



Concurso  
**Desafío América**  
**La matemática de los goles**

Documento para Estudiantes Primer Ciclo

**Estimados estudiantes**

*¡Bienvenidos! al Concurso: “Desafío América. La matemática de los goles”*

En este concurso se definen consignas que se desarrollan a partir del planteo de una situación problemática.

Para resolver el problema, deberán poner en juego las capacidades y conocimientos adquiridos en sus dos años de formación en la escuela secundaria técnica y trabajar en equipo responsablemente.

Esperamos que esta actividad los motive, entusiasme y genere compromiso con su propio aprendizaje, al evidenciar sus fortalezas y limitaciones.

Por lo tanto, se espera de ustedes que:

- Trabajen en equipo de forma colaborativa.
- Se comprometan con la resolución de la situación problemática.
- Planifiquen y organicen las actividades en función del tiempo dado.
- Consideren diferentes alternativas antes de tomar una decisión.
- Realicen lo indicado en las consignas, detecten los posibles problemas y los resuelvan.
- Confeccionen la documentación y desarrollen los productos solicitados fundamentando técnicamente los criterios adoptados.
- Se expresen de forma clara y utilicen lenguaje técnico.
- Disfruten al realizar las actividades solicitadas.

## ***Situación problemática***

¡Bienvenidos al emocionante mundo de la matemática de los goles!

En esta ocasión, se encontrarán inmersos en la emoción y en la adrenalina de uno de los eventos deportivos más esperados.

Sin embargo, más allá de la emoción del juego, se enfrentarán a desafíos que pondrán a prueba su capacidad y habilidades en diferentes áreas.

Piensen que, con motivo de este campeonato, realizan un viaje imaginario por las diferentes ciudades y estadios donde se juega la Copa América 2024 y aprovechan para ver algunos partidos y analizar diferentes cuestiones relacionadas con un evento de esta magnitud, con el propósito de aplicar los conocimientos que han adquirido durante los dos años como estudiantes de una escuela técnica.

¡La propuesta constituye un desafío! ¡Adelante!

Enfrentarán diferentes situaciones que van desde la observación de los estadios y sus estructuras hasta la gestión de los jugadores, las instalaciones, los partidos, el diseño de las canchas, la pelota, los viajes entre las diferentes localidades donde se juegan los partidos, etc.

Entre las actividades que se presentan, deberán considerar el fixture del certamen. Cada partido en el campeonato es crucial, y tendrán que analizar cuidadosamente la programación de los encuentros, considerando la calidad de los rivales, las características del campo de juego y las condiciones climáticas que pueden influir en el desempeño de los jugadores.

Además, deberán tener en cuenta las probabilidades de avanzar en el fixture. ¿Qué posibilidades tiene un equipo de pasar a la siguiente ronda? ¿Qué estrategias tácticas y formaciones de juego serán más efectivas contra cada oponente?

Por supuesto, también es necesario conocer a fondo a los jugadores. Cada uno tiene sus propias características y habilidades únicas que pueden marcar la diferencia en el campo de juego, desde el goleador estrella hasta el arquero imbatible. Aprovechar al máximo el talento de cada equipo permitirá alcanzar el propósito.

A su vez, cada estadio tiene sus propias características y requerimientos específicos, desde aquellos que se encuentran en una bulliciosa ciudad hasta la pintoresca instalación deportiva enclavada en las montañas, desde aquellos construidos específicamente para este deporte hasta los que debieron ser adaptados. Cada uno presenta sus propias particularidades, en términos de capacidad, seguridad, accesibilidad y comodidades para los espectadores y para los equipos participantes.

El análisis de la geometría de su infraestructura, de la forma constructiva de su campo de juego, de las dimensiones, de su arquitectura, de los materiales usados en su construcción, de las

tecnologías digitales y el reto que implica la realización de este concurso, constituye un aporte más al aprendizaje en las diferentes áreas del conocimiento.

Otra cuestión importante es aquella relacionada con los viajes entre las diversas localidades de los estadios de juego. Esto implica verificar horarios, transporte terrestre y aéreo y, todas las necesidades logísticas asociadas.

En esta emocionante propuesta, como estudiantes, tendrán la oportunidad de explorar diferentes aspectos del mundo del fútbol, trabajando en equipo e integrando saberes de la matemática, lengua, tecnología, ingeniería, arquitectura, del arte, de las ciencias sociales y naturales, para encontrar soluciones creativas y eficientes a las problemáticas planteadas.

¡Es hora de poner a prueba sus habilidades y hacer que este evento sea inolvidable para todos!

Para realizar las acciones deberán llevar a cabo las tareas que a continuación se detallan: Organizar un viaje imaginario en el que visitarán cada una de las ciudades sedes y los estadios donde se jugarán los partidos en sus distintas fases.

## **1.**

- a) Ubicar en un mapa de EE. UU las ciudades sedes, indicando nombre de la ciudad, latitud, longitud y las características principales de cada una de dichas ciudades: superficie, cantidad de habitantes, densidad de población, clima, relieve y actividad económica principal.
- b) Realizar una breve descripción de las particularidades de cada uno de los estadios donde se juega la Copa América 2024: nombre del estadio, cantidad máxima de espectadores que puede albergar, partidos que se jugarán indicando la fase, infraestructura edilicia, señalando formas geométricas que se visualicen y su relación con diferentes manifestaciones del arte.
- c) Seguramente todos queremos que el equipo de Argentina salga campeón, pero ¿cuál es la probabilidad, expresada en porcentaje y en número fraccionario, que gane la Copa América 2024? Fundamenten el resultado en forma analítica.
- d) Si ustedes, en el viaje imaginario, hubiesen deseado ver el partido inaugural en forma presencial, en el que jugaron Argentina y Canadá, selección esta de la CONCACAF 5, debieron adquirir las entradas para todos los integrantes del equipo, en una ubicación elegida, en forma online y con tarjeta de crédito.

En este sentido, podrían haber indagado sobre los diferentes valores de las entradas en el TicketsCenter. El costo de cada una depende del lugar desde donde se quiere mirar el partido. Por ello, deberán analizar costo-ubicación y seleccionar la que mejor les resulte.

En la Tabla 1 pueden observar costos según sector en las tribunas.

**Tabla 1***Costos de acuerdo con los diferentes sectores de las tribunas*

UBICACIÓN EN LAS TRIBUNAS Sector Número	COSTO DE CADA ENTRADA U\$S	COSTO DE CADA ENTRADA \$ (especificar la fecha de cotización)
305 - 306 - 307 - 315 - 316 - 317	230	
318 - 319 - 320 - 321 - 322 - 323 - 324	200	
328	215	
311 - 312 - 313 - 314 - 309 - 308	250	
310	275	
224 - 223	290	
217 - 204	355	
131 - 132 - 125 - 124	385	
133 - 135 - 121 - 120 - 101GA - 103 - 115 - 117 - 119	330	
104	340	
105	350	
106 - 107 - 113 - 114	420	
116	315	

Fuente: ticketmaster <https://www.ticketmaster.com/event/0E006039EBC5889C?did=copaciti>

El costo de cada entrada que figura en la Tabla 1 está expresado en dólares, confeccionen dicha tabla utilizando el programa Excel y completen, con los valores correspondientes, la columna en pesos argentinos (\$).

Para una mejor visualización que les permita tomar decisión sobre la ubicación que seleccionarán y el costo de las entradas, confeccionen un gráfico de barras en coordenadas cartesianas ortogonales, en el eje de las abscisas indiquen los números de los sectores y en el eje de ordenadas el valor de cada entrada, en dólares y, en pesos argentinos.

Seleccionen el lugar desde donde hubiesen observado el partido. Expliquen brevemente el porqué de la decisión tomada.

El pago lo deben realizar mediante una tarjeta de crédito. ¿cuál es el monto en dólares que tienen que abonar cada uno al momento de la compra? ¿cuál es el monto en pesos argentinos que pagarán el día del vencimiento de la tarjeta, considerando los impuestos que se cobran en Argentina para toda compra en el extranjero, e indicando el porcentaje de incremento aplicado?

Por otra parte, dada la expectativa que el público tiene para ver al último campeón de América y campeón del mundo –Argentina– cada uno puede preguntarse: ¿cuál será la recaudación total si se agotaron las entradas considerando un valor promedio del costo de

dichas localidades indicadas en la Tabla 1, en dólares y en pesos argentinos? Marquen en el gráfico de barras el valor del promedio obtenido y tracen su representación gráfica correspondiente.

Pero si por diferentes razones queda el 5% del total sin vender, ¿cuál será la recaudación?

Si cada equipo participante recibe el 3 % de la venta total por partido, ¿cuál es el monto, en dólares y su conversión a pesos argentinos, en cada uno de los casos anteriores?

Incluyan una imagen de la planta del estadio y de la ubicación elegida en la tribuna seleccionada por ustedes.

- e) Ya ubicados en el estadio del partido inaugural, el Mercedes Benz, en Atlanta – Georgia, esperando el comienzo del partido de Argentina con uno de los equipos de la CONCACAF 5, Canadá, se centran en la observación del estadio, en cuanto a su diseño.

¡Una maravilla del arte arquitectónico!

Como pueden apreciar la cubierta está compuesta por piezas triangulares en forma de molinillo.

Al cerrarse, estas piezas se desplazan, ¿lo hacen en línea recta, siguen una trayectoria circular o describen otro tipo de trayectoria? ¿Qué forma geométrica tiene la superficie libre cuando la cubierta se encuentra totalmente abierta? ¿Qué superficie a cielo abierto tiene aproximadamente dicha cubierta? ¿Qué tipo de estructura es la que soporta cada una de las piezas triangulares?

Incluyan imágenes de la cubierta cerrada y abierta.

## 2.

- a) En las charlas entre ustedes, previas al partido inaugural, la conversación gira alrededor de los jugadores de Argentina y del equipo rival: las características físicas, edades, equipos donde juegan, ubicación en el campo de juego, y cantidad de partidos jugados con la respectiva selección.

Para una mejor visualización confeccionen gráficos estadísticos con los datos referidos a las magnitudes señaladas en el párrafo anterior, y recogidos en diferentes fuentes, tanto de Argentina, como del equipo de Canadá:

**Edades**, mediante un gráfico de línea.

**Equipos** donde juegan, ciudades y países donde están ubicados los equipos, a través de realizar marcas en un mapa político.

**Ubicación de los jugadores** de ambos equipos en el campo de juego al inicio del partido, mediante un dibujo libre, señalando cotas y líneas de cotas.

**Cantidad de partidos jugados en la respectiva selección**, a través de gráficos circulares.

Elaboren un cuadro comparativo entre los datos obtenidos de Argentina y de Canadá.

Realicen un análisis de cada uno de los gráficos y del cuadro comparativo.

### 3.

El cálculo de la pendiente de una tribuna de fútbol es importante para garantizar la seguridad, la comodidad de los espectadores y su visual.

Ustedes están en condiciones de poder calcular la pendiente que tiene una determinada tribuna de fútbol.

Para ello, por un momento, piensen que cumplen el rol de los ingenieros proyectistas.

Elaboren un croquis, en corte, de la tribuna a dimensionar su pendiente, con las cotas correspondientes, en forma genérica y con la descripción del procedimiento que tienen que seguir para el cálculo de la pendiente.

Ahora, llegaron al Metlife Stadium en New Jersey. Como podrán observar las tribunas están construidas en varios pisos. Si se detienen en una de las laterales, la más baja, la que está más cerca del campo de juego, observarán que ocupa el largo de toda la cancha con varios sectores de butacas. Esos sectores tienen distintas formas geométricas, ¿qué tipo de figuras son los que forman?

Consideren el sector del centro de la tribuna que está próxima al campo de juego (número 113 en el plano de venta de entradas).

Indaguen cuáles son sus dimensiones: altura: desde el arranque y desde el suelo del campo de juego, y su profundidad. Si no logran encontrar esos valores, piensen cuáles pueden aproximarse.

Dibujen digitalmente un corte transversal del sector.

Ya están en condiciones de calcular la pendiente que tendrá la tribuna (en forma de fracción y en porcentaje), el valor del ángulo de inclinación entre la rampa y el suelo y la longitud de la escalinata.

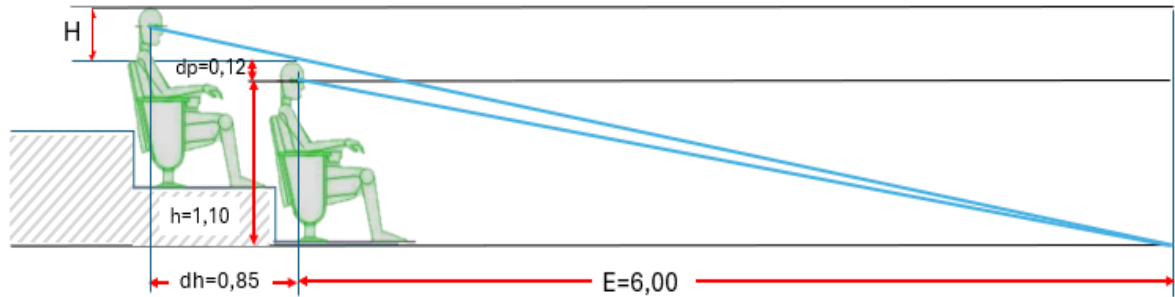
Otra actividad de los proyectistas es la de seleccionar la ubicación de las butacas. En este sentido resulta importante considerar la visibilidad de los espectadores, denominada “isóptica”.

Las normativas vigentes con respecto a la colocación de las butacas en una tribuna establecen que dicha ubicación deberá ser tal que sus ocupantes no impidan la visibilidad de los demás espectadores.

Observen la siguiente imagen que representa a dos personas sentadas en dos escalones contiguos de la tribuna en cuestión.

**Gráfico 1**

*Distancia entre espectadores en filas contiguas en una tribuna*



Fuente <https://waltervillavicencio.com/calculo-de-isoptica-en-tribunas-de-instalaciones-deportivas/>

Para ubicar las butacas se deben conocer los siguientes valores:

- 1) La distancia vertical (H) entre la cabeza de la persona en la fila inmediata inferior y los ojos de la persona analizada.
- 2) Distancia promedio entre los ojos de uno de los espectadores y la cabeza del otro ( $dp = 0.12$ ).
- 3) Altura desde el nivel horizontal del punto de observación hasta los ojos de la persona sentada ( $h = 1.10$  m).
- 4) Distancia horizontal entre las filas analizadas ( $dh = 0.85$ ).
- 5) Distancia horizontal de la persona en la fila inmediata inferior hasta el punto de observación (borde más cercano de la cancha). ( $E = 6$  m).

Con los datos anteriores y con los conocimientos que tienen de matemática, están en condiciones de saber el valor de H.

Si la recomendación de las normativas vigentes establece que el valor máximo de la alzada del escalón ( $H + dp$ ) es de 45 cm y el recomendable de 42 cm, ¿qué valores tendrán H, h y E para un escalón con alzada de 42 cm y para otro de 45 cm?

Considerando el largo total de la tribuna lateral y la cantidad de sectores, pueden ustedes determinar el ancho aproximado de cada sector y, en especial el del centro.

Con este valor y el de cada butaca pueden determinar cuántas butacas entran por fila en el sector. Y, ¿cuántas entrarán, en forma aproximada, en 15 filas?

¿Cuál es el porcentaje de espectadores que podrán sentarse en la tribuna seleccionada en función de la cantidad total que puede albergar el Metlife Stadium?

Indaguen los materiales empleados en la tribuna y en las butacas.



**Imagen 1**

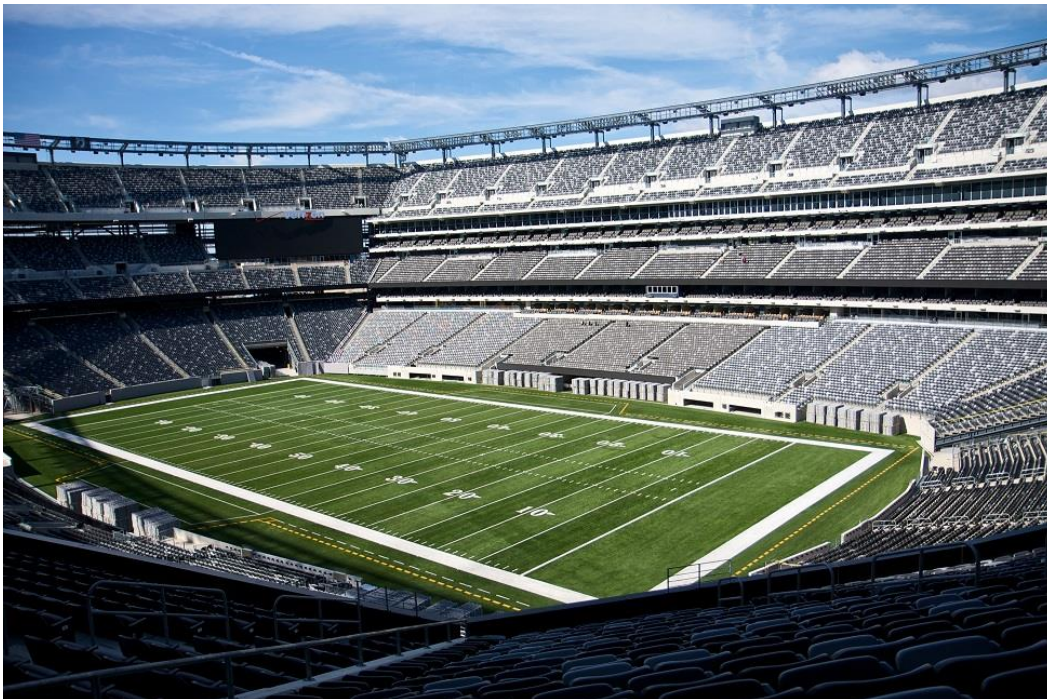
*Metlife Stadium en New Jersey*



**Fuente:** <https://sites.duke.edu/wcwp/tournament-guides/copa-america-centenario-en-espanol/los-estadios/metlife-stadium-east-rutherford-nj/>

**Imagen 2**

*Metlife Stadium en New Jersey*



**Fuente:** [https://es.wikipedia.org/wiki/MetLife\\_Stadium](https://es.wikipedia.org/wiki/MetLife_Stadium)



## 4.

- a) En el recorrido por las diferentes ciudades utilizarán como medio de transporte el avión a igual que los equipos participantes.

En la tercera fecha, Argentina juega con Perú en el Hard Rock Stadium.

Para ver ese partido tienen que viajar desde Nueva Jersey, donde vieron el partido de Argentina con Chile hasta Miami.

Resulta muy interesante realizar ese viaje imaginario en avión utilizando los rastreadores de vuelo.

Un rastreador de vuelo, también conocido como sistema de seguimiento de vuelo o Flight Tracker, en inglés, proporciona una amplia gama de información sobre un vuelo específico en tiempo real o retrospectivamente. Esta aplicación nos brinda información sobre el estado del vuelo, sobre el tipo de aeronave, la aerolínea, el número de vuelo, la trayectoria (programada y la real seguida por el vuelo), la velocidad del avión y la altitud a la que está volando, horarios de salida y llegada, condiciones meteorológicas a lo largo del vuelo, etc.

Si ustedes deciden trasladarse desde la ciudad de New Jersey a Miami entre el miércoles 26 de junio y el viernes 28 de junio, ¿cuántas alternativas/opciones de partidas de vuelos encuentran por día? Elijan una de las opciones halladas para el día elegido e indiquen por qué seleccionaron esa alternativa. Sigán el vuelo en tiempo real. A medida que transcurre el viaje, confeccionen una tabla con los siguientes datos que va informando la página del rastreador de vuelo:

- Aerolínea
- N° de vuelo
- Horario de salida y llegada
- Latitud y longitud a la que se encuentran ambos aeropuertos
- Tiempo total de vuelo
- Tiempo de rodaje.
- Distancia recorrida en km y en millas.
- Velocidad promedio y velocidad máxima, en km/h.
- Altura máxima alcanzada por el avión, alturas hasta llegar a la altura máxima (cinco valores) y en el descenso (cinco valores).
- Ruta, considerar la latitud y longitud de cinco lugares.
- Clima en ambas ciudades (la de salida y la de llegada)
- ¿Cuál es la variación, en porcentaje, de la presión y la temperatura, de la máxima altura de vuelo de la aeronave respecto de la presión y temperatura en tierra?

Realicen un análisis comparativo de cada uno de los datos

Presenten cuatro capturas de pantalla que reflejen distintos momentos del vuelo elegido.

- b) De vuelta en Miami para ver en el Hard Rock Stadium Argentina con Perú, el sábado 29 de junio.

Ya, en el fabuloso estadio, los invitamos a observar parte de su estructura. Como pueden visualizar el estadio posee diferentes tipos de estructuras, fundamentalmente las que soportan el techo que cubre las tribunas.

En el año 2016 se construyó un dosel de acero a techo abierto de 56.000 metros cuadrados y un peso de 17.000 toneladas, con el propósito de proteger del sol a los aficionados, pero dejando la entrada de la luz natural al campo de juego.

Las imágenes 3 y 4 permiten visualizar esta obra de ingeniería y de arquitectura que maravilla nuestra vista.

Como pueden distinguir son dos las figuras geométricas que conforman la estructura que soporta el techo, ¿cuáles son? ¿por qué se utilizan esas figuras geométricas?

Los invitamos a trabajar con el programa GeoGebra.

En el mencionado programa inserten la imagen 3, de modo que el vértice de la primera curva que se visualiza (donde está el logo del Hard Rock) sea un punto del eje de las ordenadas "y".

Seguramente ya descubrieron a qué tipo de curva conocida por ustedes se asemeja esta parte de la estructura. En la imagen se observan tres curvas similares con igual forma. Entonces, dibujen dichas curvas sobre las que se muestran en la imagen, usando colores diferentes para cada una. Para ello, consideren el foco de la curva como un punto del eje "y" y la directriz una recta paralela al eje "x".

En la vista algebraica aparecen las expresiones matemáticas de las funciones representativas de las respectivas curvas. Las tres expresiones están dadas en forma implícita escribanlas de manera explícita. Comparen las tres expresiones y obtengan conclusiones.

Encuentren, en los respectivos gráficos las coordenadas de los puntos de intersección de cada curva con el eje de abscisas y con el eje de ordenadas.

Ahora trasladen cada imagen, según el eje "y" tres unidades, traten que no rote, lleven cada expresión matemática a la forma explícita y comparen con las anteriores.

Realicen capturas de pantalla en JPG de todas las acciones indicadas en párrafos anteriores.

**Imagen 3**

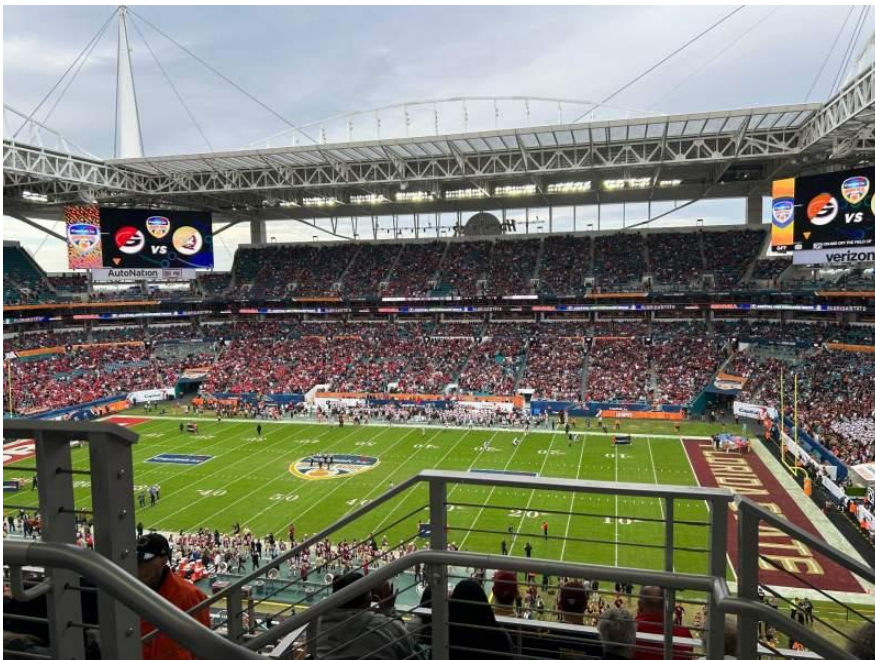
*Hard Rock Stadium*



Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Hard\\_Rock\\_Stadium](https://es.wikipedia.org/wiki/Hard_Rock_Stadium)

**Imagen 4**

*Hard Rock Stadium*



Fuente: <https://aviewfrommyseat.es/photo/256325/Hard+Rock+Stadium/section-343/row-7/seat-19/>

- a) El 2 de julio juegan en el estadio Q2, emplazado en Austin, Texas, Costa Rica y Paraguay. Este estadio posee un techo que cubre las tribunas con una estructura de reticulado.

**¡Una buena oportunidad para revisar y profundizar todos los saberes sobre figuras geométricas!**

Para ello, busquen en la Internet imágenes de este estadio donde se visualice la estructura que soporta la cubierta sobre las tribunas. Observen qué tipo de figuras geométricas son las que conforman dicha estructura. En el supuesto que los lados sean congruentes o sean de igual longitud, y cada lado de 10 m, ¿cuál es la superficie de cada figura, expresada en unidades del sistema de medidas de EE. UU y del SIMELA? ¿De qué tipo de triángulo se trata? Y, si a ustedes les parece que las barras de cada figura tienen otra dimensión, con ese valor encuentren la superficie de cada una, también expresada en unidades del sistema de medidas de EE. UU y del SIMELA.

En el supuesto que la estructura sea una viga de reticulado constituida por triángulos isósceles, siendo la longitud del lado de la base de 10 m y el perímetro de 22 m, ¿cuál es la altura del reticulado? ¿cuál es el valor de cada lado? y ¿cuál es el valor de cada ángulo del triángulo? Realicen los cálculos en forma analítica y grafiquen la viga de reticulado, especificando la escala.

En cada caso ¿cuántos perfiles de acero se tuvieron que utilizar para su construcción, teniendo en cuenta que la longitud de cada perfil que se comercializa es de 6 m?

Ahora utilicen el programa GeoGebra.

Inserten una imagen de frente de la estructura.

Dibujen sobre la imagen una de las figuras de la estructura, trazando los segmentos que representan los lados y el de la altura respecto del lado base.

También tracen las rectas donde están incluidos dichos segmentos: de los lados y el de la altura. Marquen los vértices de una de las figuras.

¿Qué valores se visualizan en la vista algebraica?

Las expresiones matemáticas de las rectas están dadas en forma implícita escribanlas de manera explícita. Comparen las expresiones y obtengan conclusiones.

Encuentren, en forma analítica, las coordenadas de los puntos de intersección de las rectas que incluyen a los lados de la figura. Comparen con las marcadas en el gráfico.

Realicen capturas de pantalla en JPG.

Además, Incluyan imágenes del estadio, vista externa e interna.

- b) En el AT&T Stadium, ubicado en Arlington, Texas (TX) juegan el 5 de julio, por cuartos de final, el equipo que salió primero del grupo B con el segundo del grupo A.

**¡Será muy interesante ver el partido!**

El techo retráctil de este estadio está soportado por arcos gigantes, llama mucho la atención el material de dichos arcos y el peso de cada uno. Por ello, indaguen en diferentes fuentes

sobre esta temática. Seguramente el peso lo encontrarán en unidades de medida del sistema de EEUU. Expresarlas en unidades del SIMELA.

Con toda la información y los datos hallados, expresados en unidades del SIMELA, redacten un breve informe.

Busquen una imagen, en la que se vea de frente uno de los arcos. Ubiquen dicha imagen en el programa GeoGebra, de modo que el punto más alto de la curva coincida con un punto del eje positivo de ordenadas. Imaginando el tipo de curva, dibujen sobre la imagen tres curvas, dos que se aproximen a la curva del arco y otra que coincida con dicho arco o que se aproxime casi coincidiendo. Para ello, consideren el foco de la curva como un punto del eje “y” y la directriz una recta paralela al eje “x”.

En la vista algebraica aparecen expresiones matemáticas, identifiquen la que corresponde a cada gráfica, indiquen la denominación de cada término y si las expresiones están dadas en forma implícita escribanlas de manera explícita.

Ahora trasladen cada imagen dos unidades, según el eje “y” hacia arriba. Lleven cada expresión matemática a la forma explícita y comparen con las anteriores.

Realicen capturas de pantalla en JPG de todas las acciones llevadas a cabo e indicadas en párrafos anteriores.

- c) En el recorrido por las diferentes ciudades de EE. UU se enfrentan con maravillosos puentes, algunos de arco y otros colgantes. Entre ellos, a 377 millas del Allegant Stadium de las Vegas, por la Ruta I-40, se encuentran emplazados dos puentes que unen los estados de Utah y Arizona, ambos permiten el cruce del río Colorado. Busquen una imagen, en la que se vea uno de los puentes de frente. Inserten dicha imagen en el programa GeoGebra, de modo que la parte más alta de la curva interseque con el eje de las ordenadas en el punto de coordenadas  $(0, b)$ , siendo  $b$  un valor positivo a elección de ustedes.

Imaginen el tipo de curva. Tracen dicha curva sobre la imagen del puente.

Para ello, consideren el foco de la curva como un punto del eje “y” y la directriz una recta paralela al eje “x”.

Observen la expresión matemática que aparece en la vista algebraica del GeoGebra. ¿Qué grado tiene cada término? ¿Qué tipo de puente es, en función de la forma de la curva de su estructura? Lleven la expresión matemática a la forma explícita. Tracen una recta que incluya el punto  $(0, b)$  y el punto de intersección de la curva con el eje positivo de abscisas. Determinen y escriban la ecuación de la recta y verifiquen con la que aparece en la vista algebraica del GeoGebra.

Marquen cinco puntos dados por su expresión en forma de pares:  $(0, 5)$ ;  $(0, -5)$ ;  $(2, 3)$ ;  $(-4, 3)$ . Tracen la recta que pasa por los puntos  $(0, -5)$  y  $(2, 3)$  y la que pasa por los puntos  $(0, 5)$  y  $(-4, 3)$ . Determinen, en cada caso, en forma analítica, el punto de intersección entre ambas rectas. Verifiquen con los resultados dados en la vista algebraica del GeoGebra.

Determinen, en forma de pares ordenados, los puntos de intersección de la curva arco del puente con el eje de las abscisas.

Presenten capturas de pantalla en JPG de todas las acciones anteriores.

## 5.

- a) Después del recorrido realizado por diferentes estadios, llegó el momento de conversar sobre uno de los objetos fundamentales en el fútbol: la pelota. Durante el transcurso de la historia fueron cambiando los materiales, el diseño y la normativa respecto de sus propias características.

Desde la primera Copa América, realizada en Argentina con motivo de la celebración del Centenario de la Independencia, entre el 2 y 17 de julio de 1916, con el nombre de Campeonato Sudamericano de Selecciones, modificado por la Conmebol, en el año 1975, después de ocho años de interrupción, la pelota fue cambiando, fundamentalmente de diseño y de marca.

En este sentido, haciendo un recorrido a través de los años, resulta interesante que indaguen en el diseño, en los materiales, en las figuras geométricas que forman parte del cuerpo de las pelotas utilizadas en los partidos de las Copas América, desde el año 2004 hasta el 2024, incluyendo la utilizada en 1993 y, en el 2016 con motivo de la conmemoración del centenario del primer partido.

Con esos datos, elaboren una tabla de doble entrada (9x7) en forma ordenada, según los años, comenzando por 1993. La mencionada tabla tiene que contener:

- 1) En las filas los años, 1993 y desde 2004 hasta el 2024, incluyendo el año 2016.
- 2) En las columnas se indicará la siguiente información: imagen de la pelota correspondiente al año de la fila, nombre de dicha pelota, diseño, figuras geométricas, presión y peso.

Considerando la pelota 2024 de la cual, habrán observado su diseño, durante el recorrido por las diferentes canchas, resulta atrayente conocer el porqué del nombre y de su diseño.

Por ello, investiguen y escriban, no más de diez renglones sobre esta temática.

- b) Dejamos por un momento la Copa América y volvemos en el tiempo al año 1970 (ustedes no habían nacido). En ese año se realizó el Campeonato Mundial en México, siendo campeón, Brasil y subcampeón, Italia. Argentina no jugó.

La pelota que se utilizó constituye un ícono, diseñada con figuras geométricas en blanco y negro.

¿Cuál es su forma geométrica, aproximada, y, a qué cuerpo geométrico se parece cuando está un poco desinflada? ¿qué figuras geométricas son sus caras?

Si tienen frente a ustedes la imagen de esa pelota un poco desinflada, ¿pueden saber la cantidad de parches de color negro? y ¿los de color blanco? ¿cómo resuelven estos interrogantes? ¿qué nombre recibe ese cuerpo geométrico? ¿qué diferencia encuentran con un sólido platónico o poliedro regular?

Por tratarse de un cuerpo geométrico, cuando la pelota está un poco desinflada, pueden desarrollar ese cuerpo en el plano.

Utilizando un programa de dibujo digital, ustedes pueden dibujar el desarrollo de ese cuerpo geométrico, pintando con el color correspondiente a cada figura geométrica.

Por un momento dejamos nuestro pensamiento sobre la pelota de fútbol y nos vamos a la Alhambra en Granada- España y a la obra del artista Escher.

Allí, encontramos el arte islámico, con el denominado teselado. ¿Qué se entiende por teselado? Para una mejor comprensión, los invitamos a recorrer la Alhambra y que observen los mosaicos que se encuentran en sus diferentes ambientes. También, busquen obras de Escher.

Volviendo a la pelota clásica. Con las figuras geométricas de sus caras, ¿se podrá teselar una superficie? y ¿si se usa una de sus figuras? ¿por qué?

Ya que estamos con las figuras geométricas, resulta atractivo imitar a los artistas de la Alhambra y a Escher. Por ello, anímense y realicen su obra de arte con hexágonos regulares, triángulos equiláteros y cuadrados, pueden curvar sus lados.

Presenten un mosaico con esas características. ¡Adelante!

- c) Es muy común oír o leer cuando se hace referencia a la pelota el término: esférico o balón.

La Real Academia Española (RAE) en el Diccionario de la lengua española, expresa sobre el significado de la pelota: **1. f.** Bola hecha de una materia que le permita botar, usada en diversos juegos y deportes. **2.f. balón pelota** grande. Sin: balón, bola, esférico.

¿Por qué la RAE usa como sinónimo del término “pelota” la palabra “esférico”?

¿La pelota de fútbol es esférica?

Para determinar la esfericidad de un balón, actualmente la FIFA cuenta con un complejo proceso automático que toma el valor del diámetro en 4 500 puntos y arroja el resultado final. Hasta el 2011 se realizaba en modo similar, pero tomando el valor de su diámetro en 16 puntos diferentes para calcular el diámetro medio. Luego, se calcula la diferencia entre el diámetro máximo y el mínimo (rango de medidas). Se divide el rango por el diámetro medio, y se lo multiplica por 100.

Para que una pelota obtenga el sello FIFA Quality PRO, este porcentaje que refiere a la esfericidad, debe ser igual o menor al 1.5 %. La longitud de la circunferencia de la pelota debe estar comprendida entre 68.5 cm y 69.5 cm. Si solo se quiere que logre el sello FIFA Quality, en cuanto a esfericidad, el porcentaje tiene que ser como máximo, 1.8 % y la circunferencia tener una longitud entre 68 y 70 cm.

La Tabla 2 muestra los valores tomados, para analizar si estas pelotas cumplen con el requerimiento. Realicen la tabla en Excel, con las fórmulas y cálculos correspondientes para determinar cuál o cuáles de estas pelotas cumplen los requisitos de FIFA Quality y FIFA Quality PRO y cuál o cuáles sí podrían utilizarse en la competencia.



**Tabla 2***Diámetros de cuatro pelotas tomados en 16 puntos diferentes*

MEDIDA	PELOTA 1	PELOTA 2	PELOTA 3	PELOTA 4
1	22,51	22,21	21,85	21,95
2	22,32	22,03	21,95	22,26
3	22,51	22,2	21,74	22,22
4	22,40	22,14	21,8	22,21
5	21,90	22,21	21,96	22,24
6	21,85	22,19	21,93	22,25
7	21,90	22,21	22,01	22,23
8	22,01	22,08	21,94	22,26
9	22,20	22,21	22,54	22,24
10	22,36	22,01	22,01	22,25
11	21,85	21,98	21,96	22,08
12	21,79	22,19	21,85	21,97
13	21,65	21,92	21,84	21,97
14	21,54	22,23	21,93	22,17
15	22,10	22,03	22,03	21,94
16	22,06	21,97	21,75	21,87

d) Seguramente el equipo argentino llegará a la final y, si eso ocurre jugará, el 14 de julio, en el Hard Rock Stadium, ubicado en Miami Gardens en Florida.

**¡Pensemos que será así!**

Ya pasaron por varios estadios. Observaron que casi todos tienen entre sí iguales dimensiones, pero no las conocen.

Por eso indagan en la Internet sobre las dimensiones y las características del campo.

Para tener una mejor visualización de dichos valores, resuelven realizar el plano del campo, indicando y acotando, con cotas parciales y totales (en SIMELA y en el sistema de unidades utilizada en EE. UU, las siguientes marcaciones:

- Línea de meta.
- Área de meta.
- Área penal.
- Marca del penalti.
- Semicírculo de penal.

- Punto central.
- Línea central o de medio campo.
- Círculo central.
- Arco o Portería.
- Área de esquina.
- Líneas de cancha.

Para ello, utilizan el AUTOCAD u otro programa de dibujo.

El dibujo, les será útil para la última actividad que tendrán que realizar y para verificar el desarrollo analítico siguiente.

Con este propósito, también es necesario que hallen los siguientes valores, expresados en unidades del SIMELA (m, m<sup>2</sup>, grados sexagesimales, radianes) y los correspondientes en el sistema de EE. UU:

- 1) La superficie de toda la cancha y su medida respecto de la unidad, en ambos sistemas de medidas.
- 2) Las superficies de cada una de las áreas: de meta, de penal, del semicírculo de penal, de esquina, del círculo central y de los arcos.
- 3) La altura del arco.
- 4) El perímetro del círculo central y de cada semicírculo de penal.
- 5) El perímetro de cada una de las áreas: de meta, de penal, de esquina, y de los arcos en su proyección horizontal y vertical.
- 6) Verifiquen con los valores obtenidos la superficie total de la cancha.
- 7) Expresen el porcentaje de cada superficie: de la de meta, de penal, del semicírculo de penal, de esquina, del círculo central, de los arcos, respecto de la superficie total de la cancha.

Los jugadores de ambas selecciones, en la previa del partido y como etapa de precalentamiento realizan jueguitos con la pelota. Con el empeine tiran la pelota hacia arriba, y cae sobre sus pies y la vuelven a tirar hacia arriba y, así cuatro veces, alcanzando cada vez más altura, llegando hasta los dos metros. En el primero la altura es de 10 % del total, en el segundo el 20 % del total y en el tercero y cuarto el mismo porcentaje

¿A qué altura llega en cada vez que tira la pelota hacia arriba?

¿Cuál es la velocidad de la pelota en cada caída?

- e) Un aspecto muy interesante son las condiciones previas que debe cumplir la cancha de juego con el propósito de garantizar una superficie segura, nivelada y con altura correspondiente de corte.

La Conmebol fija dichas condiciones y las responsabilidades del estadio.

¿Cuáles son esas condiciones referidas a: sistema de drenaje y sistema de riego?

En las canchas con césped natural, este tiene un papel importante.

Con respecto a la altura y al corte del césped del campo de juego, ¿cuáles son las condiciones que impone la Conmebol?

¿Cuáles fueron las dificultades que relataron los jugadores argentinos y Scaloni con respecto al estado del campo de juego en el primer partido en el Mercedes Benz Stadium?

- f) Imaginen que en un partido en el que juega Argentina, en un tiro penal, la pelota atraviesa la línea de gol a unos 20 cm del lado izquierdo del arquero y a 5 cm del suelo. Si el penal fue ejecutado con un tiro directo, en línea recta, calculen la distancia recorrida por la pelota y, la velocidad y aceleración obtenida por el balón si cruza la línea de gol a 80 km/h.

## ***Actividad Final***

- a) Les proponemos hacer una impresión en tres dimensiones de la planta del campo de juego Hard Rock Stadium utilizando como base el dibujo realizado en una actividad anterior.

Exporten el modelo a un formato compatible con la impresora 3D, como STL o OBJ, y comprueben las especificaciones de formato requeridas por el software de impresión 3D que van a utilizar.

Impriman por separado y en distintos colores, las diferentes partes y marcaciones de la planta de la cancha.

- b) Elijan un tema de la Copa América en la que intervenga la matemática y presenten una discusión entre ustedes utilizando una animación con Scratch.

## ***Entregable***

La entrega de cada uno de los trabajos de los equipos participantes se hará en **un único archivo en PDF**. El nombre del archivo estará conformado del siguiente modo: CDA abreviatura de la provincia CUE número de equipo categoría), ejemplo, **CAD BUE 60783500 EQ1 CA2**, en el cual se detalle:

- **Datos de la institución educativa:** Nombre – CUE – Jurisdicción – Localidad – Teléfono - Correo electrónico - Equipo N° - Categoría N°.
- **Datos de los estudiantes del equipo participante:** Nombre y Apellido – DNI.
- **Datos del docente coordinador del equipo:** Nombre y Apellido – DNI.

- **Resultados de las diferentes actividades:** descripciones, mapas, imágenes, fundamentaciones, ejercicios, trabajos en GeoGebra (JPG), impresión 3D (JPG), diseño asistido (JPG), trabajos online (link), etc.

Toda la producción será realizada mediante procesador de texto, hoja de cálculo, procesador de ecuaciones, imágenes en JPG, etc.

**Nota:** no aceptarán trabajos que no cumplan con las condiciones anteriores.

**Nota:** en la Muestra Final cada equipo deberá presentar los trabajos en forma digital e impresos y por separado el trabajo realizado con impresora 3D.

**¡Muy buenas distinciones los esperan!**

**¡ÉXITOS!**