \wedge k>16} x_{i,j,k} = 0$$

13. Cada uno de los 3 equipos populares (Colo Colo, U. de Chile y U. Católica) juega exactamente 1 clásico de local:

$$\sum_{k} (x_{h,i,k} + x_{j,i,k}) = \sum_{k} (x_{h,j,k} + x_{i,j,k}) \qquad \forall h = cato, i = colo, j = uch$$

14. Cuando un equipo popular juega en el norte(sur) ninguno de los otros 2 puede jugar en el sur (norte):

$$\sum_{i \in Norte} x_{i,j,k} \leq 1 - \sum_{i \in Sur} x_{i,h,k} \qquad \forall j, h \in EquiposPopulares, j \neq h, k < 19$$

Volver [5]

15. Ninguno de los 3 equipos populares juega de visita en lugares extremos en las 5 primeras fechas (fechas de verano):

$$\sum_{k \leq 5} \sum_{i \in EquiposExtremos} x_{j,i,k} = 0 \qquad \forall h = cato, i = colo, j = uch$$

16. Ningún equipo juega 2 veces consecutivas contra equipos fuertes (Colo Colo, U. de Chile, U. Católica y Cobreloa):

$$\sum_{j \in EquiposFuertes} \left(x_{i,j,k} + x_{j,i,k} + x_{i,j,(k+1)} + x_{j,i,(k+1)}\right) \leq 1 \qquad \forall i, k < 19$$

17. Cuando un equipo de un par cruzado (por ejemplo Everton y Wanderers) juega de local (visita), el otro del par juega de visita (local):

$$\sum_{h} (x_{i,h,k} + x_{j,h,k}) = 1 \qquad \forall (i,j) \in EquiposCruzados$$

Volver [5]

18. Los clásicos regionales se juegan entre las fechas 8 y 18:

$$\sum_{8>k\wedge k>18} (x_{i,j,k} + x_{j,i,k}) = 0 \qquad \forall (i,j) \in ClasicosRegionales$$

19. El número de partidos jugados en Santiago en cada fecha no puede ser inferior a 2 ni superior a 4:

$$2 \leq \sum_{i \in Santiago} \sum_{j} x_{i,j,k} \leq 4 \qquad \forall k$$

20. Cada equipo de zona turística juega de local al menos con un equipo popular en las 5 primeras fechas:

$$\sum_{j \in EquiposPopulares} \sum_{k \leq 5} x_{i,j,k} \geq 1 \qquad i \in EquiposTuristicos$$

Volver [5]

Anexo 2: Impacto

- Resultados generales

	Apertura 2004	Clausura 2004	Apertura 2006
Público Promedio por Partido	3.756	3.557	4.953
Recaudación Promedio por Partido	$5.852.000	$6.095.000	$11.803.000

- Clásicos

	UCH v/s COLO		COLO v/s UCH		
	Apertura 2004	Clausura 2005	Clausura 2004	Clausura 2005	Apertura 2006
Público	25.743	45.236	21.750	37.420	48.996
Recaudación	$55.900.000	$114.879.000	$59.967.000	$137.394.000	$240.557.000

	CATO v/s UCH		UCH v/s CATO		
	Clausura 2004	Apertura 2005	Apertura 2004	Clausura 2005	Apertura 2006
Público	18.093	24.450	7.881	18.292	14.409
Recaudación	$55.173.000	$71.499.000	$12.241.000	$69.099.000	$67.466.000

	COLO v/s CATO		CATO v/s COLO		
	Apertura 2004	Apertura 2005	Clausura 2004	Clausura 2005	Apertura 2006
Público	9.887	24.352	13.333	18.138	32.654
Recaudación	$16.575.000	$100.408.000	$29.595.000	$61.074.000	$147.442.000

- Patidos Turísticos

IV Región

	COLO v/s LSRN		CATO v/s CQMB	
	2004	Apertura 2006	2004	Apertura 2006
Público	5.373	7.533	4.673	7.178
Recaudación	$10.175.000	$22.101.000	$10.681.000	$16.175.000

V Región

	CATO v/s EVRT		UCH v/s WDRS	
	2004	Apertura 2006	2004	Apertura 2006
Público	3.314	6.638	3.494	10.787
Recaudación	$3.840.000	$13.857.000	$6.563.000	$29.091.000

Volver [1]