

UNIVERSIDAD EAN

PROYECTO DE GRADO
PROTOTIPO BALCÓN COLGANTE PARA GATOS

JUAN FELIPE ORTIZ ROZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

BOGOTÁ D.C.

DICIEMBRE 2024

Tabla de contenido

Índice de Figuras	3
Resumen	4
Introducción	5
Objetivos	7
Definición del problema	8
Justificación	10
Marco de referencia	11
Diseño metodológico	18
Alternativa de solución	22
Análisis de Costos	33
Análisis de Sostenibilidad	35
Conclusiones	37
Referencias	39

Índice de Figuras

Figura 1.....	22
Figura 2.....	24
Figura 3.....	26
Figura 4.....	27
Figura 5.....	28
Figura 6.....	29
Figura 7.....	30
Figura 8.....	31
Figura 9.....	34

Resumen

El documento contiene el desarrollo del proyecto de grado en ingeniería, prototipo balcón colgante para gatos. El cuál busca permitir a las mascotas tener un acceso al aire fresco y luz solar, restringiendo la interacción con el entorno, permitiendo la protección de la fauna nativa y de las mascotas al delimitar el espacio disponible. Este documento recoge el desarrollo del proyecto durante el semestre académico.

Palabras clave: Adaptación, gatos, ventanas, balcón, seguro.

Introducción

En la actualidad, los gatos se han consolidado como uno de los animales más populares en los hogares urbanos, dada su independencia y su compañía. Sin embargo, su naturaleza curiosa y aventurera puede generar riesgos, especialmente en espacios abiertos. Para los dueños que desean proporcionar un espacio seguro donde sus gatos puedan disfrutar del aire libre sin peligro, nace la necesidad de desarrollar soluciones efectivas y accesibles.

Este proyecto propone el diseño y construcción de un prototipo de balcón seguro para gatos, un espacio que permita a los felinos disfrutar del exterior sin comprometer su seguridad. La solución se basará en una estructura innovadora que ofrezca ventilación, comodidad y protección, respetando tanto las necesidades del gato como la estética del hogar. A través de este prototipo, se busca mejorar la calidad de vida de los gatos de interior, permitiéndoles estimular sus sentidos en un entorno controlado y seguro.

Durante el desarrollo del proyecto se consideraron las diversas variables que se relacionan directamente con la ejecución de este, y se recogen en los diversos informes de entrega, para este informe final se recoge al completo el desarrollo del proyecto, desde la recolección de la información relevante, la planeación, las diferentes etapas de desarrollo del prototipo, y los resultados obtenidos en las pruebas mecánicas efectuadas al modelo.

Finalmente se obtiene un prototipo funcional que ha tenido aceptación con el felino

designado para ensayar el modelo, y cumple con las funciones esperadas, incluso superando el peso límite diseñado en la iteración final de prototipo físico.

Objetivo general

- Desarrollar un prototipo de balcón colgante para gatos seguro, práctico y desmontable.

Objetivos específicos

- Diseñar un modelo de balcón para gatos.
- Identificar los mejores materiales para la producción de un balcón para gatos seguro.
- Evaluar la seguridad del modelo mediante ensayos mecánicos en un ambiente controlado.
- Evaluar el funcionamiento del balcón bajo un entorno real para identificar aspectos a mejorar.
- Evaluar viabilidad comercial del modelo.

Definición del problema

Cada año, se ve un aumento en el número de mascotas conviviendo en unidades residenciales, las cuales son cada vez más pequeñas, lo que trae nuevos y mayores inconvenientes en cuanto a la interacción entre estas, el medio ambiente al que llegan y su bienestar.

En el modelo actual de unidades residenciales, con tendencia marcada a espacios reducidos y compactos como apartamentos y aparta estudios, no hay fácil acceso a balcones que permitan que las mascotas, en este caso de estudio un gato, tenga un contacto regular con el ambiente natural y sus propiedades.

Mientras los perros deben salir de las residencias diariamente, y se recomienda que sean paseados varias veces en un día, para los felinos la recomendación es limitar su contacto con los espacios abiertos, dado que se ha detectado un impacto en la fauna local de los espacios donde se introduce, en amplia expansión, a unos posibles depredadores de todo tipo de animales de menor tamaño, como aves, roedores, reptiles e incluso insectos; particularmente en los ambientes en los que aumentan las poblaciones salvajes por abandono de individuos.

Teniendo en cuenta la necesidad de adaptar espacios abiertos en las rutinas de los pequeños y medianos felinos se propone una salida en forma de balcón sujetado a las ventanas de los apartamentos, que permita su desmonte para guardado, lo cual cumple con la normatividad de propiedad horizontal (alteración de fachadas), y no interfiere con el funcionamiento habitual de las ventanas.

En dicho balcón, se les permite a las mascotas tomar aire fresco y recibir luz solar directa en locaciones internas donde no es posible su impacto directo, en un área delimitada en la que no se está introduciendo al animal directamente en el hábitat de otras especies, particularmente limitando su efecto de cazador por oportunidad que identifica a los felinos, mientras se da un espacio para conocer el mundo, liberarse del aburrimiento, y donde no va a correr riesgos de perderse o encontrarse con amenazas como el tráfico vehicular.

El problema radica en la falta de soluciones accesibles y adecuadas que permitan a los gatos disfrutar de espacios exteriores de manera segura. La mayoría de las viviendas urbanas no están diseñadas teniendo en cuenta las necesidades de seguridad de las mascotas, lo que obliga a los dueños a restringir el acceso de los gatos al exterior, limitando su capacidad de exploración.

Justificación

Los gatos domésticos, especialmente aquellos que viven en entornos urbanos, suelen pasar la mayor parte de su vida dentro de casa, lo que limita su acceso al aire libre y a experiencias sensoriales esenciales para su bienestar. El contacto con el exterior, aunque deseado por los felinos, implica una serie de riesgos, como caídas desde ventanas o balcones, accidentes en la vía pública y encuentros con otros animales. Estos peligros pueden generar conflicto para las personas que poseen gatos, quienes buscan equilibrar la seguridad de sus mascotas con su bienestar emocional y físico.

Este proyecto busca proporcionar entornos seguros para los gatos en áreas urbanas sin comprometer su libertad de explorar y disfrutar del aire libre. El desarrollo de un prototipo de balcón para gatos puede ofrecer una solución práctica y efectiva, permitiendo que los felinos se expongan a estímulos externos de forma segura, sin riesgo de accidentes. Además, al tratarse de un dispositivo fácilmente integrable en espacios urbanos pequeños, este prototipo responde a la demanda de productos que mejoren la calidad de vida de las mascotas sin requerir modificaciones en la estructura de las viviendas.

Marco de referencia

El balcón se inspira en las jaulas para bebé de principios del siglo XX, ideadas por Emma Read en 1922, que no tuvieron la aceptación del mercado general, al considerarse un peligro potencial para la seguridad de los usuarios. También se tuvo en cuenta la existencia de diversas estructuras que permiten a los gatos transitar en el exterior dentro de jaulas y enmallados, dentro de las múltiples opciones, en el mercado nacional se destacan empresas como: Protecge, especializada en la protección de ventanas para mascotas y niños, aunque con un enfoque diferente al planteado en el proyecto, dado que se busca en esta empresa un mecanismo de contención para evitar la salida a través de las ventanas; Catio, es el nombre dado al concepto de estructuras cerradas para los gatos, existen múltiples empresas en el mercado, sin embargo, suelen ser estructuras con altos volúmenes de material y que se fijan permanentemente a su lugar según el diseño seleccionado.

Según el trabajo de grado en ingeniería de Bernat (2018) en la Universitat Politècnica de València, titulado “Diseño de un mueble doméstico multiusos para gatos” que presenta una idea que se puede asimilar al proyecto de balcón, en cuanto a estudios de aplicación y aceptación de desarrollos enfocados en las mascotas felinas, por lo cual, se referencia en este documento para evitar problemas con los derechos reservados del documento.

Para conocer de mejor manera las necesidades de las mascotas se buscaron estudios respecto a las interacciones y necesidades de los animales, y en particular, de los gatos: un artículo en

la Revista MVZ de la Universidad de Córdoba, recoge un estudio realizado en Türkiye, sobre la manera en que las personas interactúan y cumplen las necesidades de los felinos. Por otra parte, un artículo de la Dra. en Veterinaria Gabriella Tami, expone las necesidades de estimulación para las mascotas felinas, en donde parte de la estimulación visual incluye el acceso a la luz solar, explicado de la siguiente manera: “un enriquecimiento sensorial básico para los gatos consiste en tener acceso a la luz natural en lugar que tener la luz artificial todo el día.” (Tami, s/f, párr. 13).

También se evaluó la reacción de los felinos al aburrimiento, encontrándose varios artículos al respecto, inicialmente se estudió un artículo de la clínica veterinaria española, Clinicanimal, en la que se enuncian conductas típicas del aburrimiento felino, algunos factores que inciden en el temperamento de los animales, como la raza, y acciones mediante las que se puede reducir el aburrimiento, como “Debemos tener presente es que **los gatos disfrutan más cuanto mayor sea su espacio y reducir las zonas vetadas al mínimo** imprescindible.” (Bartolome, s/f, párr. 12).

Rover, una plataforma digital para cuidadores de mascotas, presenta una compilación de señales de aburrimiento felino, basado en los trabajos y afirmaciones de la bioética Jessica Pierce, y en el que nuevamente se relacionan acciones que pueden ayudar a relajar al animal, donde destacan dos ideas de solución afines al objetivo del proyecto: “Construye un “catio” para que los gatos de interior puedan disfrutar del aire libre de forma segura. Pasear a tus gatos es otra buena opción para un gato al que le gusta explorar.” (deBara, 2023, párr. 20). Por último,

se tomó un artículo de Cats Protection, organización benéfica de bienestar felino del Reino Unido, con una estructura similar a la presentada en los dos anteriores, con signos de aburrimiento y opciones de atenuación, en la que encontramos una solución aún más afín al proyecto, la cual puede traducirse al español de la siguiente manera:

(Cats.org, 2023, párr. 8)

Proporcionar una plataforma para ventana: Si tu gato no puede salir o prefiere quedarse en casa, aún podrá disfrutar de las vistas del mundo exterior a través de la ventana. Dale acceso a un alféizar de ventana o a una posición cerca de una ventana con una vista interesante, para que puedan observar la vida silvestre local. Incluso podrías colocar un comedero para pájaros o ardillas fuera de la ventana para crear algo de entretenimiento.

A partir de la información recogida, se decidió realizar una investigación superficial sobre tipologías felinas en el país, encontrándose artículos sobre variabilidad genética en distintos lugares del país, entre ellos, Santa Marta, Cali y Lorica, que fueron los artículos referenciados en este documento. Se encontró un aumento en alelos S y O en los estudios, lo que muestra una población similar de tipologías en el país, con una aparente selección natural o artificial que da preferencia a los blancos manchados y naranjas. A partir de esta distribución, se puede generalizar la población felina y tratar de encontrar características típicas de las razas, o su carácter estereotípico para tener un mapa primitivo de comportamiento y su posible aceptación al producto presentado en el documento, partiendo de la presencia de un individuo blanco manchado como principal sujeto de pruebas para los prototipos iniciales.

Teniendo en cuenta el bienestar de los felinos, a fin de adaptar la solución a las necesidades de un felino, se recopiló información sobre áreas de comodidad para confinamiento de animales, el artículo encontrado habla sobre tamaños de guacales de transporte, dispositivo que cumple con las características de uso temporal que pretende aplicarse en el proyecto, por lo cual la información recolectada apoya el diseño preliminar y la definición inicial del área objetivo.

(Portafolio, 2020, párr. 3)

Usualmente se tiende a pensar que mientras más grande sea el espacio interior, mucho mejor; sin embargo, por seguridad las dimensiones deben ajustarse al tamaño del animal: ni tanto espacio que la mascota se pueda hacer daño al golpearse o deslizarse ni tan poco que no le permita estar de pie, girarse o echarse cómodamente con las patas estiradas.

Uniendo estas dimensiones con los estudios genéticos, en los que se encontró predominancia de tipos particulares de gatos, además de una tendencia a la existencia de un tamaño predominante entre las diferentes especies de gatos, se logra el planteamiento de un tamaño estandarizado sobre el cual iniciar los cálculos.

Finalmente, artículos referentes a las consecuencias ambientales de la sobrepoblación felina, y su introducción en los diferentes ambientes a los que se han introducido de la mano del ser humano, y de las consecuencias que se han tenido en gatos que cayeron de diferentes

alturas, por lo que presentan diversos estados de trauma en sus extremidades y órganos. Acerca de la introducción en ambientes existe una amplia bibliografía, en la que se ha estudiado el impacto del aumento de la población felina en los ecosistemas urbanos, cuando el instinto cazador de los animales domésticos, principalmente los que son abandonados y entran en clasificación feral; esta se toma de referencia frente a la necesidad de proveer un ambiente seguro tanto para las mascotas como para el ambiente en el que se encuentran.

Se parte desde el artículo de Trowborst, McCormack y Camacho, donde se evidencia que desde el 2019 se estudia el impacto de los gatos domésticos en la ley de conservación natural; en este, se parte desde la diferenciación de gatos ferales o callejeros y gatos domésticos “libres”, y se da una amplia cobertura a los impactos, tanto al ser humano, como a otras mascotas y vida silvestre. De la amplia información presente en el estudio, se rescata el estudio de la cantidad de especies que son capaces de cazar ls gatos domésticos, estudiados en la Gran Bretaña en 2003, los porcentajes en los que aumenta la caza de especies menores en gatos ferales que no tienen otra fuente de alimentación, y el mantenimiento de los instintos de caza en el tiempo; se rescatan también las estrategias de mitigación del impacto, aquí se enuncia como primera medida, la restricción de salida a los gatos domésticos, o la creación de áreas “libres de gatos”, como la barrera Australiana instalada en 2018. A partir de este punto el artículo toma una dirección más jurídica, por lo que cae su relevancia frente al proyecto en desarrollo.

Para 2023, se hablaba de amenaza directa a 350 especies alrededor del mundo, en un artículo

que replica información de un estudio de Christopher Lepczyk, quién quiso determinar las especies en la dieta de los gatos. Encontró un total de 2084 especies en rango de caza, y de allí 350 especies estaban clasificadas como peligro crítico de extinción. Hay un segundo artículo referente al estudio, publicado dos semanas después, que replica en este caso es la cantidad de especies de anfibios e insectos que se encuentran dentro de la dieta felina, quienes al ser cazadores por oportunidad diversifican bastante su dieta, aunque no se tiene un listado completo a nivel mundial, dado que en países en desarrollo no se cuenta con estudios completos. En el estudio se recalca la necesidad de contener a los felinos en ambientes de interior como una forma de tenencia responsable: “Estos impactos proporcionan un fuerte impulso a la promoción de políticas e iniciativas de gestión que buscan reducir los impactos de los gatos criados en libertad”.

En 2024, se replicó un artículo de *The Conversation*, de la mano de Manuel Peinado Lorca, en el que se analiza nuevamente el impacto como cazadores de los felinos domésticos, esta vez comparados con otras famosas especies invasoras como los mapaches y las ranas toro o los cangrejos americanos. En España se calcula que hay abandonos de alrededor de 120000 gatos al año. Un aspecto diferente estudiado en esta ocasión es la transmisión de enfermedades hacia los ecosistemas en los que son introducidos y el impacto genético:

(CENFPT, 2024, párr. 11)

Transmiten nuevas enfermedades a muchas especies, incluidos los humanos, sus impactos ecológicos superan los causados por los felinos nativos y otros mesodepredadores,

amenazan la integridad genética de los felinos salvajes, atacan a la fauna nativa y llevan a muchas especies a la extinción.

El artículo amplía los motivos de amenaza a la ya conocida lista de 350 especies en riesgo, empezando por la revelación de que algunas de las especies en la lista se encuentran ya extintas, por otra parte, algunas especies endémicas no cuentan con depredadores naturales de tipo felino, lo que las hace vulnerables y desprevenidas.

Diseño Metodológico

Dentro del diseño metodológico se partió en principio desde los requerimientos y las restricciones que se tenían para el desarrollo del proyecto

Análisis de requerimientos

El propósito del balcón es proporcionar a las mascotas de interior una plataforma segura que aumente su bienestar mediante una conexión con factores ambientales que no están disponibles constantemente en las áreas habituales que pueden frecuentar. En cuanto al cliente, se busca un modelo portable, con la capacidad de adaptarse a los diferentes tipos de ventanas presentes en las unidades residenciales, y que sea fácil de retirar para mantener la funcionalidad y apariencia original de la ventana. Para lograr las diversas condiciones, se deben considerar los siguientes factores:

- **Diseño:** al trabajar sobre un área de libre diseño en las unidades residenciales, se debe tener la capacidad de adaptar el tamaño del balcón a la ventana particular, dentro de un rango preestablecido que permite asegurar las prestaciones y el objetivo de interacción con el ambiente, además de cumplir con los estándares de espacio mínimo requerido para un gato dentro de las características típicas de distribución fenotípica en Colombia.
- **Esfuerzos:** un balcón es un elemento colgante, y dado que se pretende sostener el peso de

una plataforma, se debe considerar efectos de palanca y esfuerzos axiales a los que se someten los materiales en operación y determinar el máximo esfuerzo al que se someten los elementos bajo la carga de uno o múltiples felinos para lograr un margen de seguridad aceptable.

- Sujeción: la existencia de diversos modelos de marco sugiere la necesidad de desarrollar alternativas de sujeción tanto en tensión, como en las bases de la plataforma, en cuanto una estructura de tipo jaula aumenta los puntos de sujeción y distribuye cargas, adicionalmente se requiere una cabeza con la capacidad de adaptarse a las características particulares de cada marco, empleándose en el prototipo inicial un anclaje a una reja.

- Materiales: la idea inicial del balcón considera el ensamblaje de diversas piezas y materiales, lo que indica un análisis de desempeño independiente de cada uno individualmente; seleccionando en cada sección el material con mejor rendimiento general y costo asequible.

- Testeo: los gatos son animales con tamaños y pesos diferentes, por lo que se deben realizar pruebas de desempeño constantes y en múltiples condiciones para asegurar su correcto funcionamiento al momento de salir al mercado, generalidades en este aspecto se presentan en el marco de referencia a continuación.

- Mercado: se realiza un análisis de mercado y viabilidad del producto desde dos frentes, la intención de compra y la capacidad de producción en las que se define la aceptación del producto y la posibilidad real de oferta.

- Legales: el mercado objetivo del balcón son las residencias urbanas, por ende, se ve inmerso en el cumplimiento de las normas residenciales, que para el caso colombiano se

compilan principalmente en la ley 675 de 2001.

- Normas Técnicas: El desarrollo particular de un balcón para gatos no está sujeto a ninguna norma técnica específica, pero se estudian las implicaciones de NTC relacionadas: 4595 diseño de instalaciones, 1641 seguridad de estructuras; incluso la NSR-10, que limita la construcción de viviendas.

Análisis de restricciones

Para la solución de ingeniería del problema propuesto, se identificaron las siguientes restricciones en cada uno de los ámbitos enunciados en la teoría:

- Ambientales: se presenta un proyecto que no interviene con sustancias peligrosas ni reguladas, no obstante, sigue sujeto a las restricciones generales del país. Como primera medida, Colombia presenta una prohibición a la producción, distribución y venta de plásticos de un solo uso (ley 2232 de 2022), medida que inició su vigencia en el país en julio de 2024, lo que limita parcialmente la selección de materiales.
- Económicas: se propone una solución de ingeniería que no está vinculada a ninguna empresa o industria establecida en el mercado local, por lo que la capacidad económica inicial restringe la capacidad adquisitiva en cuanto a materiales con mayores prestaciones o con tecnologías más avanzadas.
- Legales: la primera restricción a la solución como previamente se enunció es la normativa

de propiedad horizontal, Ley 675 de 2001, en particular en cuanto enuncia que las fachadas hacen parte de los bienes comunes esenciales (artículo 3), y “Las reformas de las fachadas y áreas comunes, así como las ampliaciones, dentro de los cánones vigentes, requerirán la autorización de la Junta de Copropietarios. En todo caso será necesaria la licencia correspondiente de la autoridad municipal competente.” (Ley 675, artículo 75). De igual forma dicha ley asigna responsabilidades y validez a los reglamentos de Propiedad Horizontal, los cuales pueden presentar artículos particulares frente a la uniformidad de fachadas.

- Salud y seguridad: al ser un elemento colgante y desmontable, por lo que se eliminan las sujeciones permanentes como fijaciones en fachada, es crucial el correcto cálculo y funcionamiento de las sujeciones del balcón en pro de la seguridad tanto de los clientes (humanos y animales), como de los transeúntes y demás objetos circundantes.
- Socioculturales: la oferta de solución se basa en el contexto actual con un importante y creciente número de mascotas felinas en los hogares colombianos, un cambio drástico en dicho aspecto impacta directamente en las posibilidades de aceptación del producto.

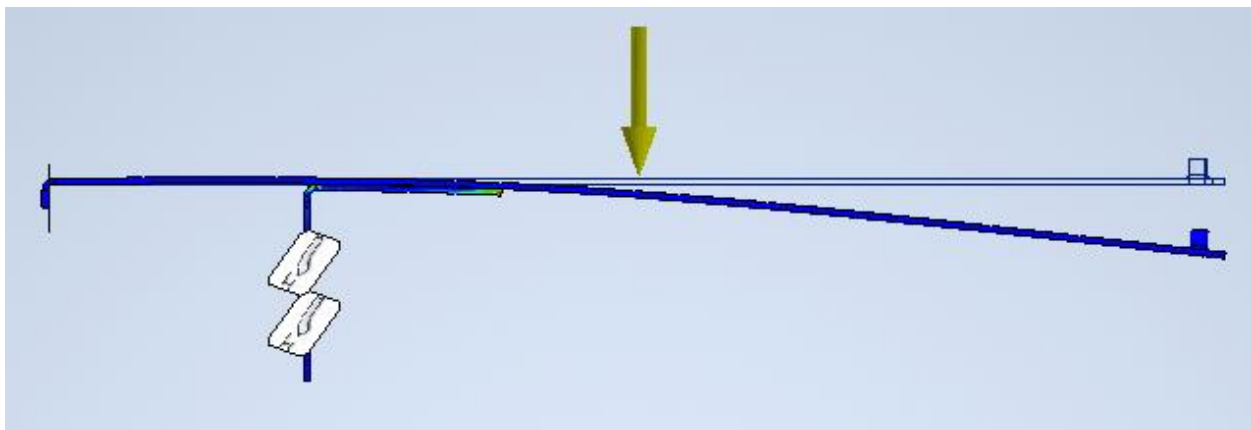
Alternativa de Solución

Una vez definido el problema a resolver y las condiciones que lo enmarcan, y conociendo las alternativas presentes en el mercado, se procede a desarrollar un modelo de solución, para este caso siendo seleccionado el modelo de balcón colgante desde las primeras etapas del proyecto, por lo que se continuó con su desarrollo hasta la obtención de un prototipo físico funcional.

Para encontrar la mejor solución al problema planteado se inició con un diseño preliminar de balcón. Estudiando las cargas teóricas a las que se somete una plataforma colgante, para, a partir de esta información comenzar análisis de materiales para un modelo funcional, este modelo inicial se realizó mediante un software de diseño 3D, y se realizó un análisis estático preliminar, el cual se puede ver en la figura 1 a continuación.

Figura 1

Prueba de esfuerzo inicial para una base colgante.



Nota. Elaboración propia mediante Software Autodesk Inventor 2022.

Con dicha información se logró obtener valores iniciales para los cálculos de resistencias para el material de la base, en caso de que se tenga un fallo imprevisto con los elementos de apoyo, los cuales se calcularon por aparte.

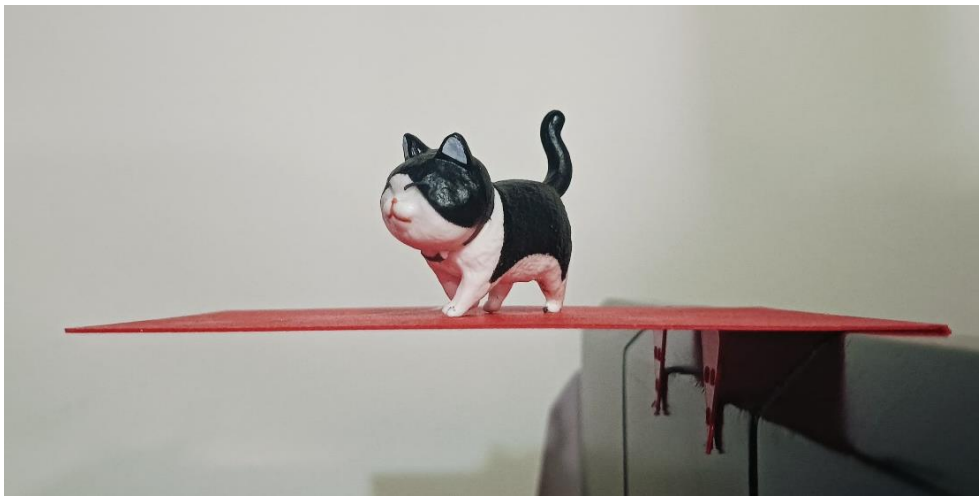
Durante la selección de materiales también se tuvo en cuenta el aspecto estético y la funcionalidad que prestaba la estética, se tuvieron dos principales materiales como opciones principales para la base, Acrílico y Aluminio, descartando otros metales desde la conductividad térmica, dado que el balcón se encontrará bajo el sol durante su operación, lo que puede generar efectos negativos sobre los usuarios. Para la selección final se optó por el aluminio, cuyas propiedades mecánicas son superiores con espesores inferiores, lo que reduce el costo final de adquisición, además de presentar un impacto ecológico inferior, al ser un material con mejores oportunidades de reciclaje o reaprovechamiento una vez cumplido el ciclo de vida del producto.

En cuanto a la comparación con otras soluciones conocidas, se encontraron ventajas en la idea de ser un medio desmontable, dado que permite el funcionamiento regular de las instalaciones en los momentos en los que no se está utilizando el producto, al igual que evita comprometer permanentemente un espacio que en ocasiones puede requerirse para otras actividades, como puede ser el caso de los pasillos anclados a los muros. Por otra parte, se tiene apoyo en los anclajes planteados, dada una capacidad de carga superior a modelos comerciales con sujeciones de tipo chupa, que han demostrado ser suficientemente resistentes bajo cargas similares, pese a tener una capacidad de tracción inferior al modelo planteado.

Se plantearon pruebas preliminares de funcionamiento para el modelo inicial, que a la fecha de realización de esta guía no han sido aplicadas, no obstante, se contó con una impresión 3D del modelo más básico en escala 1:5, presentado en la figura 2, que permitió realizar pruebas de funcionamiento prácticas, y que será apoyo visual en la presentación de la idea.

Figura 2

Balcón impreso en 3D del modelo inicial de plataforma del balcón, en escala 1:5.



Nota: Prototipo 1 impreso en el laboratorio FabLab de la Universidad EAN.

Posteriormente, se iniciaron los trabajos para elaboración del modelo físico a tamaño completo, que sería sometido a las pruebas mecánicas, y una vez aprobadas, a las pruebas de funcionamiento en el entorno real.

El primer paso seguido fue la compra de materias primas, como se seleccionaron previamente, la base sería de Aluminio, por lo que se inician las cotizaciones con base en los

análisis preliminares de software que permitieron describir los grosores de material y dimensiones necesarias, también se tenía definido desde el diseño inicial, el apoyo mediante guayas a un marco frontal de apoyo y soporte, y la inclusión de una malla exterior para aislar a las mascotas del medio, para que se encuentren inmersas en el ambiente sin llegar a alterarlo.

Conseguidos los materiales base, se inició el ensamblaje de la primera versión del prototipo físico, dicho modelo constó del marco exterior y la plataforma, para corroborar los resultados obtenidos mediante los análisis estáticos en el software de modelación, y se encontró una resistencia mayor al modelo virtual al reducirse las dimensiones de la plataforma levemente, por lo que se redujo en 13 cm el ancho y en 10 cm el largo, obteniendo valores iniciales de soporte superiores a los pronosticados, y permitiendo enfocar definitivamente el proyecto hacia la seguridad y estabilidad del balcón.

Para reforzar la estructura se optó por incluir espárragos en el marco frontal del balcón, lo que pese a añadir peso, también aporta una estructura más sólida que sería a posteriori la zona de anclaje de las guayas de soporte laterales, esta adición se muestra en la figura a continuación,

Figura 3

Plataforma del balcón.



Nota: Prototipo de elaboración propia.

Tras la adición de las guayas de soporte, se realizaron pruebas con peso nuevamente, y al obtenerse una capacidad de carga cercana a los 60 kg, se optó por hacer una prueba inicial en situación de uso real, por lo que se alistó al sujeto de pruebas, y se realizaron pruebas iniciales de aceptación y de funcionamiento, las cuales resultaron exitosas y se presentan a continuación,

Figura 4

Pruebas en ambiente real balcón.



Nota: Prototipo de elaboración propia.

Figura 5

Pruebas en ambiente real balcón.



Nota: Prototipo de elaboración propia.

Figura 6

Pruebas en ambiente real balcón.



Nota: Prototipo de elaboración propia.

Para el desarrollo del presente prototipo se contó con la particularidad espacial de tener una reja en la ventana objetivo, por lo cual se adaptaron mosquetones de seguridad en los extremos de las guayas, para su fijación sobre la reja, en caso de ventanas libres, dicha punta se reemplaza con una mordaza tipo prensa que se ancla en el marco de la ventana.

Superadas las pruebas en ambiente controlado se instala la malla de seguridad en el balcón y se realizan nuevamente verificaciones de aceptación, en lo que se ve al gato muy cómodo en su plataforma, por lo que se considera exitosa la versión del prototipo y se planean las adaptaciones

finales, como los topes inferiores que se presentaban en el modelo impreso y la inclusión de fijaciones estabilizadoras en la sección de la plataforma que queda al interior del inmueble,

Figura 7

Colocación de malla.

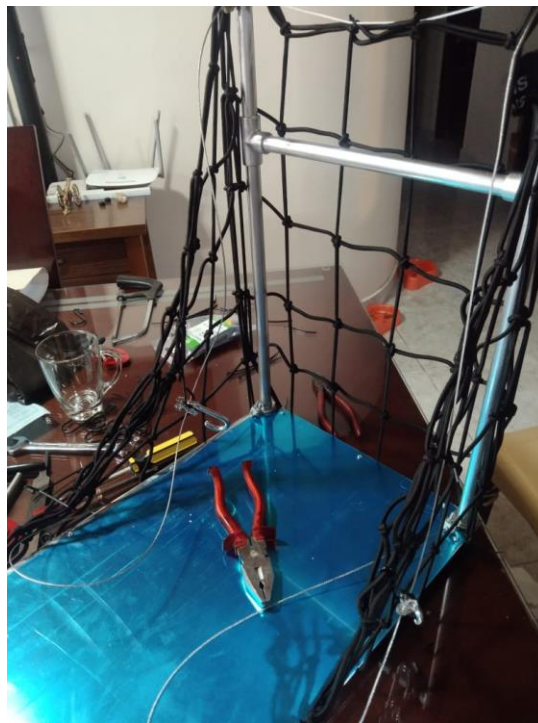


Figura 8

Pruebas en ambiente real balcón final.



Finalmente, con los resultados de las pruebas se registran características particulares, o especificaciones y recomendaciones para el correcto uso de este modelo de prototipo:

- Diseño para uso en una altura máxima de diez pisos.
- Necesidad de un espesor de pared o alfeizar de mínimo 8 cm.
- Uso recomendado de máximo dos gatos en simultáneo.
- Ancho de plataforma máximo de 50 cm.
- Longitud de plataforma de máximo 60 cm.

- Revise la adaptación del gato al modelo durante el primer uso.
- Suspenda la utilización si el gato rasga, muerde o trepa por la malla.
- No use sin supervisión, particularmente en ambientes con niños pequeños cerca.

Análisis de costos

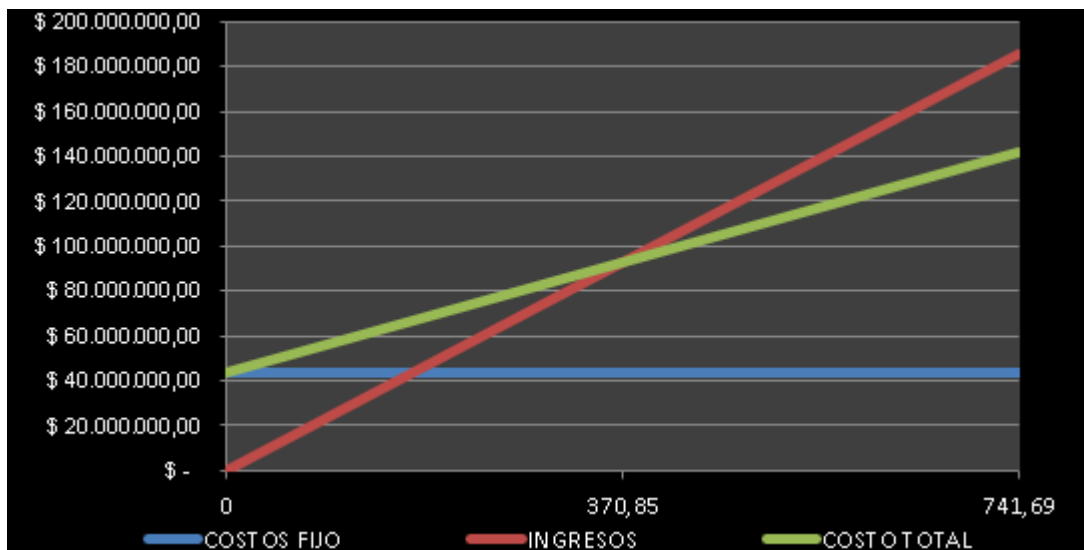
Para el análisis de costos se partió de los costos en los que se incurrió al momento de fabricar el prototipo físico, dado que los costos de diseño y de impresión del modelo 3D inicial se incluyen posteriormente en los costos de desarrollo. Toda esta información se incluyó en el simulador financiero de la Universidad EAN, y se obtuvieron datos relevantes para el análisis:

Como primera medida, se encontró viable el desarrollo del proyecto, dado que cumple con características de recuperación, y tras algunas iteraciones en la estimación de cantidad de venta, se logró obtener una cifra de unidades a vender, con capacidad alcanzable en la producción y que permite un periodo de recuperación de inversión de 2.78 años, periodo aceptable para una idea de negocio que parte desde cero, y que presenta un margen operativo positivo desde el primer año al cumplirse las metas de venta, que se calcularon inicialmente en 2000 unidades anuales. Bajo estas características se logró una estimación de tasa interna de retorno del 55%, gracias a la disminución de costos en materias primas para compras al por mayor.

A continuación, se adjunta la gráfica de costos que presenta el simulador, dadas las condiciones expuestas, y el punto de equilibrio.

Figura 9

Gráfica de costos y punto de equilibrio.



Nota: Elaboración propia a partir del simulador de costos de la Universidad EAN.

Análisis de Sostenibilidad

El mayor impacto ambiental generado por este prototipo está relacionado con la producción, tanto del modelo como de la materia prima, esto debido a los procesos necesarios para la obtención del Aluminio, que ha sido refinado y actualizado en los últimos años, no obstante, presenta la inclusión de procedimientos químicos y energéticos que tienen un impacto en el medio ambiente, además de generarse sobrantes y saldos de material durante el proceso de fabricación del prototipo, junto al consumo energético.

Como principal motivo de mitigación de estos impactos, como se mencionó previamente se seleccionó el Aluminio por su amplia capacidad de ser reciclado, tanto por empresas establecidas en el territorio nacional, como por cualquier persona con acceso a un recipiente de hierro, capaz de ser empleado como crisol, para la fundición del metal y la fabricación de bisutería o accesorios caseros, motivo que se prefiere a la hora de consumir pequeños trozos sobrantes de láminas a bajo nivel, mientras las grandes empresas pueden incluir los saldos en la fabricación de nuevas láminas o tuberías.

Otros materiales presentan un mayor impacto ambiental, como las guayas y la malla, dado que, aunque son reciclables en cierto porcentaje, tienen una huella de carbono relevante al momento de su producción, dado que el proceso de fabricación de acero tiene un consumo superior de combustibles y energía que el aluminio, dado su punto de fusión muy superior; en cuanto a la malla, la fabricación de polipropileno implica desde la base un refinamiento de derivados del

petróleo, y en la fabricación de la malla se generan residuos y emisiones durante la polimerización. Para mitigación del impacto de estos productos secundarios es posible emplear medidas similares al aluminio, dado que el mantenimiento para alargar la vida útil o la reutilización son las medidas más efectivas.

El diseño se debe enfocar en la reducción del impacto ambiental, por tanto, la optimización del diseño es clave para la reducción de sobrantes, e incluso, la reducción en prototipos fallidos, lo que permite reducir el volumen de compra de material; por otra parte, se puede optar por la adquisición de material desde proveedores con un uso significativo de material reciclado para la fabricación de sus productos.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos y la discusión del punto anterior, se obtienen unas conclusiones principales como respuesta a los objetivos planteados en la etapa inicial del proyecto:

- Es posible desarrollar un modelo de prototipo de un balcón colgante para gatos, que sea seguro, desmontable y práctico, con énfasis en la seguridad, dado que el modelo ha demostrado características de funcionamiento superiores a las calculadas en la teoría al adaptar las dimensiones a un modelo más compacto que el original.
- El diseño del balcón es adaptable a diversas necesidades partiendo de una base estandarizada, dando pie a la personalización del modelo dentro de las características de funcionamiento definidas.
- El prototipo es seguro según los resultados de los ensayos mecánicos aplicados, por lo que se considera como seguro, principalmente en relación con sus medios de fijación y estabilidad, por lo que se considera poco probable un fallo que signifique el desprendimiento del balcón.
- El funcionamiento en entorno real ha demostrado una aceptación del producto por parte del sujeto de pruebas, y un funcionamiento acorde a lo esperado a partir de

las pruebas mecánicas, como aspectos a mejorar se identifican complementos de fijación adicionales y estructuras universales para ambientes diferentes a los probados.

- El proyecto se considera viable económicamente según las estimaciones realizadas en el análisis de costos, teniendo un margen amplio de funcionamiento a medida que aumentan las unidades de venta.

Como conclusión general, se toma el resultado del proyecto como un éxito, al obtenerse un modelo físico, funcional y que puede ser considerado seguro, cumpliendo a cabalidad los objetivos propuestos.

Referencias:

Bernat, G. (2018). *Diseño de un mueble doméstico multiusos para gatos*. [Proyecto de grado, Universitat Politècnica de València]. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10251/104705>

Tami, G. (s/f). *¿El gato en casa necesita estimulación sensorial?*. Recuperado de: <https://www.fundacion-affinity.org/perros-gatos-y-personas/tengo-un-animal-de-compania/el-gato-en-casa-necesita-estimulacion-sensorial>

Şeker İ, Erten Ö, Köseman A, Koşan Ş. (2024). *¿Qué tan competentes son los dueños de gatos en el cuidado de sus gatos?*. Rev MVZ Córdoba. 2024; 29(1). Recuperado de: <https://doi.org/10.21897/rmvz.3288>

Ley 675 de 2001 Congreso de la República de Colombia. (2001). Gov.co. Recuperado de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4162>

PEÑA-CRUZ, A.,F., Stephania, S. A., Angie PATIÑO MONTOYA, BEDOYA, M., Alejandra RODRÍGUEZ ORTIZ, Juan, O. V., ORTEGA, A., LÓPEZ, J.,F., Edward, M. H., GUZMÁN, A., GIL, J., & Heiber CÁRDENAS HENAO. (2015). *Genetic Analysis of the Cat Population of North and South of Cali, Colombia*. Acta Biológica Colombiana, 20(1), 109-116. Recuperado de: <https://www-proquest-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/scholarly-journals/genetic-analysis-cat-population-north-south-cali/docview/1677364865/se-2>

Gatos domésticos, aliados en saúde física e mental. (2021). CE Noticias Financieras, Recuperado de: <https://www-proquest-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/wire-feeds/gatos-domesticos-aliados-em-saude-fisica-e-mental/docview/2492292236/se-2>

Os gatos domésticos podem colocar 350 espécies em todo o mundo em risco de extinção.

(2023). CE Noticias Financieras. Recuperado de: <https://www-proquest-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/wire-feeds/os-gatos-domésticos-podem-colocar-350-espécies-em/docview/2902229590/se-2>

Os gatos domésticos que circulam livremente têm uma dieta que é devastadora para os ecossistemas.

(2023). CE Noticias Financieras. Recuperado de: <https://www-proquest-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/wire-feeds/os-gatos-domésticos-que-circulam-livremente-têm/docview/2907071263/se-2>

Os gatos domésticos exterminaram mais animais do que qualquer outro predador. (2024). CE

Noticias Financieras. Recuperado de: <https://www-proquest-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/wire-feeds/os-gatos-domésticos-exterminaram-mais-animais-do/docview/2911704990/se-2>

Trouwborst, A., McCormack, P. C., Martínez Camacho, E., & Young, J. (2020).

Domestic cats and their impacts on biodiversity: A blind spot in the application

of nature conservation law. People & Nature, 2(1), 235–250. Recuperado de:

<https://doi-org.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/10.1002/pan3.10073>

Pardo, E., Causil, L., & Rodríguez, A. (2015). *Estudio de la diversidad genética*

de gato doméstico (Felis catus) mediante genes asociados al color del pelaje en

Lorica-Córdoba, Colombia. Archivos de Zootecnia, 64(248), 389–395. Recuperado de:

<https://doi-org.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/10.21071/az.v64i248.425>

Luis Alfonso, C. V., Enrique Pardo Pérez, & Muñoz Mass, B. L. (2017). *Estructura genética-poblacional de gatos domésticos (Felis catus), usando marcadores fenotípicos en Santa Marta, Colombia. [Domestic cats (Felis catus) Demographic-Genetic structure using phenotypic markers in Santa Marta, Colombia]*. Revista Logos, Ciencia & Tecnología, 8(2), 182-190. Recuperado de: <https://www-proquest-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/scholarly-journals/estructura-genetica-poblacional-de-gatos/docview/1999170578/se-2>

Consejos para escoger el guacal ideal para su mascota: Debe tener suficiente espacio para que su perro o su gato no se lastimen y así mismo debe proporcionarles comodidad. (2020). Portafolio. Recuperado de: <https://www-proquest-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/trade-journals/consejos-para-escoger-el-guacal-ideal-su-mascota/docview/2421048919/se-2>

Bartolomé, J. A. *¿Mi gato se aburre? Cómo identificar y minimizar el aburrimiento en gatos.* (s/f). Clinicanimal. Recuperado de: <https://www.clinicanimal.vet/blog/mi-gato-se-aburre-como-identificar-y-minimizar-el-aburrimiento-en-gatos/>

deBara, D. (2023). *7 señales de que tu gato se aburre.* Rover. Recuperado de: <https://www.rover.com/es/blog/mi-gato-se-aburre/>

Is my cat bored? How to help a bored cat. (2023). Cats Protection. Recuperado de: <https://www.cats.org.uk/cats-blog/cat-boredom-busters>