



## **ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL**

**Tema:**

**JUEGOS INFANTILES SOSTENIBLES PARA LA TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA MECÁNICA A ELÉCTRICA A PARTIR DEL MOVIMIENTO CIRCULAR**

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en Diseño Industrial**

**Línea de Investigación:**

**DISEÑO, INFRAESTRUCTURA Y SISTEMAS SOCIALES Y AMBIENTALES PARA UN HÁBITAT SOSTENIBLE**

**Autor:**

**IVÁN FRANCISCO COELLO REYES**

**Director:**

**ING. PABLO ISRAEL AMANCHA PROAÑO M. Eng**

**Ambato – Ecuador**

**Agosto 2021**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**SEDE AMBATO**

**HOJA DE APROBACIÓN**

**Tema:**

**JUEGOS INFANTILES SOSTENIBLES PARA LA TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA MECÁNICA A ELÉCTRICA A PARTIR DEL MOVIMIENTO CIRCULAR**

**Línea de Investigación:**

Diseño, infraestructura y sistemas sociales y ambientales para un hábitat sostenible.

**Autor:**

IVÁN FRANCISCO COELLO REYES

Pablo Israel Amancha Proaño; Ing. Mg.

**CALIFICADOR**

f. 

Santiago Javier Santamaría Bedón; Ing. Mg.

**CALIFICADOR**

f. 

Daniel Marcelo Acurio Maldonado; Ing. Mg.

**CALIFICADOR**

f. 

Santiago Alejandro Acurio Maldonado; Ing. Mg.

**DIRECTOR (E) ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL**

f. 

Hugo Rogelio Altamirano Villarroel; Dr.

**SECRETARIO GENERAL PUCESA**

f. 

**Ambato – Ecuador**

**Agosto 2021**

## DECLARACIÓN DE AUTENCIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo: **IVÁN FRANCISCO COELLO REYES**, con **CC. 1804645164**, autor del trabajo de graduación intitulado: “JUEGOS INFANTILES SOSTENIBLES PARA LA TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA MECÁNICA A ELÉCTRICA A PARTIR DEL MOVIMIENTO CIRCULAR”, previa a la obtención del título profesional de **INGENIERO EN DISEÑO INDUSTRIAL**, en la escuela de **DISEÑO INDUSTRIAL**.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad

Ambato, agosto 2021



**IVÁN FRANCISCO COELLO REYES**

**CC. 1804645164**

## **AGRADECIMIENTO**

Estoy seguro de que todos los pensamientos que recojo en este momento exacto, tratando de escribir un apartado de agradecimiento a todas las personas y todos los momentos que me han traído hasta aquí, acuerdan lo mismo: Es todo gracias a Dios. Así como trato de recordar lo más feliz que haya pasado, también, llegan recuerdos de momentos tristes y difíciles: todo el estrés, ansiedad, noches de salud mental por los suelos, preguntándome si lo que estoy haciendo me va a llevar a algún lado.

Definitivamente crecí y cambié, es inevitable darme cuenta de eso por razones extensas que llenarían paginas enteras.

Las personas a quien yo más admiro y estoy en la obligación de dar gracias infinitas, son mis padres. Es su sacrificio, entrega y trabajo lo que ha llevado a todos sus hijos a desarrollarse y tener un pensamiento particular, de servicio a los demás. Mis hermanos, también, son parte de este proceso porque han hecho hasta lo imposible por salir adelante, gracias por su ejemplo.

Durante diez semestres hubo personas que llegaron y se fueron, y gracias por las que decidieron quedarse hasta hoy; no fue solamente compañerismo lo que nos unió, sino que ahora lo llamo amistad verdadera. Finalmente, pero sin restarle importancia, los profesores han sido definitivamente una guía para abrir mis ojos a posibilidades infinitas y no encerrar mi pensamiento en una caja. La opinión, ayuda, conocimientos y tolerancia del director del presente trabajo de investigación hacia el problema planteado construyeron su contenido hasta lo que, a continuación, se entrega.

## RESUMEN

Aproximadamente el 25% de emisiones de gases de efecto invernadero provienen del sector energético, también, es imperativo que Ecuador aumente su implementación de políticas de energía sostenible hasta en un 58%. Al diseñarse productos sostenibles, los efectos de las acciones llevadas a cabo por los seres humanos equivalen a una huella positiva en el planeta. El medioambiente es un sistema complejo y para asegurar un producto sostenible, se utilizan metodologías que garanticen innovación y respondan a la problemática existente entre sociedad y naturaleza. Así, el objetivo general es diseñar un juego infantil sostenible para la transformación de energía mecánica a eléctrica a partir del movimiento circular. La energía resultante tiene carácter ilimitado, el acceso es permanente, se autoabastece y no contamina. El enfoque es cualitativo porque se interpretan características de generación eléctrica y el principio de conservación energética, el diseño de tipo fenomenológico posibilita entender la transformación de energía mecánica a eléctrica y aplicarse al diseño de un producto sostenible. El alcance de tipo descriptivo delimita las propiedades y componentes del juego infantil con movimiento circular, además, propiedades funcionales, formales, tecnológicas y ecológicas. Como metodología específica de diseño se emplea la Norma Alemana VDI 2221 cuyas fases son: definición del producto, diseño conceptual, diseño de materialización y diseño de detalle. El resultado principal de la investigación es un juego infantil sostenible cuyo movimiento circular, y aplicación del proceso de transformación de energía, otorga una fuente opcional de 4 Watts de energía eléctrica, idónea para aplicarse en proyectos que se conciban a partir de esta investigación.

**Palabras clave:** juego infantil, generación, transformación, energía, sostenible, movimiento circular.

## ABSTRACT

Around 25% of greenhouse gas emissions come from the energy industry. It is also imperative that Ecuador increases the implementation of sustainable energy policies up to 58%. When designing sustainable products, the effects of humans' activities can leave a positive mark on Earth. The environment is a complex system, and so to guarantee a sustainable product, methodologies that assure innovation and respond to the current problems between society and nature must be used. Therefore, the general objective is to design a sustainable playground set that will transform kinetic energy into electricity from circular motion. The resulting energy is limitless, access is continuous, it is self-sufficient and doesn't pollute. The approach is qualitative because the features of electricity generation and the principle of energy conservation are interpreted. The phenomenological research design makes it possible to understand the transformation of kinetic energy into electricity, thus leading to the design of a sustainable product. The descriptive research defines the features and components of the circular motion of children's playsets, as well as its functional, formal, technological and eco-friendly attributes.

The VDI 2221 Guideline has been used as specific methodology which follows the stages of the definition of the product, conceptual design, materialisation design and detail design. The investigation's primary result is a sustainable children's playground, whose circular motion and use of energy transformation, will supply 4 Watts of an optional energy source, ideal for research projects that can be based on the current investigation.

**Keywords:** playground equipment, generation, transformation, energy, sustainable, circular motion.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### PRELIMINARES

DECLARACIÓN DE AUTENCIDAD Y RESPONSABILIDAD .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
RESUMEN .....	v
ABSTRACT .....	vi
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA .....	9
1.1 El fenómeno de conversión de energía mecánica a eléctrica .....	12
1.2 Materiales sostenibles .....	20
1.3 El juego infantil .....	29
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....	32
2.1 Tipo de investigación y Enfoque de investigación .....	32
2.2 Población y muestra.....	34
2.3 Tipo de recolección de la información .....	35
2.4 Procesamiento y análisis de la información .....	36
2.5 Propuesta de la investigación .....	37
CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	41
3.1 Definición del producto .....	55
3.2 Diseño conceptual.....	58
3.3 Diseño de materialización .....	71
3.4 Diseño de detalle .....	87
3.5 Validación de los resultados .....	88
CONCLUSIONES.....	94
RECOMENDACIONES .....	95
BIBLIOGRAFÍA .....	96
ANEXOS.....	102

## ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES

### TABLAS

Tabla 1.1: Tipos de energía .....	9
Tabla 1.2: Producción eléctrica en actividades humanas comunes .....	15
Tabla 1.3: Requerimientos y especificaciones para el tiovivo .....	16
Tabla 1.4: Nivel 0 Generador del tiovivo .....	18
Tabla 1.5: Nivel 1 Generador de dínamo de corriente alterna.....	18
Tabla 1.6: Nivel 1 Rectificador de corriente alterna a corriente continua.....	19
Tabla 1.7 Nivel 1 Convertidor Boost.....	19
Tabla 1.8: Nivel 1 Convertidor Buck .....	19
Tabla 1.9: Materiales que minimizan el uso de recursos.....	22
Tabla 1.10: Materiales con impacto ambiental bajo .....	23
Tabla 1.11 Materiales con riesgos para la salud del ser humano y del ambiente nulos o bajos .....	23
Tabla 1.12: Técnicas para la evaluación de materiales .....	25
Tabla 1.13: Polímeros biodegradables que se utilizan actualmente .....	28
Tabla 1.14: Requisitos de seguridad para la selección de materiales .....	30
Tabla 1.15: Aspectos importantes de los tipos de protección en el juego infantil.....	31
Tabla 3.1: A playground equipment / Equipamiento para áreas de juego.....	42
Tabla 3.2: Playground roundabout and method of installation / Carrusel para parque infantil y método de instalación .....	45
Tabla 3.3: Rotating climbing unit / Unidad rotatoria de escalada .....	47
Tabla 3.4: Seated self-propelled merry-go-round / Tiovivo autopropulsado para sentarse	50
Tabla 3.5: Carrusel para niños .....	53
Tabla 3.6: Ficha de requerimientos formales .....	55
Tabla 3.7: Ficha de requerimientos funcionales .....	55
Tabla 3.8: Ficha de requerimientos tecnológicos .....	56
Tabla 3.9: Ficha de requerimientos ecológicos .....	56
Tabla 3.10: Ficha de requerimientos antropométricos .....	57
Tabla 3.11: Materialización y características .....	72
Tabla 3.12: Características de los materiales.....	72
Tabla 3.13: Propiedades de material: Ácido Poliláctico.....	73

Tabla 3.14: Cargas y sujeciones del modelo asiento .....	74
Tabla 3.15: Cargas y sujeciones del modelo asiento .....	74
Tabla 3.16: Fuerzas resultantes – Fuerzas de reacción del modelo asiento .....	74
Tabla 3.17: Fuerzas resultantes – Momentos de reacción del modelo asiento.....	74
Tabla 3.18: Resultados del estudio del modelo asiento.....	75
Tabla 3.19: Resultados del estudio del modelo asiento.....	75
Tabla 3.20: Resultados del estudio del modelo asiento.....	76
Tabla 3.21: Información de modelo soporte giratorio .....	77
Tabla 3.22: Propiedades de material: PLA .....	77
Tabla 3.23: Cargas y sujeciones del modelo soporte giratorio.....	78
Tabla 3.24: Cargas y sujeciones del modelo soporte giratorio.....	78
Tabla 3.25: Información de contacto del modelo soporte giratorio .....	79
Tabla 3.26: Fuerzas resultantes – Fuerzas de reacción del modelo soporte giratorio .....	79
Tabla 3.27: Fuerzas resultantes – Momentos de reacción del modelo soporte giratorio.....	79
Tabla 3.28: Resultados del estudio del modelo soporte giratorio.....	79
Tabla 3.29: Resultados del estudio .....	80
Tabla 3.30: Resultados del estudio – Modelo soporte giratorio .....	80
Tabla 3.31: Resultados del estudio .....	81
Tabla 3.32: Información de modelo ensamblaje del juego infantil .....	82
Tabla 3.33: Propiedades de los materiales: Bambú y Ácido poliláctico .....	83
Tabla 3.34: Cargas y sujeciones del modelo ensamblaje del juego infantil .....	83
Tabla 3.35: Cargas y sujeciones del modelo ensamblaje del juego infantil .....	84
Tabla 3.36: Información de contacto del modelo ensamblaje del juego infantil.....	84
Tabla 3.37: Fuerzas resultantes – Fuerzas de reacción del modelo ensamblaje del juego infantil.....	84
Tabla 3.38: Fuerzas resultantes – Momentos de reacción del modelo ensamblaje del juego infantil.....	84
Tabla 3.39: Resultados del estudio del modelo ensamblaje del juego infantil.....	85
Tabla 3.40: Resultados del estudio del modelo ensamblaje del juego infantil.....	85
Tabla 3.41: Resultados del estudio del modelo ensamblaje del juego infantil.....	86
Tabla 3.42: Ficha funcional y de materiales .....	87
Tabla 3.43: Características y especificaciones del generador de electricidad .....	88
Tabla 3.44: Características de la tira de luz LED .....	93

## ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Carrusel con barras .....	4
Ilustración 1.1: Trabajo realizado por una fuerza.....	10
Ilustración 1.3: La energía cinética cambia .....	11
Ilustración 1.4: Aceleración y velocidad para una partícula .....	13
Ilustración 1.5: Objeto que recorre una circunferencia .....	13
Ilustración 1.6: Sistema para alimentar de energía renovable a un hogar .....	17
Ilustración 1.7: De la energía mecánica humana al voltaje de corriente directa .....	17
Ilustración 1.8: Diagrama para una salida de 12V.....	18
Ilustración 1.9: Ciclo de vida de los materiales .....	25
Ilustración 3.1: Moodboard .....	59
Ilustración 3.2: Extracción de formas .....	60
Ilustración 3.3: Cromática .....	61
Ilustración 3.4: Extracción de formas .....	62
Ilustración 3.5: Proceso 1 .....	63
Ilustración 3.6: Proceso 2 .....	64
Ilustración 3.7: Proceso 3 .....	65
Ilustración 3.8: Proceso 4 .....	66
Ilustración 3.9: Boceto 1.....	67
Ilustración 3.10: Boceto 2.....	68
Ilustración 3.11: Boceto 3.....	69
Ilustración 3.12: Boceto 4.....	70
Ilustración 3.13: Concreción morfológica .....	71
Ilustración 3.14: Resultado del estudio.....	81
Ilustración 3.15: Resultado del estudio.....	86
Ilustración 3.16: Generador de electricidad.....	88
Ilustración 3.17: Detalle del engranaje y el generador .....	90

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años la insuficiencia de energía es un problema mundial, la cual, ha sido generada principalmente por el agotamiento de combustibles fósiles, el incremento de la población, un modelo económico intensivo en energía, y la contaminación ambiental, entre otras. En países en vías de desarrollo, debido a la escasez de fuentes primarias de energía, y a un limitado capital para acceder a modelos energéticos eficientes y sustentables, presentan restricciones al acceso de esta, lo que ha provocado desarrollar nuevas tecnologías y/o procesos que aprovechen de una manera óptima el consumo energético; por lo cual, el uso de energías renovables y la eficiencia energética establecen nuevas alternativas, bajo la aplicación de herramientas modernas, que permiten abandonar gradualmente la dependencia de combustibles fósiles (Pandian, 2004).

La energía se define como la habilidad para realizar un trabajo, a través del cual, se obtiene luz, calor, movimiento, sonido y desarrollo de tecnología (BP, 2015). Esta responde a leyes de conservación, es decir, la energía no se crea ni se destruye solamente se transforma (Badii, Guillen y Abreu, 2016).

En la naturaleza, se distinguen dos tipos de energías según la fuente de obtención: primaria y secundaria. La primera se define como la energía materializada en los recursos de la naturaleza, como la energía química representada en los restos fósiles o biomasa, o la energía potencial en un reservorio de agua (Stoffregen & Schuller, 2014). En cambio, la energía secundaria trata sobre la energía acumulada en instalaciones como resultado de procesos de transformación que la actividad humana provoca (Øvergaard, 2008).

La mecánica distingue a la energía en dos categorías: la energía potencial y la energía cinética. La primera analiza la energía almacenada y/o gravitatoria en un cuerpo, por ejemplo, la energía química acumulada en los enlaces atómicos de alimentos, biomasa, petróleo o gas natural, la energía potencial elástica almacenada en resortes, la energía nuclear almacenada en un átomo. Mientras que la energía cinética hace referencia al movimiento, tanto de ondas y partículas como de moléculas, sustancias y objetos. Se expresa en distintas formas, como en la energía eléctrica debido a la dinámica de los electrones, la energía

radiante, la energía térmica de una sustancia, la energía del movimiento de un objeto o sustancia, y la energía sonora que hace referencia al desplazamiento de ondas (BP, 2015).

Durante el 2018, la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2020) indica que el petróleo, carbón y gas natural son las fuentes naturales con mayor incidencia mundial en la obtención de energía primaria; mientras que, para la obtención de energía eléctrica, las fuentes principales son el carbón y gas natural. Es necesario hacer hincapié que las fuentes renovables comparten el mismo porcentaje junto al gas natural, se concluye que la sustentabilidad tiene ahora un espacio importante en la generación de electricidad.

La eficiencia energética responde a la evolución histórica de sostenibilidad. En 1987 se mencionó por primera vez el término desarrollo sostenible, una señal para la humanidad sobre la dirección inestable que dominaba las prácticas. El informe “Nuestro Futuro Común” fue redactado por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente en un llamado por la Asamblea General de Naciones Unidas. En él se promulga el aprovechamiento adecuado de los recursos existentes para evitar desgastarse y las futuras generaciones sean capaces de satisfacer sus necesidades (Brundtland, 1987). El informe se dirigió a todo el mundo con el propósito significativo a reconocer que el accionar humano trae consecuencias principalmente negativas cuando se trata de la sobreexplotación de los recursos del planeta.

El concepto de eficiencia energética hace referencia a la cantidad de energía útil que se extrae de un sistema, esto es, la cantidad de energía puesta al inicio de un proceso, no será siempre la misma al final cuando se trata del porcentaje provechoso; de hecho, muchas transformaciones de energía no son muy eficientes, tal es el caso de un foco incandescente pues solamente el 10% es transformado en energía eléctrica y el 90% restante se traduce en energía térmica (BP, 2015).

La evidencia científica deja abierto el camino y aumenta la confianza para que las tendencias de aplicación de energía limpia se traduzcan en oportunidades económicas como modelo para los países. En contraste con Brundtland (1987), la batalla contra las emisiones de gas invernadero están impulsadas por el crecimiento económico, a través de este último se promueve la eficiencia, productividad e innovación (Obama, 2017).

En realidad, la aplicación de fuentes de energía limpia trae consigo beneficios ambientales, uso sostenible, empleo, economía y seguridad energética. Es importante mencionar que, en los hogares, negocios, la industria y otros sectores, la eficiencia energética se traduce como un procedimiento positivo en cuanto a costo-beneficio, que asegura independencia y seguridad energética; sin embargo, varios estados alrededor del mundo no consideran su implementación dentro del plan energético nacional (Badii, et al., 2016).

Hablar sobre fuentes sostenibles de energía implica reconocer que su transformación se da por bajo costo, es poco contaminante y no se agota. Por ello, se establece que una polea funciona como método de transformación de energía mecánica a eléctrica. La polea es un dispositivo mecánico de tracción y transmite una fuerza, cuyo fundamento es una rueda que gira alrededor de un eje y una cuerda pasa por su borde; asimismo, una polea de correa traslada el movimiento giratorio de un eje a otro, para así, construir mecanismos como multiplicador de velocidad, caja de velocidad y tren de poleas (Anaya y Juárez, 2017).

En esencia, es necesario mencionar el principio de funcionamiento del movimiento circular, este sucede cuando un cuerpo recorre una circunferencia y el vector velocidad constantemente cambia de dirección, sin embargo, su magnitud es variable o permanece constante (Pérez, 2014). Es decir, aunque el movimiento cambie de rapidez o no, la aceleración formará un ángulo de  $90^\circ$  en relación con la velocidad y formará un círculo en su recorrido.

Ahora bien, sin mucho esfuerzo se adoptan maneras para obtener energía eléctrica y que la actividad humana intervenga. La energía libre o “gratis” no necesariamente se refiere al aspecto económico, por el contrario, en la sociedad es el subproducto de una actividad principal. Una estructura de juego infantil conocido como “carrusel” (Ilustración 1) transformaría y almacenaría energía obtenida cuando los niños mueven el equipo ubicado en un área de recreación; por ser un sistema manufacturado y con labores de mantenimiento sin costos elevados si se toma en cuenta la relación dólares invertidos por cada watt que se obtiene, entonces resulta viable, sostenible y efectivo que se utilice tanto mano de obra como tecnología regional, de esa forma los usuarios comprenden las restricciones y el personal pertinente aporta en labores de mantenimiento; por esta razón, ingenieros mecánicos y un diseñador industrial de la Universidad de Brigham Young han desarrollado un dispositivo como

generador eléctrico para África Subsahariana, por tal motivo Estados Unidos emporta este objeto a Ghana para ser usados en escuelas y la energía resultante es almacenada en linternas que posteriormente se aprovechan en hogares (Mechtenber, et al., 2012).



*Ilustración 1: Carrusel con barras*

Fuente: Tomado a partir de KOMPAN (2021)

Este tipo de sistemas funcionan como energía de reserva. Cuando varios niños juegan en un área recreativa, una parte de la energía empleada se transforma en electricidad para cargar aparatos de bajo consumo energético, como linternas, equipos de comunicación, entre otros. El aprovechamiento de este método se refiere a energía auxiliar de bajo costo, como plantea Pandian (2004), dispositivos de aire comprimido se usarían para convertir y almacenar energía de la actividad humana. Esta energía inicialmente se almacena en tanques cercanos al punto de uso y se emplea para poner en funcionamiento un motor de aire que moverá un generador para obtener electricidad. Este resultado carga luces de corriente directa y aparatos de corriente alterna.

Es inevitable reconocer el interés creciente que existe por la aplicación y desarrollo de energías de fuentes renovables. Es importante mencionar que alrededor del mundo varios movimientos intensifican y expanden la idea en cuanto a los recursos de los que varias naciones gozan hoy en día y que en las décadas siguientes se agotarán. El Consejo Mundial de Energía (WEC, 2016) realiza una relación entre los 15 años anteriores y llega a la conclusión, aunque la transición a energías renovables limpias es muy lenta, definitivamente alcanza un espacio grande dentro de las consideraciones de planificación energética. No hay que dejar de lado que, aproximadamente el 25% de emisiones de gases de efecto invernadero provienen del sector energético. En efecto, la actividad humana es responsable de varios

efectos en el cambio climático y el deterioro del medio. Según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático ([IPCC], 2013) tanto las emisiones de CO<sub>2</sub> como gases de efecto invernadero aumentan la temperatura media del aire, asimismo, rompen las condiciones normales del clima y alteran la acidez del océano, lo que causaría el aumento de la temperatura en 4°C, incluso más, hasta el 2100.

Como lo hace notar la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2019), la eficiencia energética tiene gran capacidad para impulsar el crecimiento económico de las naciones y evitar la propagación de gases de efecto invernadero, aunque el proceso es lento porque en 2015 se evidenció un descenso en actividades que promueven eficiencia energética y 2018 es el año con la tasa más baja desde que inició la década debido a tres factores, primero la industria china y estadounidense han incrementado la demanda de combustibles de energía primaria, segundo las altas y bajas temperaturas que obligan a climatizar los ambientes, y tercero los cambios en transporte y construcción de edificios para una persona por piso merman el beneficio de técnicas eficientes para el proceso; es por eso que el director ejecutivo de la IEA llama a actuar a través de políticas e inversiones que aumenten el 0,5% registrado y cuya tendencia impacte en el consumidor, los negocios y el medioambiente para programas que han permanecido sin cambios por mucho tiempo.

En Ecuador, el Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035 afirma que todos los sectores del país estarán en estrecha relación, mediante el desarrollo de políticas en transporte, industria, residencia, producción, generación y consumo de energía en todas las áreas; además, se toma como referencia el modelo internacional cuyas acciones se han encaminado a mitigar la creciente emisión de gases de efecto invernadero.

Tal como lo hace notar el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER, 2017), el plan busca incorporar la eficiencia energética en los sectores relacionados con el uso de energía, por lo cual, cumplirán con ciertos objetivos, como garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna, e inclusive duplicar el índice global de la mejora en eficiencia energética, el cual, es parte de la iniciativa Energía Sostenible para Todos; esto tiene relación con lo que se menciona en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

Las políticas de eficiencia energética son imprescindibles en la competitividad de un país, las cuales, abordan de una manera efectiva el cambio climático y el abastecimiento de energía a la población e industria. Los sistemas de aprovechamiento energético se concebirán bajo ciertas restricciones: bajo costo, bajo uso de recursos, uso limitado de habilidades, actividades de mantenimiento mínimas, seguridad y confort para las personas y amigable con el medioambiente. Para Ecuador, se propone el almacenamiento de la energía disponible en un área recreativa para niños de un espacio público, específicamente, de productos como un tiovivo, columpio o balancín porque no requieren de un esfuerzo deliberado para llevarse a cabo, además, en estos sistemas de transformación resalta la relación factible entre el costo y la eficiencia del sistema de conversión (Pandian, 2004).

Por lo mencionado anteriormente se plantea como problema de investigación la escasa aplicación de sistemas de aprovechamiento de energía en el diseño de juegos recreativos. Luego, la idea a defender es diseñar un juego infantil, el cual, generará energía eléctrica a partir de su movimiento circular.

El objetivo general que persigue la presente investigación es diseñar un juego infantil sostenible para la transformación de energía mecánica a eléctrica a partir del movimiento circular. A continuación, se definen tres objetivos específicos para cumplir el propósito de la investigación:

1. Identificar el proceso de transformación de energía mecánica a eléctrica a partir del movimiento circular para la definición de los principios de funcionamiento en el juego infantil.
2. Determinar las propiedades funcionales, formales, ergonómicas y tecnológicas del juego infantil para la caracterización de la sostenibilidad.
3. Establecer el prototipo digital del juego infantil manteniendo criterios de funcionalidad y sostenibilidad.

El proyecto tiene un enfoque cualitativo, que propone caracterizar e interpretar los atributos propios de la eficiencia energética y el principio de conservación de energía en el diseño de un juego infantil, como punto de partida para la investigación. Debido a que se describirá el proceso de transformación de energía mecánica a eléctrica, conviene establecer un diseño de tipo fenomenológico, esto dirige hacia la caracterización del trabajo cinético en la física;

desde su planteamiento se intentará acoplarlo al diseño de productos para asociar con los componentes principales y la experiencia humana que alrededor del mobiliario urbano transcurre. De igual forma, se busca entender el principio de transformación de energía y su aplicación en el diseño de productos sostenibles como aporte en la eficiencia energética de un país. El alcance es de tipo descriptivo porque permitirá la definición de un juego infantil con movimiento circular, desde la identificación del proceso de transformación de energía mecánica a eléctrica junto con los componentes fundamentales en su aplicación, además, se establecerán propiedades funcionales, tecnológicas y sostenibles para el diseño del juego. Como metodología específica se planteará la Norma Alemana VDI 2221 por medio de la definición del producto que especifica los requerimientos formales, funcionales, tecnológicos y ecológicos del producto, responde al problema y sus limitaciones; después el diseño conceptual caracteriza al prototipo desde la selección de un motivo gestor hasta la concreción morfológica de la alternativa adecuada; luego el diseño de materialización explora materiales, dimensiones y componentes a través de la comprobación en programas CAD; así, el diseño de detalle proporcionará documentación técnica para un prototipo digital.

Dentro de las consideraciones del mobiliario urbano se encuentran los juegos infantiles. La Real Academia Española (RAE, 2020) define que: “El mobiliario urbano se trata del conjunto de instalaciones facilitadas por los ayuntamientos para el servicio del vecindario, como bancos, papeleras, marquesinas, etc.”. Es decir, se trata de un servicio dirigido a las personas y, del cual, se obtienen beneficios. De ahí que al inicio de este párrafo se menciona al juego infantil dentro del mobiliario urbano junto a señalización no luminosa, bancos, jardineras, papeleras, vallas, entre otros (Siarq, et al., 2009).

Por otro lado, las consecuencias de la producción, transformación y uso de la energía se reflejan negativamente sobre el suelo, el agua y el medio ambiente, lo cual, conlleva a la aplicación de una política en favor de fuentes sustentables con efectos significativos en el planeta (CEPAL, 2003). Particularmente, el diseño sustentable en su proceso integra parámetros de creatividad al igual que subjetividad, términos que dependen de la persona quien realiza esta actividad, pese a todo, hay que tener en cuenta tendencias y su aspecto evolutivo, adicionalmente definiciones, características, pautas que, junto al mérito subjetivo, ayudan a penetrar en la calidad de un producto (Marchisio y Buguña, 2010).

El Consejo Nacional de Electricidad ([CNEL], 2015) establece en el capítulo 1 del documento “Aspectos de sustentabilidad y sostenibilidad social y ambiental” a la eficiencia energética como un conjunto de acciones que persiguen consumir la menor cantidad de energía que sea posible para llevar a cabo un procedimiento. Dicho en otras palabras, se intenta reducir el consumo energético mediante actividades específicas donde normalmente se sobrepasan los niveles deseados. De hecho, se plantea una renovación de la matriz energética del país a través de la que se promueva el uso de fuentes sostenibles que, conjugadas en un producto o servicio, mantengan las mismas condiciones o mejores en el rendimiento o calidad final del producto con la menor huella negativa posible en el medio ambiente.

A su vez, la Ley Orgánica de Eficiencia Energética ([LOEE], 2019) en el capítulo 1, artículo 1 establece el objetivo para, el cual, funciona el Sistema Nacional de Eficiencia Energética (SNEE) como motor para el uso sostenible de la energía en sus diversas aplicaciones e intensificar la estabilidad energética en nuestro país. Puesto que, al hacerlo de manera eficiente se asegura el acceso para sus ciudadanos, por consiguiente, aumenta la productividad en materia de energía para fomentar la competitividad en la economía del país, junto a una cultura sostenible del medio ambiente. Luego, el aporte es fundamental en la batalla contra el cambio climático y para garantizar que las personas vivan en un medio equilibrado.

No hay que dejar de lado a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, los cuales, se han establecido gracias al aporte de líderes mundiales para erradicar la pobreza, proteger nuestro planeta y asegurar que todos seamos partícipes de los efectos positivos que se buscan. Se menciona como objetivo 7 garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos; algunas de sus metas son duplicar la tasa mundial de mejora en eficiencia energética y elevar la cooperación internacional para iniciar la investigación y desarrollo de tecnología en materia de eficiencia energética. Igualmente, el objetivo 11 establece lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, porque como meta, las ciudades se desarrollarán de manera inclusiva y sostenible, de manera que adopten políticas, planes para el uso eficiente de los

recursos que contribuyan al aplacamiento del cambio climático (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2015).

## CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA

De acuerdo con la RAE (2020) en física la energía es la “capacidad para realizar un trabajo”. La mayor parte de actividades físicas involucran el uso o transformación de energía que a su vez tienen relación con el consumo, la eficiencia y la “producción” de energía. No conviene usar la palabra producción como tal cuando se trata de energía porque en el universo se realiza distintos procesos de transformación de los tipos de energía que se presentan (Tabla 1.1). Es decir, pasa de un estado poco provechoso a uno en el que se obtienen mejores beneficios. No obstante, el principio de conservación permite entender que la cantidad total de energía en el universo no cambia y se trata de un combustible para realizar trabajo, como la electricidad para iluminar un espacio o relacionado a los alimentos que consumimos (Serway y Faughn, 2004).

Tabla 1.1: Tipos de energía

Tipo de energía	Descripción
<b>Energía química</b>	Se trata de la energía que mantiene átomos y moléculas juntos, está almacenada en los alimentos que ingerimos, la biomasa, petróleo, gas natural y el propano.
<b>Energía elástica</b>	Se refiere a la energía almacenada en objetos gracias a la aplicación de una fuerza, como en resortes comprimidos o bandas elásticas estiradas.
<b>Energía nuclear</b>	Se trata de la energía que mantiene unido el núcleo del átomo. Las plantas de energía nuclear dividen el núcleo de los átomos de uranio mediante el proceso llamado fisión, mientras que el sol combina los núcleos de átomos de hidrógeno con átomos de helio en el proceso de fusión. En ambos procesos la masa se convierte en energía.
<b>Energía potencial gravitatoria</b>	Se trata de la energía de posición o de lugar, una piedra que reposa en lo alto de una montaña contiene energía potencial gravitatoria, así como el agua contenida en un reservorio.
<b>Energía eléctrica</b>	El átomo está compuesto por electrones, protones y neutrones. Al aplicarse una fuerza sobre los electrones, se mueven a través de una red llamada electricidad.
<b>Energía térmica</b>	Se trata del movimiento y vibración de átomos y moléculas dentro de sustancias, mientras más rápido ocurre este fenómeno, la energía es mayor y la sustancia se vuelve más caliente, esto es la energía geotérmica.
<b>Energía cinética</b>	Describe el movimiento de objetos y sustancias de un lugar a otro al aplicarse una fuerza desequilibrada, el viento es un ejemplo.
<b>Energía sonora</b>	El sonido se produce cuando una fuerza hace que un objeto o sustancia vibren y esta energía se transfiere en ondas a través de la sustancia.

Fuente: Adaptado de BP (2015)

Es fundamental comprender la forma en que la energía se transforma. El principio de conservación señala que la cantidad total de energía en el universo nunca cambia, asimismo, ocurre en un sistema aislado que se caracteriza por intercambiar energía entre sus partes,

pero no con el universo, si se reduce una de ellas otra forma del sistema aumenta, también, es primordial saber el concepto de trabajo porque existe un contraste entre como se conoce habitualmente y en la Física, en este último el término hace referencia a la fuerza que se aplica sobre un objeto y permite que se mueva, entonces se dice que se ha realizado trabajo sobre él; en la Ecuación 1.1 se esquematiza el trabajo realizado por una fuerza (Ilustración 1.1);

$$W = (F \cos \theta) \Delta x \quad (\text{Ecuación 1.1})$$

Donde:

$W = \text{trabajo (Joules)}$

$F = \text{fuerza (N)}$

$\theta = \text{ángulo de incidencia de la fuerza sobre el cuerpo (}^\circ\text{)}$

$\Delta x = \text{desplazamiento del cuerpo (m)}$

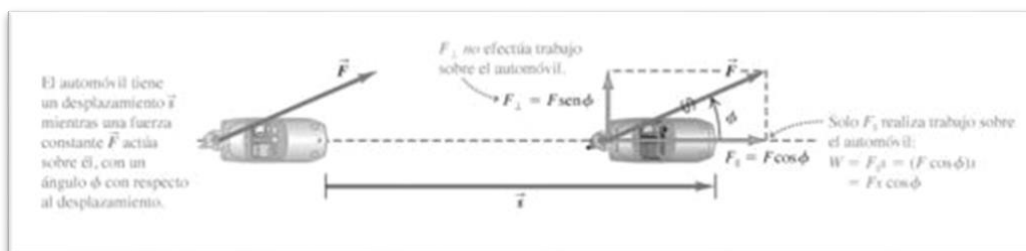


Ilustración 1.1: Trabajo realizado por una fuerza

Fuente: Tomado a partir de Young y Freedman (2014)

La unidad en el Sistema Internacional se expresa como newton-metro ( $\text{N}\cdot\text{m}$ ) y su otro nombre es el Joule (J); ahora, la energía cinética KE se refiere al movimiento de un objeto y tiene las mismas unidades que el trabajo porque es una cantidad escalar, en la Ecuación 1.2 se resume su principio (Ilustración 1.2):

$$KE = (1/2)m.v^2 \quad (\text{Ecuación 1.2});$$



Ilustración 1.2: Energía cinética en un juego de billar

Fuente: Tomado a partir de Voigt (2008)

En la ecuación  $m$  es la masa del objeto y  $v$  es la velocidad con que se desplaza; los dos temas mencionados se conjugan en el teorema del trabajo y la energía cinética, donde al aplicarse una fuerza neta sobre un objeto que solamente modifica su rapidez se obtiene que el trabajo realizado es positivo cuando la energía cinética final es mayor a la inicial, mientras que el trabajo neto es negativo si la energía cinética final es menor a la inicial; en la Ecuación 1.3 se encuentra en compendio que el trabajo realizado es igual al cambio de su energía cinética

$$W_{net} = KE_f - KE_i = \Delta KE \quad (1.3);$$

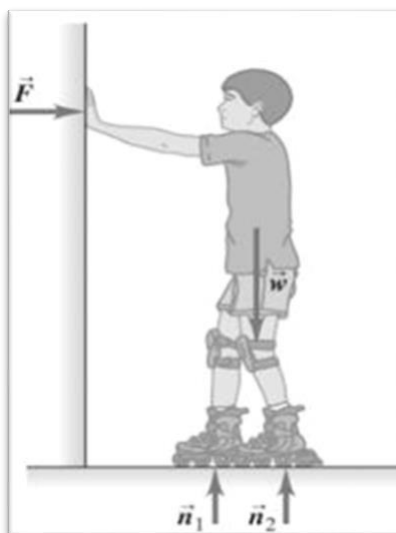


Ilustración 1.3: La energía cinética cambia

Fuente: Tomado a partir de Young y Freedman (2014)

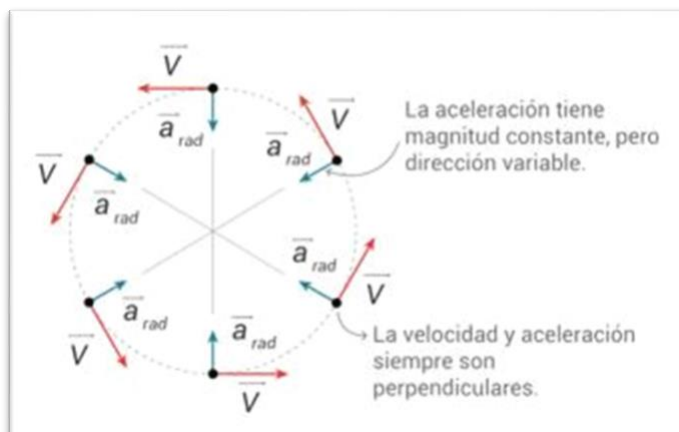
Así, un sistema se trata de un conjunto de objetos que interactúan entre ellos gracias a un proceso o aplicación de fuerzas propias sin acción de agentes externos (Ilustración 1.3); al hablar de la conservación de una cantidad física significa que esta permanece constante dentro de un sistema, tal es el caso de un sistema aislado donde la energía cambia de alguna manera y el valor final es igual al valor inicial; entonces en general, no se crea ni destruye la energía, esta solamente cambia de un sistema a otro gracias a un mecanismo de transferencia (Serway y Faughn, 2004).

### 1.1 El fenómeno de conversión de energía mecánica a eléctrica

Es cierto que el movimiento rotario o circular es parte sustancial del mundo que se observa a diario; desde la rotación de la Tierra, las ruedas de los vehículos, o los pequeños engranajes de un reloj de muñeca; es conveniente mencionar los siguientes conceptos para entender el fenómeno físico del movimiento circular porque, así como en el movimiento rectilíneo existen conocimientos importantes como el desplazamiento, la velocidad y la aceleración, en el movimiento rotario se tienen términos análogos: el desplazamiento, la velocidad y la aceleración angulares; donde el radián es una unidad de medida que permite entender su actividad (Serway & Vuille, 2012).

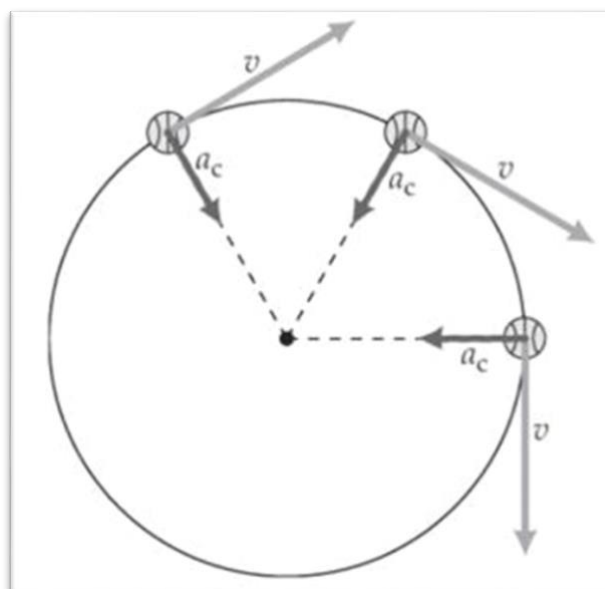
Fundamentalmente, el movimiento circular uniforme significa que una partícula describe su trayectoria en un círculo con rapidez constante, se citan ejemplos como un auto que da vuelta a una curva con radio y aceleración constante, así como un satélite sobre una órbita circular; en este tipo de movimiento la aceleración siempre es perpendicular a la velocidad y al seleccionar aleatoriamente un punto en la trayectoria, el vector de la aceleración va a estar dirigido hacia el centro del círculo (Sears, Zemansky, Young & Freedman, 2004).

Dicho con palabras de Sears, et al. (2004) siempre que la rapidez sea constante, la aceleración será perpendicular a la velocidad instantánea como se plantea en  $a_{rad} = v^2 / R$  (Ilustración 1.4), y se escribe *rad* porque la aceleración está en el radio de un círculo cuya dirección es perpendicular a  $\vec{v}$  hacia el centro, esto se conoce como aceleración centrípeta y el movimiento producido se expresa en términos del *período* T, es decir, una revolución; por tal razón una partícula completa una revolución cuando recorre una vuelta completa sobre dicha trayectoria y el tiempo que le toma recorrer la circunferencia  $2\pi R$  se define por la fórmula  $v=(2\pi R)/T$  (Ilustración 1.5) (Sears, et al., 2004).



*Ilustración 1.4: Aceleración y velocidad para una partícula*

Fuente: Tomado a partir de Lacy-Mora (2017)



*Ilustración 1.5: Objeto que recorre una circunferencia*

Fuente: Tomado a partir de Lou, Wilson y Buffa (2011).

De acuerdo con lo mencionado en el epígrafe anterior, la energía en el universo se transforma, pues pasa de un estado a otro en el que se obtienen beneficios. Es así, como la energía mecánica se transforma en energía eléctrica si se aplica una fuerza, la cual, se establece en este proyecto como el movimiento circular descrito anteriormente. A continuación, se presenta el estado-del-arte de proyectos sobre esta temática y cómo se ha logrado pasar desde una idea hasta la construcción de un prototipo.

Pandian (2004) establece un nuevo método para almacenar la energía de las personas basada en la actividad de los niños en áreas recreativas. Se mencionan juegos infantiles como el sube-y-baja, el tiovivo y el columpio, porque al reunirse muchos niños en este tipo de áreas donde comúnmente encontramos juegos, se aprovecharía parte de la energía que usan para divertirse y almacenarse de manera eficiente. Así, la energía se transforma en energía eléctrica para alimentar aparatos o dispositivos de carga baja como luces, ventiladores y equipos de comunicación. El empleo de este método significa generar energía eléctrica de bajo costo, poca utilización de recursos; un sistema que funcionaría en países en desarrollo.

El principal objetivo de este autor es discutir la teoría básica detrás del método que se va a explicar y los resultados obtenidos a partir de un prototipo con sistema de conversión de energía humana mediante aire comprimido en un sube-y-baja, aunque, también, se menciona la factibilidad en otros juegos infantiles.

Cuando niños se reúnen a jugar en áreas recreativas, la energía empleada en las actividades que desempeñan sería eficientemente almacenada y se desarrollaría un generador auxiliar de energía eléctrica.

En la investigación se aprovecha el aire comprimido para almacenarse como energía cerca de un punto de uso, pasa a baterías y sirve para encender luces de corriente alterna mediante convertidores y circuitos de control energético; aunque la transformación de energía con aprovechamiento del trabajo de las personas no es una tendencia actual, la mayor parte de herramientas que se han utilizado en este campo funcionan, por ejemplo, para remar un bote o para arar la tierra; consecuentemente, usos mecanizados se desplegaron como en el siglo 19 con la presentación de la bicicleta, y para el inicio del siglo 20 los países desarrollados ocuparon la energía humana para operar maquinaria y como fuente de energía tanto para la televisión y radio como para la agricultura; aunque su interés decayó a lo largo del siglo por la introducción de avances tecnológicos, el modelo económico, cuidado del medioambiente y tecnología de conservación energética han impulsado su regreso (Pandian, 2004).

La Tabla 1.2 presenta la producción eléctrica basada en actividades comunes del ser humano:

Tabla 1.2: Producción eléctrica en actividades humanas comunes

Actividad	Energía humana máxima (W)
Presionar un botón	0.64
Manejar un asa	12
Girar una manivela	28
Manejar una bicicleta	>100

Fuente: Pandian (2004)

En definitiva, la mayoría de los sistemas que transforman la energía humana se basan solamente en el trabajo que un individuo realiza; a esto es necesario discutir qué actividades son las que dan como resultado mayor cantidad de energía para su aprovechamiento. Sin embargo, el presente trabajo de investigación se limita a dar una propuesta de juego infantil para transformar la energía mecánica a eléctrica.

Mientras los países en desarrollo buscan alternativas para disminuir su dependencia de fuentes no renovables, el caso es distinto en los países menos desarrollados porque para acceder a energía eléctrica se preocupan por no comprometer el acceso para las próximas generaciones.

El proyecto *DC House* de la Universidad Politécnica Estatal de California tiene como objetivo ayudar a las personas para abastecerse de energía eléctrica mientras aprovechan procesos renovables, este sistema garantiza energía de corriente directa que se almacena en baterías como consecuencia del movimiento mecánico realizado por los usuarios del tiovivo y se almacena, además, es una actividad de ejercicio, entretenimiento y diversión; se utiliza un dínamo de generación de corriente alterna de 1V-10V para obtener un voltaje de 12V a través de rectificadores y convertidores; su desarrollo en 2012 detalla un juego de diseño simple, una base de madera y con ruedas para permitir movimiento, un campo magnético donde imanes giran sobre bobinas para producir un voltaje, ahora el propósito es mejorar el aspecto físico del juego para que un niño gire fácilmente (Ashe & Navarro, 2014).

Resulta lógico que los autores han basado sus especificaciones y requerimientos en las necesidades del consumidor, así como en criterios descritos en el Código de Ética del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE).

Las especificaciones y requerimientos del proyecto se detallan en la Tabla 1.3:

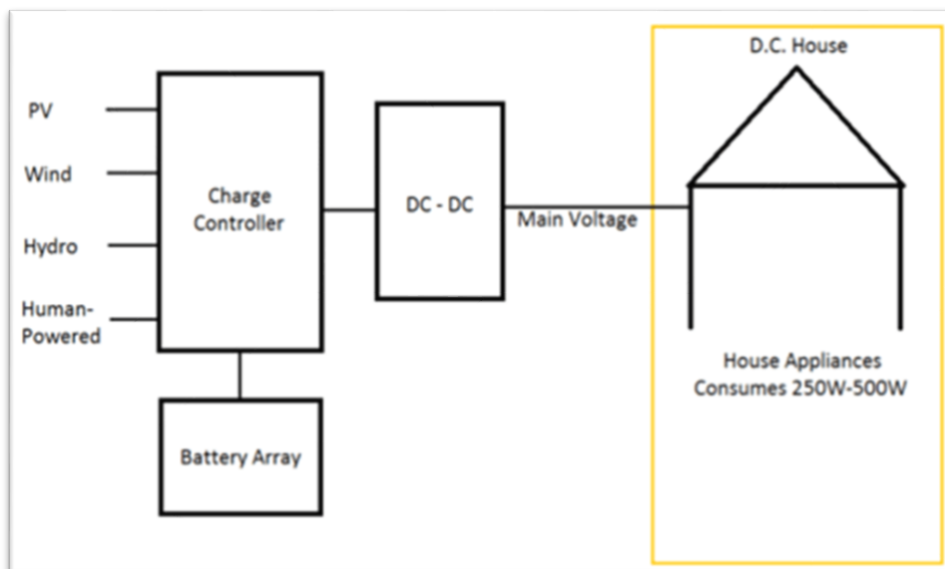
Tabla 1.3: Requerimientos y especificaciones para el tiovivo

Requerimientos del mercado	Especificaciones de ingeniería	Justificación
1-5	Potencia de salida superior a 40V	Basado en requerimientos previos del sistema.
1	Girar continuamente en dos direcciones	No existirían problemas de polaridad, lo que permite un fujo bidireccional
2, 5	El diseño final tendrá una salida de 12V de corriente directa y podrá cargar una batería de auto	Batería de respaldo futuro para un hogar.
1-5	Producción en masa cuesta menos que USD 250.	Basado en investigaciones previas; se construirá para países en desarrollo donde el costo es rentable.
1, 5, 6	Niños de cinco años en adelante serán capaces de girar el juego	El diseño previo era difícil de girar, entonces no producía suficiente energía, y los niños serían capaces de girarlo por sí mismos.
1-7	Diámetro de la base de 6 pies y de 800 libras para manejar	La base será lo suficientemente amplia para albergar el generador y manejar varios niños.
1-7	El generador obtendrá un voltaje de corriente alterna de 1V-4V.	Es un requisito del módulo lineal convertidor de impulso.
5	Todo el cableado estará oculto pero accesible.	Esto evitará riesgos de uso mientras los niños están en el tiovivo.
<b>Requerimientos del mercado</b> 1. Girar libremente/bidireccional 2. Cargar una batería de 12V 3. Fácil de transportar 4. Bajo costo 5. Estructuralmente sólido para la rotación y el peso deseados. 6. Materiales reciclados 7. Capaz de soportar diferentes condiciones climáticas		

Fuente: Ashe &amp; Navarro (2014)

Se puntualiza que la energía pasa de corriente alterna a corriente continua y esta aumenta para cargar la batería; se emplean cuatro generadores de dínamo en paralelo que producirán un voltaje de corriente alterna dentro del rango de 1V-4V; el voltaje se impulsa a través de un puente rectificador completo que cambia el voltaje de corriente alterna a corriente continua; adicionalmente, el voltaje de corriente continua se somete a un convertidor de impulso que aumenta el voltaje de corriente continua hasta el rango de 12V-14V, los esperados para cargar una batería; un convertidor Buck fuera de la batería alimenta un puerto USB de 5V, para visualizar que de hecho la batería se carga y así, alimentar un aparato electrónico de carga pequeña como un teléfono (Ashe & Navarro, 2014).

En la siguiente parte del proyecto, se realiza una descomposición de las partes del sistema de transformación de energía, donde se establece un proceso entrelazado con otras fuentes renovables que estarán conectados a un conjunto de baterías capaces de alimentar artefactos en un hogar. En la Ilustración 1.6, se visualiza cómo el sistema es interdependiente:



*Ilustración 1.6: Sistema para alimentar de energía renovable a un hogar*

Fuente: Tomado a partir de Ashe & Navarro (2014)

A partir de esta figura, se elaboran diagramas de bloque donde se explica cada nivel correspondiente al proceso de transformación de la energía mediante el empleo de un juego de rotación. De esta manera, se inicia por el nivel 0 que describe cómo los humanos permiten que el juego de movimiento circular funcione a partir de la aplicación de una fuerza mecánica para el funcionamiento del generador (Ilustración 1.7).



*Ilustración 1.7: De la energía mecánica humana al voltaje de corriente directa*

Fuente: Tomado a partir de Ashe & Navarro (2014)

A fin de explicar las funcionalidades que se desprenden del diagrama en el nivel 0, la Tabla 1.4, incluye detalles sobre las entradas y salidas en el sistema.

Tabla 1.4: Nivel 0 Generador del tiovivo

Módulo	Generador del tiovivo
Entradas	La energía mecánica se da a partir de la acción humana invertida en la rotación del tiovivo.
Salidas	La salida de 12V de corriente continua sirve para cargar la batería.
Funcionalidad	Se obtiene una potencia regulada debido al movimiento rotativo del tiovivo, después la energía se conecta a una batería de corriente continua.

Fuente: Ashe & Navarro (2014)

Con respecto al nivel 1 del diagrama de bloques, se trata de una explicación más profunda donde se consideran los componentes inmersos en la Ilustración 1.7. Este diagrama muestra el generador de dínamo para corriente alterna, el rectificador y convertidor para una salida de 12V que se almacena en una batería recargable, ahora, un convertidor reduce la energía a la capacidad de 5V para el puerto USB (Ilustración 1.8).

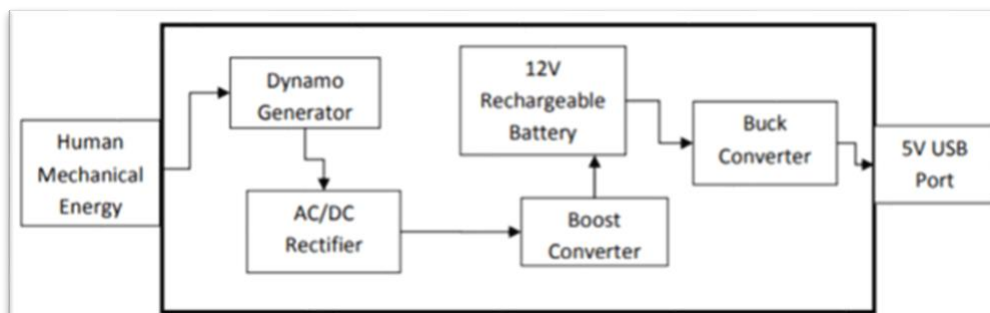


Ilustración 1.8: Diagrama para una salida de 12V

Fuente: Tomado a partir de Ashe & Navarro (2014)

Ahora bien, se describe la función que desarrolla el generador de dínamo de corriente alterna, pues al mismo tiempo que el juego cumple el movimiento de rotación, un rotor, también, gira y produce un voltaje irregular que es corregido y alimenta el convertidor para obtener 12V de energía; se colocan cuatro dínamos de 6W en paralelo (Ashe & Navarro, 2014).

Tabla 1.5: Nivel 1 Generador de dínamo de corriente alterna

Módulo	Generador de dínamo de corriente alterna
Entradas	La energía mecánica se da a partir de la acción humana invertida en la rotación del tiovivo.
Salidas	Voltaje de corriente alterna de 1V – 12V.
Funcionalidad	El generador convertirá la energía mecánica de la rotación del juego en voltaje eléctrico de corriente alterno.

Fuente: Ashe & Navarro (2014)

Con relación a las funciones que cumple el módulo rectificador de corriente alterna a corriente continua; este como entrada tiene 1V – 12V del generador de dínamo de corriente

alterna y el rectificador se encarga de convertir el voltaje a corriente continua con una ondulación que se reduciría si se implementa un filtro de condensador (Ashe & Navarro, 2014). La Tabla 1.6 resume este proceso.

*Tabla 1.6: Nivel 1 Rectificador de corriente alterna a corriente continua*

Módulo	Rectificador CA – CC
Entradas	Voltaje de corriente alterna en 1V – 12V
Salidas	Voltaje de corriente continua cerca de 1V – 10V con una ondulación de CA.
Funcionalidad	El rectificador convierte el voltaje de CA a CC con un valor máximo muy similar.

Fuente: Ashe & Navarro (2014)

Ahora es pertinente plantear las funciones del convertidor Boost, el cual, toma un poco de la entrada del voltaje y lo eleva hasta el voltaje deseado, aunque existe un poco de ondulación en la corriente alterna; el convertidor cumple con características específicas (Ashe & Navarro, 2014). La Tabla 1.7 resume el proceso.

*Tabla 1.7 Nivel 1 Convertidor Boost*

Módulo	Convertidor Boost
Entradas	Voltaje de corriente cerca de 1V – 10V con una ondulación de corriente alterna como salida.
Salida	Los 12V de corriente directa que se usan para cargar la batería.
Funcionalidad	El convertidor boost elevará el voltaje de corriente directa de 1V-10V hasta 12V como salida de corriente.

Fuente: Ashe & Navarro (2014)

Como instancia final, se describen las funciones que desenvuelve el convertidor Buck, el cual, toma como entrada un voltaje alto y reduce hasta alcanzar el voltaje deseado; es así, como el puerto USB se alimenta de energía con el propósito de demostrar que aparatos electrónicos de carga baja se abastecerían (Ashe & Navarro, 2014).

*Tabla 1.8: Nivel 1 Convertidor Buck*

Módulo	Convertidor Buck
Entradas	12V de corriente directa
Salidas	5V de corriente directa para alimentar un puerto USB
Funcionalidad	El convertidor buck reduce el voltaje de corriente directa desde 12V hasta 5V como salida en el sistema.

Fuente: Ashe & Navarro (2014)

## 1.2 Materiales sostenibles

Desde la posición de Linares (2012), el concepto de sostenibilidad a lo largo del tiempo se ha convertido en una idea ambigua integrada por significados que suponen más un conjunto de medios que un fin; sin embargo, es necesario elaborar un marco conceptual que conjugue elementos fundamentales que caractericen la sostenibilidad; por lo que hay que preguntarse ¿para quién se quiere sostener?, y es que la medida de la sostenibilidad tiende a recaer en el ser humano y su altruismo para recolectar los intereses de todo el planeta; por consiguiente, conviene preguntarse ¿qué se quiere sostener?, la respuesta está en el bienestar de la población y en un medio ambiente donde se preserve la vida para que las personas sean capaces de satisfacer necesidades y encontrar apoyo, siempre que se tomen en cuenta las opciones para alcanzar ese bienestar; no hay que dejar de lado que la ética forma parte de la distribución correcta de los recursos para las actuales y futuras generaciones, su desuso genera problemas de equidad y justicia.

La sostenibilidad mantiene niveles de bienestar crecientes, donde se incluya la distribución justa de los recursos entre generaciones y dentro de ellas, en otras palabras, una persona crea valor agregado cuando aporta más al desarrollo sostenible; esto resulta evidente al hablar sobre recursos renovables, porque gracias a los avances tecnológicos que prometen mitigar consecuencias negativas, las personas se muestran optimistas ante el futuro del planeta en las próximas décadas (Linares, 2012).

Sobre la base de generar valor agregado mientras se aporta al desarrollo sostenible y como plantea Borsani (2011), el uso de materiales para la construcción es un desafío que la humanidad aún tiene que afrontar para reducir el impacto de estos sobre la creación de un entorno urbano sostenible, para que las personas encargadas de la planeación y el diseño asuman una responsabilidad ambiental dentro del proceso constructivo y se realice mayor énfasis en el ciclo de vida total de los materiales y su impacto en el medio; aunque los materiales tienen rendimiento muy distinto cuando se toma en cuenta costos energéticos y los desechos generados durante la fase de producción, esto es, los recursos se agotan mientras mayor es su explotación, al mismo tiempo, la producción y el transporte consume energía con desprendimiento de emisiones al ambiente, los mismos que terminan en el suelo o contaminan el agua; en tal sentido, el ciclo de vida de los materiales tienen un impacto en

proporciones distintas, de lo que depende la naturaleza de la materia prima y cómo son utilizados cuando llegan a su destino.

En el mismo orden de ideas, es necesario recalcar que no existe un material ecológico por excelencia, pero sí se opta por materiales de bajo consumo energético y verificar que sean de producción local para limitar su transporte, esto permite dar un valor elevado a la economía y recursos humanos que se desarrollan en torno al sitio donde se planea iniciar un proyecto nuevo; la selección de los materiales influye directamente en el diseño y rendimiento del proyecto, y existen repercusiones en el ciclo de vida condicionado por los métodos de fabricación y el proceso del material, el traslado, las labores de mantenimiento, el desecho y el reciclaje; por lo mencionado anteriormente, existe determinación por materiales que se reutilizan o son procesados como reciclaje; es conveniente disminuir el impacto ambiental de los materiales, a través de principios que garanticen el mínimo uso de recursos, junto a un bajo impacto en el medio, que represente un riesgo mínimo para las personas y el medio, sin dejar de lado estrategias de sostenibilidad (Borsani, 2011).

En la Tabla 1.9 se describen posibles criterios para adoptar si se requiere acortar el uso de recursos vírgenes, lo que potencialmente reduzca el impacto ambiental.

Tabla 1.9: Materiales que minimizan el uso de recursos

<b>Criterio de uso</b>	<b>Descripción</b>
Reutilizar materiales, reducir el uso de materiales nuevos, no reconstruir	Este criterio, aunque no siempre es posible aplicarlo, significa que se utilizarían los recursos que se encuentran en el lugar donde se planea iniciar un proyecto; algunos proyectos tienen mayor capacidad de adaptarse a esta idea, asimismo, el lugar juega un rol importante porque las estructuras no requieren nuevas adaptaciones a corto plazo.
Reducir el uso de material	Diseñar estructuras pequeñas con menos elementos y partes más pequeñas reducen de manera significativa el uso de los materiales, también, el diseño de estructuras modulares minimiza residuos.
Utilizar materiales durables	Diseñar estructuras con materiales que duren por un período largo de tiempo y así, reducir el uso de recursos vírgenes.
Recuperación y reutilización de materiales en su totalidad	Reducir el uso de recursos vírgenes y ahorrar energía en la manufactura evita costes elevados en nuevos materiales.
Utilizar materiales regenerados de otras fuentes	Los materiales se obtienen de varias fuentes y se propone conseguirlos de fuentes de reciclaje que se encuentren a la disposición de los encargados del proyecto.
Reprocesar materiales existentes para su uso en la misma superficie	Los materiales reprocesados se desglosan o se reduce el tamaño de su unidad, este proceso implica menos uso de energía y las emisiones producidas, también, son mínimas.
Utilizar materiales y productos con potencial de reutilización y diseñar para el desmontaje	Se trata de que los materiales al final de su ciclo de vida se desmonten fácilmente y se reutilicen; aunque este criterio no resulta “verde” en sí mismo, la manera en que se utilizan las estructuras modulares significa ahorro energético por uso limitado uso de recursos.
Utilizar materiales y productos con mayor contenido de reciclaje	Los materiales se fabrican a partir de desechos o desperdicios que funcionan como materia prima para su producción, aunque, también, existe empleo de energía y desprendimiento de emisiones, estas son considerablemente menores que al utilizarse materiales vírgenes.
Utilizar materiales y productos con potencial de reciclaje	Pensar en el potencial futuro del material y que se procese al final del ciclo de vida de una estructura es una acción importante referente a la reducción de recursos empleados.
Utilizar materiales y productos producidos a partir de recurso renovables	Los materiales que se han elaborado a partir de recursos renovables se tratan de un aporte para sistemas de materiales de circuito cerrado; la madera es considerado como material renovable de ciclo largo.

Fuente: Borsani (2011)

En igual forma, la Tabla 1.10 recoge información sobre los efectos negativos que tiene la explotación y utilización de los materiales en cada una de las etapas del ciclo de vida; los residuos que se generan afectan la calidad del suelo, aire y agua.

Tabla 1.10: Materiales con impacto ambiental bajo

<b>Criterio de uso</b>	<b>Descripción</b>
Utilizar materiales extraídos o explotados de manera sustentable	Las personas encargadas de adquirir materia prima para procesarse se responsabilizan en minimizar el impacto sobre el medio mediante a través de medidas adecuadas.
Utilizar madera certificada	La madera es un material renovable y los niveles de energía son bajos, para considerarse como un material “verde” tiene que provenir de bosques que se manejan de manera sostenible y reducen los desperdicios.
Utilizar materiales mínimamente procesados	Materiales como la piedra en bruto, madera o bambú tienen un impacto menor al tener proceso de transformación sencillo, esto incluso evita menos residuos ocultos.
Utilizar materiales con poca energía incorporada	La energía incorporada se trata del uso dado a través de distintos procesos que permiten al material llegar al lugar del proyecto; la piedra y la madera tienen poca energía incorporada, por lo que su extracción, manufactura, y transporte tienen menos impacto que plásticos y metales.
Utilizar materiales producidos con energía de fuentes renovables	Se trata de utilizar materiales procesados mediante fuentes de energía renovables, como energía solar, energía eólica, los biocombustibles, hidroeléctricas, entre otros; el impacto hacia el entorno es mínimo y se evita gran cantidad de emisiones de efecto invernadero.
Utilizar materiales locales	Una gran cantidad de uso de combustibles se asocia a las largas distancias que recorre el transporte hasta llegar al sitio del proyecto, cuando se utilizan materiales fabricados de manera local o regional ayuda a disminuir el impacto ambiental que tiene el uso de un material, así, la economía de ciertos lugares se ve favorecida; no hay que dejar de lado que los materiales de baja densidad consumen mayor cantidad de energía cuando son transportados.
Utilizar materiales no contaminantes	Cuando la materia prima se extrae y fabrica para obtener materiales, generalmente hay residuos y emisiones que se eliminan hacia el ambiente y afectan gravemente el aire, el agua y el suelo.
Utilizar materiales de bajo consumo de agua y de baja contaminación del agua	Es indispensable verificar que el agua utilizada durante el proceso de fabricación de un material es la cantidad mínima posible, incluso se reutilizaría en la medida que se haya remediado de los productos químicos que queden en ella.

Fuente: Borsani (2011)

En lo concerniente a los riesgos para la salud de las personas provocados por el uso de materiales como el PVC, metales y sus acabados, solventes y adhesivos; es esencial verificar los siguientes criterios que se enseñan en la Tabla 1.11 para evitar consecuencias negativas.

Tabla 1.11 Materiales con riesgos para la salud del ser humano y del ambiente nulos o bajos

<b>Criterio de uso</b>	<b>Descripción</b>
Utilizar materiales y productos de baja emisión	El contenido de selladores, adhesivos, acabados y recubrimientos son compuestos orgánicos volátiles que al utilizarse desprenden gases con la facilidad de extenderse en el suelo y propagarse en aguas subterráneas.
Utilizar materiales o productos que no contengan productos químicos tóxicos o subproductos	Existen toxinas que se desprenden de los materiales en cualquier fase de su ciclo de vida, como en su fabricación y montaje, las cuales, tienen efectos altamente peligrosos sobre la salud de los seres humanos, poseen químicos potencialmente cancerígenos que no se utilizarán en el proceso de construcción para un proyecto.

Fuente: Borsani (2011)

En el mismo orden de ideas, a juicio de Borsani (2011) las empresas fabricantes de materiales asumirán un rol que involucre responsabilidad social, tanto para los usuarios como para el entorno, porque de cualquier manera sus operaciones tienen efectos hacia la salud y el equilibrio del medio; en tal sentido, se entiende el ciclo de vida de los materiales, el cual, inicia con la extracción de materia prima y culmina con la eliminación del material como desecho hacia el medio; este ciclo comúnmente es lineal, pero se tiene que optar por ciclos circulares para que se produzca una reutilización y reciclaje de componentes y materiales, entonces lo ideal es preferir un ciclo cerrado circular para cuando un material termine su vida útil sirva como materia prima de otro, así, no se encuentran desechos.

El ahorro de recursos utilizados al optar por un ciclo cerrado significa una disminución sustancial del impacto que tiene el procesamiento y utilización de materiales en el entorno, para ilustrar esto, en la fase de adquisición o extracción de materia prima ocurren impactos hacia el medio que son resultado de la explotación de gran cantidad de materia prima que destruye el lugar; asimismo, en la fase de procesamiento y transformación de materia prima los desechos que se manejan son una gran cantidad a lo que se suma la utilización de energía para la realización de procesos; ahora bien, en la fase de manufactura existen pocos desechos porque la cantidad de material que se maneja es menor, en relación al utilizar materia reciclado el impacto por uso de energía y recursos será escaso; en tal sentido, para completar la fase de distribución, los materiales cumplen varias rutas largas de transporte, esto significa el uso de fuentes de energía no renovables y la eliminación de desechos que contaminan el aire, además, se utiliza embalaje que cumple un período de uso muy corto; en tal sentido, en la fase de construcción, uso y mantenimiento se toman en cuenta impactos producidos por la durabilidad de los materiales en un proyecto que no necesite mantenimiento y cambios periódicos; por todo lo dicho, en la última fase del ciclo de vida el impacto producido por los materiales depende del manejo posterior a la utilización del material, porque se retribuye a través de la reutilización o el reciclaje que aminoran los impactos negativos de las fases iniciales del ciclo de vida (Borsani, 2011).



Ilustración 1.9: Ciclo de vida de los materiales

Fuente: Tomado a partir de Borsani (2011)

Para evaluar el impacto sobre el medio y la salud de las personas, existe un movimiento impulsado por el entendimiento colectivo para la prevención de catástrofes ambientales, en tal sentido ha llevado a la elaboración de instrumentos que permiten vigilar, registrar y contrastar la información de productos y procesos con políticas ambientales a nivel internacional; por tal razón, la elección de materiales se ve influenciada por los resultados que estos instrumentos ofrecen para dar valor agregado al proyecto (Borsani, 2011).

Para ejemplificar las consideraciones anteriores, en la Tabla 1.12 se enlistan técnicas de uso frecuente para evaluar el impacto de los materiales.

Tabla 1.12: Técnicas para la evaluación de materiales

Técnica
ACV: Análisis del ciclo de vida
Evaluación de la sostenibilidad
Análisis de energía incorporada
Mochila ecológica
Huella ecológica

Fuente: Borsani (2011)

Ahora bien, cuando se realiza el análisis del ciclo de vida de un producto, la intención es examinar y conocer el efecto que tienen sus elementos en las entradas, salidas y actividades

relacionadas a la producción del material, así como durante el consumo y el desecho del producto; algunos de los objetivos se resumen en comparar distintas opciones para un mismo proceso con la intención de disminuir el impacto hacia el medio, así como una guía en la planificación de un proyecto y servir como principio para que el diseñador de productos seleccione materiales con responsabilidad ambiental; aunque los problemas relacionados con los residuos es algo que el profesional del diseño no controla, es indispensable tomar en cuenta que en las primeras fases del proyecto se cambia la perspectiva y se seleccionan materiales con rendimiento y afables con el medio; las opciones son varias, como técnicas de diseño que favorezcan la reutilización del material al final del ciclo de vida, esto tiene un gran impacto en acortar procesos contaminantes a través de sistemas de circuito cerrado; en cuanto al diseño, al reutilizar los materiales se le otorga de un significado al proyecto que vaya acorde al lugar donde se desarrolla porque los materiales regenerados generalmente son únicos, aunque las técnicas de localización de materiales reutilizables son exhaustivas, requiere creatividad y esfuerzos adicionales para encontrar sobre todo el material necesario para cumplir con los objetivos del proyecto (Borsani, 2011).

Por otro lado, a partir de avances tecnológicos y sin explotar muchos recurso naturales, se elaboran composites que reducen los contaminantes arrojados a la naturaleza debido a la producción de materiales; tal como lo hace notar Pereiro (2011), al utilizar recursos propios del medio y con el empleo de nuevos procesos industriales se obtienen materiales compuestos con menos emisión de contaminantes; el tipo de material que se presenta es a partir del aprovechamiento de residuos agroforestales, como se entiende hierbas, cortezas de aserraderos, cáscaras de semilla de girasol y magnesita; también, se aprovechan residuos minerales como la vermiculita expandida de varios tamaños y vidrios solubles; a continuación, se realizan pruebas a escala de laboratorio para establecer características físico-química, mecánica y térmica; después se aumentan los espesores del materiales para analizar elasticidad, reacción en ambientes húmedo y conductividad térmica; al final el material se fabrica de manera industrial con dimensiones de 1250 mm x 650 mm x 200 mm para distribuirse en el mercado.

Hay que hacer notar las etapas en el proyecto, en el que primero se acondiciona la materia prima para regularizar el tamaño; en segundo lugar, se realiza la mezcla con el ligante, con vidrios solubles en el caso de los residuos minerales y para los residuos vegetales se

incorpora cementos magnésicos, ahora se fabrican en moldes a presión y en baja temperatura porque se busca eficiencia energética, al final el tablero se obtiene con dimensiones predeterminadas; dentro de este orden de ideas el proceso mantiene criterios de innovación y sostenibilidad porque se utilizan residuos vegetales renovables, así como aglomerantes no derivados del petróleo (Pereiro, 2011).

Como resultado de la investigación, se menciona que el material tiene buena absorción acústica, propiedad contrastada en distintas fuentes de investigación bibliográficas; otro orden de ideas trata las propiedades térmicas del material, los composites vegetales alcanzan más aislamiento térmico que tableros de aglomerado, MDF o cemento-madera, así como los composites minerales describen mejor desempeño que materiales convencionales como yesos; a continuación, se realizan ensayos del material en condiciones de combustión a los que tanto composites vegetales como minerales reaccionan de manera ignífuga, es decir, que el material ofrece protección para los usuarios ante el fuego; del mismo modo, este material posee elevada estabilidad dimensional al exponerse al agua, así como permeabilidad a la exposición en ambientes húmedos y capacidad de absorción de compuestos orgánicos volátiles que son perjudiciales (Pereiro, 2011).

Desde luego, existe una preocupación por el uso de plástico alrededor del mundo y al ser derivado del petróleo, se prevé que las fuentes de este recurso se agoten muy pronto si el ritmo de consumo sigue tal como el actual; con el uso de tecnología se han desarrollado avances en cuanto a polímeros biodegradables, los cuales, son una alternativa que mantiene características y funcionalidad similares a los polímeros convencionales; por biodegradación se entiende que a través de un proceso químico realizado por agentes biológicos, los polímeros se reducen a fragmentos orgánicos simples; por otra parte, los polímeros se clasifican entre naturales, naturales modificados, combinados con partículas biodegradables y sintéticos las características en la estructura de estos polímeros (Zapata, 2012).

En relación con este tema, la Tabla 1.13 reúne polímeros degradables que mayor uso tienen actualmente, también, características relevantes de cada uno de ellos que se asocian al presente proyecto de investigación.

Tabla 1.13: Polímeros biodegradables que se utilizan actualmente

Polímero	Características
Ácido poliláctico	Este material tiene alta resistencia a la tensión y su capacidad de elongación es baja, además, su módulo de Young es elevado, así como su punto de fusión; es apropiado aplicar el material cuando se necesita soportar una carga.
Polihidroxibutirato	Las propiedades de este polímero son semejantes a las del polipropileno, pero hay que añadir su biodegradabilidad, también, es parcialmente resistente a la hidrólisis.
Policaprolactona	Se trata de un polímero fácil de procesar y de baja adherencia, también, destaca su alta permeabilidad al agua, oxígeno y CO <sub>2</sub> , incluso las propiedades mecánicas semejantes al polietileno de baja densidad. Se cree que este polímero mejora las características de otros polímeros.

Fuente: Zapata (2012)

Evidentemente, los polímeros biodegradables y las propiedades que poseen funcionan para el proceso de diseño de un producto, pero otro orden de ideas habla sobre materiales naturales como el bambú, el cual, en Latinoamérica se utiliza tanto en su estado natural que no ha sido estandarizado por su dificultad, así como en la elaboración de paneles que constituye una alternativa aunque no la más útil porque se pierden sus propiedades naturales, sin embargo, se trata de una opción sostenible que reduce el impacto ambiental y tiene capacidad de retener carbono en sus aplicaciones para la construcción; el bambú se encuentra repartido en todas las regiones del mundo, crece rápidamente y presenta ventajas económicas, productivas y ambientales; en Colombia, Ecuador y Perú es predominante encontrar la *guadua angustifolia Kunth*, misma que tiene propiedades físicas y mecánicas provechosas, también, crece por día 10 cm hasta los 30 m de altura y 25 cm de diámetro; porque se trata de un árbol, los cuales, absorben CO<sub>2</sub> y se almacena como biomasa que posteriormente se libera la materia orgánica por descomposición, el bambú es capaz de absorber una gran cantidad de dióxido de carbono que permite su rápido crecimiento así como producción de biomasa, esto facilita su regeneración y crecimiento en cualquier terreno, en Filipinas se ha demostrado la capacidad de almacenamiento de biomasa que evita más de 108 toneladas de CO<sub>2</sub> al ambiente por 130 años (Torres et al., 2019).

Con base en Torres, et al. (2019) sobre las propiedades estructurales del bambú, mencionan que la distribución de las fibras se multiplican desde el interior hasta el exterior para formar un refuerzo semejante al de barras de acero en el concreto, es así que, la tensión mejora cuando se trabajan los componentes de manera paralela a la fibra; la utilización del culmo de bambú crudo para el diseño de productos se realiza mediante laminado o prensado para usarse en secciones estandarizadas y que no necesiten de modificaciones considerables en

cualquier zona; al mismo tiempo, las propiedades mecánicas de tensión y compresión aseguran mayor resistencia del bambú prensado sobre el bambú laminado, no obstante, al realizarse cortes en paralelo a la fibra su resistencia es menor, también, se resalta que el bambú laminado tiene mejor resistencia a la flexión y su densidad influye directamente en las propiedades mecánicas de paneles de bambú; las estructuras hechas con este material han presentado buen desenvolvimiento frente a terremotos por ser ligeras y su capacidad de absorber energía en conexiones, uniones y empalmes, aún mejor cuando se utilizan clavos; a pesar de todas las ventajas mencionadas, el material fácilmente se incendia y es afectado por humedad, termitas y escarabajos, entonces es mejor tratar el bambú sin comprometer sus cualidades.

### **1.3 El juego infantil**

Como expresa la RAE (2020), el juego se trata de la acción y efecto de jugar con fines de entretenimiento, evita realizar sobreesfuerzos y carece de consecuencia y formalidad. Con base en el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2017), en el documento se enumeran requisitos de uso y seguridad para equipar áreas de juego y evitar accidentes, también, reducir secuelas graves debido a la participación potencial de niños y niñas de manera social, intelectual y física; esta norma aborda el diseño de juegos de fácil acceso en espacios inclusivos desde la perspectiva de edad: De 6 a 23 meses, de 2 a 5 años, 5 a 12 años y de 12 años en adelante; aunque seguramente niños y niñas de cualquier rango harán uso de todo el espacio de entretenimiento.

Es pertinente que el juego infantil mantenga seguros a los usuarios y la selección de materiales para el equipo persiste antes de labores de mantenimiento oportunas, en la Tabla 1.14 se exponen requisitos a tomarse en cuenta cuando se escogen los materiales del juego, aunque la información presentada en esta norma no descarta que otros materiales similares funcionen.

Tabla 1.14: Requisitos de seguridad para la selección de materiales

Generalidades	El recubrimiento del equipo tiene que evitar riesgos de toxicidad durante su manipulación.
	Los materiales no tienen que ser afectados por condiciones climáticas o atmosféricas intensas.
	Cuando la temperatura es muy alta o baja, se tienen que evitar riesgos asociados al contacto con la piel del usuario.
	Se tiene que pensar cuando el equipo se encuentre en su fase de eliminación o de desecho, de manera que se prevenga riesgo tóxico al ambiente.
	El desgaste y deterioro del material por diversas consecuencias es percibido a simple vista por el encargado de mantenimiento del equipo, así como el apto funcionamiento.
	Los elementos de sujeción, conexión y otros mecanismos tienen que revestirse contra la corrosión.
	Arandelas o tuercas tienen que asegurarse para evitar desunión de las partes.
Inflamabilidad	Evitar el uso de materiales que fácilmente inicien fuego, y en cuanto a materiales nuevos, estar al tanto de sus propiedades.
Maderas y productos asociados	Al colocarse partes de madera en el equipo se tiene que evitar lugares de acumulación de agua de lluvia y permitir que esta resbale.
	Evitar astillamiento y el uso de maderas que aceleran la corrosión de partes metálicas cuando estos entran en contacto.

Fuente: Elaboración propia con base en Servicio Ecuatoriano de Normalización (2017)

Cuando se trata del diseño y fabricación del juego, se toma en cuenta el rango de edad para, el cual, se diseña, porque el grado de dificultad tiene que ser el adecuado y la actividad desempeñada fácilmente reconocible; la integridad estructural del juego es comprobada a través de cálculos, ensayos físicos o una combinación de los dos, ningún límite se supera por las cargas que se apliquen, o el equipo sufriría rotura, daño o deformación; aunque en algunos equipos no son aptos para estos cálculos, al menos no se compromete la estructura debido a la carga permanente o variable que se aplique; como parte del equipamiento de un área de juego durante el diseño se considerarán obligatoriamente acceso para adultos que son quienes ayudan al niño en el juego (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2017).

Resulta lógico que se instalen diferentes tipos de protección frente a caídas en el juego infantil, las rampas o escaleras, pasamanos, barandillas, barreras de seguridad se instalarán desde la parte más baja del equipo; la Tabla 1.15 diferencia aspectos puntuales de cada uno de ellos.

Tabla 1.15: Aspectos importantes de los tipos de protección en el juego infantil

Tipo de protección	Aspectos para tomar en cuenta
Pasamanos	La altura no es menor a 600 mm ni superior a 850 mm desde la posición del pie.
	En equipos de fácil acceso, sobre una plataforma se colocan elementos verticales de entre 1 000 mm y 2 000 mm, la altura máxima respeta las dimensiones detalladas en el primer aspecto para pasamanos.
	El pasamano rodea toda la plataforma excepto la abertura destinada a la entrada y salida del juego.
	El ancho máximo para la abertura de entrada y salida es de 500 mm.
Barreras	El ancho para el espacio de entrada y salida es de máximo 500 mm.
	No se colocan barras horizontales como peldaños entre las aberturas de las barreras que el niño intente trepar.
	En equipos de fácil acceso, se colocarán barreras cuando la plataforma principal de juego esté a más de 600 mm sobre la superficie del terreno.
	Para equipos de difícil acceso se colocarán barreras cuando la plataforma de juego esté sobre los 2 000 mm de la superficie del juego.
	La altura máxima de las barreras de apoyo es de al menos 700 mm, medidos desde la plataforma principal de juego.
Requisitos de empuñamiento	El soporte tiene una dimensión mínima de 16 mm y máxima de 45 mm.
Requisitos de agarre	El ancho máximo del soporte es de 60 mm.
Acabado del equipo	Se evitan partes sobresalientes como clavos o tuercas, y componentes puntiagudos o afilados en la estructura del juego.
	Es preferible optar por superficies lisas o pulidas.
	Vértices, cantos y otras partes que sobresalgan más de 8 mm de la superficie de juego se redondearán con un radio mínimo de 3 mm.
Partes móviles	Las partes que contengan una gran fuerza de impacto se diseñarán para facilitar amortiguación.
	Existe una separación de mínimo 400 mm desde el suelo si las partes móviles significan peligro al usuario.
Atrapamientos	En las aberturas que convergen en sentido descendente se evita un ángulo menor a 60°.
	Evitar en la estructura el diseño de aberturas cerradas, parcialmente cerradas o en forma de V que origine atrapamientos de cabeza, cuello o pies.
	Prevenir que la ropa con cordones en la parte superior, capuchas o el cabello queden aprisionados en aberturas en forma de V y en partes giratorias.
	Se obvia en el diseño aberturas rígidas completamente cerradas, apoya-pies y asideros que sobresalgan de la superficie de juego.
	Evitar aberturas donde los dedos se atrapen mientras el cuerpo está en movimiento o se expone a un movimiento forzado.
	Los extremos de tubos y tuberías estarán completamente cerrados.
	Las aberturas variables durante el funcionamiento del juego son de mínimo 12 mm.

Fuente: Elaboración propia con base en Servicio Ecuatoriano de Normalización (2017)

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1 Tipo de investigación y Enfoque de investigación**

El trabajo de investigación tiene como propósito dirigir el interés del investigador hacia una determinada tarea desde la que parte del problema planteado, de modo que las actividades por realizarse se orientarían hacia dos aspectos que son el enfoque cualitativo y enfoque cuantitativo. Por tanto, el presente trabajo se concibe bajo el enfoque cualitativo que, a continuación, se explican sus particularidades equiparados con información pertinente dentro del proyecto de investigación.

Fundamentalmente el enfoque cualitativo es inductivo, es así como se va a llegar a entender el fenómeno de transformación de energía mecánica a eléctrica y se identifican las características más relevantes en él, también, existen parámetros que subjetivamente le permitan al investigador conocer por qué sucede el fenómeno y cómo asociarlo al diseño de un juego infantil.

Cabe considerarlo, también, como sistemático para entender el fenómeno y su aplicación en el diseño del juego infantil, a través de la investigación documental se recoge teoría en medios bibliográficos relacionado a la investigación; y patentes de juegos infantiles, que proveen de información actual en cuanto a la estética y función de nuevos productos que se introducen en el mercado. El diseño fenomenológico permite reconocer que la investigación cumple con una presentación de cómo ocurre la transformación de energía mecánica a eléctrica, y esto junto con otros parámetros servirán como guía para el diseño del juego infantil; se observa qué es lo que ocurre con el problema, recurrir a guías o normas para la construcción del juego infantil y establecer necesidades, porque estos aspectos conformarán un todo con cada una de las partes que componen al problema planteado.

Sin duda el enfoque cualitativo es interactivo y reflexivo porque el problema de investigación cambia a medida que se adquiere más conocimiento sobre lo que sucede con el fenómeno en la realidad. Mientras se realizan pruebas o se interactúa con la información recogida aparecen nuevas perspectivas que permiten mejorar el proceso de investigación adaptados para entender el fenómeno de transformación y desarrollarlo en el diseño del juego infantil.

Evidentemente el método es teórico, por eso es necesario hacer hincapié en el proceso de diseño a utilizarse, a fin de que la metodología específica permite explorar nuevas alternativas para reemplazar las actuales que poco a poco se vuelven obsoletas. De esta forma inicia un nuevo proceso que involucra cuestionarse continuamente por posibilidades desconocidas asociadas al trabajo de investigación, que como se menciona anteriormente, abren nuevos caminos para acercarse cada vez más a la solución del problema. Se siguen las fases establecidas en la Norma Alemana VDI 2221 que son: Definición del producto, diseño conceptual, diseño de materialización y diseño de detalle; no obstante, el investigador prescinde de la etapa de planeación, pues es en este paso donde se ejecutan las técnicas establecidas para el proyecto y sus respectivas herramientas. Con respecto a la metodología escogida, la información bibliográfica recogida en las fichas de observación se analiza e interpreta para caracterizar el producto que se va a diseñar, luego se visualizarán y seleccionarán de entre tantas alternativas posibles para materializar la propuesta en cuanto a formas, dimensiones o acabados, y finalizar con la creación del prototipo digital en softwares de modelado 3D y generar la documentación técnica pertinente.

De este modo, es naturalista porque el investigador está centrado en entender el fenómeno y las posibles aplicaciones desde la realidad. El punto de partida es un problema verídico que se ha identificado en el contexto y las posibles propuestas desarrolladas estarán encaminadas a que el juego infantil cumpla su función, pero al mismo tiempo tenga la caracterización de sostenibilidad y transforme la energía mecánica a eléctrica, un fenómeno físico de la naturaleza.

El enfoque cualitativo no impone visiones previas porque cualquier conocimiento anterior al inicio de la investigación del problema; el fenómeno, su caracterización o su posible aplicación en el diseño del juego infantil, se interrumpirán y abrirán a nuevas perspectivas plasmadas en la investigación bibliográfica que se recoge a medida que se producen preguntas o existen términos que inician un nuevo proceso de investigación.

Se plantea entonces una investigación abierta. Así, en partes específicas de la exploración del fenómeno y con aplicación de la metodología, se realizarán cálculos o se necesitará de la recolección de bibliografía afín a diseñadores profesionales con proyectos de juegos infantiles y de ingenieros electromecánicos, misma que ha contribuido en su formación

profesional, para que aporten tanto con conocimientos como estudios y lograr una solución factible.

Resulta claro caracterizar al enfoque cualitativo como humanista, significa que el juego infantil está destinado a un usuario específico, niños de 7 a 10 años, y establecer la solución a un problema desarrollado en torno a experiencias y el medio en que se despliegan dichas actividades, porque al caracterizar un producto como sostenible y en contraste con las consecuencias de la actividad humana en el medio, se establece un cambio en beneficio a un ambiente más equilibrado, donde se satisfacen las necesidades actuales sin comprometer las de futuras generaciones.

Evidentemente, el enfoque cualitativo es riguroso a fin de que el investigador obtenga la mayor información posible sobre lo que ocurre con el fenómeno para llegar hasta lo más profundo con relación al problema, esto es un punto de partida para desarrollar los prototipos que posean la tecnología y los componentes pertinentes en el juego infantil.

Este proyecto posee un alcance descriptivo porque el investigador considera como punto de partida detallar el fenómeno físico de transformación de energía mecánica a eléctrica junto con las condicionantes y componentes necesarios para su aplicación en el diseño de un juego infantil. Así pues, se recoge la información de fuentes bibliográficas porque el fenómeno mencionado ha pasado ya por su fase exploratoria, además, existen proyectos cuyo estudio se ha dado en un contexto internacional, no obstante, sus características van a ser distintas al medio local. Por supuesto, el trabajo de investigación está caracterizado por parámetros de sostenibilidad, mismos que se encuentran plasmados bajo el concepto de eficiencia energética y sustentados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU. Dicho esto, toda la información recogida funciona en conjunto para describir cada aspecto inmerso en el prototipo digital final.

## **2.2 Población y muestra**

Para determinar la población de estudio del presente proyecto de investigación, hay que establecer quiénes o qué se va a investigar. A partir de estos dos puntos de vista, se determina que la unidad de análisis del proyecto son objetos, definidos como patentes de juegos infantiles. Ahora, al ser preferible fijar con claridad las características de la población para

delimitar los parámetros muestrales, las patentes de juegos infantiles poseerán aspectos muy específicos porque esto delimita la población y facilita el siguiente proceso que es delimitar la muestra y decidir el tipo de muestreo que se aplicará. Se dispone que las patentes de juegos infantiles serán de movimiento circular porque a partir de este concepto se desarrollará el fenómeno de conversión de energía mecánica a eléctrica; además, es necesario que los juegos infantiles tengan criterios de sostenibilidad en cuanto a los materiales de su estructura. Asimismo, se menciona que el proceso de recolección de la información es bibliográfico en páginas de internet como *Google patents*. Estos criterios de investigación permitirán puntualizar que el tipo de muestreo a utilizarse es no probabilístico, porque depende bastante de la toma de decisiones y el criterio del investigador, donde se recogen casos típicos de juegos infantiles de movimiento circular y características novedosas. Esto ofrece al investigador información precisa para su análisis.

### **2.3 Tipo de recolección de la información**

La triangulación busca que la recolección de información esté contrastada por el investigador para generar un conocimiento aplicado en la solución del problema planteado. El presente trabajo de investigación toma en cuenta la triangulación de teoría, metodología y recopilación bibliográfica para interpretar un conocimiento profundo y diverso que sirva de sustento a la idea a defender y se evidencie en la solución al problema. Con respecto a los instrumentos por utilizarse, la ficha de observación aporta la obtención de conocimiento porque en su estructura se colocan términos concretos a indagarse para registrar datos requeridos para cumplir los objetivos específicos del trabajo investigativo. Este paso participa en el desarrollo de un prototipo digital, el cual, contiene aspectos esenciales sobre los componentes para el sistema de generación de energía, así como normativas y especificaciones para el diseño del juego infantil.

El método por utilizarse es un proceso para el desarrollo de productos, y es útil definir claramente los pasos mediante aspectos como el aseguramiento de la calidad, coordinar la participación para el desarrollo de la metodología, la planeación, administración y mejoría para identificar óptimas oportunidades. De manera general, la Norma Alemana VDI 2221 es una metodología de desarrollo de productos técnicos para la resolución de problemas; se encuentra repartida en cuatro etapas que son: la definición del producto, diseño conceptual, diseño de materialización y diseño de detalle; las mismas se ajustan a los objetivos

planteados para el presente proyecto de investigación. No hay que dejar de lado que en la evolución del trabajo se cuenta con herramientas pertinentes al proceso de diseño aunque no contemplados en la metodología escogida.

Los pasos responderán a una confiabilidad y validez, porque de eso depende que la información manejada y las técnicas aplicadas para llegar a la solución del problema, sean factibles de realizarse y signifiquen una fuente adecuada de recolección de datos, que enriquecen la investigación para acercarse a la realidad en la obtención de resultados oportunos. La validez del contenido de los instrumentos está en estrecha relación con la fase de planeación porque se define la técnica y herramienta de recolección de información, las estrategias y el manejo adecuado de la exploración de datos recogidos en el proyecto.

#### **2.4 Procesamiento y análisis de la información**

Para la caracterización de la fuente de datos que sirven para enriquecer el proyecto de investigación es fundamental acentuar en la práctica de una recolección bibliográfica a través de fichas de observación. El formato de la ficha (Anexo 1) contiene puntos elementales coherentes con la forma, la expresión, el uso y la función de la patente de juego infantil. En su estructura se requiere registrar el nombre de la patente, así como la fecha de publicación y mención de la concesión de la patente, seguido de una imagen y breve descripción de la información relevante del registro. Los puntos que mayor aportan con datos notables para la investigación son los de materiales empleados, capacidad, estructural y técnico constructivo.

En las patentes de juego infantil, prestar atención y registrar los materiales empleados en la ficha de observación habilita al investigador relacionar sus características con materiales sostenibles y seleccionar los que poseen ventajas similares o mayores como aportación al prototipo digital. En la capacidad de la patente de juego infantil se especifica la cantidad de usuarios que son hábiles de acceder al equipo, mientras que en la parte estructural se explica la composición de las piezas y su ubicación dentro del juego, porque cada elemento desempeña una función intencionada. Por último, el carácter técnico constructivo se establece para describir la manera en que los elementos están distribuidos para facultar la interacción que la personas establecen con el propósito de creación, del mismo modo se llevan a cabo labores de construcción y mantenimiento por mano de obra competente.

El proceso se realiza en el buscador *Google* para obtener información sobre patentes y solicitudes de patentes indexadas a través del motor de búsqueda llamado *Google patents*; aquí es sustancial conocer sobre las palabras concretas que resumen el propósito de la investigación, como: juego infantil, ti vivo, juego de rotación. A través del criterio de selección se descartan patentes que no se relacionan con el objeto de la investigación y aquí el proceso se alarga hasta encontrar datos relevantes que otorguen mayor validez a la investigación porque mientras se cuenta con más información, el proyecto se enriquece de las investigaciones y desarrollos realizados en el ámbito de los juegos infantiles y particularmente en los que cumplen movimiento circular.

## **2.5 Propuesta de la investigación**

El proceso para diseñar la propuesta en la presente investigación considera una orientación metódica para la realización de actividades que permiten llegar a la solución del problema. La Norma Alemana VDI 2221 presenta una metodología cuyo objetivo es diseñar sistemas y productos técnicos; es un aporte para el diseño metódico y sistemático de un estilo de trabajo más eficiente, además, explica de manera amplia su aplicación en sistemas de ingeniería y la resolución de problemas; no hay que dejar de lado que integra el procesamiento de datos a través de programas CAD (Jänsch y Birkhofer, 2006). En el proceso se establecen las etapas de definición del producto, para especificar los aspectos esenciales, responder al problema y sus limitaciones en el proyecto; la siguiente etapa del diseño conceptual, se caracteriza al producto y se desechan alternativas complejas o costosas; se continúa al diseño de materialización, donde la solución se cristaliza a través de sus materiales, dimensiones, componentes, piezas y acabados; por último, el diseño de detalle tiene como finalidad entregar documentación técnica del producto (Báez et al., 2018).

### **2.5.1 Planeación**

La ficha de observación es la herramienta para el desarrollo del presente proyecto de investigación. La intención es indagar patentes actuales de juegos infantiles que sirvan como punto de partida para la aplicación de la metodología de diseño; a esto se añade que los juegos serán de movimiento circular para limitar la recopilación obtenida de manera bibliográfica. La ficha de observación tiene los casilleros de materiales empleados, capacidad, estructural y técnico constructivo; los datos que se obtienen en este paso, también, se contrastarán con el diagnóstico en proyectos que se han discutido en el Capítulo I, que

servirán para la caracterización de la propuesta digital en esta investigación. Una vez realizada la indagación, se analizarán e interpretarán las particularidades para empezar a definir el producto.

### **2.5.2 Definición del producto**

Una vez se ha analizado e interpretado la información obtenida en las fichas de observación, el investigador en esta etapa establece un conjunto de acciones que le permitan delimitar las características de la solución que se presentará al final del proyecto. Se mencionan las primeras ideas y aspectos que se le otorgarán al producto, pero todavía no se inicia con el proceso de diseño como tal, en lugar de ello se crea una lluvia ideas que le permitan al investigador limitar el problema planteado y de la misma manera con la propuesta (Báez et al., 2018).

Es necesario considerar variables que influyen de manera externa al producto, como normativas de construcción de juegos infantiles. Los resultados de las fichas de observación se organizarán jerárquicamente a través de fichas de requerimientos formales, funcionales, tecnológicos y ecológicos; surgen otras fichas de requerimientos si el investigador así lo requiere, como la ficha de requerimientos antropométricos.

### **2.5.3 Diseño conceptual**

Las fichas de requerimientos permiten visualizar de manera amplia las alternativas que se otorgan al producto. Durante esta etapa se evalúan las distintas opciones que al ejecutarse responden al problema planteado y es responsabilidad del investigador seleccionar las posibilidades más convenientes para especificar al prototipo durante un proceso que deseche soluciones muy complejas o que resultarían costosas si se desea plasmar en un contexto real (Báez et al., 2018).

Se describe el producto a través de conceptos que respondan a la lista de requerimientos e investigación bibliográfica analizados en las fichas de observación y estado del arte sobre la temática del proyecto. Se generan distintas alternativas que se plasman en el diseño del producto en función a las especificaciones obtenidas mediante un proceso de reflexión y observación que toma en cuenta cada aspecto esencial para el diseño de un juego infantil. Se plantea un motivo gestor para elaborar el *moodboard* que al investigador le posibilita

descomponer formas e interrelacionarlas para aplicar con los requerimientos del producto y realizar los primeros bocetos que profundizan el propósito de esta investigación. Las formas extraídas actúan para crear módulos a través de la interrelación de formas y síntesis gráfica; los bocetos se desarrollan a partir de una matriz gráfica, seguido por una estructura geométrica y estructura morfológica, seleccionar uno de los bocetos es la propuesta idónea para constituir la concreción morfológica y continuar al diseño de materialización.

#### ***2.5.4 Diseño de materialización***

Una vez se ha generado el concepto que reúna todos los parámetros delimitados a partir del problema de investigación, se materializa la propuesta mediante las piezas, componentes y uniones, combinados con los materiales, formas y dimensiones; en esta etapa se demuestra la manera en que la solución planteada se encuentra interconectada debido al aporte que cada elemento tiene en la estructura del producto; así, la documentación saliente en esta etapa se considera un análisis en programas CAD mediante la parametrización de los materiales que se va a utilizar en las piezas, también, se incluye las características para justificar la selección (Báez et al., 2018).

Para el desarrollo de esta etapa del proyecto de investigación, se toman en cuenta características funcionales, formales y de uso, para definir los materiales, componentes y dimensiones del prototipo. Los parámetros antropométricos del usuario se justificarán a través del estudio bibliográfico sobre normativas para la construcción de un juego infantil, sin dejar de lado los segmentos que permitan la transformación de energía mecánica a eléctrica. Es necesario establecer ciertas pautas que, junto al estudio continuo de casos semejantes, le permiten al investigador generar una idea global de funcionamiento del juego infantil a través de imágenes, bocetos y prototipos rápidos, que al mismo tiempo se conjuga con las tolerancias que tiene el material, así, se justifica la sostenibilidad aplicada en los materiales. Como resultado, se obtiene documentación técnica que comprueba la resistencia del material expuesto a condicionantes como el peso del usuario. Se cuida que cada parte vaya en el lugar que estrictamente ocupa y los planos permiten el estudio pertinente.

### ***2.5.5 Diseño de detalle***

En el diseño de detalle se establecen documentos técnicos que disponen de una guía para la construcción del producto. El resultado de esta etapa son planos de piezas y documentación técnica de los componentes establecidos para el producto (Báez et al., 2018).


Para cumplir con lo establecido en esta etapa, el investigador saca provecho de programas CAD y simulaciones que le permitan experimentar con las características asociadas al producto a través de la información recogida hasta este punto de la investigación. El modelado 3D es la herramienta esencial para la generación de documentación técnica detallada, porque permite visualizar de manera digital, los planos generales, despieces y secciones, lista de materiales dentro de los parámetros de sostenibilidad y planos de componentes que permitan la transformación de energía mecánica a eléctrica.

### CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el desarrollo se han identificado personajes involucrados en el desarrollo de la invención, como Nikolaj Maj Bentsen en la patente llamada *A playground equipment*; se trata del diseñador jefe de la compañía *KOMPAN* en Dinamarca, donde se diseñan juegos infantiles atemporales para niños. Nikolaj se especializa en el Diseño Industrial y ha desarrollado una variedad de productos, como un especialista en prototipado y con un conocimiento profundo sobre materiales y producción.

Asimismo, se examina la invención *Seated self-propelled Merry-go-round* de Sue Ellen Rentz y Felton Rentz (Tabla 3.4); también, el aporte de Roger Walmsley en *Playground roundabout and method of installation*, dan una caracterización de las partes de un juego de rotación para otorgar un método de instalación del producto en una zona de juegos, además, Thomas Keller en *Rotating climbing unit* muestra un juego giratorio que funciona con la aplicación de fuerza en una estructura de rotación para que exista movimiento; por último, Domingo Bengoa Saez de Cortazar propone un carrusel para niños, el cual, parte de un concepto de plegable y desmontable, de manera que facilite las labores y que sea una sola persona quien las realice, también, se adentra en las formas adoptadas en el diseño del juego porque se aplican representaciones de animales, esto llama la atención de los usuarios del juego.

Tabla 3.1: A playground equipment / Equipamiento para áreas de juego

<b>Nombre de la patente:</b> A playground equipment			
<b>Fecha de publicación y mención de la concesión de la patente:</b> 22.01.2020			
<b>Imagen:</b>			
			
<b>Breve descripción:</b> Se trata de una atracción de parque infantil compuesto por una plataforma que sirve de asiento y dispuesta en dos ejes, uno gira libremente y el otro cuyo eje parcial tiene desplazamiento angular. Esto resulta en una combinación particular de movimiento circular y vertical. La plataforma de asiento rota lenta o rápidamente, y de manera deliberada cambia de dirección, esto resulta en una atracción más animada y estimulante porque el movimiento resultante se percibe como inesperado por parte del usuario. El movimiento es impredecible tanto como le sea posible al usuario.			
<b>Materiales empleados</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Estructural</b>	<b>Técnico constructivo</b>
El diseño de la plataforma adopta distintos materiales y tamaños que se acoplan a los usuarios que son de diferente edad o tener un peso específico.	Uno o varios jugadores.	El primer y segundo eje se extienden entre el suelo y la plataforma. El equipo se monta sobre el suelo, a través de una fundición o se usa una base de soporte. La plataforma principal se une directa o indirectamente a los dos ejes.	El acoplamiento entre los ejes se da a partir de un sistema de transmisión de engranajes, de manera que le permita a la plataforma cumplir un movimiento de rotación que es controlado continuamente por el usuario cuando aplica su peso corporal y el movimiento. Uno de los ejes está conectado de manera directa o indirecta al suelo, mediante una conexión que permita que gire, tanto el eje como las cargas en la superficie que sirve de asiento, para que el movimiento se transfiera hasta el suelo. La conexión para usarse preferiblemente es un rodamiento giratorio que se sostiene al eje. Para unir la plataforma a los dos ejes, se realiza mediante soldaduras o pernos. Las uniones permitirán un movimiento relativo entre la plataforma y el eje.

Fuente: Elaboración propia con base en Bentsen (2020)

## Observación e interpretación de la información obtenida en la Tabla 3.1

Los datos que se manifiestan en la gráfica de exposición de la Tabla 3.1 se relacionan con el presente trabajo de investigación a través de los indicadores que, a continuación, se mencionan, cabe recalcar que se encuentran escritos mediante un orden de importancia; estos

son: la forma, relación usuario-objeto, equilibrio, funcionalidad en relación con el usuario y la gravedad.

#### Observación

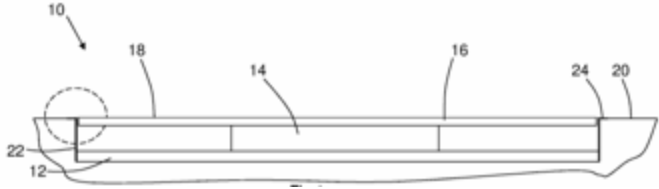
Al interpretar las imágenes e información de la Tabla 3.1 y en cuanto a la forma se manifiesta que se trata de un juego de diseño clásico, pues está compuesto de tres partes principales, que son dos ejes y una plataforma. Los dos ejes se extienden entre el suelo y la superficie con que interactúa el usuario; también, se observa que el juego se coloca sobre una superficie a través de una base de soporte, sin embargo, se conoce que se ajusta al suelo si se realiza un proceso de fundición; al decir que se trata de un diseño clásico, se observa que el juego no necesita de varias partes en su estructura principal para funcionar y cumplir su función. En cuanto a la relación usuario-objeto, la combinación particular de movimiento circular y vertical caracterizan de manera particular al juego, así como se observa que la superficie del juego sirve para apoyo del usuario y se trata de un área con las dimensiones adecuadas para que el niño se sienta seguro sobre ella; el movimiento circular de la plataforma es controlado por el usuario y su peso corporal, el niño se sienta o se pone de pie en la superficie principal. En cambio, sobre el equilibrio, los dos ejes entre la plataforma y el juego garantizarán la seguridad del usuario, por lo que el segundo eje verifica el ángulo en que funciona para no comprometer el peso que al que se somete cuando el movimiento circular se desarrolla. Por otro lado, la funcionalidad en relación con el usuario se ve reflejada en el soporte que provee la plataforma principal y el segundo eje, donde la primera cumple un movimiento circular que es tan rápido o lento como el usuario desee, mientras que el segundo describe un movimiento angular, cuyo mecanismo, también, sirve de apoyo a toda la estructura sin comprometer parámetros de seguridad. En último término, la gravedad que actúa como fenómeno se evita para que los componentes no se vean afectados por el movimiento que se realiza arbitrariamente por el usuario o el peso de esto, el cual, es un indicador del que depende el sistema interior del juego infantil.

#### Interpretación

Para poder adecuar la información dentro del proyecto, se tratarán los aspectos en orden de importancia, por eso en cuanto a la forma, existe una característica importante y es que el diseño es clásico, también, se considera como atemporal, y es imprescindible que el presente proyecto de investigación se asocie con este rasgo pues se trata del diseño de un juego

infantil, el cual, no se tiene claro el tiempo que pasa en un área de juegos, por lo que es atractivo tanto para hoy como dentro de 15 años, solo por mencionar un período de tiempo, además, en cuanto a la relación usuario-objeto, se establecerán elementos que pronto llamen la atención del usuario y comuniquen que cierto rasgo está hecho para su uso, incluso el usuario establece por sí mismo los riesgos sin pasar por esa experiencia; el usuario es capaz de manejar el juego mediante su fuerza. Ahora bien, el equilibrio se toma en cuenta para garantizar la seguridad del usuario y evitar cualquier tipo de lesiones que se originen en el manejo del juego; esta invención cuida las dimensiones establecidas para el juego. A continuación, la funcionalidad en relación con el usuario se refleja en cómo va a funcionar el juego si los usuarios se suben en él, los componentes se configurarán de manera que el juego cumpla un movimiento circular y sea fácil de manejar cuando el usuario se acerque al producto. Al final, la gravedad se toma en cuenta para que el tipo de acciones que se realicen en el juego no comprometan su composición, también, se considera el peso que el juego es capaz de soportar, de manera que no comprometa tanto el exterior como los componentes internos.

Tabla 3.2: *Playground roundabout and method of installation / Carrusel para parque infantil y método de instalación*

<b>Nombre de la patente:</b> <i>Playground roundabout</i>			
<b>Fecha de publicación y mención de la concesión de la patente:</b> 11.07.2014			
<b>Imagen:</b>			
			
<b>Breve descripción:</b> Un carrusel para parque infantil está compuesto por una plataforma que cumple un movimiento de rotación y donde los niños son transportados. El juego infantil está compuesto por un chasis, con medios de rodamiento montados sobre el chasis; una falda que rodea el chasis, y la plataforma que rota sobre los rodamientos. Existe un espacio de holgura entre la periferia de la plataforma y la falda, por eso existe un elemento ajustable que regula el tamaño del espacio. La plataforma lleva asientos para los niños o colocar una barandilla como método de agarre mientras los niños están sobre la plataforma, también, se presenta un método de instalación del juego infantil.			
<b>Materiales empleados</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Estructural</b>	<b>Técnico constructivo</b>
Para la plataforma se usa un set de componentes metálicos que son soldados, se usan barras metálicas para la estructura de la plataforma. Sobre las barras, se coloca una chapa metálica con formaciones antideslizantes.	Se sugiere que los juegos incluyen en su estructura el acceso inclusivo, donde tanto otros niños como una silla de ruedas son capaces de ingresar y utilizar el juego infantil.	El juego consta de un chasis, faldones que recubren al chasis, rodamientos y una plataforma montada sobre los rodamientos, esto le permite girar. Hay que considerar el espacio de holgura entre la periferia y los faldones, para esto, se considera un elemento ajustable que permite reducir o aumentar el tamaño de este espacio vertical. Los faldones alrededor de los rodamientos y la plataforma sirven para evitar la entrada de desperdicios o suciedad a los rodamientos y causen averías. El juego consta de una superestructura sobre la plataforma, esto es rieles de guía, asientos, elementos de agarre.	Se busca que el producto evite que los niveles de tolerancia sean nulos, para reducir excesos en el momento de transportar o en los costos de mantenimiento. El chasis está diseñado para sepultarse debajo de la superficie de instalación, de manera que la plataforma principal se localice al mismo nivel que el suelo.

Fuente: Elaboración propia con base en Walmsley (2015)

## Observación e interpretación de la información obtenida en la Tabla 3.2

Los datos que se manifiestan en la gráfica de exposición de la Tabla 3.2 se relacionan con el presente trabajo de investigación a través de los indicadores que, a continuación, se

mencionan, cabe recalcar que se encuentran escritos mediante un orden de importancia; estos son: la forma, relación usuario-objeto, equilibrio y funcionalidad en relación con el usuario.

### Observación

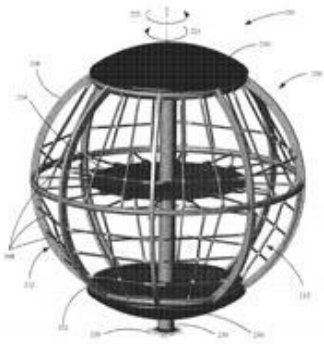
Al interpretar las imágenes e información de la Tabla 3.2 y en cuanto a la forma se manifiesta que se trata de un tiovivo clásico, la información obtenida describe una plataforma sobre un chasis, y elementos como un faldón que cubren al juego de agentes externos que podrían dañar tanto externa como internamente, así, los componentes están seguros para cumplir un movimiento de rotación; con este diseño del juego se busca reducir excesos en el transporte o para los costos de mantenimiento; el chasis principal se oculta debajo del nivel de la superficie y solamente se observan elementos colocados sobre ella. Asimismo, la relación objeto-usuario está dada por los elementos colocados en la superficie del juego y con los que el niño interactúa, esto se da mediante una estructura de agarre que garantice seguridad en su uso. A continuación, el equilibrio en el juego se da por la construcción del chasis, el cual, está diseñado para sepultarse y que la plataforma principal se encuentre al mismo nivel del suelo. Por otra parte, la funcionalidad en relación con el usuario es que particularmente esta propuesta detalla un proceso adecuado para la instalación de un juego de movimiento circular, y los elementos que se considerarán para el diseño de estructura en la plataforma.

### Interpretación

Para poder adecuar la información dentro del proyecto, se tratan los aspectos en orden de importancia, por eso en cuanto a la forma, se reconoce que es una propuesta de juego de movimiento circular, una vez más se establece un juego de diseño clásico porque dentro de los datos recogidos se plantean recubrimientos para la estructura y el lugar que la plataforma ocupa para no comprometer elementos internos para que sufran daños. En cuanto a la relación objeto-usuario, esta invención trata puntos importantes en cuanto a seguridad porque, además, de fijar una plataforma que está cubierta por un faldón, incluyen elementos de agarre y seguridad a criterio de quien en este caso es un diseñador que planteará una nueva propuesta, pues el enfoque está claro y es dar a conocer un método de instalación de la estructura. Por otra parte, el equilibrio aquí hace hincapié en el chasis principal sepultado de manera que la plataforma se encuentre al nivel de la superficie en donde se coloque el juego. Al final, se considera que la funcionalidad en relación con el usuario está dada en el método de instalación del juego y las unidades de agarre a criterio de quien desarrolla una nueva

propuesta del juego, así, se abre una nueva puerta para la investigación de más parámetros a considerarse y el más importante es la seguridad del usuario.

Tabla 3.3: Rotating climbing unit / Unidad rotatoria de escalada

<p><b>Nombre de la patente:</b> <i>Rotating climbing unit</i>  <b>Fecha de publicación y mención de la concesión de la patente:</b> 16.01.2018</p>			
<p><b>Imagen:</b></p> 			
<p><b>Breve descripción:</b> La patente que se muestra se trata de un juego giratorio para área de juegos en la que se instalará permanentemente. La rotación del juego inicia cuando se aplica fuerza sobre un marco de rotación configurado específicamente para la acción de movimiento, también, hay que considerar que el juego posee un sistema de frenado para evitar aceleraciones y limitar la velocidad en que gira. El juego se monta en el área destinado para su uso.</p>			
<b>Materiales empleados</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Estructural</b>	<b>Técnico constructivo</b>
<p>Para la construcción de la montura del juego se consideran materiales rígidos, tales como plástico o metal, utilizados de manera que soporten acciones de agarre. Por otro lado, la estructura que sirve de asiento es de materiales rígidos y el espacio para sentarse es de materiales semirrígidos, como un tapete de goma o espuma.</p>	<p>Depende de la construcción de la estructura y los asientos internos, pues el juego está compuesto por un asiento, o tal es el caso que se considere colocar dos estructuras para sentarse; así, múltiples usuarios disfrutan del movimiento del juego infantil.</p>	<p>El juego de rotación está compuesto por una montura que sirve como elemento de sujeción para evitar que el usuario se caiga, asimismo, esta estructura permite la aplicación de fuerza para que el juego gire en ambas direcciones. La estructura es semicerrada para permitir al usuario ingresar y aprovechar los asientos mientras mueve el juego, para esto se tomarán en cuenta los materiales empleados para el chasis principal. Debido a parámetros de seguridad, el juego considera una plataforma que sirva como asiento dentro de la montura, por eso se agrega, también, piso.</p>	<p>La estructura de rotación se encuentra acoplada al área de recreación en una zona específica de montaje, esta tiene una superficie con protección para evitar lesiones significativas en los niños. Sin embargo, se considera que la estructura se acople a una base de concreto para así, ser inamovible. La configuración de la montura considera que un padre se encuentra fuera del juego y aplica fuerza sobre ella. La fuerza inicial sobre el juego está dada por el usuario, en este caso el niño, pero integra un sistema de frenos para asegurar que el juego no gire lo suficientemente rápido para que los niños caigan de él; la fuerza del freno aumenta a medida que la velocidad del juego se incrementa.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en Keller (2018)

### Observación e interpretación de la información obtenida en la Tabla 3.3

Los datos que se manifiestan en la gráfica de exposición de la Tabla 3.3 se relacionan con el presente trabajo de investigación a través de los indicadores que, a continuación, se mencionan, cabe recalcar que se encuentran escritos mediante un orden de importancia; estos son: la forma, relación usuario-objeto, equilibrio y funcionalidad en relación con el usuario.

#### Observación

Al interpretar las imágenes e información de la Tabla 3.3 y en cuanto a la forma se establece un juego de movimiento circular, cuya estructura es esférica, dentro de la que se colocan elementos de agarre, también, se añaden asientos y apoyapiés para la comodidad del usuario; al ser una estructura semicerrada permite que los niños ingresen al juego. Por otra parte, la relación usuario-objeto se da mediante la fuerza inicial que aplica el niño para que el juego empiece a moverse, sin embargo, el juego tiene un sistema de frenado que evita que el juego gire demasiado rápido y como consecuencia existan lesiones; a medida que la velocidad del juego aumenta, el frenado se incrementa. Por su parte, el equilibrio se da cuando la estructura se acopla al área donde se instala para ser inamovible, también, hay aspectos que se han mencionado, como un asiento, elementos de agarre y un piso que están dentro de la estructura y con los que se interactúa. Por su parte, la funcionalidad en relación con el usuario está dada por los asientos y el piso, así como el sistema de frenado como parámetro de seguridad; la estructura contiene uno o dos asientos.

#### Interpretación

Para poder adecuar la información dentro del proyecto, se tratarán los aspectos en orden de importancia, por eso en cuanto a la forma se tiene que es una invención de movimiento circular con una estructura esférica cuya conformación facilita el ingreso de los usuarios a la misma para divertirse, no es una estructura común en un patio de juegos lo que la hace atractiva para desarrollar como una guía en la propuesta de diseño en la presente investigación; también, se considerarán los elementos con los que el niño interactúa y hacen que la experiencia en el juego sea agradable, esto es la relación usuario-objeto, porque es importante incluir elementos de agarre, asientos, apoyapiés, que facilitan la fuerza inicial necesaria que tiene el juego por parte del niño para girar. Ahora, el equilibrio es indispensable porque va de la mano con parámetros de seguridad que se siguen en el juego,

como el sistema de frenado, el cual, a medida que la velocidad del juego aumenta, la fuerza del freno se incrementa, esto evitaría varios accidentes en torno a la experiencia del juego. Evidentemente, la funcionalidad en relación con el usuario se trata en esta invención por estructuras de asiento, piso, elementos de agarre y el mismo sistema de frenado, que tienen como propósito evitar accidentes para dar paso a una experiencia dentro del juego de movimiento circular.

Tabla 3.4: Seated self-propelled merry-go-round / Tiovivo autopropulsado para sentarse

<b>Nombre de la patente:</b> Seated self-propelled Merry-go-round			
<b>Fecha de publicación y mención de la concesión de la patente:</b> 05.01.2012			
<b>Imagen:</b>			
<b>Breve descripción:</b> La presente invención se trata de un tiiovivo autopropulsado con un set de sillas para los usuarios; cada silla está compuesta por un asiento y un espaldar, de manera que los usuarios se sientan cómodos y seguros mientras están en el juego, las sillas, también, incluyen cinturones de seguridad. Otro rasgo de seguridad en el juego es una barra de esponja que rodea cierta área del cuerpo y la barra superior para cubrir la estructura metálica frente a los usuarios. Para cumplir aspectos estéticos, la espuma protectora en el juego tendría colores llamativos o patrones impresos sobre ella, asimismo, las sillas son de colores llamativos para los usuarios.			
<b>Materiales empleados</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Estructural</b>	<b>Técnico constructivo</b>
Para la estructura principal del juego y todos sus elementos es pertinente usar metal o plástico duro lo suficientemente fuertes para servir de apoyo y aguantar el peso de una persona sin que se deforma o se curve la estructura. La barra superior y el cuerpo principal del juego estarían cubiertos de esponja.	El juego está compuesto por un set de dos sillas ubicadas a cada lado opuesto del tiiovivo.	El juego está compuesto por un casquillo tubular superior, una viga superior con un set de sillas con tirantes a cada extremo del conjunto; en la base se encuentra un casquillo tubular inferior, varias patas y bases de soporte conectadas debajo de la base principal; una barra rotatoria con una parte superior y otra inferior. El set de sillas, un mecanismo de propulsión, una barra de propulsión sujeta a la barra rotatoria que en su extremo final se conecta a los puntos inferiores del extremo opuesto, es lo que permite al juego girar cuando el usuario aplica fuerza y jala los elementos de agarre y empuje que se relajan hacia el reposapiés.	El tiiovivo tiene la característica de desarmable y se almacena cuando no está en uso o si las condiciones climáticas son fuertes. En el juego, los niños realizan ejercicio porque se necesita empujar y jalar unas manivelas para encender el tiiovivo y empiece a girar. La base del juego posee varias patas para soportar el peso de la estructura; el mango tubular superior se inserta en la barra rotatoria; la barra estática en su parte inferior se inserta en el mango tubular inferior. Las barras propulsoras se adjuntan a la barra estática en un extremo y su movimiento le permiten a la barra superior girar el eje estacionario. Los medios propulsores permiten que el juego rote, esto es a través de barras de agarre en un extremo y otra a la altura del pie en el extremo opuesto. La barra ubicada a la altura del pie posee pedales para que los pies del usuario se queden en un solo lugar.

Fuente: Elaboración propia con base en RENTZ y Rentz (2012)

### Observación e interpretación de la información obtenida en la Tabla 3.4

Los datos que se manifiestan en la gráfica de exposición de la Tabla 3.4 se relacionan con el presente trabajo de investigación a través de los indicadores que, a continuación, se mencionan, cabe recalcar que se encuentran escritos mediante un orden de importancia; estos son: la forma, relación usuario-objeto, equilibrio y funcionalidad en relación con el usuario.

#### Observación

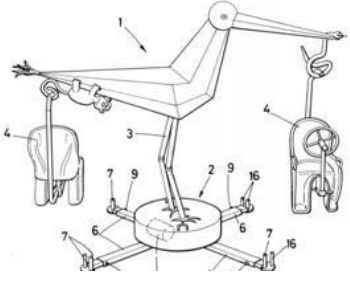
Al interpretar las imágenes e información de la Tabla 3.4 y en cuanto a la forma se considera que se trata de una propuesta actual que tiene su base en juegos de movimiento circular, pero su composición se ha simplificado en un eje y asientos, el cual, poseen una barra para propulsar el juego sin que los usuarios estén fuera de él para que empiece a girar. Si se toma en cuenta la relación usuario-objeto, el juego posee asientos para que los niños ingresen en él, y su fuerza sea el inicio del movimiento de rotación; además, los asientos poseen cinturones de seguridad para evitar accidentes durante el uso del juego. Se observa que el equilibrio en el juego está dado por las barras de soporte, el eje rotatorio y los elementos de agarre y empuje para el funcionamiento del juego, también, se cuenta con un apoyapié para que el cuerpo del usuario permanezca en un solo lugar. Por otra parte, la funcionalidad en relación con el usuario está dada por la barra de agarre y empuje que le permiten al niño propulsar el juego y que este empiece a girar.

#### Interpretación

Para poder adecuar la información dentro del proyecto, se tratarán los aspectos en orden de importancia, por eso en cuanto a la forma se toma características de simplificación en la estructura del juego, porque el presente trabajo de investigación, también, toma en cuenta aspectos de sostenibilidad, por eso es necesario tomar en cuenta un uso mínimo de partes y elementos en el armazón del juego infantil. Ahora bien, la relación usuario-objeto es un punto importante porque en el caso de la patente analizada el usuario es quien, a través de barras, partes de agarre y un apoyapié son parte del juego de movimiento circular. Por otro lado, el equilibrio, también, se relaciona con los parámetros de seguridad adoptados por esta patente, así, se consideran elementos como un cinturón de seguridad que evite al usuario moverse en cualquier dirección mientras usa el juego de movimiento circular, asimismo, el juego cuenta con varias patas que sirven de soporte a toda la estructura. En cambio, la

funcionalidad en relación con el usuario se establece en el juego que el niño realice ejercicio mientras manipula los elementos de agarre y empuje para propulsar el juego infantil; también es imprescindible reconocer que el producto es desarmable y se almacena cuando no está en uso, esto aporta a las labores de las personas que realicen labores de transporte o mantenimiento del juego.

Tabla 3.5: Carrusel para niños

<b>Nombre de la patente:</b>			
<b>Fecha de publicación y mención de la concesión de la patente:</b> 24.06.2014			
<b>Imagen:</b>			
			
<b>Breve descripción:</b> La presente invención se trata de un carrusel para niños, plegable y desmontable, acción que la realiza una persona fácilmente, además, el juego se transporta de manera económica, y se coloca en espacios que no tengan dimensiones muy grandes.			
<b>Materiales empleados</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Estructural</b>	<b>Técnico constructivo</b>
Para mayor soporte en cuanto a peso en la estructura, se emplean materiales como el metal y el plástico; que son materiales rígidos y aportan mayor rigidez.	El juego está compuesto por dos asientos en extremos opuestos de toda la estructura del objeto lúdico. Sin embargo, el juego se configura entre cuatro, seis, ocho, incluso un número impar de asientos, siempre y cuando su posición sea equidistante para que el soporte giratorio se encuentre equilibrado.	El juego está compuesto por una base en la que se inserta un soporte giratorio compuesto por asientos distribuidos uniformemente. La base, también, está compuesta por ramas radiales telescópicas con el propósito de otorgarle mayor apoyo sobre el piso a toda la estructura. La valla plegable contiene módulos que forman unas puertas para que los niños accedan a los asientos. La distribución de los asientos se elabora de manera que el peso soportado esté en equilibrio. La valla plegable comprende seis módulos fijos y dos módulos practicables colocados de manera opuesta y distribuidos de manera análoga a los asientos, cada módulo es un tubo en forma de U invertida.	La base del carrusel está compuesta por unas ramas radiales telescópicas que le dan apoyo al juego mientras está en funcionamiento, pero para facilitar el transporte del juego, estas se recogen de manera que ocupen menos espacio. El juego, también, posee una valla plegable, la cual, comprende una serie de módulos que permiten un montaje rápido y ocupan menos espacio cuando se transporte el juego. Los asientos poseen un medio de agarre, un volante, los cuales, son abatibles para que el niño entre o salga del juego. Las ramas radiales telescópicas tienen posiciones distintas que definen la extensión o plegado, los medios de bloqueo son pasadores o tornillos de apriete. La valla plegable posee dos tipos de módulos: los módulos fijos son perfiles verticales que se acoplan en los salientes verticales; mientras que los módulos practicables permiten el acceso de los niños a los asientos, el número de estos módulos coinciden con el número de asientos y se distribuirán de manera análoga, por eso cada asiento coincide con uno de los módulos practicables, estos se abren hacia afuera. El soporte giratorio se acciona de manera manual o motorizado; para el primer caso existe una palanca de accionamiento manual; en el segundo caso el carrusel posee un motor con un reductor.

Fuente: Elaboración propia con base en Cortazar (2014)

### Observación e interpretación de la información obtenida en la Tabla 3.5

Los datos que se manifiestan en la gráfica de exposición de la Tabla 3.5 se relacionan con el presente trabajo de investigación a través de los indicadores que, a continuación, se mencionan, cabe recalcar que se encuentran escritos mediante un orden de importancia; estos son: la forma, relación usuario-objeto, equilibrio y funcionalidad en relación con el usuario.

#### Observación

Al interpretar las imágenes e información de la Tabla 3.5 y en cuanto a la forma se establece una propuesta única de juego de movimiento circular, en su estructura tiene la representación de animales, como una cigüeña, la cual, sostiene las dos sillas en extremos opuestos donde los niños se suben y el juego empieza a girar; también, se mencionarán las estructuras que le otorgan estabilidad a la base del juego. A continuación, se establece la relación usuario-objeto, la cual, se reconoce mediante la distribución de los asientos y los módulos que funcionan como vallas en toda la estructura, es así, como los asientos estarán colocados de manera análoga para que el peso se encuentre uniformemente distribuido sin comprometer a todo el juego, además, los asientos poseen un medio de agarre, el cual, se inclina para permitir la entrada y salida del niño. Ahora bien, en cuanto al equilibrio en esta propuesta se tiene ramas radiales telescópicas que sirven de apoyo mientras el juego está en funcionamiento, así como medios de bloqueo para la base del juego. Por otro lado, se considera que la funcionalidad en relación con el usuario se da mediante el soporte giratorio que se acciona de manera manual por una palanca de accionamiento o mediante un motor con un reductor.

#### Interpretación

Para poder adecuar la información dentro del proyecto, se tratarán los aspectos en orden de importancia, por eso en cuanto a la forma se reconoce que el juego de movimiento circular desarrolla su propuesta bajo un concepto, el cual, está descrito en la información de la patente y como se observa en el gráfico de presentación, se trata de una cigüeña, la cual, sostiene a los niños, mediante los asientos que el juego posee. A continuación, se discute sobre la relación objeto-usuario, un punto importante para el desarrollo de la propuesta porque se tratan ámbito de ingeniería que le otorgan características de estabilidad a través de la distribución de los asientos sin comprometer la rigidez de toda la estructura. Así, también, está en estrecha relación el equilibrio dentro de los parámetros importantes del juego porque

elementos como ramas radiales telescópicas, que se observan en el gráfico, sirven de apoyo para cuando el juego esté en funcionamiento y como medio de bloqueo en la base del juego. En último término, se tiene que la funcionalidad en relación con el usuario sucede si se colocan elementos como un soporte giratorio y se establece un sistema de accionamiento del juego, el cual, se cuestiona entre ser un sistema de accionamiento manual, es decir, es el niño quien propulsa el juego o una persona externa que conoce sobre el funcionamiento para hacerlo mediante una palanca, también, se realiza mediante un motor y colocar un reductor para la transmisión adecuada de energía.

### 3.1 Definición del producto

El análisis de las fichas de observación permite la estructurar los requerimientos del producto, los cuales, se encuentran divididos entre formales, funcionales, tecnológicos y ecológicos. Esta información está descrita, a continuación, en fichas de requerimientos.

Tabla 3.6: Ficha de requerimientos formales

<b>Requerimientos formales</b>
Los elementos del juego permitirán el movimiento circular. Generar armonía entre las partes que componen el juego infantil. Crear texturas agradables al tacto y a la vista. Fácil acceso al juego. Acceso sencillo para adultos porque son quienes ayudan a los niños. Tener una base que soporte la estructura y el movimiento del juego. No se colocan barras horizontales entre aberturas. La dimensión para elementos de empuñamiento es entre 16 mm y 45 mm. Evitar partes sobresalientes y componentes puntiagudos o afilados. Evitar aberturas en forma de V o parcialmente cerradas porque ocasiona atrapamientos. El juego es para niños de 7 a 10 años. Juego atemporal. El juego está planificado para 1 usuario.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.7: Ficha de requerimientos funcionales

<b>Requerimientos funcionales</b>
Los medios de bloqueo se aseguran para prevenir su desprendimiento. Se cuida la velocidad de giro para el juego. Fácil acceso al juego.
<b>Función principal</b> El juego se mueve de manera circular. El juego transforma la energía mecánica del movimiento circular en energía eléctrica. Invitar a una interacción inmediata. Para entretenimiento y actividad lúdica. El juego se mueve en dos direcciones.
<b>Función secundaria</b> El juego es accionado por el usuario después de subirse y se detiene para bajar. Es opcional que el niño esté acompañado mientras opera el juego.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.8: Ficha de requerimientos tecnológicos

<b>Requerimientos tecnológicos</b>
<p><b>Principales</b>            Los materiales facilitan el movimiento circular del juego.            Altas propiedades mecánicas de los materiales.            Resistencia a amplias condiciones climáticas.</p>
<p><b>Función secundaria</b>            Fijación compacta.            Evitar riesgos de toxicidad.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.9: Ficha de requerimientos ecológicos

<b>Requerimientos ecológicos</b>
<p>Utilización de materiales sostenibles.            Los materiales sostenibles soportan los requerimientos formales y funcionales del juego.            Es un prototipo para generación de energía eléctrica.            Utilización de polímeros biodegradables y el culmo del bambú.            Optar por el diseño de elementos modulares y partes que no desperdicien material.</p>

Fuente: Elaboración propia

La ficha de requerimientos antropométricos (Tabla 3.10) se elabora a partir de los datos presentados en el Anexo 3 para niños entre 7 a 10 años, y se justifica con la selección del percentil y medida para la propuesta de juego infantil en el trabajo de investigación.

Tabla 3.10: Ficha de requerimientos antropométricos

Requerimientos antropométricos				
	Dimensión antropométrica	Percentil	Medida (en mm)	
	1	Altura codo sentado	95	232
	2	Longitud nalga – poplíteo	95	446
	3	Anchura cadera sentado	95	344
	4	Altura poplíteo	95	401
	5	Diámetro de empuñadura	95	37

Fuente: Elaboración propia con base en Ávila et al. (2007)

### **3.2 Diseño conceptual**

Motivo gestor: Rosetón de catedrales con estilo gótico alrededor del mundo.

Es claro que las estructuras góticas se destacan por su imponente grandeza, por supuesto, cada elemento observable en la construcción es parte importante del estilo, también, puertas y ventanas altas son piezas únicas que marcan rasgos contrastantes con otras corrientes en la historia del arte y arquitectura.

Por lo tanto, los trazados en los vitrales que dan forma a los rosetones muestran configuraciones geométricas complejas, aunque cierta dificultad se ha alcanzado al combinar figuras geométricas básicas. Aquí el propósito es obtener formas que después sirven para concebir módulos como patrones básicos para la composición total del prototipo.

La Ilustración 3.1 presenta el moodboard con imágenes de los rosetones de catedrales con estilo gótico alrededor del mundo, cabe destacar que se incluyen dos edificaciones importantes en el Ecuador que se encuentran ubicadas en la ciudad de Quito y en la ciudad de Cuenca.



*Ilustración 3.1: Moodboard*

Fuente: Elaboración propia

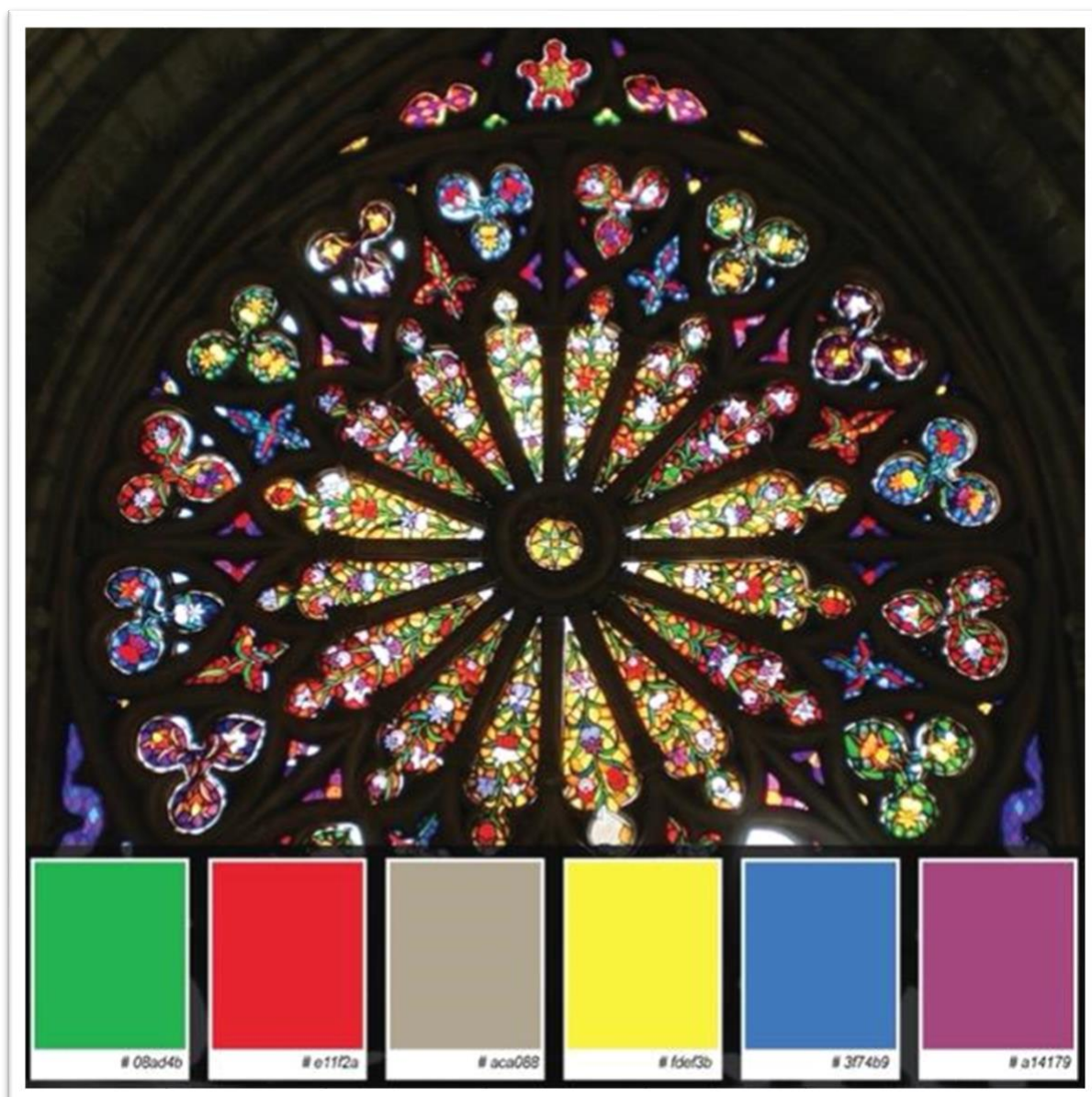
En la Ilustración 3.2 se presenta un segundo *moodboard* que sirve para extraer formas sugestivas que funcionan con el propósito de la investigación. Este proceso permite iniciar con la interrelación de formas que posteriormente junto a los requerimientos del producto, se conformará una idea capaz de responder a las características en el diseño de un juego infantil.



Ilustración 3.2: Extracción de formas

Fuente: Elaboración propia

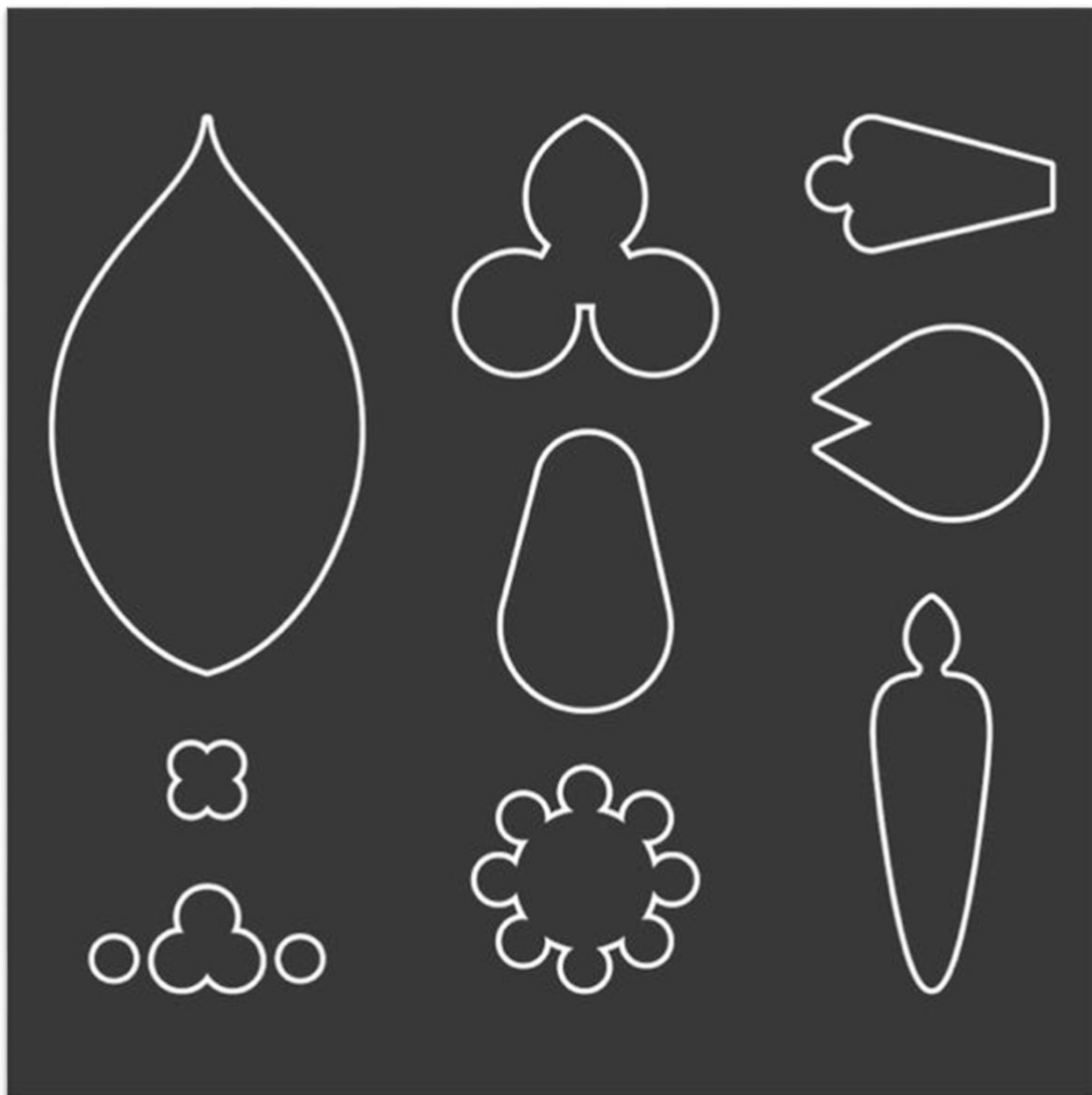
También, a partir del *moodboard* se obtiene la cromática que se aplicaría en el diseño del producto, se requiere que los colores sean vistosos para el usuario, por eso se selecciona el rosetón de la Basílica del Voto Nacional en Quito, como se visualiza en la Ilustración 3.3.



*Ilustración 3.3: Cromática*

Fuente: Elaboración propia

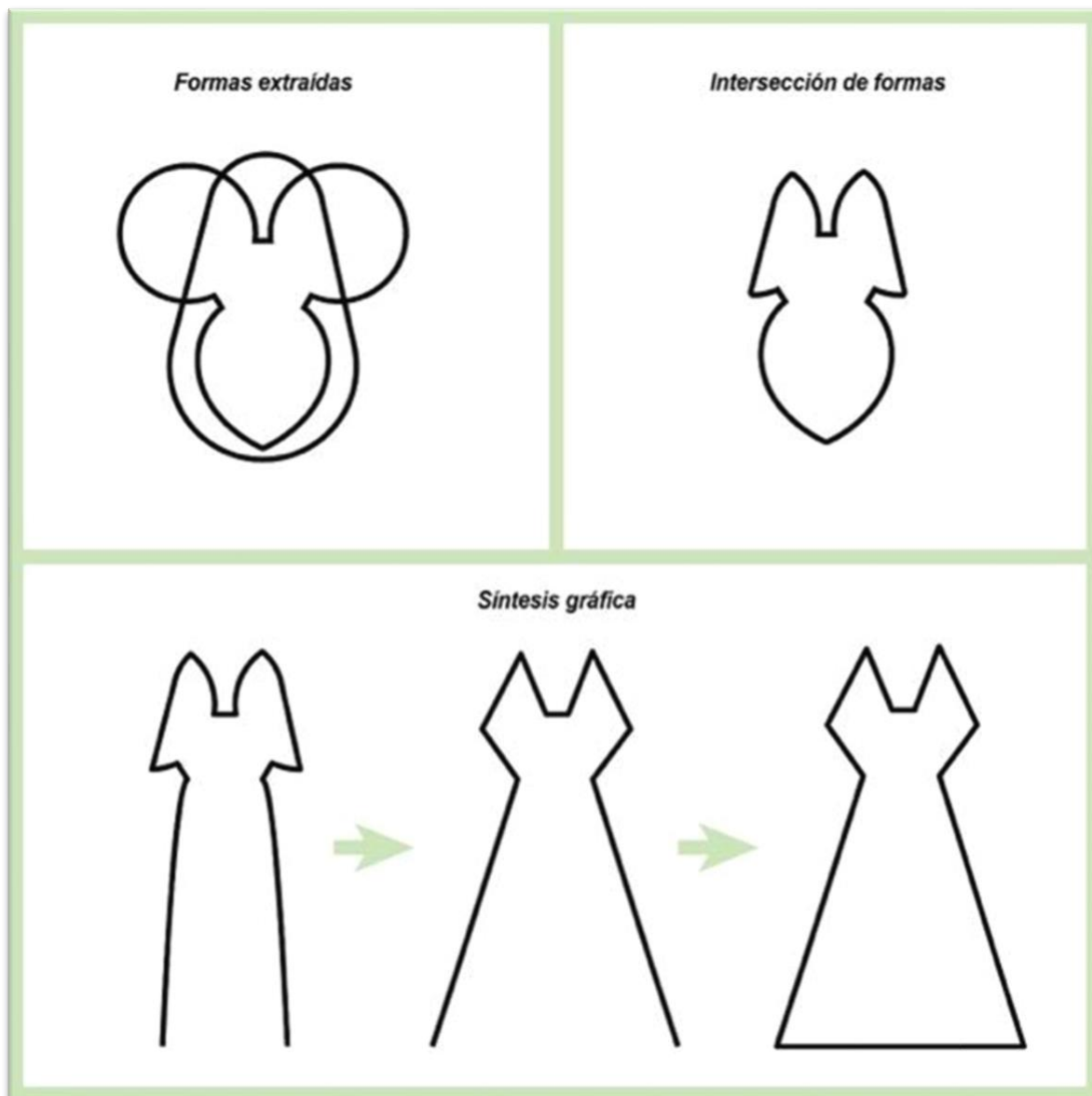
Para iniciar con el proceso de bocetaje de la propuesta, a continuación, se muestran las formas extraídas a partir del *moodboard* y las que pasarán por un proceso de interrelación y síntesis gráfica hasta la obtención de una propuesta que contenga los requerimientos inicialmente planteados para el juego infantil.



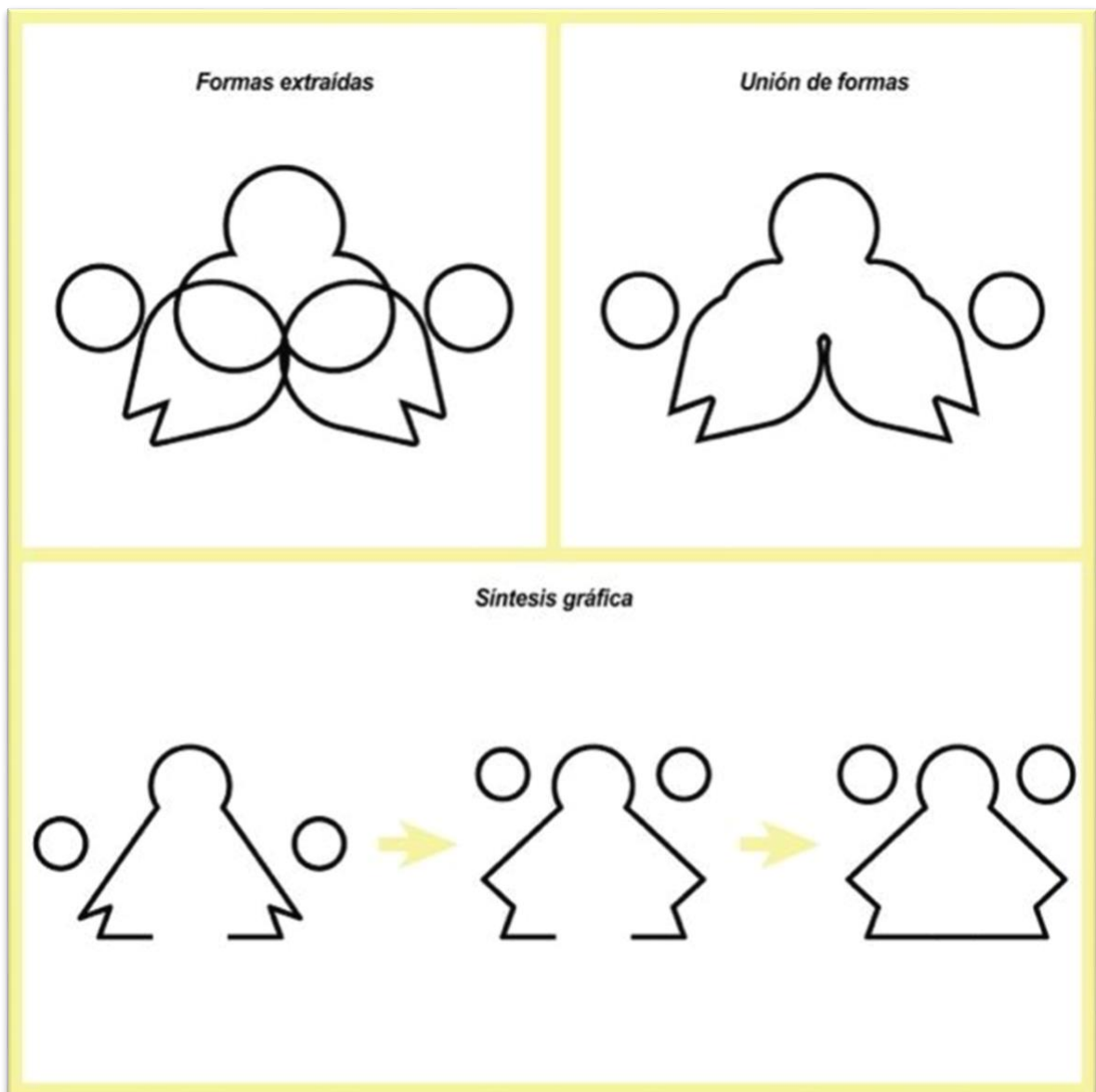
*Ilustración 3.4: Extracción de formas*

Fuente: Elaboración propia

La extracción de formas le otorga al investigador la oportunidad de interrelacionarlas cuyo propósito es proponer un nuevo módulo que pasará por un proceso hasta conseguir una idea clara en los bocetos.

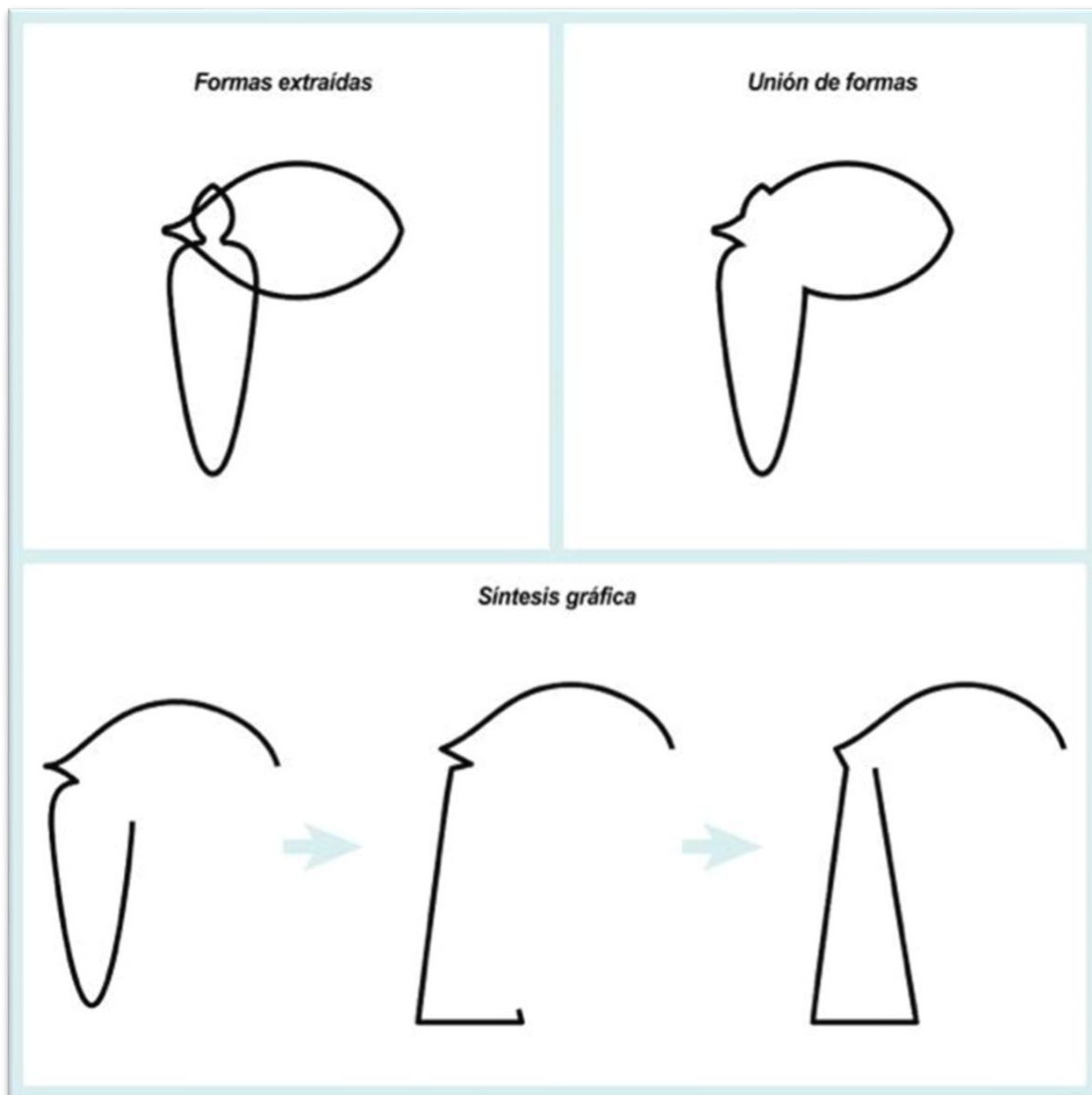


*Ilustración 3.5: Proceso 1*  
Fuente: Elaboración propia

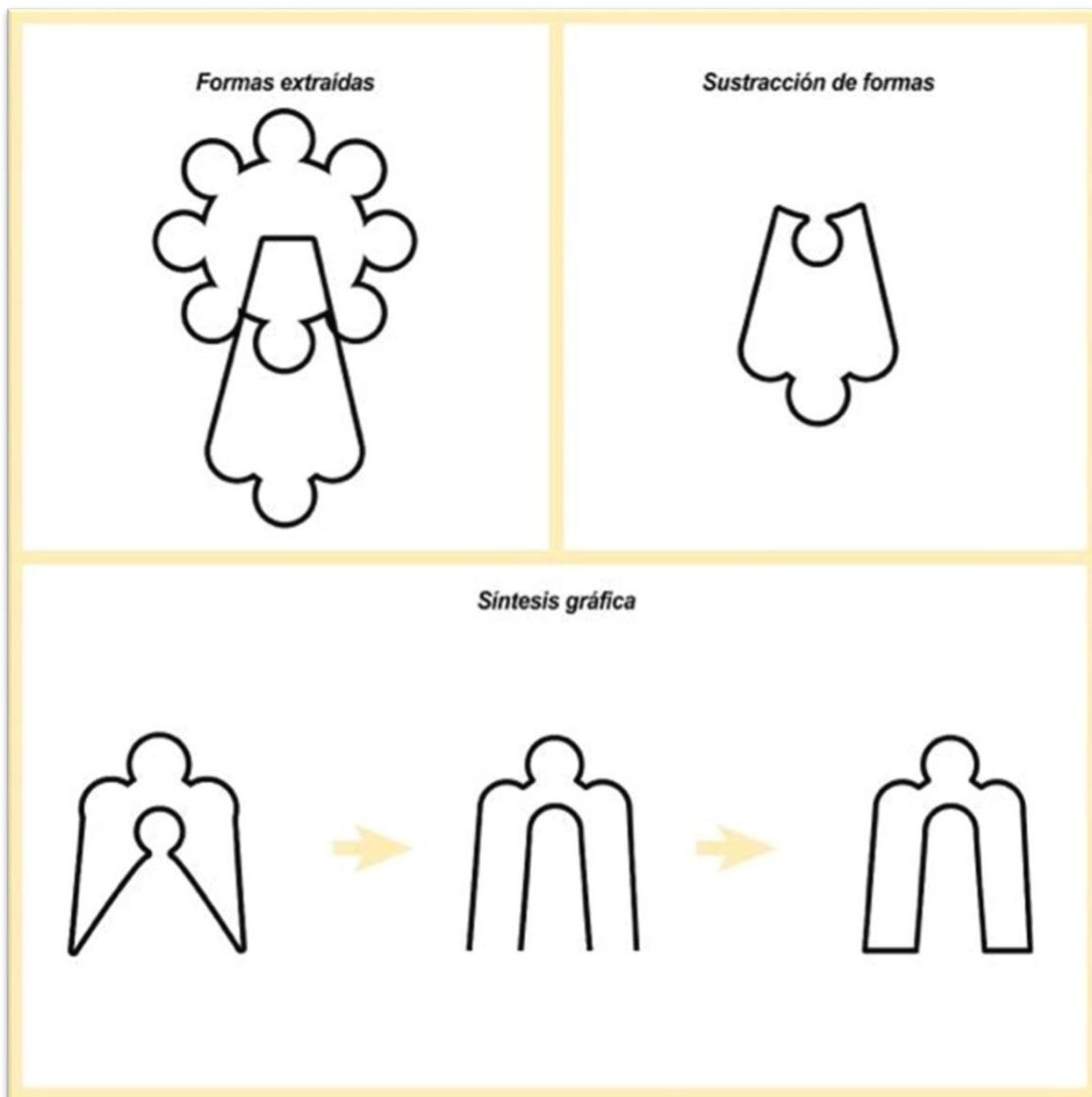


*Ilustración 3.6: Proceso 2*

Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 3.7: Proceso 3*  
Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 3.8: Proceso 4*

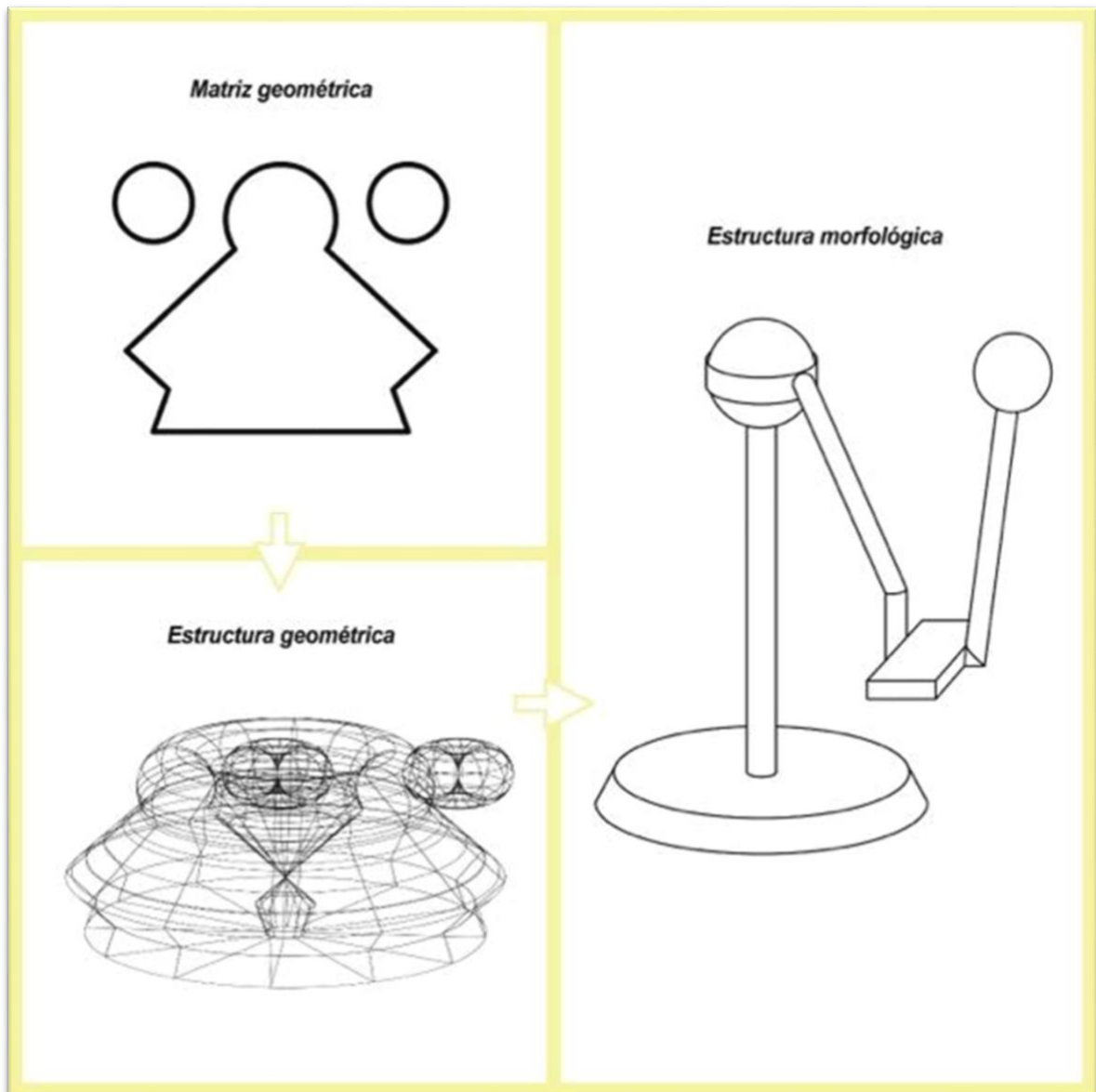
Fuente: Elaboración propia

Después de realizar el proceso de interrelación de formas y síntesis gráfica es momento de explorar posibilidades a través de bocetos elaborados mediante una matriz gráfica que lleva a una estructura geométrica y posteriormente a una estructura morfológica. Esto permitirá seleccionar la propuesta que más se ajuste a los requerimientos del producto.



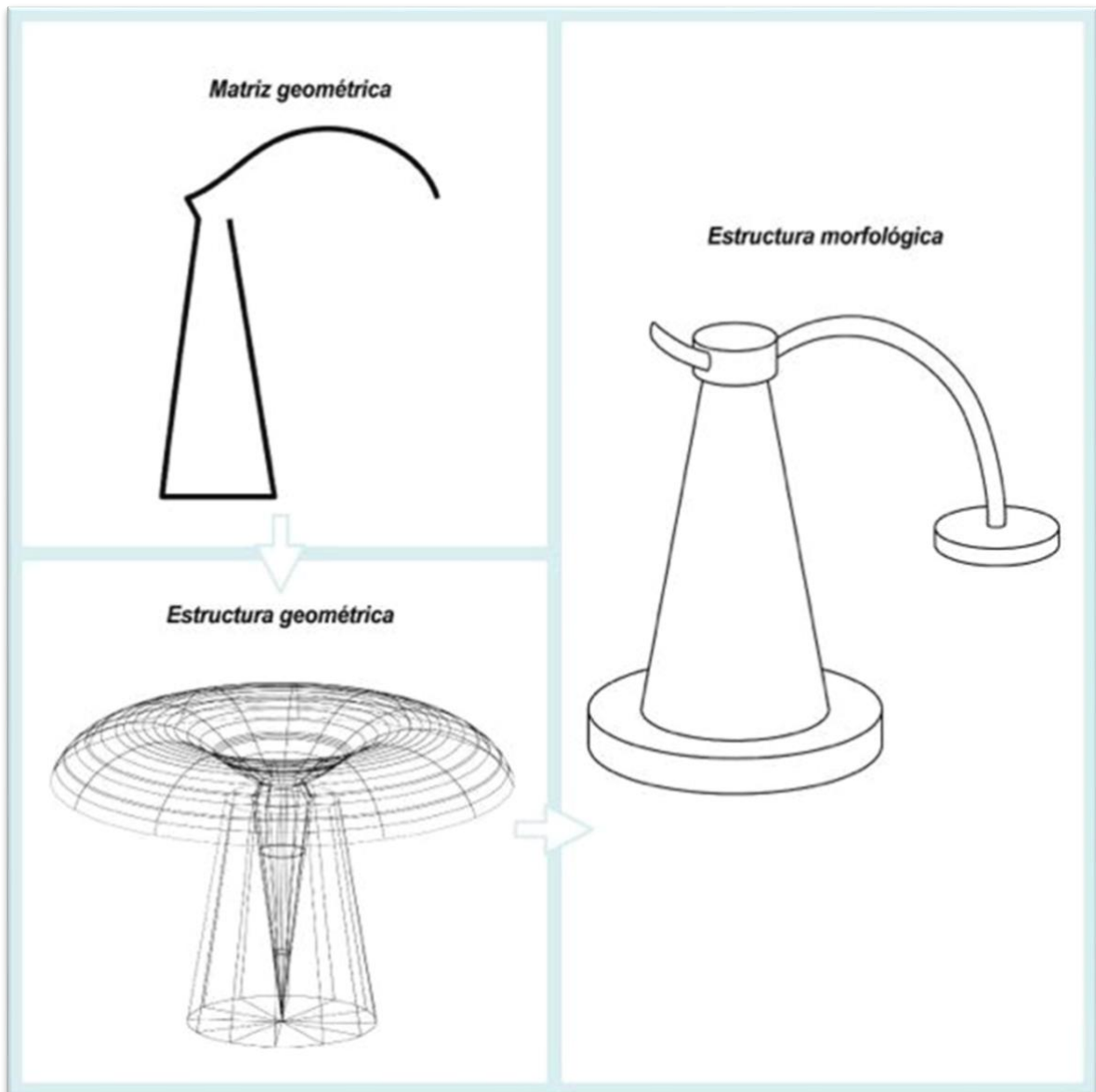
*Ilustración 3.9: Boceto 1*

Fuente: Elaboración propia



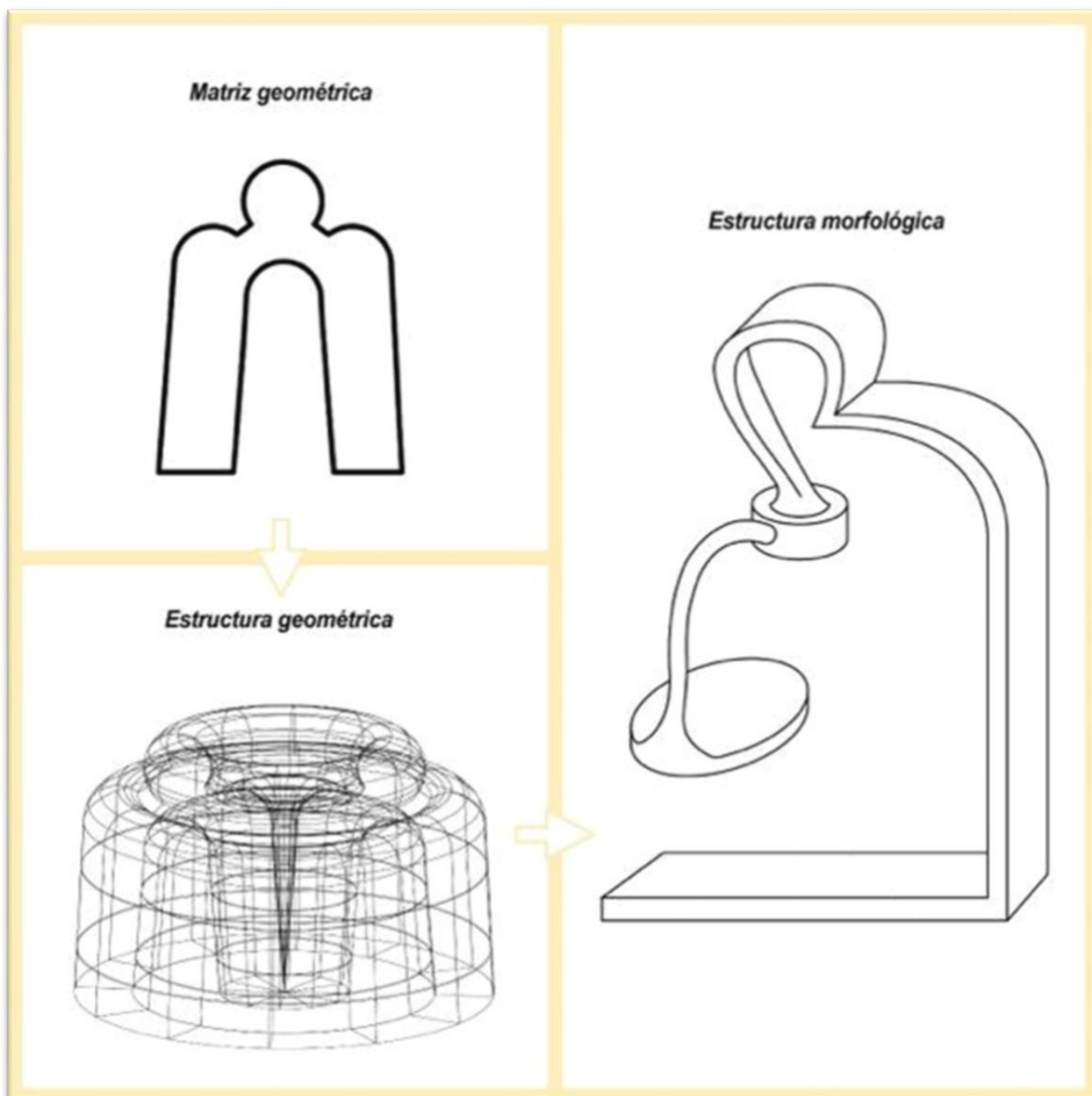
*Ilustración 3.10: Boceto 2*

Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 3.11: Boceto 3*

Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 3.12: Boceto 4*

Fuente: Elaboración propia

Entre los bocetos que se ha realizado, se observa que el Boceto 3 en la Ilustración 3.11 responde de manera estética y funcional a la lista de requerimientos planteados, además, que en esta propuesta se observa simpleza, pero el investigador tiene oportunidad de realizar cambios en su configuración a fin de que se cumplan todos los requisitos formales, funcionales, tecnológicos y ecológicos. Así, en la Ilustración 3.12 se muestra la concreción morfológica del boceto 3.





*Ilustración 3.13: Concreción morfológica*

Fuente: Elaboración propia

### **3.3 Diseño de materialización**

Los materiales que se seleccionan para el prototipo final responden a criterios de sostenibilidad, así, a partir de la investigación que se ha realizado en el estado del arte, se seleccionan dos materiales y sus características se describen junto a la pieza en la que se planea aplicar.

Tabla 3.11: Materialización y características

Piezas	Material	Características
	Bambú	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Guadua angustifolia Kunth</i></li> <li>- Se utiliza tanto como paneles o en su estado natural.</li> <li>- Tiene capacidad de retener carbono en su aplicación en la construcción.</li> <li>- Está repartido por todo el mundo y su crecimiento es rápido.</li> <li>- Evita +180Ton de CO<sub>2</sub> al ambiente.</li> <li>- Forma un refuerzo semejante al de barras de concreto debido a su distribución de fibras interna a externa.</li> <li>- Tiene buena capacidad de absorción de energía.</li> <li>- Es recomendable tratar el bambú sin comprometer sus cualidades.</li> <li>- Es capaz de absorber una gran cantidad de CO<sub>2</sub> del ambiente.</li> </ul>
	PLA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ácido Poliláctico</li> <li>- Tiene alta resistencia a la tensión.</li> <li>- Capacidad de elongación baja.</li> <li>- Es apropiado cuando se necesita soportar una carga.</li> <li>- Tiene propiedades mecánicas similares al PET y PS.</li> <li>- Presenta buenas propiedades frente a la torsión.</li> <li>- Es termosoldable a temperatura menor que las poliolefinas.</li> <li>- Buenas propiedades de biodegradabilidad.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

### Parametrización

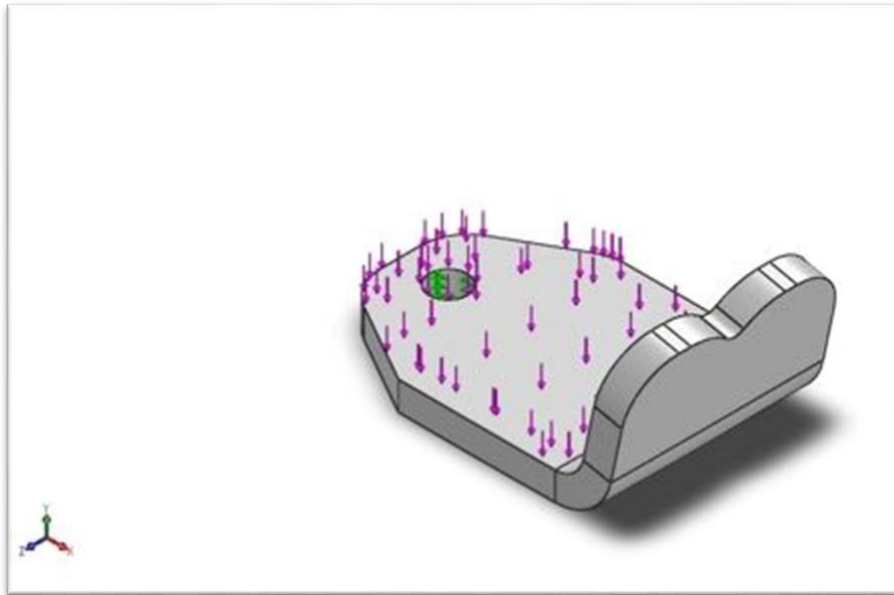
Los programas de simulación CAD facilitan el proceso de análisis de cargas que se aplican sobre el juego infantil. En la lista de requerimientos el juego está planeado para un usuario entre 7 a 10 años, en tal sentido, se selecciona el percentil 95 de la tabla de pesos de niños (Anexo 2) y se infiere que el peso a aplicarse sobre el asiento en el juego infantil es 50 kg. En las tablas siguientes se demuestra la aplicación de este valor sobre el asiento con el material seleccionado en la Tabla 3.11.

Tabla 3.12: Características de los materiales

Características de los materiales		
	Ácido Poliláctico (PLA)	Bambú
<b>Límite elástico</b>	72 MPa	138.559 GPa
<b>Límite de tracción</b>	54 MPa	30 MPa
<b>Límite de compresión</b>	86 MPa	34.35 MPa
<b>Módulo elástico</b>	1.433 GPa	19.9075 GPa
<b>Coefficiente de Poisson</b>	0.394	0.36
<b>Densidad</b>	1020 kg/m <sup>3</sup>	370 kg/m <sup>3</sup>
<b>Módulo cortante</b>	318.9 MPa	318.9 MPa

Fuente: Elaboración propia

### Información de modelo



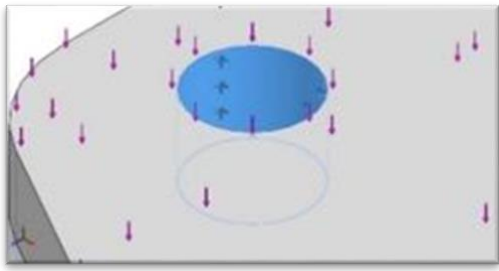
Nombre del modelo: **Asiento**

Tabla 3.13: Propiedades de material: *Ácido Poliláctico*

Referencia de modelo	Propiedades
	<b>Límite elástico:</b> 72 MPa
	<b>Límite de tracción:</b> 54 MPa
	<b>Límite de compresión:</b> 86 MPa
	<b>Módulo elástico:</b> 1.433 GPa
	<b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.394
	<b>Densidad:</b> 1020 kg/m <sup>3</sup>
	<b>Módulo cortante:</b> 318.9 MPa

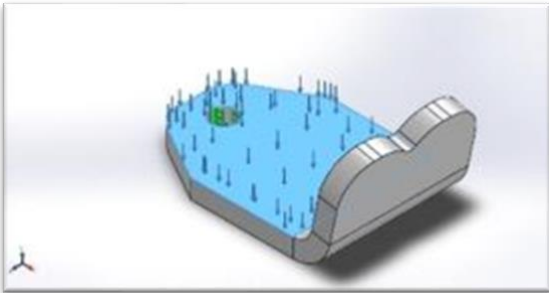
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.14: Cargas y sujeciones del modelo asiento

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Tipo:</b> Geometría fija		
<b>Fuerzas resultantes</b>				
<b>Componentes</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Resultante</b>
<b>Fuerza de reacción(N)</b>	-9.00391e-005	490.332	-1.5907e-005	490.332
<b>Momento de reacción (N.m)</b>	-0.60642	4.37321e-006	51.5582	51.5618

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.15: Cargas y sujeciones del modelo asiento

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga	
Fuerza-1		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal <b>Valor:</b> 490.5 N	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.16: Fuerzas resultantes – Fuerzas de reacción del modelo asiento

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-9.00391e-005	490.332	-1.5907e-005	490.332

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.17: Fuerzas resultantes – Momentos de reacción del modelo asiento

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	-0.60642	4.37321e-006	51.5582	51.5618

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.18: Resultados del estudio del modelo asiento

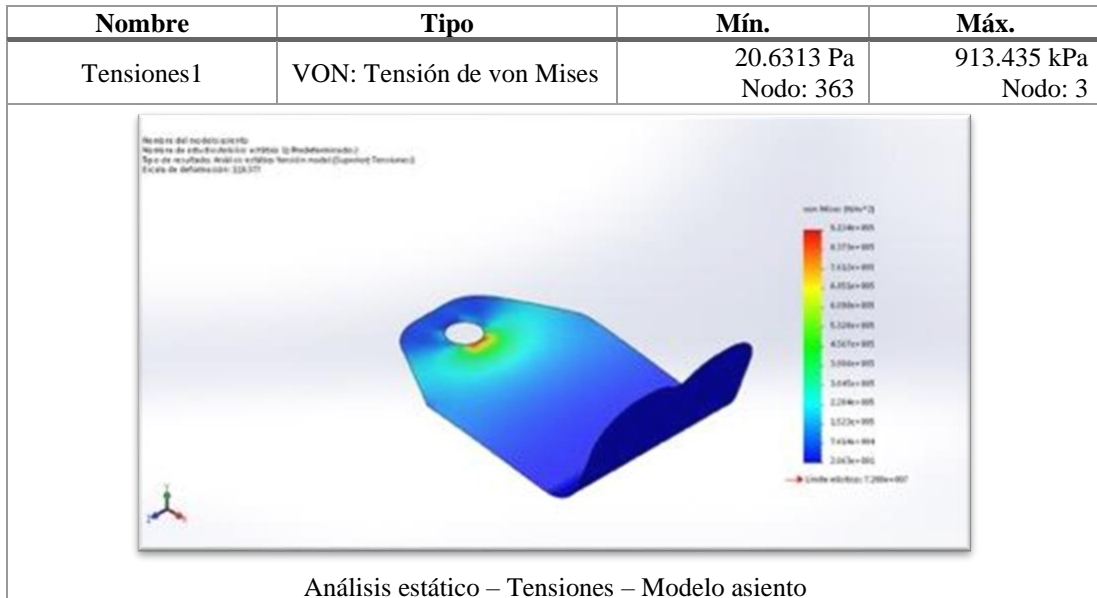


Tabla 3.19: Resultados del estudio del modelo asiento

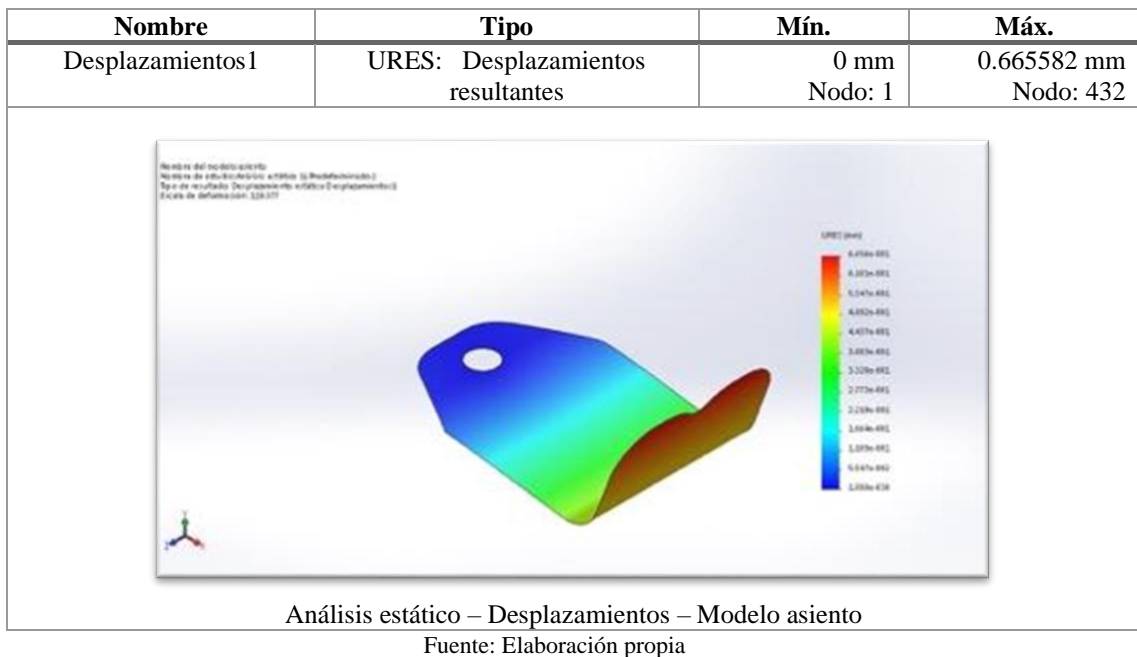
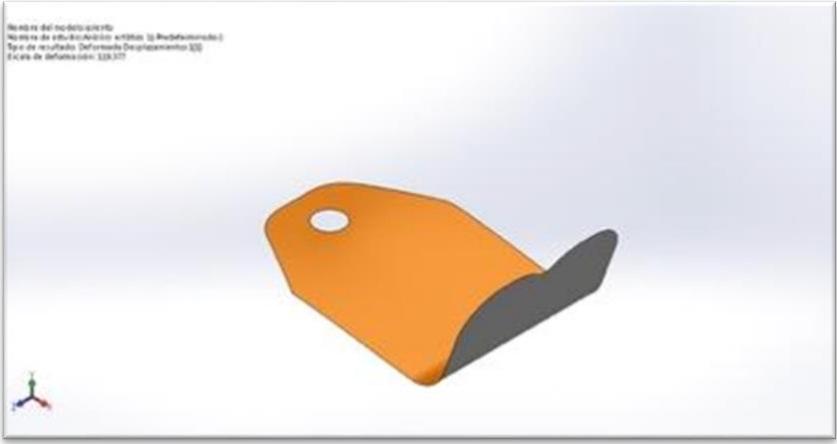




Tabla 3.20: Resultados del estudio del modelo asiento

Nombre	Tipo
Desplazamientos1 {1}	Deformada
	
<p>Análisis estático – Desplazamientos – Modelo asiento</p> <p>Fuente: Elaboración propia</p>	

Conclusión: El esfuerzo de Von Mises 913,435 kPa no supera el límite elástico 72 MPa, razón por, la cual, se justifica que el asiento soporta el peso total de 50 kg (490.5 N).


A continuación, se presenta la simulación del soporte giratorio que cuenta con la aplicación del material PLA para verificar su funcionamiento adecuado en el prototipo.

Tabla 3.21: Información de modelo soporte giratorio

		
Nombre del modelo: Soporte giratorio		
<b>Sólidos</b>		
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas
	Sólido	Masa: 20.8623 kg Volumen: 0.0204532 m <sup>3</sup> Densidad: 1020 kg/m <sup>3</sup> Peso: 204.451 N

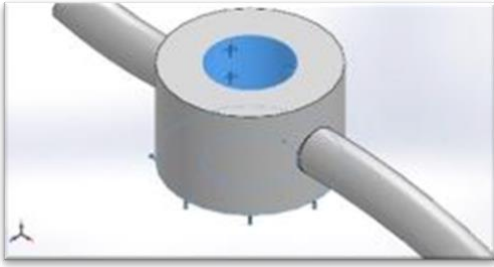
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.22: Propiedades de material: PLA

Referencia de modelo	Propiedades del material: PLA
	<b>Límite elástico:</b> 72 MPa <b>Límite de tracción:</b> 54 MPa <b>Límite de compresión:</b> 86 MPa <b>Módulo elástico:</b> 1.433 GPa <b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.394 <b>Densidad:</b> 1020 kg/m <sup>3</sup> <b>Módulo cortante:</b> 318.9 MPa

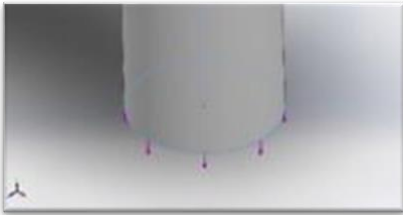

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.23: Cargas y sujeciones del modelo soporte giratorio

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<b>Entidades:</b> 2 cara(s) <b>Tipo:</b> Geometría fija		
<b>Fuerzas resultantes</b>				
<b>Componentes</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Resultante</b>
<b>Fuerza de reacción(N)</b>	3.10112	702.403	-0.017928	702.409
<b>Momento de reacción (N.m)</b>	0	0	0	0


Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.24: Cargas y sujeciones del modelo soporte giratorio

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal <b>Valor:</b> -1 N
Fuerza-2		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal <b>Valor:</b> -705.45 N

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.25: Información de contacto del modelo soporte giratorio

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		<b>Tipo:</b> Unión rígida <b>Componentes:</b> 1 componente(s) <b>Opciones:</b> Mallado incompatible

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.26: Fuerzas resultantes – Fuerzas de reacción del modelo soporte giratorio

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	3.10112	702.403	-0.017928	702.409

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.27: Fuerzas resultantes – Momentos de reacción del modelo soporte giratorio


Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.28: Resultados del estudio del modelo soporte giratorio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones I	VON: Tensión de von Mises	1.98032 mPa Nodo: 8816	22.647 MPa Nodo: 13942

Nombre del modelo: soporte giratorio  
 Nombre de estudio: Análisis Estático [Predefinido]  
 Tipo de resultado: Análisis Estático (tensión de von Mises)  
 Escala de deformación: 1



Análisis estático – Tensiones – Modelo soporte giratorio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.29: Resultados del estudio

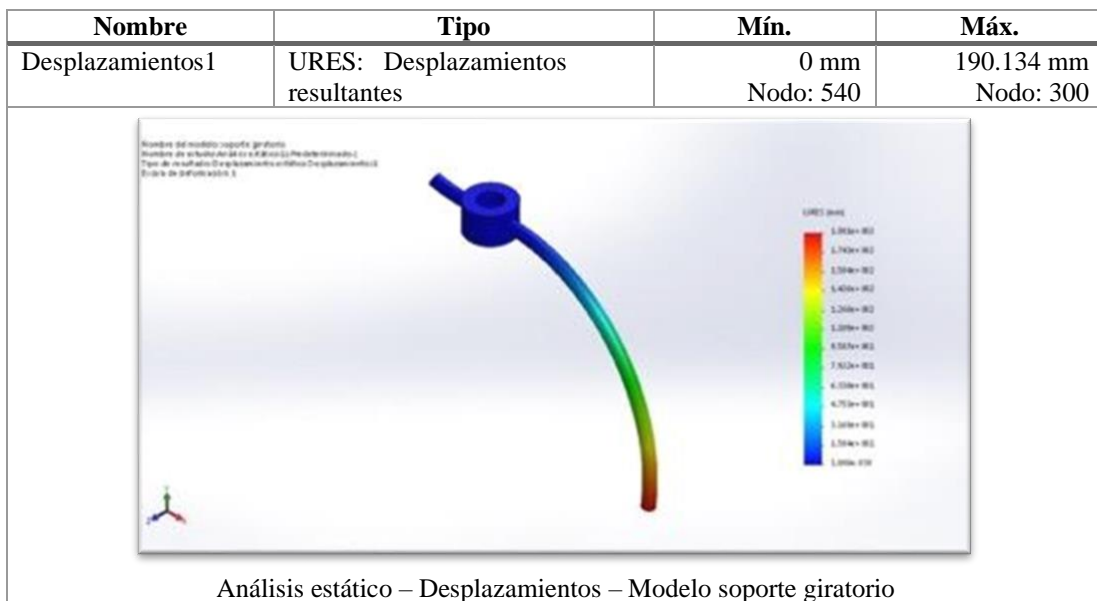


Tabla 3.30: Resultados del estudio – Modelo soporte giratorio

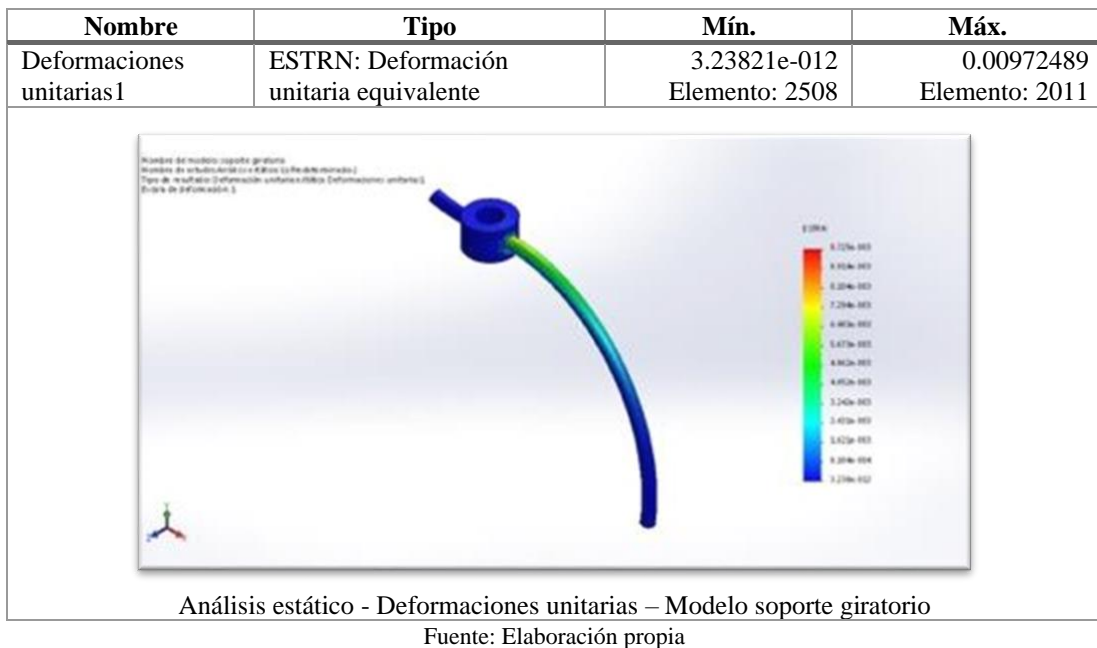
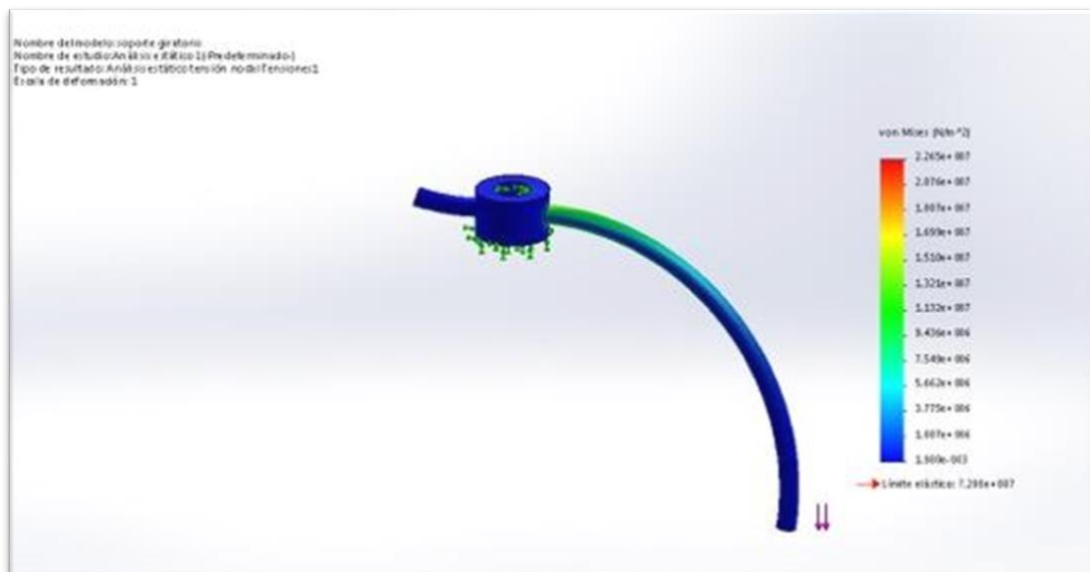


Tabla 3.31: Resultados del estudio



## Conclusión

Para el cálculo de fuerzas, la masa del asiento es 21.91 kg, al valor se suma el peso que soporta el asiento (Ecuación 3.1).

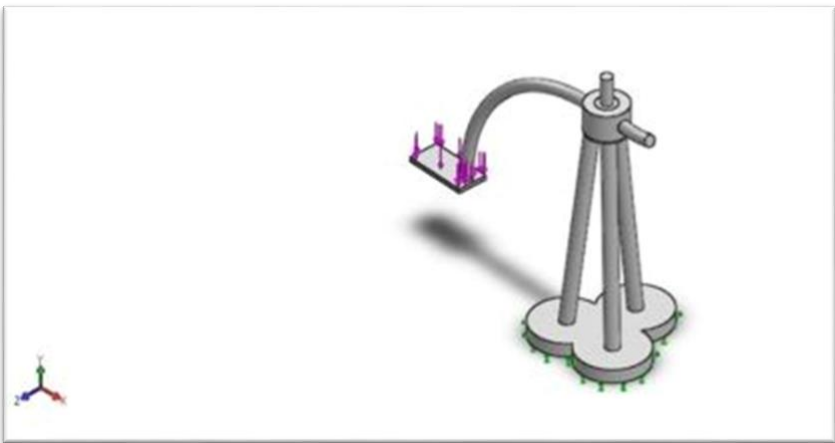

$$21,91 \text{ kg} + 50 \text{ kg} = 71,91 \text{ kg} \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

El resultado obtenido en la Ecuación 3.1 se multiplica por el valor de la gravedad para obtener la fuerza total.

$$71,91 \text{ kg} * 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 705,45 \text{ N} \quad (\text{Ecuación 3.2})$$



Finalmente, se presenta el análisis del ensamble completo para identificar puntos críticos y para determinar si toda la estructura es capaz de soportar las restricciones establecidas.

Tabla 3.32: Información de modelo ensamblaje del juego infantil

Nombre del modelo: <b>Ensamblaje</b>		
<b>Sólidos</b>		
<b>Nombre de documento y referencia</b>	<b>Tratado como</b>	<b>Propiedades volumétricas</b>
	Sólido	Masa:35.0538 kg Volumen:0.09474 m <sup>3</sup> Densidad:370 kg/m <sup>3</sup> Peso:343.527 N
	Sólido	Masa:23.9851 kg Volumen:0.0235148 m <sup>3</sup> Densidad:1020 kg/m <sup>3</sup> Peso:235.054 N

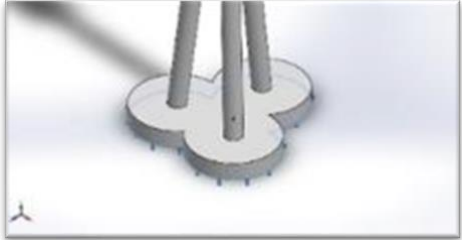
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.33: Propiedades de los materiales: Bambú y Ácido poliláctico

Referencia de modelo	Propiedades del material: Bambú
	<b>Criterio de error predeterminado:</b> Tensión de von Mises máx. <b>Límite elástico:</b> 138.559 GPa <b>Límite de tracción:</b> 30 MPa <b>Módulo elástico:</b> 19.9075 GPa <b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.36 <b>Densidad:</b> 370 kg/m <sup>3</sup> <b>Módulo cortante:</b> 318.9 MPa
	<b>Propiedades del material: PLA</b> <b>Criterio de error predeterminado:</b> Tensión de von Mises máx. <b>Límite elástico:</b> 72 MPa <b>Límite de tracción:</b> 54 MPa <b>Límite de compresión:</b> 86 MPa <b>Módulo elástico:</b> 1.433 GPa <b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.394 <b>Densidad:</b> 1020 kg/m <sup>3</sup> <b>Módulo cortante:</b> 318.9 MPa

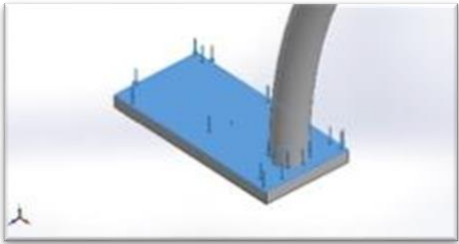
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.34: Cargas y sujeciones del modelo ensamblaje del juego infantil

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Tipo:</b> Geometría fija		
<b>Fuerzas resultantes</b>				
<b>Componentes</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Resultante</b>
<b>Fuerza de reacción (N)</b>	-2.12315	490.218	-0.123859	490.223
<b>Momento de reacción (N.m)</b>	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.35: Cargas y sujeciones del modelo ensamblaje del juego infantil

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal <b>Valor:</b> 490.5 N

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.36: Información de contacto del modelo ensamblaje del juego infantil

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		<b>Tipo:</b> Unión rígida <b>Componentes:</b> 1 componente(s) <b>Opciones:</b> Mallado compatible

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.37: Fuerzas resultantes – Fuerzas de reacción del modelo ensamblaje del juego infantil

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-2.12315	490.218	-0.123859	490.223

Fuente: Elaboración propia

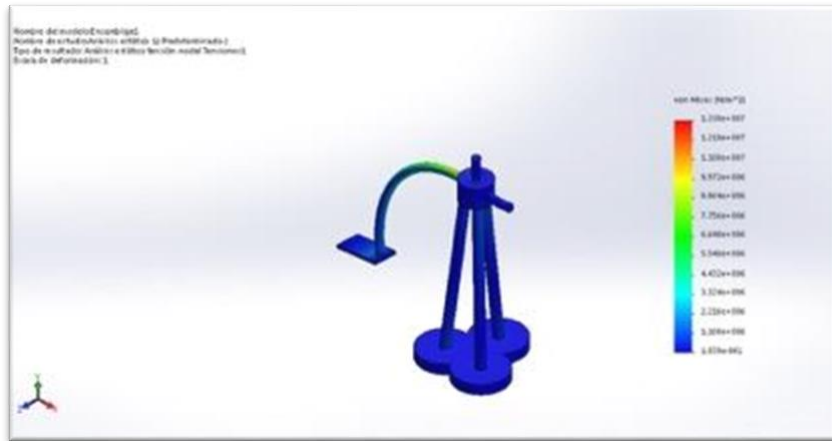
Tabla 3.38: Fuerzas resultantes – Momentos de reacción del modelo ensamblaje del juego infantil

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.39: Resultados del estudio del modelo ensamblaje del juego infantil

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones I	VON: Tensión de von Mises	0.193893 Pa Nodo: 13536	13.2961 MPa Nodo: 13738



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.40: Resultados del estudio del modelo ensamblaje del juego infantil

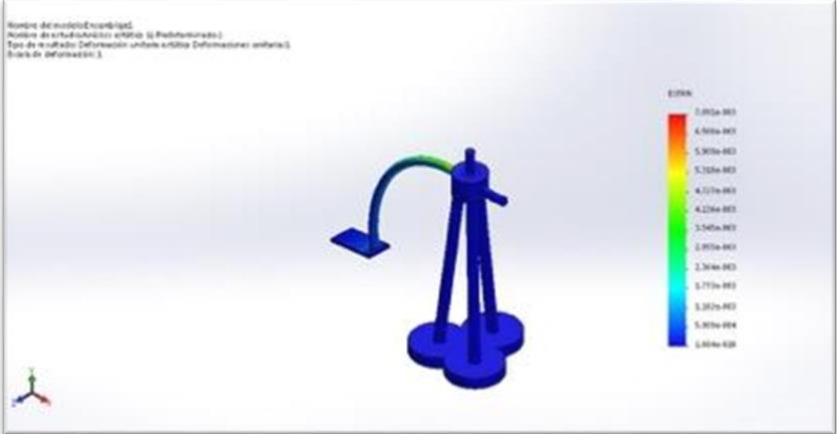
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos I	URES: Desplazamientos resultantes	0 mm Nodo: 619	225.142 mm Nodo: 11449



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.41: Resultados del estudio del modelo ensamblaje del juego infantil

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.08369e-010 Elemento: 7954	0.007091 Elemento: 7905



Fuente: Elaboración propia

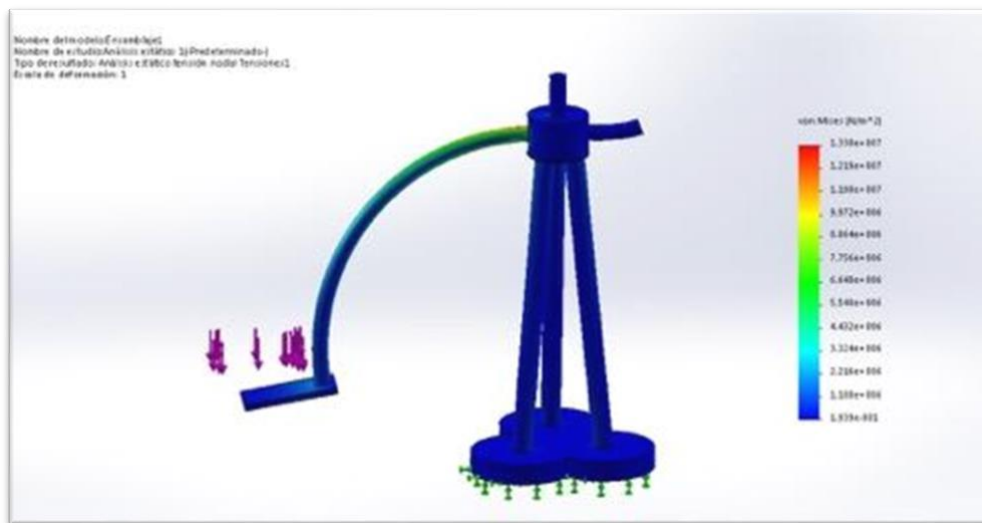


Ilustración 3.15: Resultado del estudio ensamblaje del juego infantil

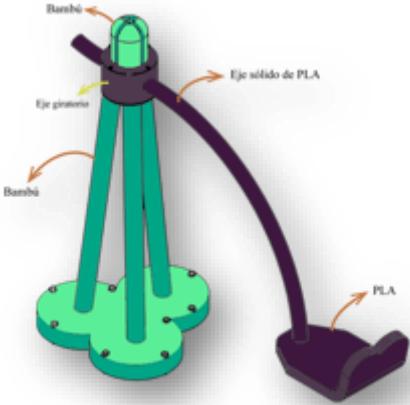
Fuente: Elaboración propia

## Conclusión

El esfuerzo máximo en el ensamblaje es de 13.2961 MPa, y el módulo elástico para el elemento que más sufre deformación fabricado con PLA es de 72 MPa, aunque existe deformación de 225,1 mm el elemento no falla.

### 3.4 Diseño de detalle

Tabla 3.42: Ficha funcional y de materiales

Ficha funcional – materiales	
<p><b>Materiales</b></p>  <p>El diagrama muestra una estructura de bambú verde con un eje giratorio central. Un eje sólido de PLA conecta esta estructura con un asiento de PLA que se curva hacia abajo. Se indican los materiales: Bambú, Eje giratorio, Eje sólido de PLA y PLA.</p>	<p><b>Medidas generales</b></p> <p>Alto: 200 cm  Ancho (estructura principal + eje + asiento): 200 cm  Profundidad de la base: 80 cm</p> <p>El juego infantil de movimiento circular tiene en su estructura <b>un asiento</b> para un usuario de <b>7 a 10 años</b>. El <b>peso</b> por aplicarse es aproximadamente es <b>50 kg</b>.</p> <p>Durante el funcionamiento del juego con ayuda del usuario, <b>el eje transfiere el movimiento a través de engranajes</b> que activan el generador de energía. La energía resultante alimenta una tira de luz LED.</p>

Fuente: Elaboración propia

Láminas, detalles y planos constructivos en el Anexo 4.

### 3.5 Validación de los resultados

El generador de electricidad (Ilustración 3.16) que se propone utilizar en el proyecto de investigación para efectuar la transformación de energía mecánica a eléctrica por medio del juego de movimiento circular propuesto, tiene las siguientes características y especificaciones explicadas en la página venta en línea del producto.

*Tabla 3.43: Características y especificaciones del generador de electricidad*

Características	Generador portátil de estructura sólida, bajo ruido, rendimiento de trabajo estable, compacto y de peso ligero.
	Para la generación de energía. mientras más rápido gira el eje del generador, mayor es la potencia y voltaje.
	El voltaje y corriente es de baja carga hasta cuando cambia si se conecta a varios productos.
Especificaciones	Material: metal
	Peso: 758g / 26,7 oz
	Dimensiones: 8*9*17 cm (alto*ancho*profundidad*)
	Velocidad para generación de energía: 2 000 rpm (revoluciones por minuto)
	Generación de energía: hasta 20W.
	Voltaje y corriente correspondiente: 3V/6.6A, 5V/4A, 6V/3.3A, 9V/2.2A, 12V/ 1.6A, 15V/ 1.3A

Fuente: Modificado a partir de Jectse (2019).



*Ilustración 3.16: Generador de electricidad*

Fuente: Jectse (2019).

**DETALLE B: PIÑÓN - CREMALLERA**  
ESCALA: 1:20

**DETALLE A**  
ESCALA 1 : 5

DATOS DE LOS PIÑONES		
MÓDULO	0.25	0.25
No. DIENTES	57	10
TIPO	CREMALLERA	PIÑÓN
D.PRIMITIVO	150	25
PASO	0.78	0.78
ALTURA DIENTE	10	10

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

NOMBRE: FRANCISCO COELLO  
FIRMA:  
FECHA: 15/02/2021

TÍTULO: **JUEGO INFANTIL**

N.º DE DIBUJO: **DETALLE MECANISMO PIÑÓN CREMALLERA**

MATERIAL:

PESO:

ESCALA:1:50

HOJA 1 DE 1

A4



*Ilustración 3.17: Detalle del engranaje y el generador*

Fuente: Elaboración propia

Para la generación de energía en el juego infantil, en la sección superior del equipo se coloca el generador accionado por la transmisión del engranaje de tipo cremallera (Ilustración 3.17) que gira a medida que el usuario mueve el conjunto. El diámetro de la pieza con el engranaje es 15 cm, mientras que el diámetro del piñón es 1 cm.

Para determinar cuanta energía es capaz de convertir el juego, hay que contemplar la relación de transmisión que ocurre cuando el movimiento circular es accionado por el usuario, dicho esto en otras palabras, si el juego cumple una vuelta completa, el eje del generador concluye 15 revoluciones. Esta particularidad es importante porque en las especificaciones del generador seleccionado (Tabla 3.52) la velocidad que alcanza el dispositivo para obtener hasta 20 Watts son 2 000 revoluciones por minuto.

La ecuación de relación de transmisión (Ecuación 3.3) se emplea para calcular las revoluciones por minuto del juego infantil según las cifras presentadas en el párrafo anterior.

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (\text{Ecuación 3.3})$$

A partir de la Ecuación 3.3 se reemplazan los nombres de referencia para el valor tanto del diámetro de los objetos como de las revoluciones por minuto para cada uno.

$$\frac{d_j}{d_p} = \frac{n_p}{n_j} \quad (\text{Ecuación 3.4})$$

Donde:

$d_j$  y  $d_p$  corresponden a diámetro del juego y diámetro del piñón, respectivamente.

$n_p$  y  $n_j$  conciernen al número de revoluciones por minuto del piñón y el número de revoluciones por minuto del juego, respectivamente.

Ahora, se despejan los términos en la Ecuación 3.4 y reemplazar con cifras numéricas hasta encontrar  $n_p$ .

$$n_p = \frac{d_j}{d_p} \times n_j \quad (\text{Ecuación 3.5})$$

$$n_p = \frac{15 \text{ cm}}{1 \text{ cm}} \times 30 \text{ rpm} \quad (\text{Ecuación 3.6})$$

$$n_p = 450 \text{ rpm} \quad (\text{Ecuación 3.7})$$

El número de revoluciones por minuto del piñón en el generador de energía son 450 rpm, el siguiente paso es establecer cuanta potencia alcanza el dispositivo en las condiciones específicas del juego infantil que se ha diseñado.

$$20 \text{ Watts} * 450 \text{ rpm} = 9\,000 \text{ Watts} * \text{rpm} \quad (\text{Ecuación 3.8})$$

$$\frac{9\,000 \text{ Watts} * \text{rpm}}{2\,000 \text{ rpm}} = 4,5 \text{ Watts} \quad (\text{Ecuación 3.9})$$

Si con 2 000 rpm se obtiene una potencia de 20 Watts, con 450 rpm el generador alcanza aproximadamente 4,5 Watts. En el mismo orden de ideas y ahora que se conoce que el juego infantil transforma la energía en electricidad, en el casillero de voltaje y corriente correspondiente a las características del generador de electricidad se define 5V/4A (Tabla 3.43), de tal forma que se utiliza una tira de luz LED con dicha particularidad.

Tabla 3.44: Características de la tira de luz LED

Características tira de luz LED		
<p><b>Tira de luz LED en la estructura del juego</b></p> 	<b>Fabricante</b>	Lemonbest
	<b>Peso</b>	0,065 kg
	<b>Resistente al agua</b>	Sí
	<b>Color de luz</b>	Blanco frío
	<b>Material</b>	Plástico, resina
	<b>Fuente de energía</b>	Corriente directa
	<b>Voltaje</b>	5V
	<b>Largo de la tira</b>	2 metros
		Se alimenta de cualquier dispositivo con puerto de salida USB de 5V.
La tira de luz LED se utiliza para revestir los tres tubos que sostienen la estructura superior y soporte giratorio en el juego infantil.		
Posee una cinta adhesiva para aplicación sobre superficies lisas.		

Fuente: Elaboración propia con base en Lemonbest (2021)

## CONCLUSIONES

- Se identificó el proceso de transformación de energía mecánica a eléctrica, a través del trabajo que realiza el movimiento circular, para acoplarse en el diseño de un juego infantil. Para ello, se reconocen aspectos como la potencia de salida en el sistema, el tipo de generador de electricidad para adoptarse, también, se toman en cuenta requerimientos de los reglamentos para la construcción de juegos infantiles, esto es, dimensiones de empuñamiento y agarre, partes móviles y generalidades para la selección de materiales.
- Se distinguió que la conservación energética se refiere a que un tipo de energía pasa a otra en la que se obtienen mejores beneficios. Por lo que, el movimiento mecánico de un juego infantil se transforma en electricidad para aprovecharse en tareas como la carga de dispositivos que dependen de poca energía para su funcionamiento.
- Se determinaron las propiedades funcionales, formales, ergonómicas y tecnológicas del juego infantil para caracterizar su sostenibilidad como parte de un prototipo de acceso continuo que se autoabastece y no contamina. Los materiales utilizados en la estructura del prototipo digital son el PLA y el bambú, estos sirvieron para el desarrollo de una propuesta de bajo impacto ambiental, que partió de las patentes actuales de juegos infantiles de movimiento circular, así como de los requerimientos formales, funcionales, tecnológicos y ecológicos para seguir con un proceso de diseño que culminó con una propuesta que gira y transforma el movimiento mecánico en energía eléctrica.
- Se estableció el prototipo digital del juego infantil manteniendo criterios de funcionalidad y sostenibilidad, los cuales, permitieron un prototipo que reúne los requerimientos para ser usado por niños en un área de juegos, así como la transformación de energía mecánica a eléctrica mediante un generador de energía y el movimiento circular que mueve al juego.

## RECOMENDACIONES

- Ampliar la investigación con la aplicación del juego infantil sostenible en un contexto real definido que cuente con características ideales y permitan el perfeccionamiento del presente estudio con las condicionantes que imponga la construcción del equipo. El principal propósito es el de la eficiencia energética como criterio ante el inminente cambio climático para que una de las acciones sustanciales de solución se lleve a cabo a través del diseño.
- Efectuar un estudio que cuente con nuevas alternativas de materiales sostenibles a medida que se introducen en la industria mediante experimentaciones pertinentes que, también, buscan cambiar la dirección negativa que actualmente domina las actividades humanas en todas las fases del proyecto.
- Si los nuevos estudios que se establezcan a partir de este proyecto explican el objetivo de aumentar la potencia resultante que se obtuvo con las características del presente juego infantil, se aconseja realizar cambios en las dimensiones del juego, sobretodo en su sección superior donde ocurre la relación de transmisión entre el engranaje de cremallera y el piñón del generador. Porque si el valor del diámetro es mayor, existen más revoluciones por minuto en el eje y por ende la potencia resultante aumentará.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Internacional de Energía [IEA]. (2019). Energy Efficiency 2019 – Analysis. IEA. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2019>
- Agencia Internacional de Energía [IEA]. (2020). Global primary energy, electricity generation, final consumption and CO2 emissions by fuel, 2018 – Charts – Data & Statistics. IEA. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-primary-energy-electricity-generation-final-consumption-and-co2-emissions-by-fuel-2018>
- Ashe, S., & Navarro, S. (2014). Merry-Go-Round Human Powered Generator. *Electrical Engineering*. <https://digitalcommons.calpoly.edu/eesp/238>
- Ávila, R., Prado, L. R., & González, E. L. (2007). Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14486/2018sergiobohórquez4.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Badii, M., Guillen, A. y Abreu, J. (2016). Energías renovables y conservación de energía. Daena: International Journal of Good Conscience. 11 (1), 141-155. Recuperado de [www.spentamexico.org/v11-n1/A12.11\(1\)141-155.pdf](http://www.spentamexico.org/v11-n1/A12.11(1)141-155.pdf)
- Báez, I., Carrillo, C., Castelblanco, O., Betancourt, F., Leguizamón, G., García, R. y Mendoza. (2018). Metodología de Diseño de Producto bajo la estructura de Innovación y Creatividad. Estudio de revisión. 22.
- BENTSEN, Nikolaj Maj. (2020). A Playground Equipment.
- Borsani, M. S. (2011). *Materiales ecológicos: Estrategias, alcance y aplicación de los materiales ecológicos como generadores de hábitats urbanos sostenibles*. [Universidad Politécnica de Catalunya]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/13759>

- BP. (2015). High School Energy Experiment. Recuperado de [https://www.bp.com/content/dam/bp/country-sites/en\\_us/united-states/home/documents/community/science-fair-book-bp-secondary.pdf](https://www.bp.com/content/dam/bp/country-sites/en_us/united-states/home/documents/community/science-fair-book-bp-secondary.pdf)
- Brundtland, G. H. (1987). Our Common Future—Call for Action. *Environmental Conservation*, 14(4), 291-294. Cambridge Core. <https://doi.org/10.1017/S0376892900016805>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2003). *Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe: guía para la formulación de políticas energéticas*. Recuperado de [cepal.org/es/publicaciones/27838-energia-desarrollo-sustentable-america-latina-caribe-guia-la-formulacion](http://cepal.org/es/publicaciones/27838-energia-desarrollo-sustentable-america-latina-caribe-guia-la-formulacion)
- Consejo Nacional de Electricidad. (2015). Aspectos de sustentabilidad y sostenibilidad social y ambiental. Recuperado de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/Vol4-Aspectos-de-sustentabilidad-y-sostenibilidad-social-y-ambiental.pdf>
- Cortazar, Domingo Bengoa Saez De. 2014. «Carrusel para niños».
- Esquerdo, M., & Carmen, M. del. (2020). *Estudio de la influencia de los ciclos de reprocesado de ácido poliláctico, PLA en las propiedades finales*. Recuperado de <https://riunet.upv.es/handle/10251/136077>
- Jansch, J., y H. Birkhofer. (2006). *The development of the guideline vdi 2221 - the change of direction*. DS 36: Proceedings DESIGN 2006, the 9th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia 45-52. Recuperado 2 de mayo de 2020 (<https://www.designsociety.org/publication/18983/THE+DEVELOPMENT+OF+THE+GUIDELINE+VDI+2221+--THE+CHANGE+OF+DIRECTION>).
- Jectse. (2019). *Hand-cranked Generator, Portable USB Manual Emergency Generators Multifunction High Power 20W, with handle, for field tourism Outdoor Mobile Phone Computer Charging- Buy Online in Ecuador at desertcart.ec*. Product Id:

134049963. Recuperado de <https://www.desertcart.ec/products/134049963-hand-cranked-generator-portable-usb-manual-emergency-generators-multifunction-high-power-20-w-with-handle-for-field-tourism-outdoor-mobile-phone-computer-charging>

Keller, Thomas L. 2018. «Rotating Climbing Unit».

KOMPAN. (2021). Carrusel con Barras from KOMPAN. Recuperado de <https://www.kompan.es/juego/equipos-de-juego-independientes/supernova-carruseles-juegos-dinamicos/carrusel-con-barras>

Lacy-Mora, G. (2017). Apuntes de Física General I, sesión 8. Recuperado de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/10168>

*LemonBest.* (s/f). *2m/6.6ft Waterproof strip light string lamp cool white DC 5V.* Recuperado el 25 de junio de 2021, de <https://www.lemonbest.com/lemonbest-2m-6-6ft-waterproof-3528-smd-usb-120led-strip-light-string-lamp-cool-white-dc-5v>

Ley Orgánica de Eficiencia Energética. (2019). Disposiciones fundamentales. Recuperado de [http://aeeree.org/wp-content/uploads/2019/04/S\\_R\\_O\\_449\\_19\\_MARZO\\_LEY-ORGA%CC%81NICA-DE-EFICIENCIA-ENERGE%CC%81TICA.pdf](http://aeeree.org/wp-content/uploads/2019/04/S_R_O_449_19_MARZO_LEY-ORGA%CC%81NICA-DE-EFICIENCIA-ENERGE%CC%81TICA.pdf)

Linares, P. (2012). *El concepto marco de sostenibilidad: Variables de un futuro sostenible.* 22. Recuperado de <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/27421/IIT-13-229A.pdf?sequence=1>

Lou, B. D. Wilson, J. y J. Buffa, A. (2011). Física 11. México D.F, Mexico: Pearson Educación. Recuperado de <https://elibro.puce.elogim.com/es/ereader/puce/37851?page=1>.

Marchisio, M. y Buguña, P. (2010). Aplicación de indicadores de sustentabilidad en el proceso de diseño. *Actas de diseño*, 8(4), 42-47. Recuperado de

[https://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/publicacionesdc/vista/detalle\\_articulo.php?id\\_libro=147&id\\_articulo=5920](https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_libro=147&id_articulo=5920)

Mechtenberg, A., Borchers, K., Miyingo, E., Hormasji, F., Hariharan, A., Makanda, J. V. & Musaaazi, M. K. (2012). Human power (HP) as a viable electricity portfolio option below 20W/Capita. *Energy for Sustainable Development*, 16(2), 125–145. doi:10.1016/j.esd.2011.12.006. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0973082611001116>

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable [MEER]. (2017). Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035. <https://cdn.flipsnack.com/widget/v2/flipsnackwidget.html?hash=fdz94jcze&bgcolor=EEEEEE&t=1496354811>

Obama, B. (2017). The irreversible momentum of clean energy. *Science*, 355(6321), 126-129. doi: 10.1126/science.aam6284. Recuperado de <https://science.sciencemag.org/content/355/6321/126.full>

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (s. f.). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. *Desarrollo Sostenible*. Recuperado 25 de febrero de 2020, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Pandian, S. R. (2004). A human power conversion system based on children's play. 2004 International Symposium on Technology and Society (IEEE Cat. No.04CH37548). doi:10.1109/istas.2004.1314326

Panel Intergubernamental de Cambio Climático [IPCC]. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Recuperado de [http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5\\_Frontmatter\\_FINAL.pdf](http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_Frontmatter_FINAL.pdf)

- Pereiro, G. (2011). Materiales compuestos de altas prestaciones elaborados con recursos naturales. *Ambientalia*, 85-96.
- Pérez, M. (2014). Física 1 (2a. ed.). Recuperado de <https://ebookcentral-proquest-com.pucesa.idm.oclc.org>
- Real Academia Española. (2014). Mobiliario urbano. En Diccionario de la lengua española (23.a ed.). Recuperado de <https://dej.rae.es/lema/mobiliario-urbano>
- RENTZ, Felton, y Sue Ellen Rentz. 2012. «Seated Self-Propelled Merry-Go-Round».
- Sears, Francis W., y Zemansky, M. (2004). Física universitaria. 11e. México, D.F., México: Prentice Hall/Pearson/Alhambra.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2017). *Equipamiento de las superficies de juego y áreas recreativas. Parte 1: Requisitos generales de seguridad y métodos de ensayo*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/06/NTE-INEN-3029-1-SEGURIDAD-Y-ENSAYO-SUPERFICIES-DE-JUEGO.pdf>
- Serway, R. y Faughn, J. (2004). Fundamentos de física. 6e. México, D.F., Física: Thomson.
- Serway, R., & Vuille, C. (2012). Fundamentos de física. México D. F.: Cengage Learning.
- Siarq, Eco Intelligent Growth, Hermannsdöfer, I. y Rüb, C. (2009). Guía de mobiliario urbano sostenible con eficiencia energética. Recuperado de <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005915.pdf>
- Voigt, S. (2008). *Niels Feijen at the European Pool Championship 2008 in Willingen, Germany*. [Ilustración]. Recuperado de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Niels\\_Feijen\\_NL.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Niels_Feijen_NL.JPG)
- Walmsley, Roger. 2015. «Playground Roundabout and Method of Installation».

World Energy Council. (2016). World Energy Resources 2016. Recuperado de <https://www.worldenergy.org/assets/images/imported/2016/10/World-Energy-Resources-Full-report-2016.10.03.pdf>

Young, H. D. y Freedman, R. A. (2014). Sears y Zemansky: física para cursos con enfoque por competencias. Pearson Educación. <https://elibro.puce.elogim.com/es/lc/puce/titulos/108408>

Zapata, D. A. (2012). *Polímeros biodegradables: Una alternativa de futuro a la sostenibilidad del medio ambiente*. 5.

## ANEXOS

**Anexo 1:** Formato de ficha de observación.

*Tabla 3. ...*

*(Información o nombre de la patente de juego infantil)*

<b>Nombre de la patente:</b>			
<b>Fecha de publicación y mención de la concesión de la patente:</b>			
<b>Imagen:</b>			
<b>Breve descripción:</b>			
<b>Materiales empleados</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Estructural</b>	<b>Técnico constructivo</b>

**Anexo 2:** Tabla de peso de niños de 7 a 10 años.

<b>Edad</b>	<b>Niñas (peso en kg)</b>			<b>Niños (peso en kg)</b>		
	Percentiles			Percentiles		
	5	50	95	5	50	95
7 años	16.9	24.1	33.4	17.6	24.5	34.0
8 años	18.5	27.3	38.3	19.4	27.7	39.2
9 años	19.1	30.5	45.5	21.3	31.3	44.4
10 años	23.1	34.3	49.5	21.5	34.3	51.2

Fuente: Elaboración propia con base en Ávila et al. (2007)

**Anexo 3:** Tablas de dimensiones antropométricas de niños de 7 a 10 años.

<b>Altura de codo sentado (en mm)</b>						
	<b>Niñas (peso en kg)</b>			<b>Niños (peso en kg)</b>		
<b>Edad</b>	<b>Percentiles</b>			<b>Percentiles</b>		
	5	50	95	5	50	95
7 años	129	170	211	124	163	202
8 años	130	170	212	126	167	214
9 años	140	182	228	130	174	216
10 años	145	191	232	130	177	220

Fuente: Elaboración propia con base en Ávila et al. (2007)

<b>Longitud nalga – poplíteo (en mm)</b>						
	<b>Niñas (peso en kg)</b>			<b>Niños (peso en kg)</b>		
<b>Edad</b>	<b>Percentiles</b>			<b>Percentiles</b>		
	5	50	95	5	50	95
7 años	296	340	382	295	333	375
8 años	315	358	404	311	350	394
9 años	337	380	422	324	369	416
10 años	354	398	446	342	384	431

Fuente: Elaboración propia con base en Ávila et al. (2007)

<b>Anchura cadera sentado (en mm)</b>						
	<b>Niñas (peso en kg)</b>			<b>Niños (peso en kg)</b>		
<b>Edad</b>	<b>Percentiles</b>			<b>Percentiles</b>		
	5	50	95	5	50	95
7 años	200	240	292	201	244	296
8 años	218	252	326	209	256	315
9 años	214	270	340	218	267	321
10 años	228	277	334	222	279	344

Fuente: Elaboración propia con base en Ávila et al. (2007)

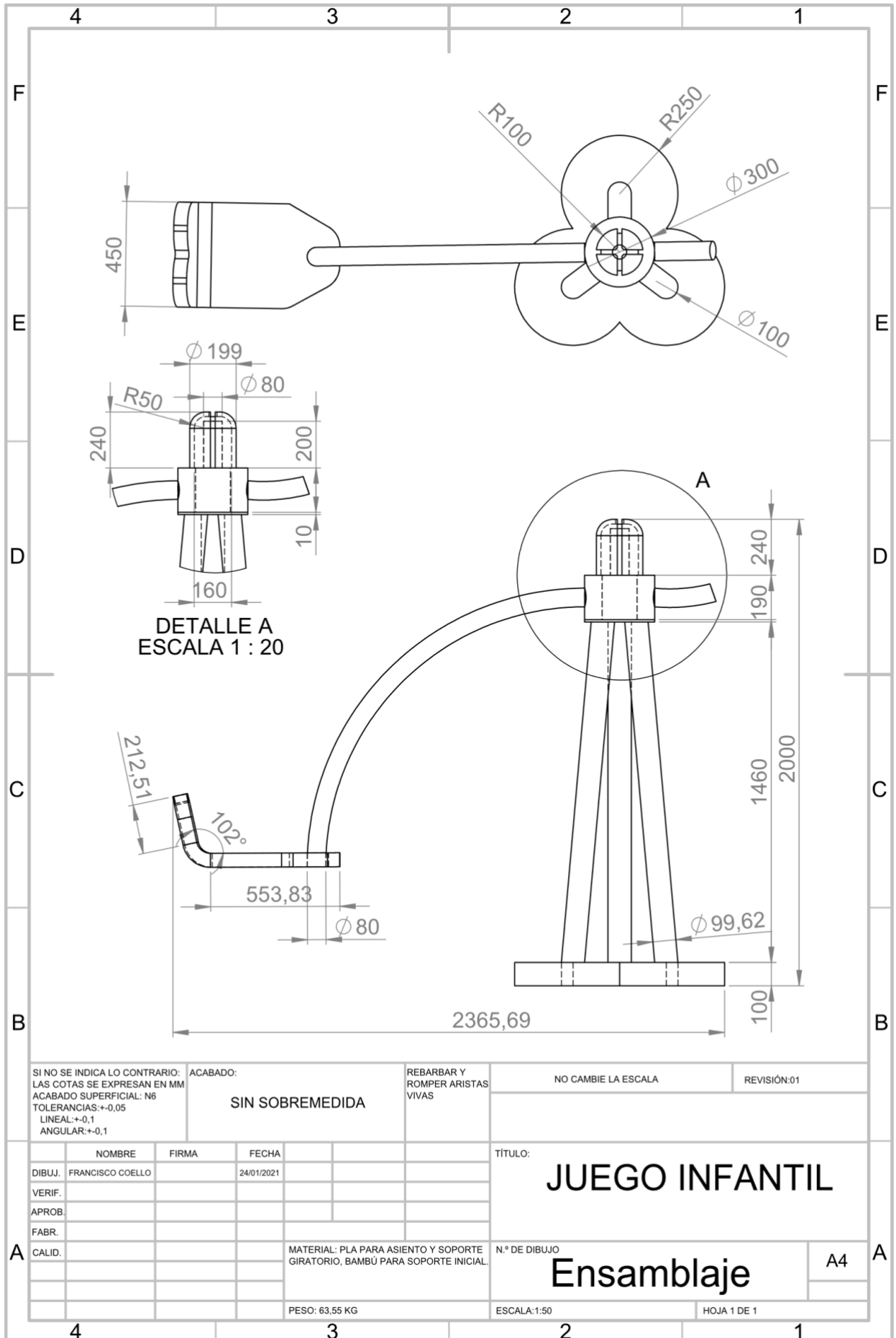
	<b>Altura poplítea (en mm)</b>					
	<b>Niñas (peso en kg)</b>			<b>Niños (peso en kg)</b>		
<b>Edad</b>	Percentiles			Percentiles		
	5	50	95	5	50	95
7 años	276	312	348	279	312	345
8 años	295	327	364	297	326	360
9 años	310	344	380	311	348	383
10 años	329	361	398	321	361	401

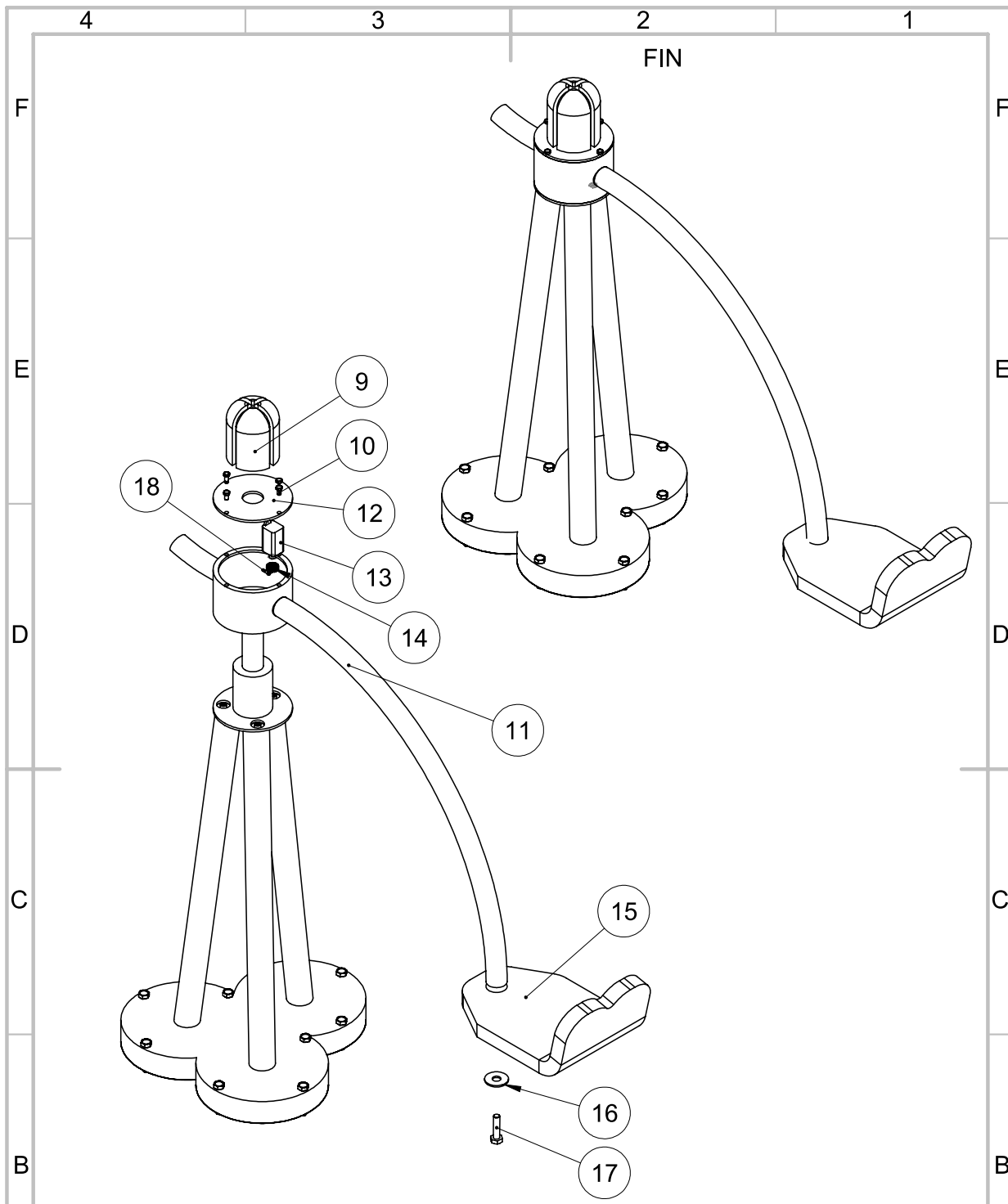
Fuente: Elaboración propia con base en Ávila et al. (2007)

	<b>Diámetro de empuñadura (en mm)</b>					
	<b>Niñas (peso en kg)</b>			<b>Niños (peso en kg)</b>		
<b>Edad</b>	Percentiles			Percentiles		
	5	50	95	5	50	95
7 años	23	28	33	23	28	33
8 años	24	29	34	25	29	32
9 años	26	31	36	25	30	35
10 años	27	33	37	26	31	36

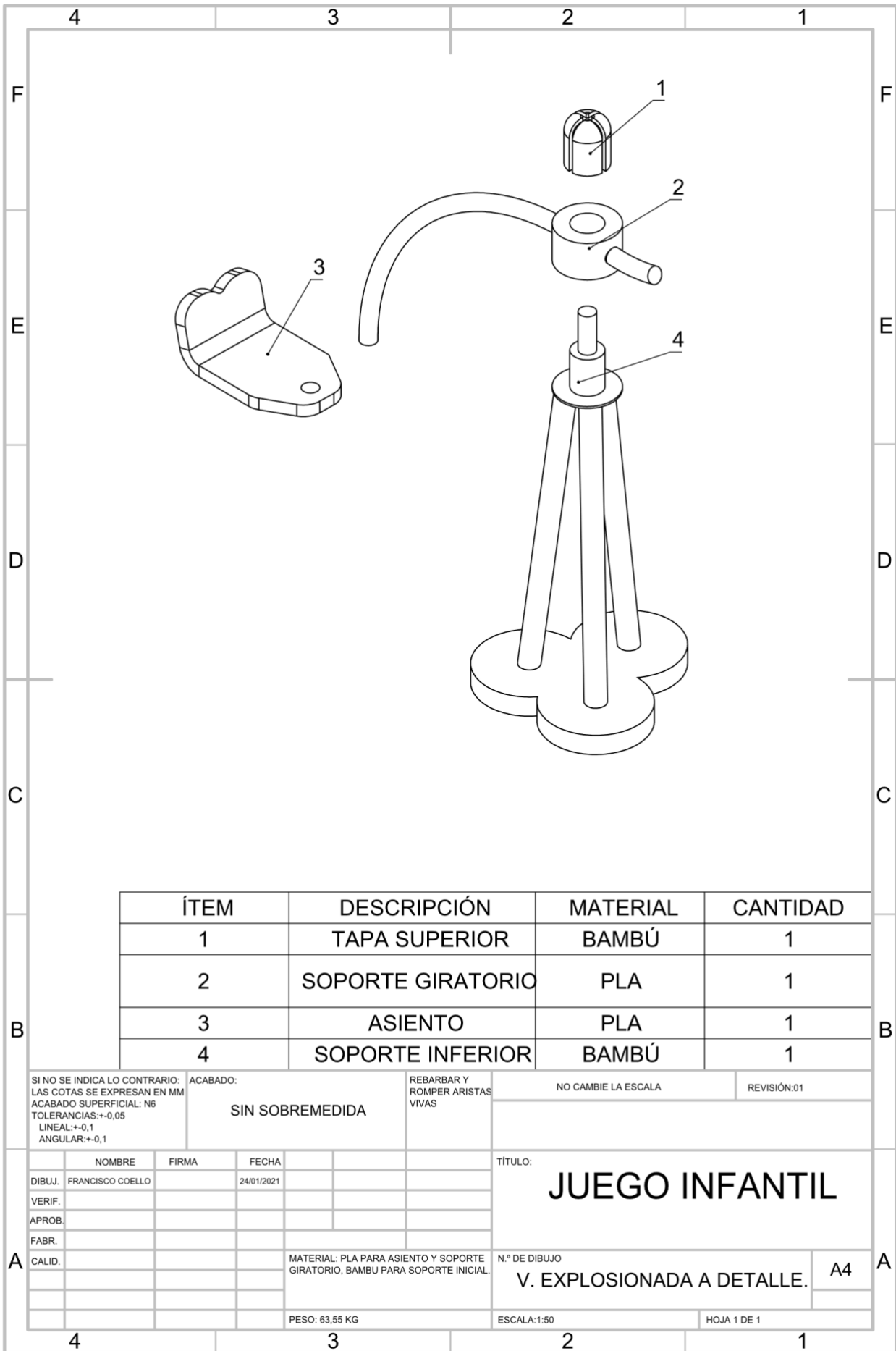
Fuente: Elaboración propia con base en Ávila et al. (2007)

Anexo 4: Láminas y planos constructivos.





SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO: <b>SIN SOBREMEDIDA</b>	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
NOMBRE: FRANCISCO COELLO			TÍTULO: <b>JUEGO INFANTIL</b>		
FIRMA:			MATERIAL: <b>BAMBÚ</b>		
FECHA:			N.º DE DIBUJO: <b>DESPIECE SOPORTE GIRATORIO- ASIENTO</b>		
DIBUJ.:			ESCALA: 1:50		
VERIF.:			HOJA 1 DE 1		
APROB.:			A4		
FABR.:			PESO:		
CALID.:			A		



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	TAPA SUPERIOR	BAMBÚ	1
2	SOPORTE GIRATORIO	PLA	1
3	ASIENTO	PLA	1
4	SOPORTE INFERIOR	BAMBÚ	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
 ACABADO SUPERFICIAL: N6  
 TOLERANCIAS: +0,05  
 LINEAL: +0,1  
 ANGULAR: +0,1

ACABADO:  
**SIN SOBREMEDIDA**

REBARBAR Y  
 ROMPER ARISTAS  
 VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN:01

NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ. FRANCISCO COELLO		24/01/2021
VERIF.		
APROB.		
FABR.		
CALID.		

TÍTULO:  
**JUEGO INFANTIL**

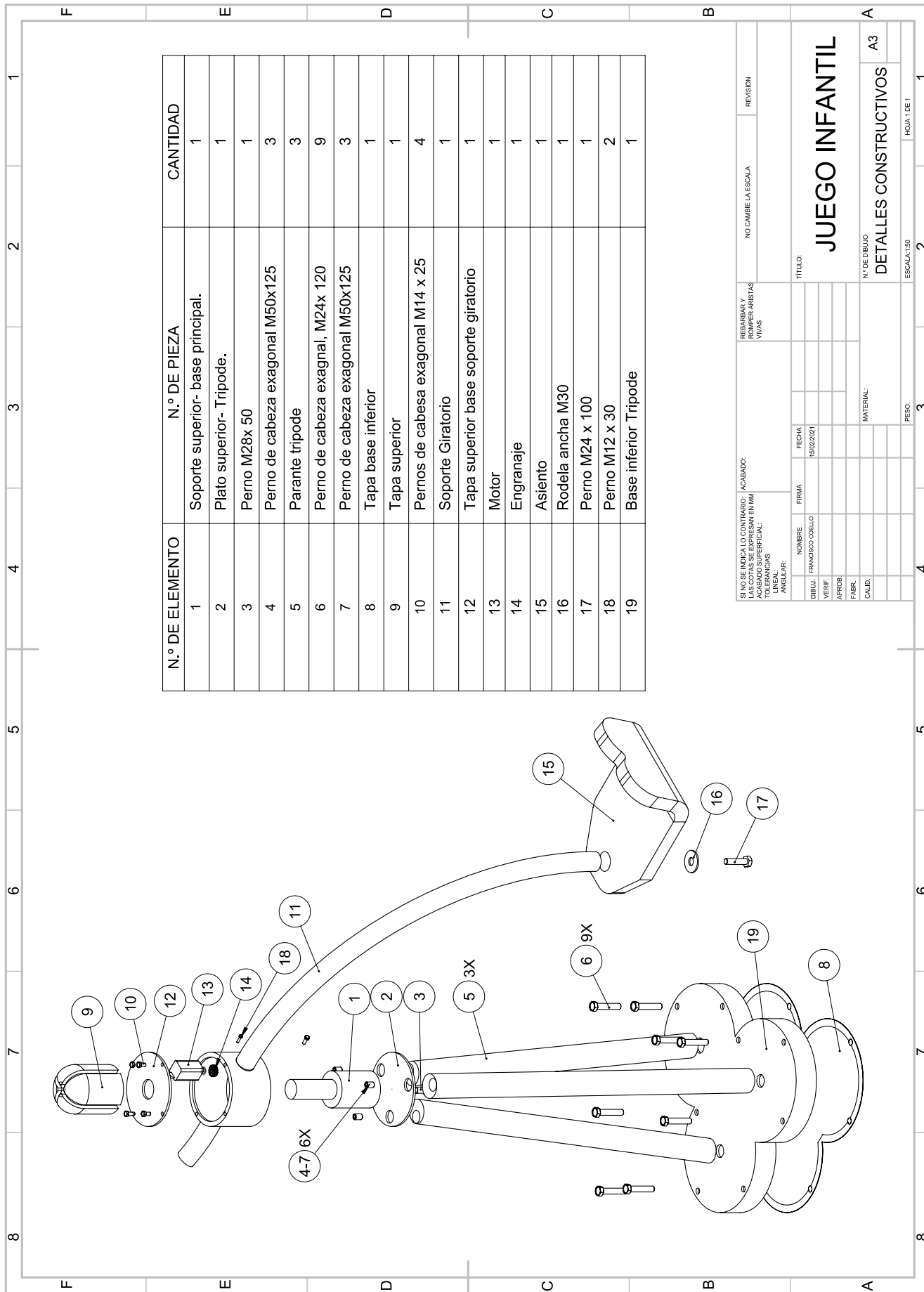
N.º DE DIBUJO  
**V. EXPLOSIONADA A DETALLE.**

MATERIAL: PLA PARA ASIENTO Y SOPORTE GIRATORIO, BAMBU PARA SOPORTE INICIAL.

PESO: 63,55 KG

ESCALA:1:50

HOJA 1 DE 1



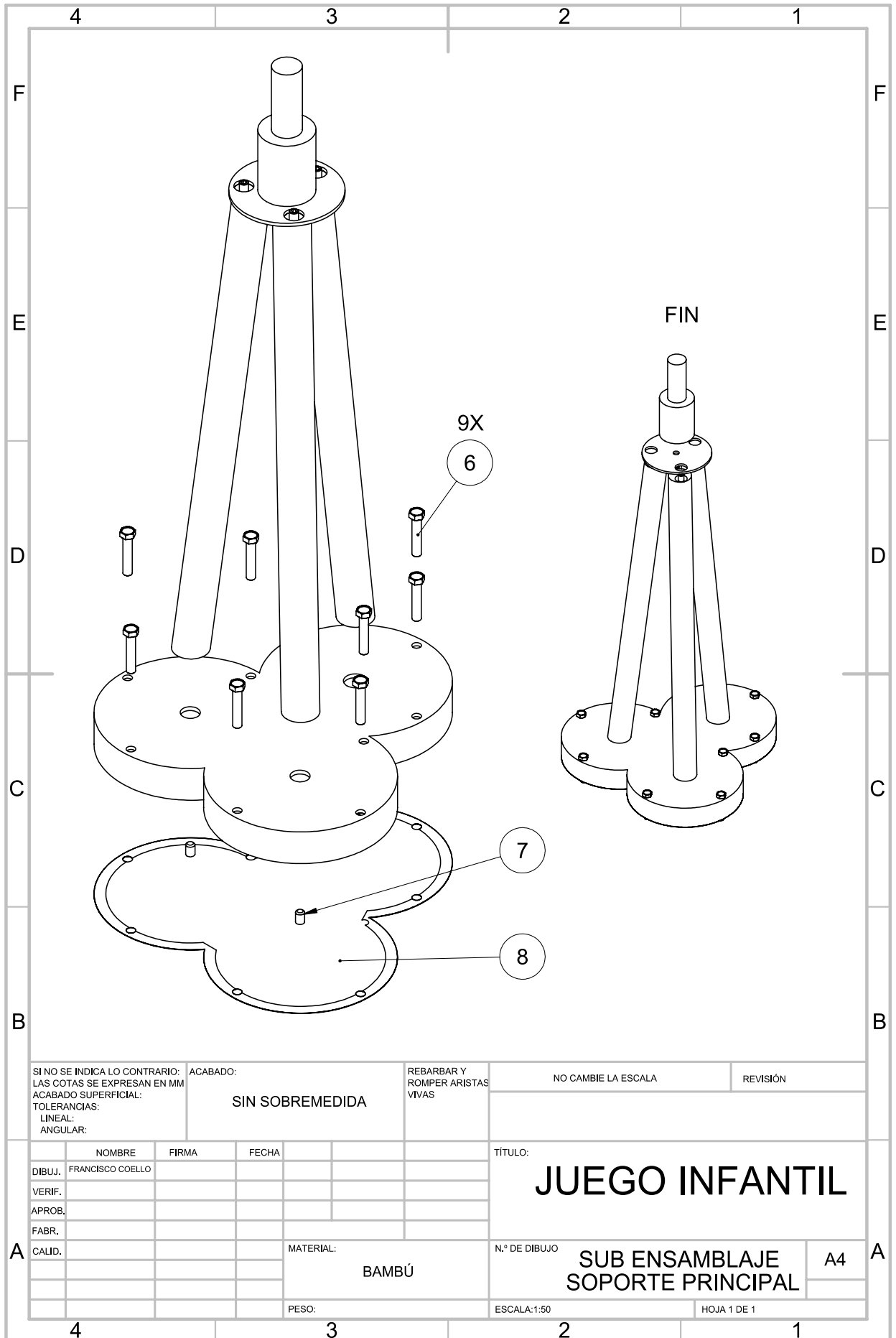
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Soporte superior- base principal.	1
2	Plato superior- Tripode.	1
3	Perno M28x 50	1
4	Perno de cabeza exagonal M50x125	3
5	Parante tripode	3
6	Perno de cabeza exagonal, M24x 120	9
7	Perno de cabeza exagonal M50x125	3
8	Tapa base inferior	1
9	Tapa superior	1
10	Pernos de cabeza exagonal M14 x 25	4
11	Soporte Giratorio	1
12	Tapa superior base soporte giratorio	1
13	Motor	1
14	Engranaje	1
15	Asiento	1
16	Rodela ancha M30	1
17	Perno M24 x 100	1
18	Perno M12 x 30	2
19	Base inferior Tripode	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: ACABADO: ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		REPARAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
NOMBRE	FRANCSO COELLO	FRIMA	FECHA	TÍTULO:			
DIBUL.	FRANCSO COELLO		15/02/2021	<b>JUEGO INFANTIL</b>			
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
CALID.							
MATERIAL:		PESCO:		N.º DE DIBUJO		A3	
				ESCALA:1:50		HOJA 1 DE 1	

**JUEGO INFANTIL**

DETALLES CONSTRUCTIVOS

A3



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
 ACABADO SUPERFICIAL:  
 TOLERANCIAS:  
 LINEAL:  
 ANGULAR:

ACABADO:  
**SIN SOBREMEDIDA**

REBARBAR Y  
 ROMPER ARISTAS  
 VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	FRANCISCO COELLO		
VERIF.			
APROB.			
FABR.			

TÍTULO:  
**JUEGO INFANTIL**

MATERIAL:  
**BAMBÚ**

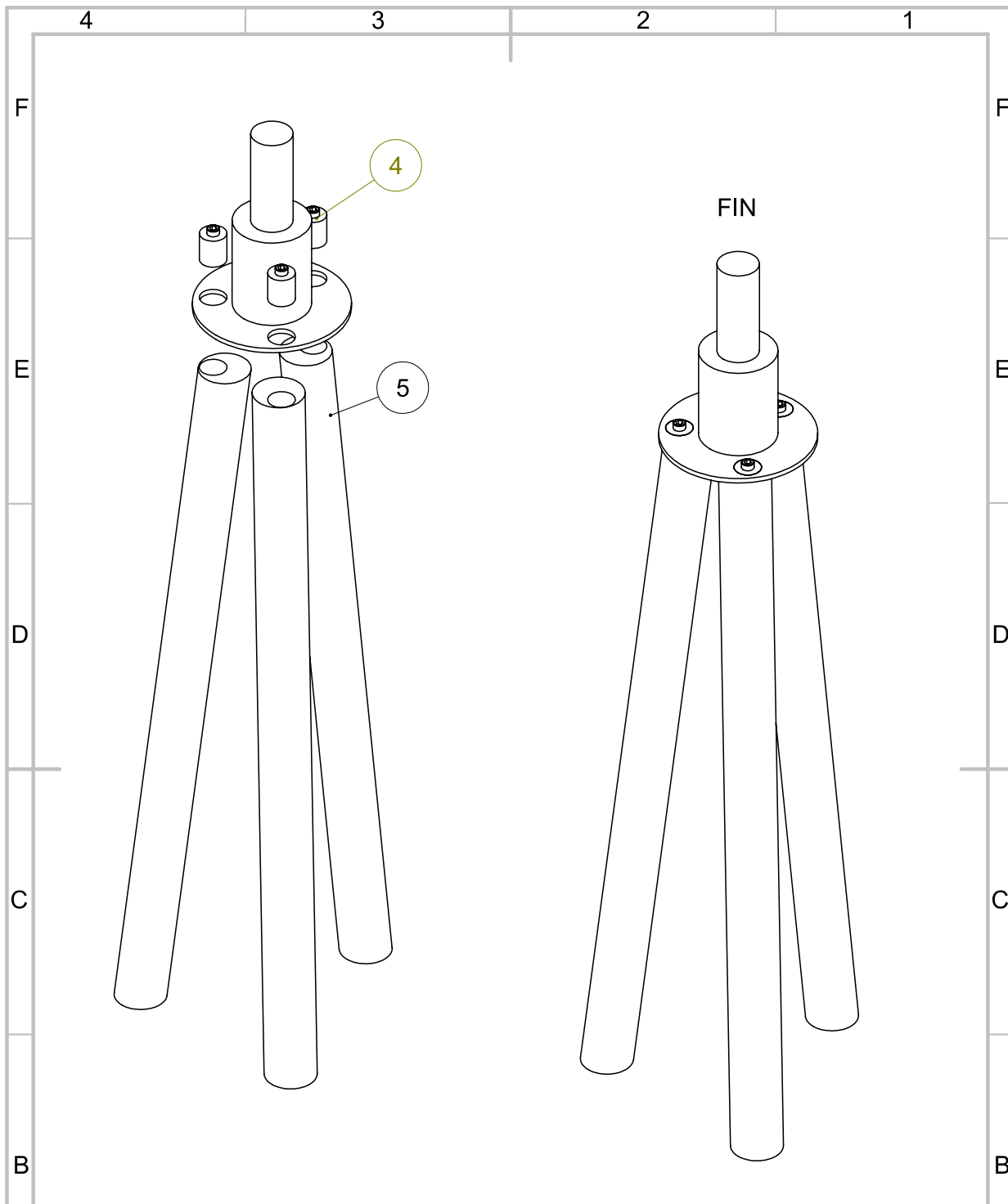
N.º DE DIBUJO  
**SUB ENSAMBLAJE  
 SOPORTE PRINCIPAL**

A4

PESO:

ESCALA:1:50

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO: <b>SIN SOBREMEDIDA</b>		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																								
<table border="1"> <tr> <td>NOMBRE</td> <td>FIRMA</td> <td>FECHA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DIBUJ. FRANCISCO COELLO</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA		DIBUJ. FRANCISCO COELLO				VERIF.				APROB.				FABR.				CALID.				TÍTULO: <b>JUEGO INFANTIL</b>		
NOMBRE	FIRMA	FECHA																												
DIBUJ. FRANCISCO COELLO																														
VERIF.																														
APROB.																														
FABR.																														
CALID.																														
MATERIAL: <b>BAMBÚ</b>				N.º DE DIBUJO <b>SUB ENSAMBLAJE SOPORTE PRINCIPAL</b>		A4																								
PESO:				ESCALA:1:20		HOJA 1 DE 1																								

4	3	2	1
F	E	D	C
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO: <b>SIN SOBREMEDIDA</b>	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS
		NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
NOMBRE FIRMA FECHA	TÍTULO: <h1 style="margin: 0;">JUEGO INFANTIL</h1>		
DIBUJ. VERIF. APROB. FABR. CALID.	MATERIAL: <b>BAMBÚ</b>		N.º DE DIBUJO <b>Detalle engranaje - eje</b>
		PESO:	ESCALA:1:10 HOJA 1 DE 1
4	3	2	1
A			A