

## **Resultados Etapa 2 - Selección IMMC - Chile 2023**

En esta segunda etapa del proceso para seleccionar los equipos que representarán a Chile en la Competencia Internacional de Modelamiento Matemático IMMC 2023. Para esta instancia, 21 equipos hicieron entrega del informe de la Etapa 2, quienes abordaron el problema “Organizando el abastecimiento de agua”.

El problema de esta etapa nos planteaba la problemática relacionada con la sequía que afecta a muchas zonas del país, lo que ha conllevado una fuerte escasez hídrica. Producto de eso, es cada vez más común que sectores rurales deban abastecerse mediante camiones aljibe. Lo que se pidió en esta etapa fue diseñar un sistema de abastecimiento para un conjunto de familias que se proveen de agua mediante camiones aljibes que fuera más eficiente.

Cabe destacar que la gran mayoría de los equipos presentó soluciones al problema que se consideraron adecuadas, lo que hizo difícil la decisión. El grado de sofisticación de los modelos, relacionados principalmente a la razonabilidad de los supuestos hechos y a interpretaciones realistas de la situación, fue un criterio diferenciador. Asimismo, la presentación general del informe, la redacción y el uso de tablas que facilitarían la comprensión de las ideas y resultados fueron considerados en mayor medida que en la etapa anterior. Cabe destacar que la evaluación es ciega, pues el comité evaluador no tiene acceso a información de los integrantes de los equipos ni de su procedencia.

La evaluación dio como resultado que 6 equipos pasan a la Etapa 3 del proceso. El listado de estos equipos se encuentra en la siguiente página de este documento. Además, y de forma de apoyar la reflexión y autoevaluación respecto al trabajo realizado, y que esto sirva de guía para realizar mejoras en los informes de las próximas etapas, se incluye una descripción de las razones fundamentales que se consideraron para privilegiar las soluciones de unos equipos por sobre las de otros. Haremos un esfuerzo para que cada equipo reciba una retroalimentación de su informe.

Como organización estamos muy agradecidos del interés, trabajo y dedicación de todos los equipos que participaron en esta etapa. Felicitamos especialmente a los equipos que continúan en el proceso, y al resto los dejamos invitados a continuar participando en las próximas ediciones.

Atentamente,  
Flavio Guiñez  
Director IMMC - Chile

**Listado de equipos que pasan a la Etapa 3 - Internacional \***

<b>Nº</b>	<b>Colegio</b>	<b>Comuna</b>	<b>Tutor/a</b>	<b>Integrantes</b>
1	Colegio Rafael Sanhueza Lizardi	Recoleta	Alejandro Díaz Cortés	Pablo Cartes, Matilde Jiménez, Agustina Moenen, Martín Zanetti
2	Liceo Bicentenario Santa Teresa de Los Andes	Colina	María Angélica Fuentes Salazar	Almendra Núñez, Ángel Henríquez, Valentina Encina, Javiera Jaime
3	Colegio Pedro de Valdivia - Las Condes	Las Condes	Daniela Silva Werchez	María Ignacia González, Paz Valdivia, Pía Araya, María Trinidad Alcalde
4	Colegio San Francisco Javier	Huechuraba	Rodrigo Román Jáuregui	Cristóbal Cancino, Enzo Carvallo, Catalina Donoso, Gabriel Ibarra
5	Liceo Bicentenario Santa Teresa de Los Andes	Colina	María Angélica Fuentes Salazar	Anahiz Urrutia, Diego Soto, Francisca Gaete, Jennifer Alfaro
6	Colegio San Francisco Javier	Huechuraba	Rodrigo Román Jáuregui	Fernanda Arellano, Aylén Contreras, Andrés Pizarro, Eduardo Commentz

\* Los equipos aparecen listados de forma aleatoria.

## Justificación de los equipos seleccionados

Para el problema “Organizando el abastecimiento de agua” se les solicitó a los equipos abordar el problema de diseñar un sistema de abastecimiento de agua para un conjunto de familias, en el contexto de una fuerte escasez hídrica y donde cada vez es más común que sectores rurales deban abastecerse mediante camiones aljibe. En específico, se solicitó:

- 1) Estimar el consumo diario de agua de cada familia utilizando a partir de los datos de la tabla del enunciado. Además, proponer cómo modificar la frecuencia con la que pasa el camión y asignar una cuota de agua por familia que permita disminuir lo que están pagando actualmente.
- 2) Plantear un modelo general de planificación de entregas de un servicio de camiones aljibes que pase con cierta regularidad, y una asignación de cuotas de agua por familia, que permita el abastecimiento de un número  $N$  de familias, considerando un camión con capacidad de  $C m^3$ . Para ello, asuman que se cuenta con información sobre el consumo promedio diario de cada familia.
- 3) Aplicar el modelo propuesto para el caso de las familias de la tabla del enunciado para camiones con capacidades de 15, 20, 25 y 30  $m^3$ . Indicar cuál de ellos resulta más conveniente para este grupo de familias, explicando los criterios que justifican esta elección.
- 4) Por último, redactar una carta dirigida a las familias, escrita en palabras simples y de máximo una página, recomendándoles una planificación de entrega de agua que les permita disminuir significativamente el costo actual y explicando por qué es una buena solución.

A continuación, se describen los argumentos más relevantes que fueron considerados para decidir los equipos que pasan a la tercera etapa del proceso. Esta descripción no busca ser exhaustiva, sino que dar algunos elementos que permitan autoevaluar junto a sus tutores el trabajo de los equipos.

Con respecto a la primera pregunta, casi todos los equipos realizaron la estimación usando el promedio de la compra de agua de cada familia, lo que resulta una estrategia razonable. Muy pocos, sin embargo, consideraron aspectos que permitieran dar cuenta de la variabilidad de la asignación, lo que es razonable de pensar dado que el consumo de agua es esperable que varíe de un día a otro. Por ejemplo, se podrían haber establecido rangos de consumo diario para cada familia.

Con respecto a la segunda pregunta, la gran mayoría de los equipos propusieron calcular la frecuencia de pasada en base a la capacidad del camión aljibe y al consumo promedio diario total de las familias. A partir de esto, propusieron modelos que se basan en un tiempo periódico fijo de pasada de los camiones aljibes y donde la cuota de agua asignada a cada familia es proporcional a su promedio diario. Si bien esto les permitía encontrar una

asignación “óptima”, en la interpretación se observaron pocas consideraciones realistas, por ejemplo, darse cuenta de que la solución óptima podría dejar sin agua a una familia cuyo consumo diario fuera un poco mayor en alguno de los periodos o bien si es que hace sentido que los camiones pudieran pasar cualquier día de la semana, incluyendo los fin de semana. Solo un par de equipos abordaron estas posibles consecuencias de este modelo, lo que fue considerado como positivo. Por otro lado, casi todos los equipos mencionaron la capacidad tope de  $8\text{m}^3$  del estanque de cada familia, pero muy pocos incorporaron maneras de evitar o qué hacer en caso que se sobrepase. Y por último, tampoco se discutió si es que el costo fijo del camión depende de su capacidad y cómo incorporar esto en el modelo.

Las respuestas a la tercera pregunta fueron bien evaluadas en general, ya que en casi todas se aplicó correctamente el modelo general propuesto en la segunda pregunta a las cuatro capacidades del camión. Bastantes equipos pudieron identificar que en algunos casos la cuota asignada a alguna familia sobrepasaba el tope de  $8\text{m}^3$ . Algunos aplicaron soluciones simples, como truncar la cuota o descartar ese camión. Otros aplicaron algún criterio más avanzado para disminuir la regularidad de pasada del camión, de modo de obtener cuotas dentro del tope de  $8\text{m}^3$ . Como respuesta a la pregunta, la mayoría de los equipos propusieron básicamente dos soluciones: un camión de  $20\text{m}^3$  pasando cada 17 días (como el primer problema), o bien el camión de  $25\text{m}^3$  pasando cada 20 días.

Por último, aspectos relevantes que fueron considerados en mayor medida en la evaluación los informes de esta etapa es:

- Que estuvieran bien organizados y escritos, de forma de facilitar la lectura.
- Que se dieran justificaciones adecuadas de los pasos relevantes.
- Que incluyeran representaciones como tablas o esquemas que facilitaran la comprensión de las ideas detrás de los modelos y soluciones.
- Que incluyeran una discusión de las ventajas y desventajas del modelo propuesto.
- Que la carta solicitada fuera escrita en un lenguaje respetuoso y simple para personas que no necesariamente disponen de un gran conocimiento de matemáticas.

Es importante recalcar que la elección no fue fácil debido al gran número de informes que hubo que revisar, el hecho de que las soluciones que se presentaron cumplieran con gran parte de lo que se les pedía y el desafío que significó definir criterios que permitieran elegir a una por sobre otra.