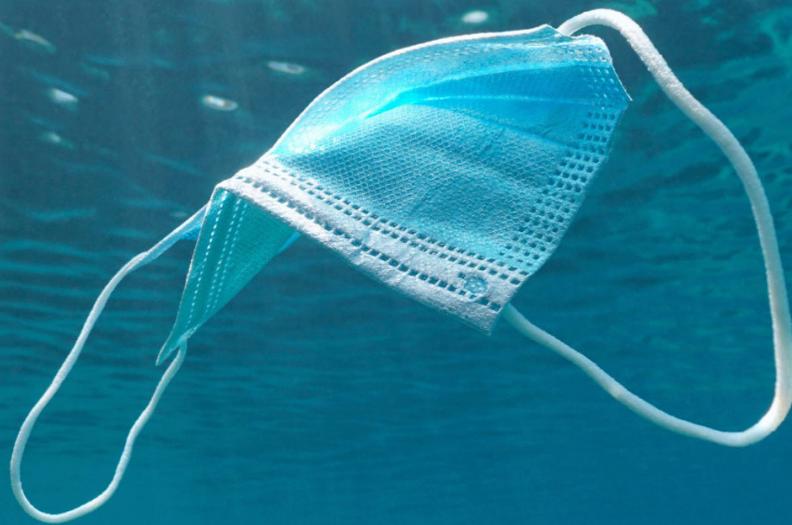


ALUMNO: ROSANA MARTÍN PÉREZ - TUTOR: FÉLIX JOVÉ SANDOVAL - SEPTIEMBRE 2021



ARQUITECTURA LOW COST.

RECICLANDO EL PLÁSTICO DE LA PANDEMIA

Ilustración portada: Mascarilla flotando en el agua. (BBVA, 2021)



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA
TRABAJO FIN DE GRADO

ARQUITECTURA LOW COST.
RECICLANDO EL PLÁSTICO DE LA PANDEMIA

ALUMNO: ROSANA MARTÍN PÉREZ

TUTOR: FÉLIX JOVÉ SANDOVAL

SEPTIEMBRE 2021

ÍNDICE:

I.	RESUMEN.	3
II.	ABSTRACT.	5
III.	OBJETIVOS.	7
1.	INTRODUCCIÓN.	9
-	1.1. La crisis climática y medioambiental.	9
-	1.2. El papel de la arquitectura en la contaminación.	11
-	1.3. El papel de la pandemia como agravante.	14
2.	EL PLÁSTICO.	17
-	2.1. Introducción al material.	17
-	2.2. Clasificación del plástico y su reciclabilidad.	18
-	2.2.1 ¿Qué pasa con el plástico que NO se recicla?	21
-	2.2.2 ¿Qué pasa con el plástico que SÍ se recicla?	22
-	2.3. El plástico de la pandemia.	24
-	2.3.1 Guantes desechables.	24
-	2.3.2 Mascarillas quirúrgicas.	25
3.	EL PLÁSTICO RECICLADO EN LA CONSTRUCCIÓN.	29
-	3.1. La jerarquía en la gestión de residuos.	29
-	3.2. Catálogo de ejemplos de reciclaje.	31
-	3.2.1 Mobiliario público en Hong Kong.	31
-	3.2.2 Adoquines de plástico. Gjenge Makers Ltd.	32
-	3.2.3 Postes tejas y baldosas de plástico.	34
-	3.2.4 By fusión Building Blocks.	36
-	3.2.5 Ladrillos Plásticos. Bloqueplas.	37
-	3.2.6. Madera Plástica. México.	38
-	3.2.7. Veil Stool.	40
-	3.3. Conclusiones del catálogo de ejemplos:	41

<u>4. PROYECTO DE ARQUITECTURA ALTERNATIVA</u>	
<u>CON MASCARILLAS QUIRÚRGICAS.</u>	<u>43</u>
- <u>4.1. Ensayos.</u>	<u>44</u>
- <u>E.01 Toma de datos físicos.</u>	<u>45</u>
- <u>E.02 Separación de capas.</u>	<u>46</u>
- <u>E.03 Absorción de agua.</u>	<u>47</u>
- <u>E.04 Absorción de agua por capilaridad.</u>	<u>48</u>
- <u>E.05 Ensayo de hidrofugacidad.</u>	<u>49</u>
- <u>E.06 Ensayo de solubilidad en agua.</u>	<u>50</u>
- <u>E.07 Ensayo de solubilidad en agua hirviendo.</u>	<u>51</u>
- <u>E.08 Ensayo de resistencia al fuego.</u>	<u>52</u>
- <u>E.09 Ensayo de fundición.</u>	<u>53</u>
- <u>E.10 Densidad del plástico una vez fundido.</u>	<u>54</u>
- <u>E.11 Ladrillo de Lego.</u>	<u>55</u>
- <u>4.2. Conclusiones de los ensayos.</u>	<u>56</u>
- <u>4.3. Propuesta y planimetría</u>	<u>58</u>
- <u>4.3.1 Módulo.</u>	<u>58</u>
- <u>4.3.2 Combinaciones.</u>	<u>60</u>
- <u>4.3.3 Localización.</u>	<u>63</u>
- <u>4.3.4 Planta.</u>	<u>64</u>
- <u>4.3.5 Predimensionado</u>	<u>68</u>
<u>5. CONCLUSIONES.</u>	<u>71</u>
<u>ANEXOS:</u>	<u>75</u>
<u>IV. BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>75</u>

I. RESUMEN.

El objetivo principal de este trabajo es estudiar la posibilidad de proporcionar una nueva vida al plástico a través del campo de la arquitectura, promoviendo así una posible solución para uno de los materiales más contaminantes del planeta en cuanto a su extrema durabilidad.

Se analiza el aumento del plástico relacionado con la pandemia de COVID-19. Se enfoca en particular en las mascarillas quirúrgicas, debido a su cantidad (su producción se ha multiplicado sin precedentes), su temporalidad (tienen una vida útil de 4 horas por lo que se convierten en residuos muy rápidamente) y su carácter representativo (se han convertido en un símbolo de la pandemia).

Finalmente, se propone su recogida y reciclaje, en un proyecto colectivo y abierto a la cooperación ciudadana que proporcione a este material un nuevo uso al servicio de toda la población.

PALABRAS CLAVE:

Arquitectura
Construcción
Contaminación
Mascarillas
Plástico
Pandemia
Reciclaje
Residuos

II. ABSTRACT.

The main purpose of this paper is to study the possibility of providing a new life to plastic through the architectural field, encouraging a possible solution for one of the most polluting materials on the planet, in terms of its extreme durability.

The increase of plastic, related to the COVID-19 pandemic, is analyzed. It focuses in particular on disposable facemasks, due to their quantity (their production has multiplied unprecedentedly), their temporality (they have a 4 hour lifespan so they become waste very quickly) and their symbolic nature (they have become a pandemic icon).

Finally, its collection and recycling is proposed, in a collective project open to citizen cooperation, that provides this material with a new use at the service of the people.

KEY WORDS:

Architecture
Construction
Pollution
Facemasks
Plastic
Pandemic
Recycling
Waste

III. OBJETIVOS.

Los objetivos que se persiguen con el presente trabajo son los siguientes:

- GLOBAL-SANITARIO.

Estudiar los problemas causados por el plástico, en el cambio climático y en la sostenibilidad del planeta en general, y cómo se han visto incrementados en la pandemia. Partiendo de la perspectiva de que estamos ante una situación de crisis que se puede repetir en un futuro, y que no puede servir de excusa o atenuante para desatender la crisis climática que también nos aborda y que empeora constantemente.

- SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL.

Analizar la crisis de la contaminación y el desperdicio. Estudiar posibles soluciones para minorar la cantidad de residuos que se producen mediante el sector de la arquitectura y de la construcción, redimiendo así uno de los sectores que más contribuyen a empeorar la crisis climática.

- SOSTENIBILIDAD SOCIAL.

Promover el uso del plástico reciclado como un material barato (al tratarse de un material desechado) para ofrecer una arquitectura alternativa, no solo sostenible sino también más accesible a toda la población, debido al abaratamiento de costes tanto en material como en técnica constructiva. Encontrando así una posible área de aplicación en países empobrecidos, campos de refugiados o zonas rurales o despobladas, o, por qué no, también en gente joven concienciada con la causa.

- PROPUESTA PRÁCTICA

Finalmente, proyectar un prototipo arquitectónico que sirva de ejemplo de la segunda vida que se le puede dar a un material altamente contaminante pero del que no podemos prescindir, como es el plástico de la pandemia.

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. LA CRISIS CLIMÁTICA Y MEDIO AMBIENTAL:

El Programa de las Naciones Unidas por el Medio Ambiente (UNEP)¹ ha dado la voz de alarma en la asamblea por el medio ambiente celebrada el 23 de febrero de 2021, por la preocupante situación que atraviesa el planeta. Dicho programa, como principal portavoz del medio ambiente dentro del sistema de las Naciones Unidas, advierte de la necesidad de una cooperación multilateral y la acción colectiva para afrontar los desafíos de las tres emergencias medio ambientales:

- La crisis climática.
- La crisis de la biodiversidad y la naturaleza.
- La crisis de la contaminación y el desperdicio.

Los síntomas de estas crisis ambientales son ya frecuentes en todas las partes del mundo: inundaciones, sequías, incendios, temperaturas sin precedentes, nevadas y heladas fuera de lo normal, y van a seguir formando parte del día a día en el futuro.

Este tipo de acontecimientos se han vuelto tan habituales que ya ni siquiera llaman la atención que deberían, sin embargo, en palabras del presidente de Kenia, Uhuru Kenyatta: “Estos sucesos climáticos cada vez más adversos hacen sonar una alarma que nos llama a atender las tres crisis planetarias que amenazan nuestro futuro colectivo”.² (UNEP, 2021)

Hoy en día se ha hecho más evidente que nunca la importancia de una buena relación con el medio ambiente dada su influencia sobre la salud y el bienestar humanos, y la asamblea advierte de la probabilidad de que “enfrentaremos

¹. UNEP por sus siglas en inglés: United Nations Environment Programme (UNEP, 2021)

². Traducción propia del original: “These increasing adverse weather and climatic occurrences sound a warning bell that calls on us to attend to the three planetary crises that threaten our collective future”. (UNEP, 2021)

UNEP. (2021, febrero 23). UN Environment Assembly concludes with an urgent call for action to solve planetary emergencies. <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/un-environment-assembly-concludes-urgent-call-action-solve-planetary>

riesgos recurrentes de pandemias futuras si mantenemos nuestros patrones insostenibles actuales en nuestras interacciones con la naturaleza”.³ (UNEP, UN Environment Assembly concludes with an urgent call for action to solve planetary emergencies, 2021)

Es por lo tanto imprescindible que se deje de percibir la actual crisis sanitaria como un caso de excepción que legitima desatender los síntomas de alarma y ejercer determinadas acciones sobre el medio ambiente. La crisis sanitaria no pone en pausa las crisis ambientales, sino que contribuye a acelerar y empeorar sus efectos.

Dentro de esta triple emergencia medioambiental, la crisis de la contaminación y desechos es en la que el plástico es uno de los materiales especialmente preocupantes, y será por lo tanto la que se utilice para cimentar este trabajo.

Según datos aportados por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)⁴ para exponer el alcance del problema, más de 300 millones de toneladas de plástico son producidas anualmente, de las cuales hasta 8 millones de toneladas son vertidas en los mares y océanos. Éste plástico se hace visible en forma de basura en playas de todos los continentes, especialmente en zonas relacionadas con el turismo y en áreas densamente pobladas. La fauna marina ingiere el plástico o se queda atrapada en él, lo que le produce heridas severas o incluso la muerte.

Por lo tanto, la contaminación debido al plástico contribuye al cambio climático, amenaza el turismo de las costas, la salubridad de la comida y la salud humana. (IUCN, 2018)

³. Traducción propia del original: “we are aware that we shall face recurring risks of future pandemics if we maintain our current unsustainable patterns in our interactions with nature.” (UNEP, 2021)

⁴. IUCN por sus siglas en Inglés (International Union for Conservation of Nature) (IUCN, 2018)

UNEP. (2021, febrero 23). UN Environment Assembly concludes with an urgent call for action to solve planetary emergencies. <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/un-environment-assembly-concludes-urgent-call-action-solve-planetary>

IUCN. (2018). Marine plastics | IUCN. <https://www.iucn.org/es/node/28701>

1.2. EL PAPEL DE LA ARQUITECTURA EN LA CONTAMINACIÓN

El sector de la construcción y la arquitectura tienen una gran influencia sobre las crisis climáticas y medioambientales en cuanto a que consume una gran cantidad de recursos naturales y es de los que mayor volumen de residuos genera. Sus principales problemas son:

- Extracción de recursos naturales
- La ocupación del terreno.
- Consumo de energía eléctrica
- Emisión de gases de efecto invernadero
- Consumo de agua corriente
- Los residuos derivados de la construcción/demolición

Este sector es responsable del 50% de los recursos naturales extraídos en el mundo, con las consecuencias obvias que esto conlleva, como la contaminación atmosférica, la modificación de la topografía y la pérdida de suelo. (Arenas Cabello, s. f.)

Según los datos aportados por la revista "Architect" en 2017, los edificios son responsables del consumo del 40% de la energía anual en estados Unidos. Así como del 50% de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, debido a la producción del cemento, el uso de combustibles fósiles y la urbanización de zonas verdes. Estos datos son similares a los recogidos por la Unión Europea, según el informe de UNEP 2018 donde el sector de la construcción ostenta un gran porcentaje de las emisiones totales de CO₂ con un 39%, y consume un 36 % del uso final de la energía. (Cramer, 2017)

Estas cifras son tan elevadas porque el sector de la construcción consume energía en todas sus fases: extracción de la materia prima, fabricación de los materiales y elementos constructivos, construcción de los edificios, uso y demolición.



Ilustración 2: Fases del ciclo de vida de la construcción. (Elgizawy, El-Hagggar, y Nassar, 2016)

Arenas Cabello, F. J. (s. f.). LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y EL MEDIO AMBIENTE. Recuperado 16 de septiembre de 2021, de https://huespedes.cica.es/gimadus/17/03_materiales.html

Cramer, N. (2017, octubre 4). The Climate Is Changing. So Must Architecture. | Architect Magazine. https://www.architectmagazine.com/design/editorial/the-climate-is-changing-so-must-architecture_o

Elgizawy, S. M., El-Hagggar, S. M., & Nassar, K. (2016). Approaching Sustainability of Construction and Demolition Waste Using Zero Waste Concept. *Low Carbon Economy*, 07(01), 1-11. <https://doi.org/10.4236/LCE.2016.71001>

Aunque en los últimos años la arquitectura ha logrado empezar a reducir sus emisiones, según dicho informe, gracias a una mayor eficiencia energética de los edificios y al uso de las nuevas tecnologías y materiales. La directora ejecutiva interina de ONU Medio ambiente alega que será necesaria una mayor exigencia en la construcción de edificios ecológicos y eficientes para lograr una transformación radical en la construcción en los próximos años. (ONU Programa para el medio ambiente, 2018)

EL número de edificios está creciendo rápidamente en los países en desarrollo y podría dificultar los objetivos del acuerdo de París sobre el cambio climático, que persiguen una mejora en la intensidad el consumo energético del 30% de los edificios para 2030. Esto se suma al aumento de la demanda energética en sistemas de refrigeración como consecuencia directa de la subida global de temperatura a raíz del cambio climático. El uso de energía con este fin se ha visto incrementado en un 25% desde 2010 y ya existen más de 1600 millones de unidades de aire acondicionado en todo el mundo y con un crecimiento potencial muy amplio. (ONU Programa para el medio ambiente, 2018)

El problema de la energía y de las emisiones producidas por los edificios está mejorando paulatinamente, y se abordan distintas posibles vías para solucionarse ahora que los edificios son cada vez más eficientes. Los propios inmuebles pueden producir y almacenar energía obtenida mediante fuentes renovables (solar geotérmica...) y pueden reducir la cantidad de energía que necesitan consumir aprovechando los sistemas pasivos de iluminación y ventilación, llegando incluso a casos donde este balance energético es neutro o positivo en los llamados edificios de consumo casi nulo.

En términos de energía cualquier cambio tiene efectos

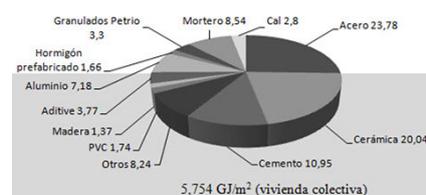


Ilustración 3: Energía requerida en gigajulios (1000 millones de julios) para la fabricación de cada material en 1m2 de construcción estándar. (Elgizawy, El-Haggar, y Nassar, 2016)

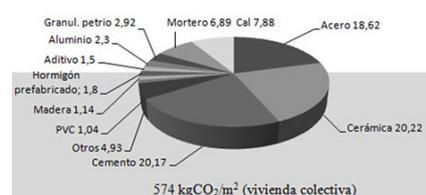


Ilustración 4: Emisiones de CO₂ en kg resultantes de la fabricación de cada material en 1m2 de construcción estándar. (Elgizawy, El-Haggar, y Nassar, 2016)

En ambas gráficas se observa que el acero, la cerámica y el cemento, materiales imprescindibles en la construcción actual, tienen unos porcentajes mucho más elevados que la mayoría de los otros materiales.

Naciones Unidas. (27 de Julio de 2020). Noticias ONU Mirada global Historias humanas. Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2020/07/1478011>

UNEP. (22 de Julio de 2021). COVID-19 Waste management Factsheets. Obtenido de <https://www.unep.org/resources/factsheet/covid-19-waste-management-factsheets>

Elgizawy, S. M., El-Haggar, S. M., & Nassar, K. (2016). Approaching Sustainability of Construction and Demolition Waste Using Zero Waste Concept. *Low Carbon Economy*, 07(01), 1-11. <https://doi.org/10.4236/LCE.2016.71001>

positivos, y el campo de la arquitectura en concreto, tiene más alcance del que parece a simple vista. Según los cálculos si solo el 9.7% de los edificios de nueva construcción fueran de consumo casi nulo en 2050 las emisiones de CO2 a la atmosfera habrían bajado 7.100 millones de toneladas. (Cramer, 2017)

Aunque todavía queda mucho por hacer en cuanto a consumo energético y emisiones, existe una vía de actuación. Sin embargo, este es solo uno de los problemas de los que el sector de la construcción es responsable. El principal problema del sector en cuanto al cambio climático deriva de los materiales de construcción y los residuos generados. (Cramer, 2017)

En la Unión Europea se producen anualmente 450 millones de toneladas de residuos de la construcción y demolición (RCD), lo que equivale a más de una cuarta parte de los residuos totales. Además, esta cifra aumenta continuamente a medida que los materiales de construcción se diversifican y son cada vez más complicados de reutilizar o de reciclar. Según los estudios solo un 28% de estos materiales se reciclan en la Unión Europea, y en España esta cifra se reduce a un 5 %, lo que obliga a intensificar la extracción de materias primas y a crear mayores infraestructuras donde verter las toneladas de material que no se pueden aprovechar. (Arenas Cabello, s. f.)

Estos residuos proceden de la demolición de edificios, de rechazos de materiales de construcción de obras nuevas o de la renovación de edificios existentes. Siendo los de demolición los más abundantes. Los residuos están compuestos por materiales muy diversos y por lo tanto algunos como el papel o metal son mas fáciles de reciclar que otros como la lana mineral o el poliestireno. (Sally M. Elgizawy, 2016)

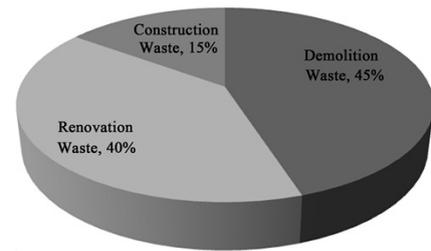


Ilustración 5: División de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la Unión Europea, según su procedencia:

Demolición: 45%
 Construcción 15%
 Renovación 40%

(Elgizawy, El-Haggar, y Nassar, 2016)

Facilidad de reciclaje de los RCD	
Material	Puntuación
Lana mineral	2
Poliestireno	2
PYL	2
Plástico	3
Mampostería	3
Madera	3
Material de relleno	3
Marmol	3
Vidrio	4
Baldosa cerámica	4
Hormigón	4
Papel	5
Metal	5

Ilustración 6: Tabla de clasificación de los RCD en función de su facilidad para ser reciclados. Siendo 1 lo más difícil de reciclar y 5 lo más fácil. Traducción propia de la tabla original obtenida de (Elgizawy, El-Haggar, y Nassar, 2016)

Arenas Cabello, F. J. (s. f.). LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y EL MEDIO AMBIENTE. Recuperado 16 de septiembre de 2021, de https://huespedes.cica.es/gimadus/17/03_materiales.html

Cramer, N. (2017, octubre 4). The Climate Is Changing. So Must Architecture. | Architect Magazine. https://www.architectmagazine.com/design/editorial/the-climate-is-changing-so-must-architecture_o

Elgizawy, S. M., El-Haggar, S. M., & Nassar, K. (2016). Approaching Sustainability of Construction and Demolition Waste Using Zero Waste Concept. *Low Carbon Economy*, 07(01), 1-11. <https://doi.org/10.4236/LCE.2016.71001>

1.3. EL PAPEL DE LA PANDEMIA COMO AGRAVANTE:

La pandemia del COVID-19 ha traído como resultado inevitable un aumento significativo de los residuos plásticos producidos, no solo por los hospitales y los centros sanitarios, sino por todos los individuos en general. Esto es especialmente notable en cuanto al aumento del uso de equipos de protección sanitaria frente al virus, como mascarillas, guantes, etc. (UNEP - UN Environment Programme, 2020)

En palabras de la directora de comercio internacional de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo (UNCTAD): “La contaminación por plásticos ya era una de las más grandes amenazas a nuestro planeta antes del coronavirus. El rápido aumento del uso diario de ciertos productos que ayudan a proteger a las personas y a detener la propagación del virus está empeorando las cosas”. (Naciones Unidas, 2020)

Aunque el confinamiento ha tenido efectos positivos sobre el medio ambiente, reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero, también ha propiciado un aumento del número de plásticos relacionados con envases y envíos a domicilio, derivados de este nuevo modo de consumo. Por ejemplo, en Singapur, en dos meses de confinamiento, los ciudadanos desearon 1470 toneladas más de las habituales en plásticos de envases de comida para llevar. (Naciones Unidas, 2020)

Un año después ya están saliendo a la luz los datos que demuestran el aumento de la producción de plásticos con relación a la pandemia. Se estima que las ventas globales de mascarillas variaron de 800 millones de dólares en 2019 a 166.000 millones en 2020, lo cual implicaría que se vendieron 200 veces más. (Naciones Unidas, 2020)

UNEP - UN Environment Programme. (2020, junio 19). COVID-19 Waste management Factsheets . <https://www.unep.org/resources/factsheet/covid-19-waste-management-factsheets>

Naciones Unidas. (2020, julio 27). La marea de plástico causada por el COVID-19 también es un peligro para la economía y la naturaleza | Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2020/07/1478011>

La UNCTAD alertó que cerca del 75% de este plástico generado como resultado del coronavirus acabará vertiéndose en forma de residuos en mares y vertederos. (Naciones Unidas, 2020)

No obstante, el coronavirus ha influido en todos los ámbitos, no solo ha aumentado la producción de determinados elementos de plástico, sino que también sus efectos sobre el sector del reciclaje son ya visibles. Según las cifras aportadas por el informe anual de Cicloplast, en España se reciclaron en 2019, 616.736 toneladas de envases domésticos, lo que suponía una subida del 8% respecto año anterior. De media se estima que se recicló 13.2 kg de envases plásticos por habitante. (Cicloplast, 2019)

En 2020 el sector del reciclaje se resintió debido a la pandemia y bajó sus cifras respecto al año anterior por primera vez en su historia, reciclando 616.282 toneladas, el equivalente a 13,1 kg por habitante. (Cicloplast, 2020)

Esto podría explicarse como resultado de la reducción del consumo respecto al año anterior (2,1%) debido a los meses de confinamiento. Sin embargo, cabe destacar que estas cifras, tanto de consumo como de reciclaje, solo hacen referencia a los envases domésticos (los depositados en el contenedor amarillo), por lo que no tienen en cuenta el importante aumento del consumo de otros plásticos (los plásticos de pandemia) que se depositan en el contenedor de restos, y que por supuesto no han sido reciclados.

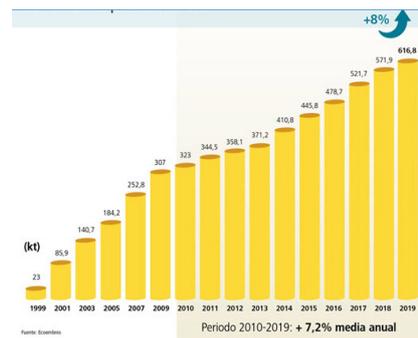


Ilustración 7: kilotoneladas de envases reciclados cada año hasta 2019.(Cicloplast, 2019)

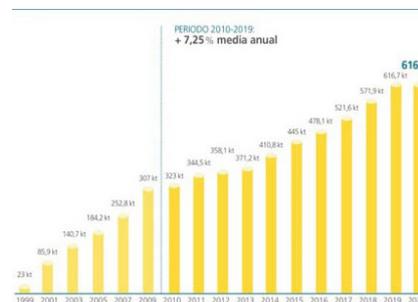


Ilustración 8: kilotoneladas de envases reciclados cada año hasta 2020 (Cicloplast, 2020)

Naciones Unidas. (2020, julio 27). La marea de plástico causada por el COVID-19 también es un peligro para la economía y la naturaleza | Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2020/07/1478011>

Cicloplast. (2020). Resultados Reciclado de Envases 2020. <http://www.cicloplast.com/index.php?accion=notas-de-prensa&subAccion=ver-noticia&id=99&page=1&frm%5Bkeyword%5D=&actopc=42>

Cicloplast. (2019). Crece un 8% el reciclado de envases plásticos del hogar en España, alcanzándose las 616.736 toneladas en 2019. [http://www.cicloplast.com/index.php?accion=notas-de-prensa&subAccion=ver-noticia&id=92&page=1&frm\[keyword\]=&actopc=42](http://www.cicloplast.com/index.php?accion=notas-de-prensa&subAccion=ver-noticia&id=92&page=1&frm[keyword]=&actopc=42)

2. EL PLÁSTICO.

2.1. INTRODUCCIÓN AL MATERIAL.

El plástico es un material sintético compuesto principalmente por polímeros⁵ que apareció por primera vez a principios del siglo XX. Su rápido crecimiento y producción en masa, supuso un antes y un después para el mercado global, que sustituyó los contenedores reutilizables por todo tipo de elementos de un solo uso. (Geyer, Jambeck, y Law, 2017)

La mayoría de los monómeros⁶ que son empleados para producir plástico como el propileno son derivados de los combustibles fósiles (petróleo, gas natural...), por lo que los plásticos no son biodegradables (Geyer, Jambeck, y Law, 2017). Por lo tanto, es habitual que estos residuos acaben depositándose en vertederos o en el propio ecosistema, acumulándose más que descomponiéndose.

La única manera de deshacerse de ellos de manera definitiva es mediante un proceso de combustión (Geyer, Jambeck, y Law, 2017), lo cual supone un peligro para el medio ambiente y para la salud humana. Esto se debe a las emisiones que genera, y a la producción de cenizas tóxicas (equivalentes al 25 o 30% del material incinerado) que generalmente son depositadas en “zonas de sacrificio ambiental” donde habitan las poblaciones más vulnerables. (Greenpeace México, s.f.)

⁵. **POLÍMERO**: “Compuesto químico, natural o sintético, formado por polimerización y que consiste esencialmente en unidades estructurales repetidas”. (RAE, 2021)

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.ª ed., [versión 23.4 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [25/07/2021].

⁶. **MONÓMERO**: “Molécula de pequeña masa molecular que unida a otros monómeros, a veces cientos o miles, por medio de enlaces químicos, generalmente covalentes, forman macromoléculas llamadas polímeros.” (Monómero | Real Academia de Ingeniería, s.f.)

monómero | Real Academia de Ingeniería. (n.d.). Retrieved September 14, 2021, from <http://diccionario.raing.es/es/lema/monómero>

Greenpeace México. (s. f.). Los graves peligros de la incineración de plásticos. Recuperado 14 de septiembre de 2021, de <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/4047/los-graves-peligros-de-la-incineracion-de-plasticos/>

*Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), 25–29. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>*

2.2. CLASIFICACIÓN DEL PLÁSTICO Y SU RECICLABILIDAD.

El plástico es uno de los residuos más problemáticos para mares y océanos debido a su facilidad para dispersarse y a su lento proceso de degradación. (Greenpeace, 2019) Por eso es de vital importancia conocer su capacidad para ser o no reciclado y actuar en consecuencia.

La reciclabilidad de los plásticos varía considerablemente en función del tipo y de sus características físicas. Para facilitar el proceso de reciclado se creó en 1988 la clasificación numérica, que consta de siete categorías entre las que se distribuyen los plásticos en función del polímero con que están formados. (UNEP/IUCN, 2020)

Este sistema permite marcar cada producto de plástico que se pone en el mercado con la categoría que le corresponde, de modo que cuando finalice su vida útil sea más sencillo de identificar y reciclar. Dicho número se enmarca dentro del símbolo del reciclaje, un triángulo formado por flechas, por lo que a menudo es confundido con una señal de que dicho producto está compuesto de plástico reciclado o de que es en sí mismo reciclable.

Dichas categorías son:

- 1 PET: Tereftalato de polietileno.
- 2 HDPE: Polietileno de alta densidad.
- 3 PVC: Policloruro de vinilo.
- 4 LDPE: Polietileno de baja densidad.
- 5 PP: Polipropileno.
- 6 PS: Poliestireno.
- 7 Otros: Mezcla de plásticos.

UNEP/IUCN. (2020). National guidance for plastic pollution hotspotting and shaping action. In Life Cycle Initiative. <https://www.lifecycleinitiative.org/national-guidance-for-marine-plastic-hotspotting-and-shaping-actions/>

Greenpeace. (2019). Reciclar no es suficiente. La Gestión de Residuos de Envases Plásticos En España, 31. https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2019/03/reciclar_no_es_suficiente.pdf



Ilustración 9: PET (Gestores de Residuos, s.f.)



Ilustración 10: HDPE (Gestores de Residuos, s.f.)

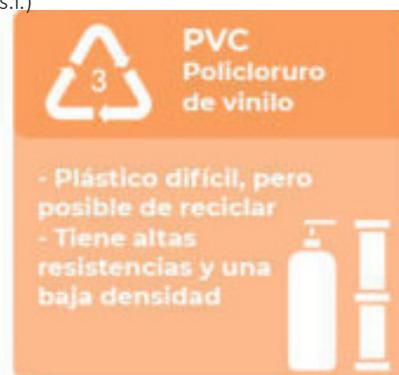


Ilustración 11: PVC (Gestores de Residuos, s.f.)

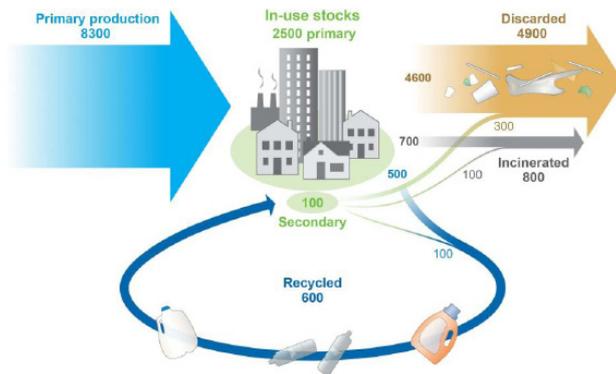


Ilustración 12: LDPE (Gestores de Residuos, s.f.)

De media se calcula que los plásticos en el mercado están compuestos por un 93% de resina de polímeros y un 7% de aditivos para mejorar sus características, tales como plastificantes o retardantes de llama. (Geyer, Jambeck, y Law, 2017)

La gran mayoría de plásticos que se producen son los polietilenos, incluyendo tanto alta como baja densidad (HDPE y LDPE), siendo un 36% de la producción total de plástico. En segundo lugar, el polipropileno, (PP) con un 21%. En tercer lugar, estaría el PVC (policloruro de vinilo) con un 12% de la producción, y finalmente los PET (tereftalato de polietileno), PS (poliestireno) y PUR (poliuretano), con menos de un 10% cada uno. (Geyer, Jambeck, y Law, 2017)

Estos siete grupos constituyen un 92% del total de plásticos fabricados desde su creación, y cerca de un 42% ha sido destinado al sector de los envases, principalmente PET, PE y PP. El sector de la construcción es el segundo que más plástico consume, siendo este el destino del 69% de todo el PVC producido. Como se indica en la ilustración x, la producción global de plástico en esos 65 años fue de 8300 millones de toneladas, de las cuales 2500 siguen en uso, 4600 han sido descartadas, 700 han sido incineradas y 500 recicladas. Es decir, solo un 6% del plástico global producido ha sido reciclado (Geyer, Jambeck, y Law, 2017)



Global production, use, and fate of polymer resins, synthetic fibers, and additives (1950 to 2015; in million metric tons).

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), 25–29. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

Gestores de Residuos. (s. f.). La clasificación de los plásticos -. Recuperado 14 de septiembre de 2021, de <https://gestoresderesiduos.org/noticias/la-clasificacion-de-los-plasticos>



Ilustración 13: PP(Gestores de Residuos, s.f.)

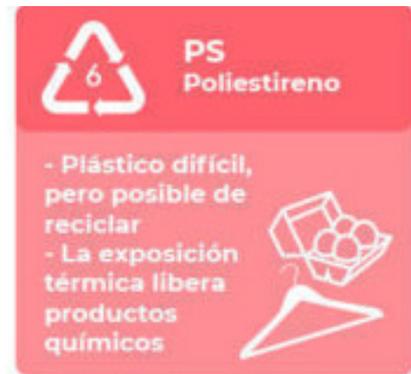


Ilustración 14: PS(Gestores de Residuos, s.f.)



Ilustración 15: OTROS plásticos (Gestores de Residuos, s.f.)

Ilustración 16: Producción global del plástico y su uso, de 1950 a 2015 en millones de toneladas. (Geyer, Jambeck, y Law, 2017)

No obstante, su clasificación no es lo único que afecta a la reciclabilidad de los plásticos, sino también sus características físicas. El 39,7% de los plásticos que se producen hoy en día son destinados a envases de usar y tirar y en el mejor de los casos dicho envase terminará en un contenedor para su reciclaje. Sin embargo, esta situación lejos de ser la ideal se enfrenta a un proceso de reciclaje muy ineficaz, en el que el 80% de los envases acabarán siendo arrojados en vertederos, en el medio ambiente o siendo incinerados. (Greenpeace, 2019)

En Europa se generan 25 millones de toneladas de residuos plásticos cada año, de los cuales se estima que tan solo el 30% es recuperado para su reciclaje. En muchos casos estos residuos terminan en los mares y otras masas de agua y acaban convirtiéndose en microplásticos. Éstos son fragmentos de plástico de un tamaño inferior a 5 mm, que se acumulan en el medio ambiente, normalmente marino, donde son muy problemáticos porque son consumidos por la fauna y pasan a formar parte de nuestra cadena alimentaria. (Greenpeace, 2019)

Son las propiedades del plástico, como su durabilidad y su resistencia a la degradación, las que lo hacen especialmente útil, pero a su vez las que hacen que sea casi imposible que el medio ambiente por sí mismo se deshaga de él. En la mayoría de los casos los plásticos nunca llegan a descomponerse del todo, solo se va reduciendo progresivamente su tamaño hasta convertirse en los denominados microplásticos o nanoplásticos⁷.(UNEP, s. f.)

⁷. **NANOPLÁSTICOS:** Partículas producidas involuntariamente, derivadas de la degradación del plástico, cuyo tamaño se encuentra entre 1 y 1000 nanómetros (nm)
Traducción propia del original:

“We define nanoplastics as particles unintentionally produced (i.e. from the degradation and the manufacturing of the plastic objects) and presenting a colloidal behavior, within the size range from 1 to 1000 nm.” (Gigault, Halle, Baudrimont, Pascal, Gauffre, Phi, El Hadri, Grassl, y Reynaud, 2018)



Ilustración 17: Tiempo de descomposición de elementos plásticos, entre los 6 meses y más de 600 años. (Greenpeace, 2019)

Greenpeace. (2019). *Reciclar no es suficiente. La gestión de residuos de envases plásticos en España*, 31. https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2019/03/reciclar_no_es_suficiente.pdf

UNEP. (s. f.). *BeatPlasticPollution This World Environment Day. Recuperado 25 de julio de 2021, de <https://www.unep.org/interactive/beat-plastic-pollution/>*

Gigault, J., Halle, A. ter, Baudrimont, M., Pascal, P. Y., Gauffre, F., Phi, T. L., El Hadri, H., Grassl, B., & Reynaud, S. (2018). *Current opinion: What is a nanoplastic? Environmental Pollution*, 235, 1030-1034. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.024>

2.2.1. ¿Qué pasa con el plástico que NO se recicla?

Entonces, ¿qué porcentaje de plástico se recicla realmente? De todos los envases depositados en el contenedor amarillo el sistema descartará:

- Los de pequeño tamaño (que pasen por un trómel de criba de 10x10 cm) como es el caso de los envases de yogures, tapones etc.
- Todos aquellos envases que estén formados por más de un material son descartados, esto incluye: botellas con recubrimiento de PVC o tetrabriks formados por distintas capas de cartón, aluminio y polietileno.
- Así como aquellos que no son incoloros, como las botellas de plástico de algunas marcas. (Greenpeace, 2019)

Por lo tanto, aun en el caso ideal de que las personas hicieran un uso adecuado de los contenedores amarillos, solo un pequeño porcentaje de los residuos depositados son reciclados realmente.

¿Qué pasa con los residuos que no se reciclan? ¿Cuánto tardarán en descomponerse? Los residuos que no pueden ser reciclados serán depositados en los vertederos o serán incinerados. Esto es un problema, siendo los plásticos de los residuos que tardan más tiempo en descomponerse debido a su larga durabilidad. (Greenpeace, 2019)

EJEMPLO PRODUCTO	SE RECICLA O NO
YOGUR	No. Al ser su tamaño pequeño se cuela por el sistema de cribado mecánico (tromel de 10x10 cm)
BOLSA DE PLÁSTICO	Sí, pero para materiales de inferior calidad
TAPÓN	El sistema lo rechaza al ser una fracción inferior a 10 cm
BOTELLA DETERGENTE	Sí
BOTELLA CON CAMISETA	Al estar compuesto por varios materiales, el sistema lo descarta
BOTELLA AGUA 1'5L	Sí
PAJITAS	No es un envase y además al ser menor de 10 cm el sistema lo descarta
BLISTER DE FIAMBRE	Al estar compuesto por varios materiales, el sistema lo descarta
BOTELLA COLOR (SOLÁN DE CABRAS, LANJARÓN...)	Al ser un material de color, los lectores ópticos de las plantas y tratamiento lo descartan a la fracción resto
CAJA CD	No

Ilustración 18: Algunos ejemplos de envases cuya reciclabilidad depende de sus características físicas. (Greenpeace, 2019)

Greenpeace. (2019). *Reciclar no es suficiente. La gestión de residuos de envases plásticos en España*, 31. https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2019/03/reciclar_no_es_suficiente.pdf

2.2.2. ¿Qué pasa con el plástico que SÍ se recicla?

Según los datos de la organización de Cicloplast en su informe de 2017, los mercados de destino más habituales en España para el plástico reciclado son:

- Láminas y otras bolsas con un 26% del total de plásticos reciclados.
- Tuberías un 21%.
- Bolsas de basura 16%.
- Piezas industriales 13%.
- Mobiliario urbano 9%.
- Botellas y bidones 2%
- Además de un 13% que es exportado para ser reciclado en otros países. (Anarpla y Cicloplast, 2017)

Los datos de este mismo informe en 2018 muestran un aumento del plástico exportado, así como del dedicado a tuberías, mientras que el dedicado a mobiliario urbano, piezas industriales y botellas disminuye (Anarpla y Cicloplast, 2018). Dichos datos apuntan a una degradación del plástico reciclado (downcycling⁸) que ya no se usa para los mismos usos para que fuera diseñado, sino en materiales de inferior calidad. (Greenpeace, 2019)

En España, el sector de la arquitectura no emplea una cantidad significativa de plástico reciclado, como mucho se podría considerar que el plástico enviado a mobiliario y a tuberías forma parte del sector de la construcción. Por el contrario, la mayoría se destina a láminas y bolsas, es decir, de nuevo al sector de los envases. (Anarpla y Cicloplast, 2018)

Anarpla y Cicloplast. (2017). Cifras y datos clave de los plásticos y su reciclado en España. En Datos. http://www.cicloplast.com/ftp/cifras_datos_clave_plasticos_y_su_reciclado_en_espana.pdf

Anarpla y Cicloplast. (2018). Cifras y datos clave de los plásticos y su reciclado en España. Datos, 17. http://www.cicloplast.com/ftp/cifras_datos_clave_plasticos_y_su_reciclado_en_espana.pdf

Cada vez se utiliza más plástico reciclado en diferentes aplicaciones. Dentro de las tradicionales, las más frecuentes son láminas, otras bolsas y tuberías.

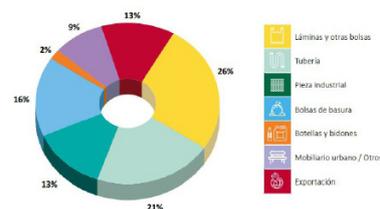


Ilustración 19: Mercados finales del plástico reciclado 2017. (Anarpla y Cicloplast, 2017)

Mercados de destino del plástico reciclado

Cada vez se utiliza más plástico reciclado en diferentes aplicaciones. Dentro de las tradicionales, las más frecuentes son láminas, otras bolsas y tuberías.

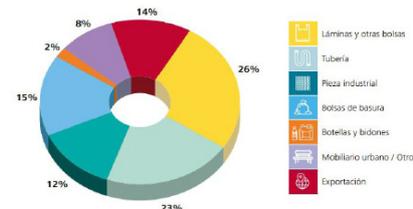


Ilustración 20: Mercados finales del plástico reciclado 2018. (Anarpla y Cicloplast, 2018)

⁸. **DOWNCYCLING**: “El reciclaje de residuos en casos donde el material reciclado es de funcionalidad y calidad más baja que el material original” (Greenpeace, 2019). Esto es un problema ya que obliga a que los materiales con unas necesidades de calidad mayores, tengan que realizarse con plástico de nueva fabricación.

Greenpeace. (2019). Reciclar no es suficiente. La gestión de residuos de envases plásticos en España, 31. https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2019/03/reciclar_no_es_suficiente.pdf

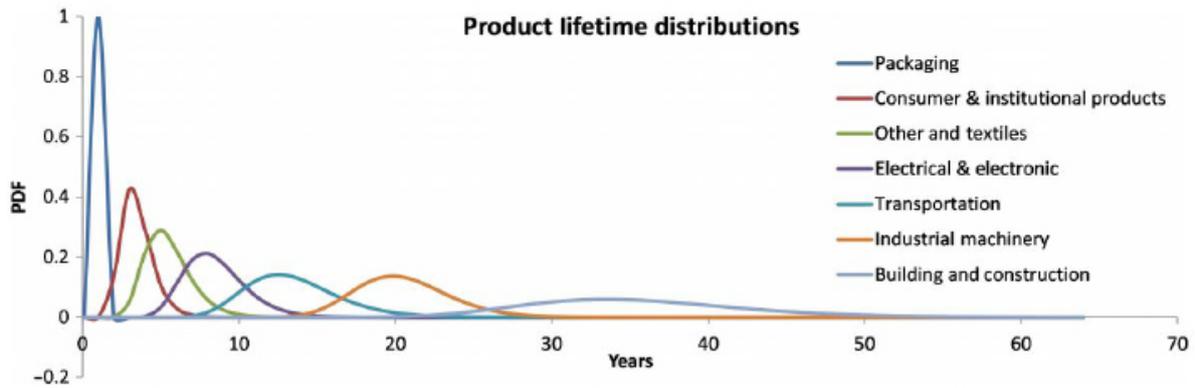


Fig. 21. Product lifetime distributions for the eight industrial use sectors plotted as log-normal probability distribution functions (PDF).

Sin embargo, de los sectores donde más plástico se destina, la construcción es el que tiene mayor vida útil con diferencia, llegando a superar los 60 años. Como se puede observar en la ilustración número x, esta cifra destaca frente a los otros sectores, especialmente el de los envases, que siendo el que más plástico utiliza es también el que ofrece una vida útil más corta. (Geyer, Jambeck, y Law, 2017)

Por eso parece razonable pensar que, para proporcionar una nueva vida útil al plástico, el sector idóneo es el de la construcción, pues será el que más tiempo prolongue esta segunda vida del material.

Ilustración 21: tabla comparativa de los 8 sectores industriales y la vida útil del plástico en cada uno de ellos. Se observa una gran diferencia entre las 8 categorías, especialmente entre los envases, con la vida útil más breve, y el sector de la construcción con más de 60 años de duración. (Geyer, Jambeck, y Law, 2017)

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), 25–29. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

2.3. EL PLÁSTICO DE LA PANDEMIA:

El denominado plástico de la pandemia hace referencia a todo aquel que ha visto incrementada su producción o su uso como resultado del COVID-19. En esta categoría se incluyen todos los plásticos de carácter preventivo o sanitario (mascarillas, guantes etc) y el plástico producido como resultado de un cambio en la rutina de los individuos (aumento de la venta online, menor uso de material reutilizable en lugar de los de un solo uso por miedo al contagio, etc). Incluye por lo tanto: Mascarillas, guantes, batas, vasos de café desechables, platos y cubiertos de plástico, envases de un solo uso, plástico para envolver o empaquetar productos de venta online o botes de gel hidroalcohólico.

2.3.1 Guantes desechables:

El uso de estos equipos ya era habitual en algunos sectores, pero a durante la pandemia su uso se ha extendido a la población en general, a pesar de que en algunos casos su uso ha sido desaconsejado por las autoridades sanitarias (Barea Luchena, 2020). Se estima que el uso de guantes desechables en todo el mundo ha alcanzado los 65000 millones de pares cada mes (Parker, 2021). Se pueden distinguir principalmente cuatro tipos de guantes desechables:

- Guantes de Latex: Hechos mediante caucho natural por lo que son biodegradables. Sin embargo al tratarse de un material natural puede producir alergias, por lo que no son una alternativa idónea a en todos los casos.
- Guantes de polietileno: Los guantes transparentes tipo bolsa, muy habituales en el sector alimentario.
- Guante de Vinilo: Fabricados a partir de PVC sintético. Su uso es habitual en hospitales y algunas industrias.



Ilustración 22: Tipos de guantes desechables. (Materiales de guantes desechables, s. f.)

Barea Luchena, J. (2020, junio 22). 4 objetos de plástico que no necesitamos para protegernos del COVID-19 - ES | Greenpeace España. <https://es.greenpeace.org/es/noticias/4-objetos-de-plastico-que-no-necesitamos-para-protegernos-del-covid-19/>

Parker, L. (2021, abril 15). Cómo impedir que las mascarillas contaminen el planeta | National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2021/04/como-impedir-que-las-mascarillas-contaminen-el-planeta>

Materiales de guantes desechables. (s. f.). Recuperado 15 de septiembre de 2021, de <https://productos-desechables.es/materiales-de-guantes-desechables/f>

- Guantes de Nitrilo. Se trata de un tipo de látex sintético que se utiliza como sustituto del látex natural, con características similares y con menor posibilidad de producir alergias. Su uso es habitual en los laboratorios y en el sector de la automoción. (Materiales de guantes desechables, s. f.)

-2.3.2 Mascarillas quirúrgicas:

Las mascarillas han sido sin duda el desecho principal de la pandemia. Según los estudios se utilizan 120000 millones de mascarillas en el mundo cada mes, es decir, casi 3 millones de mascarillas al minuto (Parker, 2021). Además, estas cifras se vuelven más problemáticas al analizar los materiales que las componen y su tiempo de degradación.

Las mascarillas pueden ser de distintos tipos, (higiénicas, quirúrgicas, FFP2...) pero este trabajo se centra en el estudio de las mascarillas quirúrgicas por ser las más características de la pandemia, así como las más accesibles a la población en cuanto a su precio.

El principal material con que se fabrican es el tejido no tejido (TNT) de polipropileno, un polímero termoplástico que se obtiene como resultado de la polimerización del propileno. Normalmente constituidas por tres capas unidas entre sí, siendo la más habitual la denominada (SMS) spundbond-meltblown-spundbond. (Material para mascarillas y tejido no tejido sanitario, 2020)

El spundbond se caracteriza por ser un tejido de baja inflamabilidad, alta resistencia a tracción y la posibilidad de ser hidrofóbico o hidrofílico en función del tratamiento que se le aplique.

Materiales de guantes desechables. (s. f.). Recuperado 15 de septiembre de 2021, de <https://productos-desechables.es/materiales-de-guantes-desechables/f>

Parker, L. (2021, abril 15). Cómo impedir que las mascarillas contaminen el planeta | National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2021/04/como-impedir-que-las-mascarillas-contaminen-el-planeta>



Ilustración 23: Capas de una mascarilla quirúrgica. (Material para mascarillas y tejido no tejido sanitario, 2020)



Ilustración 24: Maquinaria de extrusión industrial para tejido no tejido meltblown. (Material para mascarillas y tejido no tejido sanitario, 2020)

Material para mascarillas y tejido no tejido sanitario. (2020, julio 1). <https://blog.fdtexsl.com/material-para-mascarillas-tejido-no-tejido-sanitario>

El meltblown por el contrario es un TNT formado por fibras de tan solo 1 o 2 micras de grosor, por lo que es la capa de mayor acción filtrante. Ambos tipos de tejido se fabrican mediante máquinas extrusoras de distintos tamaños y formatos. (Material para mascarillas y tejido no tejido sanitario, 2020)

Por lo tanto, una mascarilla quirúrgica SMS estaría compuesta por:

- 1. En primer lugar una capa interna de tejido no tejido de polipropileno (PP) spunbond. Esta capa se caracteriza por ser hipoalergénica, ya que es la que estará en contacto con la piel, y por absorber la humedad debido a un tratamiento hidrofílico.
- 2. Una capa central de TNT meltblown de polipropileno, cuya función principal es actuar como barrera antibacteriana y antivírica.
- 3. Una capa exterior de TNT spundbond de polipropileno, que ejerce de barrera frente a las partículas grandes. Esta capa recibe un tratamiento hidrofóbico para evitar que penetre el agua. (Material para mascarillas y tejido no tejido sanitario, 2020)

Aparte de las láminas que componen el cuerpo principal, las mascarillas están formadas por elementos secundarios:

- Gomas elásticas, normalmente de nylon o poliéster.
- Sistema para ajustar la mascarilla a la nariz, formado por un alambre reforzado con polipropileno.

Tanto las capas de tejido del cuerpo principal, como las gomas de la mascarilla se unen entre sí mediante soldadura ultrasónica o cola termofusible. (Material para mascarillas y tejido no tejido sanitario, 2020)

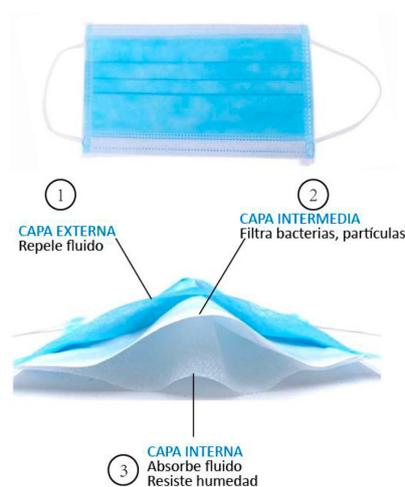


Ilustración 25: Mascarilla quirúrgica separada en capas (Mascarillas quirúrgicas desechables, s. f.)



Ilustración 26: Gomas elásticas para mascarillas quirúrgicas (izquierda) y FFP2 (derecha). (Material para mascarillas y tejido no tejido sanitario, 2020)



Ilustración 27: Tira de sujeción mascarillas quirúrgicas (Material para mascarillas y tejido no tejido sanitario, 2020)

Material para mascarillas y tejido no tejido sanitario. (2020, julio 1). <https://blog.fdtcsl.com/material-para-mascarillas-tejido-no-tejido-sanitario>

Mascarillas quirúrgicas desechables. (s. f.). Recuperado 15 de septiembre de 2021, de <https://ortopediaortoespana.es/articulos-sanitarios/1884-pack-mascarillas-quirurgicas-desechables.html>

Este tipo de residuos se caracteriza por ser de un solo uso por su propia naturaleza preventiva, y puede ser complejo deshacerse de ellos al tratarse de materiales potencialmente infecciosos. De no ser tratados correctamente son susceptibles de convertirse en un problema para el medio ambiente y para la salud pública.

Es por lo tanto imprescindible evitar su vertido incontrolado en el ecosistema, que puede ser un peligro para los seres humanos, y evitar que acaben siendo fuente de contaminación de mares y ríos. Además, otro tipo de tratamientos como su incineración al aire libre son potencialmente peligrosos ya que se liberarían toxinas al medio ambiente que facilitarían la transmisión de enfermedades a las personas. (UNEP - UN Environment Programme, 2020)

Ante la peligrosidad de este tipo de desechos, la UNEP ha creado unas guías para deshacerse de los residuos de la pandemia, con el objetivo de minimizar el impacto negativo que puedan tener en el medio ambiente.

Las recomendaciones sugieren la evaluación por parte de cada país de la capacidad para gestionar los residuos. La solución a corto plazo implica la clasificación y almacenamiento de los residuos de la pandemia, segregados tanto de los otros residuos sanitarios en los hospitales, como de los otros residuos domiciliarios en las viviendas. (UNEP, 2020)

A largo plazo se considera conveniente proporcionar una base legal para la gestión de residuos de este tipo de situaciones. Así como mejorar la reciclabilidad de los elementos del sector médico en busca de una economía circular. (UNEP, 2020)

UNEP - UN Environment Programme. (2020, junio 19). COVID-19 Waste management Factsheets . <https://www.unep.org/resources/factsheet/covid-19-waste-management-factsheets>

UNEP. (2020). Introducción a la gestión de los residuos de la COVID-19. Pnuma, 1, 1-2.

El problema



En respuesta a la COVID-19, los hospitales, las instalaciones de atención médica y las personas producen más residuos de lo habitual, incluyendo **máscaras, guantes, batas y otros equipos de protección** que podrían infectarse con el virus. También se está produciendo un gran aumento en la cantidad de plásticos de un solo uso.

Ilustración 28: El problema de los residuos del COVID-19. (UNEP, 2020)

Respuesta a corto plazo

Inventario:



Los gobiernos elaboran una evaluación de su capacidad nacional de gestión de residuos para optimizar su utilización y adoptar soluciones provisionales durante la COVID-19. Esta acción evitará tanto la propagación de la contaminación como el aumento de la basura que llega al medio marino.

Metodología 3S:



Clasificación, Segregación y Almacenamiento. Los residuos de la COVID-19 se separan de los residuos médicos generales en el punto de generación. Luego, los residuos se almacenan para evaluar los volúmenes y permitir el desarrollo de una respuesta apropiada o solución temporal.

Respuesta a largo plazo

Legislación:



Los modelos de legislación y la orientación sobre políticas ayudarán a los países a institucionalizar la respuesta a la crisis y proporcionarán una base legal para cualquier respuesta a los desafíos de la gestión de residuos.

Economía circular:



La pandemia aumentará la producción y el consumo de equipos personales y médicos, a menudo de un solo uso y que contienen recursos valiosos como plásticos, algodón, metales y componentes electrónicos. El PNUMA ayudará a los países a maximizar la circularidad en el sector médico y ayudará a gestionar mejor los productos de un solo uso en el futuro.

Calidad del aire y transporte:



La calidad del aire tiene un impacto en la salud humana y ambiental. Los países en una fase de recuperación posterior a la COVID-19 podrían gestionar los niveles de contaminación del aire no solo con soluciones de gestión de residuos y control de emisiones, sino también con opciones de transporte y movilidad eléctrica.

Ilustración 29: Respuesta a corto y largo plazo para la gestión de residuos del COVID-19. (UNEP, 2020)

3. EL PLÁSTICO RECICLADO EN LA CONSTRUCCIÓN.

3.1. LA JERARQUÍA EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS.

En la actualidad ya es habitual hablar no solo de las “3R” reducir, reutilizar y reciclar, comúnmente conocidas, sino que se están implantando nuevos sistemas en la gestión de residuos, que involucran muchos más procesos. Algunas fuentes hablan ya de 6R o 7R, haciendo referencia a que el proceso comenzaría antes incluso de la creación del material.

Por ejemplo, en la Comunidad de Madrid se ha creado MADRID7R Economía Circular que busca “impulsar la transición desde un modelo económico lineal hacia un modelo de economía circular” (Madrid7R - Economía Circular, s. f.) , y enumera las 7 R de la siguiente manera:

- Rediseñar: “Ecodiseño para fabricar productos considerando criterios ambientales de tal forma que primen tanto la funcionalidad como la sostenibilidad.”
- Reducir: “Disminuir la cantidad de productos que consumimos, o la de residuos que generamos.”
- Reutilizar: “Volver a usar las cosas para el mismo fin u otro distinto al que fueron creadas. De esta forma se alarga su vida útil.”
- Reparar: “Hacer los cambios necesarios en un objeto para que vuelva a desarrollar la función para la que se creó.”
- Renovar: “Actualizar las cosas antiguas o usadas para lograr que puedan volver a dar la función o servicio para la que fueron creadas.”



Ilustración 30: Icono rediseñar.
(Madrid7R- Economía Circular, s. f.)



Ilustración 31: Icono reducir.
(Madrid7R- Economía Circular, s. f.)



Ilustración 32: Icono reutilizar.
(Madrid7R- Economía Circular, s. f.)



Ilustración 33: Icono reparar.
(Madrid7R- Economía Circular, s. f.)



Ilustración 34: Icono renovar.
(Madrid7R- Economía Circular, s. f.)

Madrid7R - Economía Circular. (s. f.). Madrid7R . Recuperado 11 de julio de 2021, de <http://www.madrid7r.es/sobre-nosotros>

- Recuperar: “Recoger materiales usados para someterlos de nuevo a operaciones industriales.”
- Reciclar: “Reintroducir materias residuales en procesos de producción de tal forma que sirvan como materias primas de nuevos productos.” (Madrid7R - Economía Circular, s. f.)



Ilustración 35: Icono recuperar. (Madrid7R - Economía Circular, s. f.)



Ilustración 36: Icono reciclar. (Madrid7R- Economía Circular, s. f.)

Estas categorías varían ligeramente en función de las fuentes, pero todas parecen concordar en que la vida útil del material debe tenerse en cuenta incluso antes de comenzar el proceso de manufactura del mismo, rediseñándolos si fue necesario. Este proceso termina, en todos los casos, con el reciclaje de materiales producidos para su reconversión en materia prima. El orden de estas categorías es por lo tanto importante, y deben recibir prioridad los procesos enumerados en primer lugar, dejando el reciclaje como última alternativa. Por ejemplo, si un producto puede ser reutilizado, no es coherente invertir una una cantidad de energía en un nuevo proceso de producción para reciclarlo.

No obstante, en el caso del plástico, debido a sus características físicas y químicas no se puede reutilizar (a menudo está mezclado con otros materiales). Y en particular en el plástico de la pandemia estamos ante un caso excepcional donde tampoco puede ser rechazado o rediseñado, así es que el último de los procesos para evitar su vertido es reciclarlo. Para analizar esta posibilidad, se recogen a continuación una serie de ejemplos de reciclaje de plásticos en la construcción, donde mediante una nueva transformación del material (gasto de energía) este sirve a un nuevo propósito en lugar de convertirse en desecho.

Madrid7R - Economía Circular. (s. f.). Madrid7R . Recuperado 11 de julio de 2021, de <http://www.madrid7r.es/sobre-nosotros>

3.2. CATÁLOGO DE EJEMPLOS DE RECICLAJE.

3.2.1. MOBILIARIO PÚBLICO. HONG KONG.

Localización:

En Hong Kong, en una ciudad llamada Sha Tin, el estudio de arquitectura HIR en colaboración con organizaciones locales, pusieron en marcha un proyecto para la creación de mobiliario urbano creado a partir de desechos plásticos de la ciudad. (Bartolini, 2021)

Qué se recicla:

Se recogieron 500 kilogramos de plásticos domésticos, desechados durante los eventos en los fines de semana, por un periodo de dos meses. La mayor parte del plástico recogido y reciclado era polietileno de alta densidad (HDPE), usando habitualmente en botellas de detergentes y productos químicos de carácter doméstico. (Bartolini, 2021)

Cómo se recicla:

En primer lugar los desechos plásticos fueron recogidos y clasificados por los residentes locales en función del tipo de plástico del que estaban formados. Luego estos plásticos fueron limpiados, procesados y molidos en pequeños gránulos homogéneos. Dichos gránulos se transportan a un horno, donde son fundidos dentro de moldes de acero que les proporcionan una nueva forma. (Bartolini, 2021)

En qué se transforma:

El resultado final son una serie de 12 bancos urbanos diferentes formados mediante las 500 piezas plásticas obtenidas. Dichas piezas se unen unas con otras mediante tirantes de acero creando formas curvilíneas haciendo referencia al río donde hubieran ido a parar todos esos desechos plásticos de no haber sido reciclados. (Bartolini, 2021)

Bartolini, O. (2021, marzo 15). Desechos plásticos son convertidos en bancas públicas para combatir la contaminación en Hong Kong | Plataforma Arquitectura. https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/958452/desechos-plasticos-son-convertidos-en-bancos-publicos-para-combatir-la-contaminacion-en-hong-kong?ad_source=myarchdaily&ad_medium=bookmark-show&ad_content=current-user



Ilustración 37: Residuos de plástico domiciliario convertidos en partículas. (Bartolini, 2021)

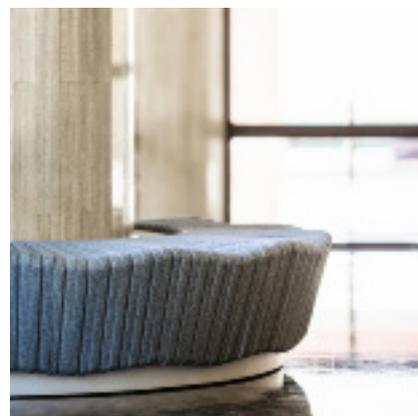


Ilustración 38: Mobiliario público en Hong Kong. (Bartolini, 2021)

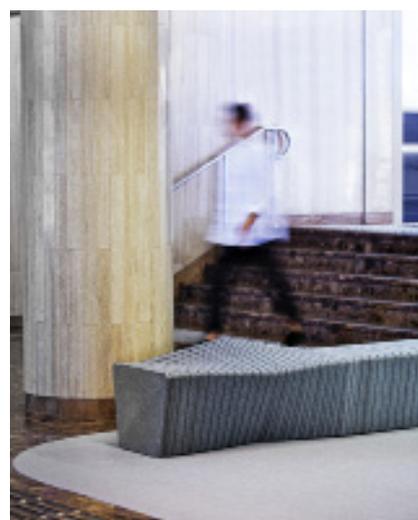


Ilustración 39: Mobiliario público en Hong Kong. (Bartolini, 2021)

3.2.2 ADOQUINES DE PLÁSTICO GJENGE MAKERS LTD.

Localización:

En Nairobi, una empresa llamada Gjenge Makers Ltd se dedica a fabricar elementos constructivos alternativos mediante plástico desechado. Su fundadora es Nzambi Matee, ganadora africana del premio “Jóvenes Campeones de la Tierra” en 2020. (Gjenge Makers, 2020)

Qué se recicla:

La creadora de Gjenge Makers afirma que de las 500 toneladas de plástico que se generan cada día en Nairobi solo se recicla una parte muy pequeña. Estos residuos plásticos que no han podido ser reciclados son los que mezclados con arena y otros aditivos conforman la materia prima de sus productos. En esta combinación la arena aporta resistencia mientras que el plástico funciona como el aglutinante de la mezcla. (Kenya CitizenTV, 2020)

Normalmente son las empresas las que tienen que pagar para deshacerse de los residuos plásticos que producen, así que esta compañía les “soluciona el problema” haciéndose cargo del plástico que producen. De este modo, y mediante la recolección de basura, la empresa obtiene los residuos plásticos con los que trabaja de manera casi gratuita.

Cómo se recicla:

El proceso de creación emplea solamente tres piezas de maquinaria autoconstruidas. Comienza con la recogida de los residuos y su clasificación en función del tipo de plástico del que están compuestos. Una vez clasificados, se mezcla con arena y otros aditivos a temperaturas muy elevadas y se obtiene una masa moldeable. Luego dicha mezcla pasa por una prensa hidráulica que la comprime y le confiere la forma final de los adoquines.

Gjenge Makers. (s. f.). Gjenge Makers - Plastic Waste to Building Materials. Recuperado 17 de septiembre de 2021, de <https://gjenge.co.ke/>

Kenya CitizenTV. (2020). Business Now | Kenyan engineers recycling plastics for bricks - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=txlWyUnfqsQ&list=PL1lpQRn2r-1e1fgKnglIOF1KKhrpt6GKV>



Ilustración 40: Pavimento 101 m² con adoquines de resistencia moderada. (Gjenge Makers, 2020)



Ilustración 41: Pavimento 33,6 m² con adoquines de baja resistencia para residencia. (Gjenge Makers, 2020)



Ilustración 42: Pavimento 12 m² con adoquines de alta resistencia para aparcamiento. (Gjenge Makers, 2020)

En qué se transforma:

Su principal producto son los adoquines, que emplean en aceras, caminos, senderos peatonales y calzadas. Debido a la naturaleza fibrosa del plástico el resultado final es un ladrillo con mayor resistencia a compresión, y dado que tiene una densidad muy baja, cada adoquín pesa cerca de la mitad que uno convencional. Según los datos de la empresa un adoquín de hormigón resiste entre 50 y 80 N/mm² mientras que los de plástico cerca de 140N/mm². Esto permite que su transporte y su colocación sea mucho más sencilla y barata. Estos elementos se pueden personalizar en distintos colores y tres tipos de tamaños. (Kenya CitizenTV, 2020)

-Adoquín de alta resistencia: 60mm de grosor. Adecuado para carreteras, aparcamientos y zonas frecuentadas por maquinaria pesada. No es adecuado para áreas frecuentadas a menudo por camiones pesados.

-Adoquín de resistencia moderada: 40mm de grosor. Adecuado para zonas comerciales.

-Adoquín de baja resistencia: 30mm de ancho. Adecuado para caminos peatonales y residenciales. (Gjenge Makers, 2020)

La planta tiene capacidad para producir entre 1000 y 1500 ladrillos diarios y mediante dicho sistema ya ha reciclado 20 toneladas de plástico. Su intención es extender este catálogo para fabricar con el mismo sistema no solo adoquines sino también otro tipo de elementos constructivos.

El proyecto tiene además una vertiente social al haber permitido la contratación de 112 recolectores de basura entre los que predominan mujeres y jóvenes en situación de pobreza. Muchos de estos ejemplos donde se recicla el plástico tienen la ventaja de proporcionar un material barato y fácil de construir de manera que puede resultar accesible a la mayoría de la población. (Kenya CitizenTV, 2020)

Gjenge Makers. (s. f.). Gjenge Makers - Plastic Waste to Building Materials. Recuperado 17 de septiembre de 2021, de <https://gjenge.co.ke/>

Kenya CitizenTV. (2020). Business Now | Kenyan engineers recycling plastics for bricks - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=txlWyUnfqsQ&list=PL11pQRn2r-1e1fgKnglIOF1KKhRpt6GKV>



Ilustración 43: Pavimento 71 m² con adoquines de baja resistencia para residencia. (Gjenge Makers, 2020)



Ilustración 44: Adoquín plástico de alta resistencia. (Gjenge Makers, 2020)



Ilustración 45: Adoquín plástico de resistencia moderada. (Gjenge Makers, 2020)



Ilustración 46: Adoquín plástico de baja resistencia. (Gjenge Makers, 2020)

3.2.3 POSTES TEJAS Y BALDOSAS DE PLÁSTICO.

Localización:

Gjenge Makers no es el único ejemplo en Kenia de este tipo de empresa, la empresa Continental Renewable Energy Company, creada por el Dr Oscar Aghan, utiliza los residuos de plástico que ya se encuentran en circulación para crear materiales de construcción de diverso tipo. (KTN News Kenya, 2017)

La creación de este tipo de empresas se ha visto promovida por la prohibición de Kenia sobre todo tipo de bolsas de plástico, aunque para el Dr Oscar Aghan el plástico en sí mismo no es un problema, sino la manera en que es descartado. Por lo tanto lo importante no es prohibir el producto en sí, sino enfocarse en cómo y cuándo se desecha. (K24 TV, 2018)

Qué se recicla:

La materia prima son los residuos de plástico, incluyendo bolsas recientemente prohibidas en el país. La empresa paga a los ciudadanos por los residuos de plástico que les traen para ser manufacturados. El precio son 10.000 SH (cerca de 80€) por cada tonelada de plástico que les facilitan para su reciclaje. (KTN News Kenya, 2017)

Cómo se recicla:

El proceso de fabricación comienza con la trituración del plástico mediante una trituradora industrial. Los plásticos triturados se mezclan con arena y otros materiales. La masa resultante es moldeada mediante una máquina que la extruye en forma de cilindros macizos con un aspecto similar al hormigón (K24 TV, 2018). Este proceso es relativamente rápido, cada pieza requiere de unos 20 minutos, lo que permite a la empresa fabricar una centena de ellas al día. La maquinaria empleada es rudimentaria pero eficaz, y recae



Ilustración 47: Postes para vallas de plástico. (Continental Renewable Energy Company, s.f.)



Ilustración 48: Postes para vallas de plástico. (Continental Renewable Energy Company, s.f.)



Ilustración 49: Tejas plásticas. (Continental Renewable Energy Company, s.f.)



Ilustración 50: Tejas plásticas. (Continental Renewable Energy Company, s.f.)

K24 TV. (2018). Doctor recycles plastics to make fencing posts,tiles and frames - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=MznfrBJ485s>

KTN News Kenya. (2017). Kenyan who uses plastic bags to make building materials - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=x-pSA-zbESQ&list=PL1lpQRn2r-1e1fgKnglIOF1KKhrrpt6GKV&index=5>

principalmente en el trabajo manual de los trabajadores, lo que ha servido también para crear nuevos empleos entre los jóvenes de la comunidad desde 2013 que fue fundada la empresa.

En qué se transforma:

Los cilindros obtenidos reciben diferentes usos como vallas, cercas o incluso alumbrado público. Estos cilindros pueden realizarse de distintos tamaños y densidades en función del uso que vayan a tener. Aghan destaca entre sus ventajas que tienen gran resistencia a flexión y no se oxidan, así como que no son susceptibles de ser robados para usarlos como combustibles, como ocurre cuando estos elementos se realizan con madera. (K24 TV, 2018)

El mismo proceso de fabricación se ha perfeccionado para producir otro tipo de elementos constructivos como tejas que se moldean en distintas formas y colores, con una larga vida útil (estimada en 40 años). Estos elementos han sido diseñados para no ser inflamables debido a que uno de los aditivos con los que se fabrican es un retardante al fuego. Según su página web su gama de productos se ha ampliado a otros elementos constructivos:

- Postes para vallas.
- Tejas de plástico.
- Adoquines para la calzada
- Baldosas para aceras peatonales
- Tablas de “madera plástica”.

(Continental Renewable Energy Company, s.f.)

Se producen de este modo elementos constructivos más baratos, más fiables y responsables con el medio ambiente. Pero el objeto final es crear viviendas asequibles en África mediante elementos que eran considerados desperdicios.

K24 TV. (2018). Doctor recycles plastics to make fencing posts,tiles and frames - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=MznfrBJ485s>

Continental Renewable Energy Company. (s.f.). Obtenido de <https://www.corec.co.ke/>



Ilustración 51: Adoquines plásticos. (Continental Renewable Energy Company, s.f.)



Ilustración 52: Adoquines plásticos. (Continental Renewable Energy Company, s.f.)



Ilustración 53: Adoquines plásticos. (Continental Renewable Energy Company, s.f.)



Ilustración 54: Mobiliario de madera plástica. (Continental Renewable Energy Company, s.f.)

3.2.4. BYFUSION BUILDING BLOCKS.

Localización:

ByFusion es una empresa afincada en California, especializada en la creación de bloques de plástico reciclado para su uso en la construcción.

Qué se recicla:

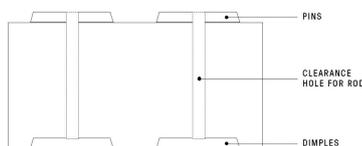
Transforma todo tipo de residuo plástico, incluyendo redes de pesca y otros tipos de desechos marinos, en bloques macizos para la construcción. (Powell, 2020)

Cómo se recicla:

El proceso de creación de los ladrillos se realiza mediante una máquina que emplea compresión y vapor de agua a temperatura muy elevada para crear las piezas. Esta maquinaria está disponible no solo para la creación de bloques para su comercialización por parte de la empresa, sino también para que otras comunidades puede utilizarla para convertir en bloques su propio plástico desechado. (Wareboilers, 2020)

En qué se transforma:

Su producto estándar, llamado byBlock, es un bloque macizo de plástico 100% reciclado de aproximadamente 40cm de ancho, 20cm de alto y 20cm de profundidad, medidas similares a un bloque de hormigón. Es un elemento sencillo de colocar gracias a que cada bloque consta de dos orificios que lo atraviesan de la cara superior a la inferior para pasar unas barras de metal que ensamblen unos bloques con otros. Este sistema permite crear muros, cercas, mobiliario público, etc, de una manera más ecológica, rápida, barata y limpia. (Powell, 2020)



Powell, A. (2020, agosto 4). Build with ByBlock — Faster, Cleaner and Greener - ByFusion Global Inc. <https://www.byfusion.com/build-with-byblock-faster-cleaner-and-greener/>

wareboilers. (2020, septiembre 11). Using Steam to Make ByFusion Plastic Building Blocks - Steam Culture - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=LUk6u2LnY1I>



Ilustración 55: Bloque de plástico reciclado ByBlock (Powell, 2020)



Ilustración 56: Muro de ByBlock (Powell, 2020)

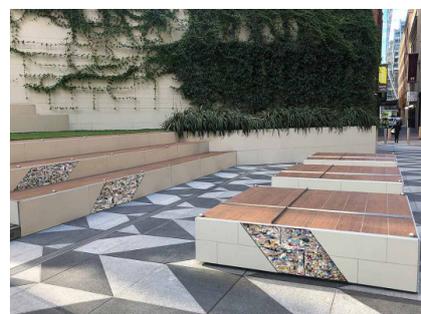


Ilustración 57: Mobiliario de ByBlock (Powell, 2020)



Ilustración 58: Muro de ByBlock (Powell, 2020)

3.2.5. LADRILLOS PLÁSTICOS. BLOQUEPLAS.

Localización:

EkoJunto en una empresa fundada en Costa Rica enfocada en la construcción de viviendas mediante un sistema constructivo hecho con plástico reciclado llamado Bloqueplas, con el fin de afrontar la problemática del déficit de vivienda y del exceso de residuos plásticos. (EkoJunto, s.f.)

Qué se recicla:

Estos ladrillos están hechos de distintos tipos de plástico reciclado, pero principalmente polipropileno (PP), y polietileno de alta y de baja densidad (HDPE y LDPE). Su composición es un 95% plástico reciclado y un 5% de aditivos para mejorar sus características. (EkoJunto Costa Rica, 2018)

Cómo se recicla:

El plástico reciclado se selecciona y tritura antes de fundirlo. Mediante un proceso de extrusión se crea un bloque machihembrado. Este bloque está diseñado especialmente para que se ensamble muy fácilmente, lo que hace la construcción mucho más fácil y rápida. De este modo se crean tanto los bloques individuales como las piezas estructurales en las que estos se van encajando. (EkoJunto Costa Rica, 2018)

En qué se transforma:

El sistema consiste en un marco estructural hecho con vigas y pilares de plástico reciclado donde se van encajando los bloques machihembrados. Estos pilares y vigas se conectan mediante pletinas metálicas. El resultado son viviendas de una sola planta que se construyen muy rápidamente y que son resistentes al fuego (gracias a aditivos retardantes de llama) y resistentes frente a sismos. Además, estos bloques debido a las características del plástico, son un buen aislante térmico y acústico. (EkoJunto Costa Rica, 2018)

EkoJunto. (s. f.). EkoJunto de Costa Rica. <http://ekojunto.com/>

EkoJunto de Costa Rica. (2018, febrero 8). Descripción del sistema constructivo en plástico reciclado - EkoJunto de Costa Rica - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=t4HR0bLBbkg&t=1s>

Conceptos Plásticos - Productos. (s. f.). <http://conceptosplasticos.com/conceptos-plasticos.html>



Ilustración 59: (Conceptos Plásticos, s.f.)



Ilustración 60: Vivienda construida con ladrillos plásticos. (Conceptos Plásticos, s.f.)



Ilustración 61: Vivienda de ladrillos plásticos en construcción. (Conceptos Plásticos, s.f.)



Ilustración 62: Barrio construido con ladrillos plásticos. (Conceptos Plásticos, s.f.)

3.2.6. MADERA PLÁSTICA. MÉXICO.

Localización:

Una empresa mexicana fundada por dos arquitectos, llamada Ciencia Con Idea, que se dedica a la fabricación de madera plástica en distintos formatos mediante plástico reciclado y desperdicios de madera.

Qué se recicla:

La materia prima de la que se suministran son los desechos de plásticos, principalmente polietileno de alta densidad HDPE, comúnmente empleado en botellas y envases de tipo doméstico como detergente, champú, pasta de dientes y otros productos. Se emplea este tipo de plásticos por sus capacidades mecánicas y porque estos plásticos tan habituales se fabrican en abundancia y rápidamente se convierten en desechos que pueden tardar hasta mil años en degradarse.

Cómo se recicla:

El proceso de fabricación comienza con la selección del color del objeto, y el plástico seleccionado es molido y lavado. Posteriormente se disponen las virutas de plástico en un molde, donde se enrasan y se calientan antes de introducirlas en una prensa que las comprime creando grandes tableros del material. A continuación, se dimensionan y recortan las piezas de las planchas y el material sobrante se vuelve a triturar. (JManuel GBernal, 2020)

En algunos productos los desechos de plástico son mezclados con residuos de madera reciclados para crear productos con la estética de la madera natural y las ventajas del plástico, como su elevada durabilidad y bajo mantenimiento. (Idea con ciencia, s. f.)

Idea con ciencia. (s. f.). 3C Idea con ciencia- Productos. Recuperado 17 de septiembre de 2021, de <http://3cideaconciencia.com/tienda/>

JManuel GBernal. (2020). MADERA PLASTICA 3C - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=VQEZM3MWD04>



Ilustración 63: Plástico reciclado triturado.

(Idea con ciencia, s. f.)



Ilustración 64: Tablas de madera plástica.

(Idea con ciencia, s. f.)

En qué se transforma:

Productos de larga vida útil que incluyen tableros, paneles y listones de madera plástica de distintas dimensiones y combinaciones de colores, adecuados para la creación de mobiliario, vallas, paredes, etc. Se fabrican dos tipos de productos de madera plástica:

- Plastic Lumber, formada 100% de plástico reciclado
- Wood Plastic Composite (WPC), combinando residuos plásticos y de madera.(Idea con ciencia, s. f.)

Tienen un interesante punto de vista del reciclaje pretendiendo crear un material que nunca deje de ser reciclable. Partiendo de que incluso cuando el producto adquirido después de un tiempo ya no sea útil, se pueda revender a la propia empresa para que sea de nuevo reciclado en materia prima y el comprador pueda recuperar parte de su inversión inicial. Por supuesto, este proceso no es un ciclo cerrado de reciclaje infinito, ya que requiere nuevamente de energía para ser transformado, pero es una manera de asegurarse de que ese producto no vuelva a convertirse en desecho una vez terminada su vida útil.(Idea con ciencia, s. f.)

Este proyecto tiene también una vertiente social por su creación de empleo para personas en un proceso de reinserción tras su privación de libertad, mediante un programa que busca su capacitación técnica y psicológica. Se trata de una empresa con un compromiso ambiental y social “brindando una segunda oportunidad tanto a nuestra sociedad como a nuestros residuos plásticos” (Idea con ciencia, s. f.)

Idea con ciencia. (s. f.). 3C Idea con ciencia- Productos. Recuperado 17 de septiembre de 2021, de <http://3cideaconciencia.com/tienda/>



Ilustración 65: Muebles de madera plástica.

(Idea con ciencia, s. f.)



Ilustración 66: Vallas de madera plástica.

(Idea con ciencia, s. f.)



Ilustración 67: Listones de madera plástica.

(Idea con ciencia, s. f.)

3.2.7. VEIL STOOL

Localización:

Joe Slatter es el diseñador londinense del “Veil Stool” un taburete fabricado mediante mascarillas recicladas. El nombre del taburete “veil” hace referencia a un velo como un objeto comúnmente considerado bello y valioso, cuya función es cubrir la cara al igual que las mascarillas, por lo que pretende ser una muestra de cómo es posible encontrar belleza en los objetos desechados. (Slatter, 2021)

Qué se recicla:

El taburete está compuesto de 4000 mascarillas quirúrgicas, recogidas de las calles de Londres durante la pandemia de COVID-19. (Slatter, 2021)

Cómo se recicla:

Las mascarillas fueron recolectadas de la calle y de puestos preparados expresamente para su recogida. Se desinfectaron con aerosol de ozono y se dejaron en cuarentena durante 4 semanas a la luz del sol. Las gomas se cortan y se anudan unas con otras formando una red que será la estructura del taburete. Las tres capas de la mascarilla se separan y se cepillan para deshilarlas. Después se trenzan para hacer hilos y se anudan a la red creada con las gomas. Otras mascarillas se trituran y se funden en un molde con la forma circular de la base. (Slatter, 2021)

En qué se transforma:

El taburete está formado por una estructura curva de hilos anudados, que se apoya sobre una base de polipropileno fundido que la sustenta sobre tres patas. Pretende ser un símbolo de la versatilidad de las mascarillas y cómo pueden transformarse tanto en objetos duros como suaves. (Slatter, 2021)

Slatter, J. (2021, julio 5). VEIL STOOL on Behance. <https://www.behance.net/gallery/118196653/VEIL-STOOL>



Ilustración 68: Veil Stool. Taburete hecho con mascarillas. (Slatter, 2021)



Ilustración 69: Materiales para el taburete obtenidos de las mascarillas. (Slatter, 2021)



Ilustración 70: Base del taburete de polipropileno fundido. (Slatter, 2021)



Ilustración 71: Red de gomas elasticas de mascarillas que constriuyen la estructura del taburete. (Slatter, 2021)

3.3 CONCLUSIONES DEL CATÁLOGO DE EJEMPLOS:

Toda esta serie de ejemplos permiten analizar una metodología común a la hora de afrontar el reciclaje del plástico aplicado a la construcción, y aunque cada uno tenga pequeñas variaciones en sus procesos y características particulares, se puede extraer de ellos una estrategia general:

1. En primer lugar, el plástico es recolectado, ya sea por la misma empresa o por terceras personas.
 2. El plástico se separa y clasifica en la medida de lo posible, ya que nunca es posible una separación total. Esta separación suele ser por el tipo de polímero (PET, PP, HDPE...) o por sus características físicas y estéticas, dependiendo del acabado final que se busque.
 3. El plástico es triturado en piezas más pequeñas de modo que el material con el que se trabaja tenga cierto grado de homogeneidad.
 4. Modelar el plástico, ya sea fundiéndolo mediante calor en un molde, u otra técnica como la compactación o la extrusión.
 5. Añadir aditivos para mejorar sus características, prácticamente todos concuerdan en añadir retardantes de llama.
 6. En el caso de las mascarillas o el plástico de pandemia en general, sería necesario un paso previo a cualquier manipulación del material, de desinfección y cuarentena. En el ejemplo del taburete hecho con mascarillas esto ya se ha realizado mediante un aerosol de ozono y un periodo de cuarentena a la luz del sol durante 4 semanas.
-

4. PROYECTO DE ARQUITECTURA ALTERNATIVA CON MASCARILLAS QUIRÚRGICAS.

Es el objeto de este trabajo poner el foco en los plásticos que no han podido ser descartados en las fases anteriores de la gestión de residuos y por lo tanto su única salida es el reciclaje. Como ha demostrado la pandemia muchos de estos plásticos no son prescindibles, pues cumplen un papel importante para la salud del ser humano. Es el caso de las mascarillas, que aunque existen alternativas más ecológicas, como las de tela, siguen requiriendo de complementos de plástico como son los filtros de tnt.

Hay una parte de estos materiales que sí que puede ser prescindible o fácilmente sustituido por alternativas más ecológicas, por ejemplo, los envases y todo el packaging derivado de la venta online. El uso de algunos de estos objetos está incluso desaconsejado por las autoridades sanitarias como es el caso de los guantes de plástico, debido a que crean una falsa sensación de seguridad en los usuarios. Otro ejemplo es el caso de los cubiertos de un solo uso, que son fácilmente sustituibles por los convencionales y no suponen ningún peligro ya que son fáciles de desinfectar en un lavavajillas. (Barea Luchena, 2020)

Además, este tipo de material tiene difícilmente una posibilidad de pasar por los otros procesos (reutilizar, rediseñar...) debido a su elevado índice de peligrosidad al ser un posible foco de contagio.

En general, la población tiene dudas de cómo deshacerse de este tipo de residuos, por lo que se ha hecho habitual encontrar todo tipo de equipos sanitarios tirados en las calles, playas, ríos etc.

Dentro de este tipo de residuos, este trabajo se enfoca en el

Barea Luchena, J. (2020, junio 22). 4 objetos de plástico que no necesitamos para protegernos del COVID-19 - ES | Greenpeace España. <https://es.greenpeace.org/es/noticias/4-objetos-de-plastico-que-no-necesitamos-para-protegernos-del-covid-19/>

estudio de las mascarillas quirúrgicas, por tratarse de las que tienen un uso más extendido entre la población y por ser las más accesibles debido a su bajo coste. Además, su vida útil es muy corta, 4 horas en comparación a las 48 horas de otros tipos de mascarillas, por lo que son más problemáticas en cuanto a lo rápido que se convierten en residuos.

Se propone homogeneizar el sistema de recogida de este tipo de residuos, donde tanto la población de a pie como los centros médicos especializados encuentren una alternativa. De modo que dicho material sea recogido, almacenado en cuarentena y se recicle en una nueva vida útil.

4.1 ENSAYOS

Se realiza una serie de ensayos del material para delimitar sus características y comprobar sus posibles debilidades y fortalezas. De este modo se podrá determinar la viabilidad de su aplicación como material de construcción.

Dichos ensayos tienen un carácter representativo de las características del material por lo que se realizarán minimizando el número de variables que pudieran inducir a error en los resultados. Pero su objetivo final es despertar el interés en las posibilidades del material y fomentar futuros ensayos de laboratorios que determinen sus cualidades con un mayor número de muestras y con mayor exactitud. Por lo tanto, el valor de los mismos radica más en su carácter simbólico que técnico.

E.01. TOMA DE DATOS FÍSICOS.

Objetivo:

Analizar las dimensiones y pesos de varias mascarillas y obtener unos valores medios para poder tomarlos de referencia en los siguientes ensayos y para dimensionar posibles elementos constructivos.

Variables a tener en cuenta:

Uso de mascarillas sin estrenar para que no haya distintos grados de desgaste entre unas y otras.

Retirar los elementos de la mascarilla secundarios, como las gomas y la chapa metálica, ya que su densidad será distinta de la del tejido y afectarían al cálculo del peso.

Procedimiento:

Se cortan las gomas de la mascarilla y se retira la chapa metálica mediante un corte en el tejido.

Se toman las medidas de cada mascarilla en las tres dimensiones y se introducen los datos en una tabla. Mediante estos datos se calcula un volumen de material aproximado por cada mascarilla.

Se mide el peso de cada mascarilla y se introduce en la tabla, y se calcula el peso medio de todas ellas.

Con estos datos se calcula cuanto mide y cuanto pesa una mascarilla, y con ello se estima una densidad media del material.

Resultados:

	LONGITUD	ANCHURA	ESPESOR	VOLUMEN	PESO	DENSIDAD
Mascarilla 1	17,5	9,5	0,1	16,63	2,4	0,1444
Mascarilla 2	17,5	9,5	0,1	16,63	2,47	0,1486
Mascarilla 3	17,5	9,4	0,1	16,45	2,45	0,1489
Mascarilla 4	17,3	9,9	0,1	17,13	2,47	0,1442
Mascarilla 5	17,4	9,8	0,1	17,05	2,51	0,1472
	cm	cm	cm	cm ³	g	g/cm ³

Tabla 3:

Con los datos de la tabla se obtiene un volumen medio por mascarilla de 16,78 cm³, obtenido al considerar un espesor aproximado de las mascarillas 1 mm. Cada mascarilla pesa de media 2,46 gramos, por lo que la densidad media del tejido es de unos 0,147 g/cm³, muy por debajo de la densidad del agua por ejemplo, de 0,998 g/cm³.



Ilustración 72: Mascarillas sin modificar, dimensiones. Elaboración propia.



Ilustración 73: Mascarillas sin elementos secundarios, pesos. Elaboración propia.

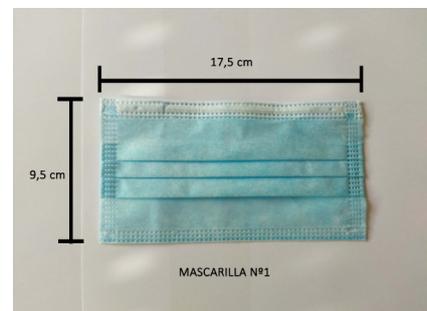


Ilustración 74: Dimensiones mascarilla 17,5x9,5cm. Elaboración propia.



Ilustración 75: Mascarilla en la báscula 2,40g. Elaboración propia.

E.02. SEPARACIÓN DE CAPAS.

Objetivo:

Analizar las distintas capas que componen las mascarillas, sus propiedades y pesos, así como el sistema por el que están unidas entre sí.

Variables a tener en cuenta:

-Uso de mascarillas sin estrenar para que no haya distintos grados de desgaste entre unas y otras.

Procedimiento:

Se retiran las gomas de la mascarilla y el alambre metálico. Las capas que componen la mascarilla están unidas entre sí por los cuatro extremos del rectángulo, probablemente fundidas térmicamente. Estos extremos se recortan para poder separar las capas sin romperlas.

Se pesan las tres capas juntas para saber la cantidad de tejido limpio que tiene la mascarilla una vez retirados todos los elementos secundarios.

Se pesan cada una de las capas por separado para ver su repercusión en el tejido total.

Resultados:

La mascarilla originalmente pesaba 2,39 gramos.

Una vez retiradas las gomas, el alambre metálico y los extremos por donde se unen las capas, quedan 1,63 gramos de tejido.

La capa interior (la más cercana a la piel) es translúcida y de color blanco. Es la más ligera de las tres, con 0,52 gramos.

La capa intermedia es también de color blanco, pero es opaca y mucho más suave al tacto que las otras dos. Es la más pesada de las tres, con 0,57 gramos.

La capa exterior es de color azul y con cierto grado de translucidez. Tiene una textura más áspera, similar a la interior, y un peso de 0.54 gramos.



Ilustración 76: Separación de la mascarilla de los elementos secundarios y las franjas que unen las capas. Elaboración propia.



Ilustración 77: Las tres capas que conforman la mascarilla. Elaboración propia.



Ilustración 78: Peso de las tres capas: 1,64g. Peso de la capa interior: 0,52g. Elaboración propia.



Ilustración 79: Peso de la capa intermedia: 0,57g. Peso de la capa exterior: 0,54g. Elaboración propia.

E.03. ABSORCIÓN DE AGUA.

Objetivo:

Comprobar la capacidad del material para absorber agua en periodo de exposición corto.

Variables a tener en cuenta:

Uso de mascarillas sin estrenar para que no haya distintos grados de desgaste entre unas y otras.

No se realizan cortes en la mascarilla para no alterar sus propiedades.

Retirar las gomas laterales porque puede tener un grado de absorción distinto.

Uso de agua destilada para evitar que contenga sales que puedan falsear los resultados.

Mantener las condiciones ambientales estables, evitar luz solar directa, movimientos de aire u otros factores que pudieran interferir en el resultado.

Procedimiento:

Se retiran las gomas de la mascarilla pero no se realiza ningún otro corte en el tejido principal para evitar favorecer la entrada de agua. Se mide y pesa la mascarilla.

Se vierte 1 litro de agua destilada en un recipiente y se introduce la mascarilla dentro del agua sumergiéndola totalmente. Se cronometran 30 minutos y se retira la mascarilla.

Se deposita suavemente la mascarilla en un papel humedecido para retirar las gotas superficiales por ambas caras y se pesa de nuevo la mascarilla para comparar ambos resultados.

Resultados:

La mascarilla originalmente medía 17,3 x 9,8 centímetros, y pesaba 2,80 gramos. Las dimensiones de la mascarilla no han variado después de sumergirla, y su peso de la mascarilla ha aumentado a 8,13 gramos, casi tres veces más.

Por lo tanto, la mascarilla sí ha absorbido agua en su interior. Esto puede ser un problema si se utiliza el material a la intemperie sin ser tratado previamente.



Ilustración 80: Peso de la mascarilla previo al ensayo, 2,80g. Elaboración propia.



Ilustración 81: Mascarilla sumergida en agua destilada. Elaboración propia.

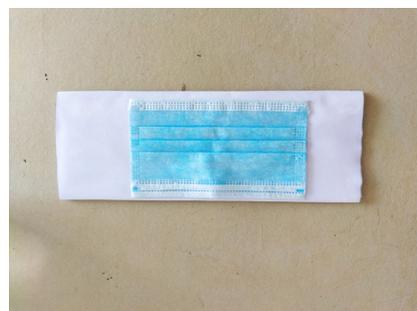


Ilustración 82: Proceso para retirar el agua superficial. Elaboración propia.



Ilustración 83: Peso final 8,13g. Elaboración propia.

E.04. ABSORCIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD.

Objetivo:

Comprobar la capacidad del material para absorber agua por capilaridad.

Variables a tener en cuenta:

Uso de mascarillas sin estrenar para que no haya distintos grados de desgaste entre unas y otras.

Uso de agua destilada para evitar que contenga sales que puedan falsear los resultados.

Mantener las condiciones ambientales estables, evitar luz solar directa, movimientos de aire u otros factores que pudieran interferir en el resultado.

No se realizan cortes en la mascarilla para no alterar sus propiedades.

Procedimiento:

Se realiza una marca en la mascarilla a la altura a la que se va a sumergir para controlar si la humedad sube. Se vierten 1,4 litros de agua destilada en un recipiente y se introduce parte de la mascarilla dentro del agua dejando la otra parte fuera sujeta de modo que no se mueva. Se cronometran 30 minutos y se comprueba el nivel de la marca.

Resultados:

La humedad no ha subido por encima de la marca señalada, en un tiempo de media hora, por lo que no hay indicios de que el material sea susceptible de absorber humedad por capilaridad al menos a corto plazo. Esto puede ser una ventaja si se decide utilizar el material en una posición en la que esté en contacto con el terreno.



Ilustración 84: Mascarilla quirúrgica antes del ensayo. Elaboración propia.



Ilustración 85: Peso mascarilla 3.03g. Elaboración propia.



Ilustración 86: Mascarilla semisumergida en agua destilada. Elaboración propia.



Ilustración 87: Resultado final, la humedad no ha ascendido. Elaboración propia.

E.05. ENSAYO DE HIDROFUGACIDAD.

Objetivo:

Comprobar la capacidad del material para impedir el paso del agua a través del tejido.

Variables a tener en cuenta:

Uso de mascarillas sin estrenar para que no haya distintos grados de desgaste entre unas y otras.

Uso de agua destilada para evitar que contenga sales que puedan falsear los resultados.

Mantener las condiciones ambientales estables, evitar luz solar directa u otros factores que pudieran interferir en el resultado.

Las tres capas de las mascarillas podrían tener distinto nivel de hidrofugacidad por lo que se analizarán de manera independiente

Procedimiento:

Se cortan las gomas de la mascarilla y se retira la chapa metálica mediante un corte en el tejido.

Se separan las tres capas de la mascarilla para ver cómo funciona cada una individualmente. Se sitúa un folio de papel debajo de las capas para que sirva de testigo si el agua las atraviesa. Se vierten gotas de agua destilada sobre las distintas capas y se va aumentando la cantidad hasta que traspase el tejido y humedezca el papel de debajo.

Resultados:

La primera capa analizada es la externa (capa azul), tras el ensayo se encuentra en buen estado y resistió bastantes gotas de agua sin penetrar el tejido y humedecer el papel.

La segunda capa, (la intermedia) se encuentra más dañada que la anterior tras el ensayo, su textura es más áspera de lo que era inicialmente pero aun así resistió una gran cantidad de gotas de agua sin traspasarlas al papel.

La tercera capa, (la más cercana a la boca) no presenta indicios de estar dañada, pero apenas resistió dos o tres gotas antes de que el agua la atravesara.



Ilustración 88: Capas que componen una mascarilla. Elaboración propia.



Ilustración 89: La capa exterior no deja pasar las gotas de agua. Elaboración propia.



Ilustración 90: La capa intermedia no deja pasar las gotas de agua. Elaboración propia.



Ilustración 91: La capa interior deja pasar las gotas de agua. Elaboración propia.

E.06. ENSAYO DE SOLUBILIDAD EN AGUA.

Objetivo:

Se busca comprobar que la mascarilla no se disuelve en el agua ni pierde parte de su material a corto plazo. Se pretende de este modo asegurar no solo la durabilidad del material como elemento constructivo, sino evitar posibles filtraciones de plásticos al terreno si este fuera situado al aire libre.

Variables a tener en cuenta:

Uso de mascarillas sin estrenar para que no haya distintos grados de desgaste entre unas y otras.

Sumergir en agua destilada para evitar que contenga sales que puedan falsear los resultados.

Mantener las condiciones ambientales estables, evitar luz solar directa u otros factores que pudieran interferir en el resultado.

Procedimiento:

Se cortan las gomas de la mascarilla y se retira la chapa metálica mediante un corte en el tejido. Se mide y pesa la mascarilla. Se vierten en un recipiente 1,5 litros de agua destilada. Se introduce la mascarilla y se cronometran 3 horas.

Una vez concluido el tiempo, se retira la mascarilla y se deja secar. Cuando esté completamente seca se vuelven a tomar sus medidas y su peso para compararlos con los iniciales.

Resultados:

La mascarilla originalmente medía 9,5 x 17,5 centímetros y pesaba 2,47 gramos. Tras secarse completamente ahora mide y pesa exactamente lo mismo, por lo que no hay indicios de que haya perdido parte del material ni se haya empezado a deshacer en el agua.

El tejido se encuentra en buen estado, no presenta mayor deterioro ni transparencia apreciable a simple vista.



Ilustración 92: Peso de la mascarilla sin elementos secundarios 2,47g. Elaboración propia.



Ilustración 93: Mascarilla sumergida en agua destilada. Elaboración propia.



Ilustración 94: Proceso de secado. Elaboración propia.



Ilustración 95: Peso posterior al ensayo, 2,47g.

E.07. ENSAYO DE SOLUBILIDAD EN AGUA HIRVIENDO.

Objetivo:

Se busca comprobar que la mascarilla no se disuelve en el agua ni pierde parte de su material a corto plazo, ni si quiera en condiciones de temperatura muy elevadas. Se pretende así asegurar no solo la durabilidad del material como elemento constructivo, sino evitar posibles filtraciones de plásticos al terreno si este fuera situado al aire libre.

Variables a tener en cuenta:

Uso de mascarillas sin estrenar para que no haya distintos grados de desgaste entre unas y otras.

Hervir en agua destilada para evitar que contenga sales que puedan falsear los resultados.

Mantener la temperatura del fuego estable.

Procedimiento:

Se cortan las gomas de la mascarilla y se retira la chapa metálica mediante un corte en el tejido. Se mide y pesa la mascarilla. Se vierten en una cazuela x litros de agua destilada, se sitúa en una vitrocerámica, y se enciende el fuego al máximo. Cuando el agua empiece a hervir se introduce la mascarilla y se cronometran 20min.

Una vez concluido el tiempo se retira la mascarilla y se deja secar. Cuando esté completamente seca se vuelven a tomar sus medidas y su peso para compararlos con los iniciales.

Resultados:

La mascarilla originalmente medía 9,8 x 17,3 centímetros y pesaba 2,49 gramos. Tras secarse completamente las dimensiones no han cambiado, y pesa 2,48 gramos. Con un cambio de peso tan pequeño no hay indicios de que haya perdido parte del material, ni haya empezado a deshacerse en el agua.

El tejido se encuentra en buen estado, no presenta mayor transparencia de la que tenía inicialmente, y se encuentra más arrugado, pero a simple vista no parece deteriorado.



Ilustración 96: Peso de la mascarilla sin elementos secundarios 2,49g. Elaboración propia.

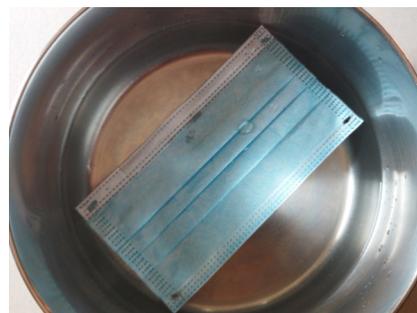


Ilustración 97: Mascarilla sumergida en agua. Elaboración propia.



Ilustración 98: Proceso de secado de la mascarilla. Elaboración propia.



Ilustración 99: Peso posterior al ensayo 2,48. Elaboración propia.

E.08. ENSAYO DE RESISTENCIA AL FUEGO.

Objetivo:

Se busca comprobar la facilidad del material para arder una vez es prendido con una llama, y el tiempo que tarda en propagarse el fuego completamente y consumirse.

Variables a tener en cuenta:

-Uso de mascarillas sin estrenar para que no haya distintos grados de desgaste entre unas y otras.

Procedimiento:

Se cortan las gomas de la mascarilla y se retira la chapa metálica mediante un corte en el tejido. Se mide y pesa la mascarilla y se sitúa en un crisol cerámico de peso conocido. Se prende un mechero de alcohol y se acerca a la mascarilla hasta que entre en contacto con la llama, y se cronometra el tiempo que tarda la mascarilla en consumirse.

Resultados:

La mascarilla se prende rápidamente, pero el fuego no se propaga con facilidad, sino que el plástico comienza a derretirse y la llama se apaga. En cuanto se separa la mascarilla de la llama viva, para dejarla consumirse, el fuego se apaga y el plástico se endurece.

Es por lo tanto un material inflamable y tiene peligro de propagación del fuego por goteo del material sobre otras superficies.

El resultado es una masa de plástico endurecido que pesa 2,54g frente a los 2,58g que pesaba inicialmente, probablemente debido a la pérdida de material en forma de gotas.



Ilustración 100: Peso de la mascarilla antes del ensayo, 2,58g. Elaboración propia.



Ilustración 101: Mascarilla quirúrgica en contacto con la llama de un mechero de alcohol. Elaboración propia.



Ilustración 102: Mascarilla derretiéndose sobre la llama. Elaboración propia.



Ilustración 103: Peso de la mascarilla después del ensayo, 2,54g. Elaboración propia.

E.09. ENSAYO DE FUNDICIÓN.

Objetivo:

Se busca provocar un cambio de estado en el material de sólido a líquido, mediante la aplicación de calor, para poder moldearlo libremente en un nuevo producto.

Variables a tener en cuenta:

Uso de mascarillas sin estrenar para que no haya distintos grados de desgaste entre unas y otras.

Procedimiento:

Se cortan las gomas de la mascarilla y se retira la chapa metálica mediante un corte en el tejido. Se mide y pesa la mascarilla y se separan las tres capas que la componen para comprobar si todas se comportan de manera similar al fundirse. Se sitúa el crisol sobre un mechero de alcohol encendido para que se vaya calentando y se trituran las capas en trozos más o menos homogéneos. Se van introduciendo las piezas en el crisol poco a poco y se cronometra el tiempo que tarda el material en perder su forma y cambiar de estado.

Resultados:

La mascarilla originalmente pesaba 2,39 gramos. Todo el proceso de fundición, desde que se comienza a calentar el crisol hasta que se ha derretido toda la mascarilla dura unos 19 minutos. Las tres capas se funden a distinta velocidad, siendo la capa intermedia la que cambia de estado más rápidamente y la que resulta en una sustancia más líquida. Tanto la capa interior como la exterior requieren mayor tiempo, y su consistencia es más espesa.

Las tres capas ya fundidas se mezclan con facilidad dando como resultado una masa homogénea de color azul y de consistencia bastante espesa. En cuanto se separa el crisol de la llama, el plástico se enfría rápidamente y se solidifica en cuestión de segundos. La pieza de plástico ya endurecida se despega del crisol fácilmente, y conserva la forma de este. La pieza obtenida pesa 2,39 gramos, exactamente lo mismo que pesaba la mascarilla antes del cambio de estado por lo que se asume que no se ha perdido ninguna parte del material en forma de gases.



Ilustración 104: Mascarilla sin los elementos secundarios que la conforman. Elaboración propia.



Ilustración 105: Mascarilla separada en sus 3 capas. Elaboración propia.



Ilustración 106: Proceso de fundición de la mascarilla en un crisol cerámico. Elaboración propia.



Ilustración 107: Mascarilla fundida, peso 2,39g. Elaboración propia.

E.10. DENSIDAD DEL PLÁSTICO UNA VEZ FUNDIDO

Objetivo:

Crear un cubo de plástico fundido de dimensiones conocidas, para pesarlo y calcular la densidad del material.

Variables a tener en cuenta:

Uso de mascarillas sin estrenar para que no haya distintos grados de desgaste entre unas y otras.

La temperatura de fundición tiene que ser uniforme para evitar que comience la combustión.

Procedimiento:

Se crea un molde de arcilla con las dimensiones de un cubo de 1cm de lado excavado en él. Se cortan las gomas de dos mascarillas y se retiran las piezas metálicas mediante un corte en el tejido. Se sitúa el crisol sobre un mechero de alcohol encendido para que se vaya calentando y se trituran las mascarillas en partes más o menos homogéneas. Se van introduciendo las piezas en el crisol poco a poco y se remueven hasta que se funden en una masa uniforme.

Cuando la textura del plástico es lo suficientemente líquida, se vierte en el molde rápidamente porque tarda solo unos segundos en endurecerse, y se presiona contra el molde para que se adapte a todas las paredes del mismo.

Una vez enfriado el plástico se desprende del molde con facilidad. Se limpia el cubo obtenido retirando los restos de arcilla del molde, y se recortan bordes de plástico sobrantes. Se comprueban sus dimensiones y se liján las caras para aproximarlos lo máximo posible a un cubo de 1cm de lado.

Resultados:

	LONGITUD	ANCHURA	ESPESOR	VOLUMEN	PESO	DENSIDAD
CUBO	1	1	1	1,00	0,94	0,9400
	cm	cm	cm	cm ³	g	g/cm ³

El peso del cubo final es de 0,94 gramos, lo que dividido entre su volumen de 1 cm³ da una densidad de 0,94 g/cm³, muy por encima de la densidad media de las mascarillas antes de su cambio de estado que era de unos 0,147 g/cm³.



Ilustración 108: Proceso de fundición de las mascarillas mediante un mechero de alcohol. Elaboración propia.



Ilustración 109: Proceso de fundición de pedazos de mascarillas dentro de un crisol cerámico. Elaboración propia.



Ilustración 110: Vertido del polipropileno fundido en el molde de arcilla. Elaboración propia.

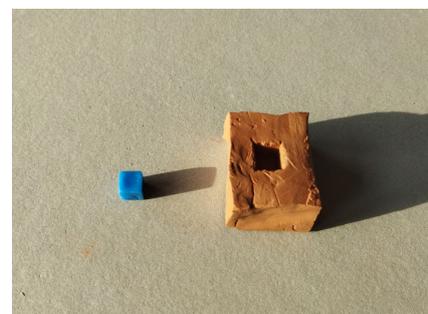


Ilustración 111: Cubo de 1 cm de lado hecho mediante mascarillas fundidas.

E.11. LADRILLO DE LEGO

Objetivo:

Se busca replicar un ladrillo de lego mediante un molde de arcilla para probar que el material tiene la capacidad de ser adaptado a cualquier forma.

Variables a tener en cuenta:

Uso de mascarillas sin estrenar para que no haya distintos grados de desgaste entre unas y otras.

La temperatura de fundición tiene que ser uniforme para evitar que comience la combustión

Procedimiento:

Se crea un molde de arcilla con las dimensiones de un ladrillo de Lego excavado en él. Se cortan las gomas de una mascarilla y se retiran las piezas metálicas mediante un corte en el tejido. Se sitúa el crisol sobre un mechero de alcohol encendido para que se vaya calentando y se trituran las mascarillas en partes más o menos homogéneas. Se van introduciendo las piezas en el crisol poco a poco y se remueven hasta que se funden en una masa uniforme.

Cuando la textura del plástico es lo suficientemente líquida, se vierte en el molde rápidamente porque tarda solo unos segundos en endurecerse, y se presiona contra el molde para que se adapte a todas las paredes del mismo. Una vez enfriado, el plástico se desprende del molde con facilidad. Se limpia el cubo obtenido retirando los restos de arcilla del molde, y se recortan bordes de plástico sobrantes.

Resultados:

Se realizan varios intentos, en el primer caso solo se fundió una mascarilla, por lo que la cantidad de plástico era muy escasa y se enfrió antes de adaptarse completamente a la forma del molde.

En el segundo caso se fundieron tres mascarillas en lugar de una para que la cantidad de plástico fuera mayor y conservara su temperatura por más tiempo antes de endurecerse en el molde. En este caso sí que consiguió llenar completamente el molde de plástico, pero en el ladrillo final siguen apreciándose grandes surcos derivados de la velocidad excesiva con que



Ilustración 112: Proceso de fundición de las mascarillas mediante un mechero de alcohol. Elaboración propia.



Ilustración 113: Vertido del polipropileno en el molde de arcilla. Elaboración propia.

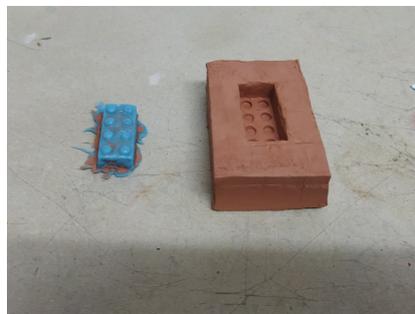


Ilustración 114: Ladrillo hecho con mascarillas nada recién sacado del molde de arcilla. Elaboración propia.

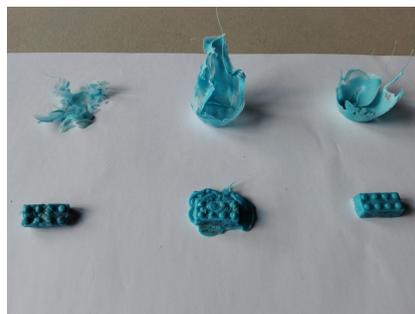


Ilustración 115: Resultado de los distintos intentos de crear un ladrillo mediante mascarillas fundidas. Elaboración propia.

se enfriaba el material antes de que se hubiera adherido totalmente.

En el último intento se usaron también tres mascarillas, y se añadió la capa intermedia de una cuarta ya que esta capa resultó ser la que se fundía con más facilidad en los ensayos anteriores, y proporcionaba una textura más fluida a la mezcla. Además, se optó por calentar el molde de arcilla previamente para que el plástico no se enfriara nada mas entrar en contacto con él. El resultado es un ladrillo más compacto que los anteriores, más definido en cuanto a los cilindros de la cara superior y con menos surcos en los laterales del elemento.



Ilustración 116: Ladrillo de LEGO hecho con mascarillas quirúrgicas fundidas. Elaboración propia.

4.2 CONCLUSIONES DE LOS ENSAYOS

Con base en los ensayos realizados se pueden extraer unas características básicas de las mascarillas, que pueden clasificarse en fortalezas o debilidades en cuanto a su aplicación como elemento constructivo.

En primer lugar, es un producto muy estandarizado, lo cual es una ventaja porque a la hora de recogerlo y reciclarlo es fácil de prever cuales van a ser sus dimensiones y pesos aproximados, así como su composición y número de elementos.

Se trata de un material muy ligero, con una densidad de $0,147 \text{ g/cm}^3$, esto lo hace un material muy fácil de transportar y trabajar con él, pero puede ser un problema si el elemento constructivo final mantiene esta característica, pues podría ser fácilmente arrastrado por el viento si se utilizara a la intemperie.

No parece tener facilidad para absorber agua por capilaridad, sin embargo sí que absorbe agua cuando se encuentra sumergido, lo que implica que de ser utilizado o almacenado en exteriores, requeriría de algún tratamiento o protección que lo aislara de la lluvia. Esto se debe a que es un material con varias capas y no todas se comportan de la misma manera frente a la humedad, siendo dos de ellas hidrófugas (la capa exterior y la intermedia), y la tercera no (la capa interior).

En cualquier caso, tiene la ventaja de no ser un material que se disuelva en el agua, incluso en temperaturas extremas, como es el punto de ebullición (100º), lo cual evita posibles problemas de filtraciones de plástico al medio ambiente, incluso si este estuviera situado al aire libre.

Lo más problemático en cuanto a debilidades es que se trata de un material combustible, que en cuanto entra en contacto con la llama comienza a derretirse, con el riesgo añadido que esto conlleva de propagar el fuego a otras superficies. Aunque se trata de un plástico autoextinguible⁹, por lo que es difícil de inflamar.

Su principal ventaja es que debido a que el polipropileno es un termoplástico¹⁰ es posible fundirlo para reciclarlo dándole una forma completamente nueva. Incluso si este producto volviera a estar obsoleto, podría ser nuevamente fundido y moldeado en un elemento diferente. Este ciclo, sin embargo, no es un bucle infinito ya que el material va perdiendo sus características progresivamente si se funde muchas veces ya que se debilitan sus enlaces (Euroinnova Business School, s. f.) además su impacto en el medio ambiente tampoco sería nulo pues cada transformación requiere de una nueva inversión de energía.

⁹. PLÁSTICOS AUTOEXTINGUIBLES: se denominan aquellos plásticos que se apagan cuando se retira la fuente de calor. (Plastivida Argentina, 2007)

¹⁰. TERMOPLÁSTICOS: son materiales plásticos que pueden deformarse o volverse flexibles a altas temperaturas. Estos materiales se funden al calentarse y endurecerse en un estado de transición vítrea. (Euroinnova Business School, s. f.)

FORTALEZAS
Dimensiones estandarizadas
Baja densidad, fácil transporte y puesta en obra
No absorben agua por capilaridad
No soluble en agua a alta o baja temperatura
Se funde y moldea con facilidad
Hidrofugacidad en la mayor parte de sus capas
DEBILIDADES
Formado por capas con distintas propiedades
Absorbe agua al estar sumergido
Inflamable
Necesidad de cuarentena y desinfección

Ilustración 117: Fortalezas y debilidades de las mascarillas quirúrgicas como material de construcción. Elaboración propia.

Plastivida Argentina. (2007). *Boletín Técnico Informativo N° 1. Plásticos Ignífugos o No Inflamables*.

Euroinnova Business School. (s. f.). *QUÉ SON LOS POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS*. Recuperado 17 de septiembre de 2021, de <https://www.euroinnova.edu.es/blog/que-son-los-polimeros-termoplasticos>

4.3 PROPUESTA Y PLANIMETRÍA

La propuesta consiste en dar una nueva vida a estos objetos descartados mediante el ámbito de la arquitectura y, a su vez, solucionar el problema de la ausencia de un lugar y sistema común donde deshacerse de las mascarillas de manera segura, para las personas y para el medio ambiente.

Debido al análisis de las debilidades y las fortalezas se llega a la conclusión de que la mejor opción de reciclado para las mascarillas es fundirlas y darles una nueva forma. Este proceso además permitirá mantener el color azul que hace al material reconocible y cuyo carácter es casi simbólico. Pero, además, al propiciarle una nueva forma y textura, rompe con la reticencia inicial que podría tener la población a tratar con un material con un pasado contaminado. De este modo, ya no se percibe el material como un peligro sino como una nueva oportunidad.

MÓDULO:

Para ello se diseña un módulo de plástico fundido que por su forma pueda aparejarse fácilmente, formando distintos tipos de muro y acoplándose sin necesidad de mortero. De modo que la intervención sea efímera y reversible. Y que al mismo tiempo tenga unas dimensiones suficientes para poder ser usado como mobiliario urbano efímero, tanto una pieza individualmente, como varias mediante su apilamiento.

El módulo diseñado tiene unas medidas de 25 cm de altura, 40 cm de largo y 20 cm de profundidad, lo que le confiere cierta versatilidad a la hora de ser utilizado como elemento de un muro o como mobiliario. Se calcula el peso que tendría el bloque de ser macizo formado completamente por el polipropileno fundido. Debido a su densidad de 0,94 g/cm³ su peso sería de 15,04 Kg, y dividiendo este peso entre el peso

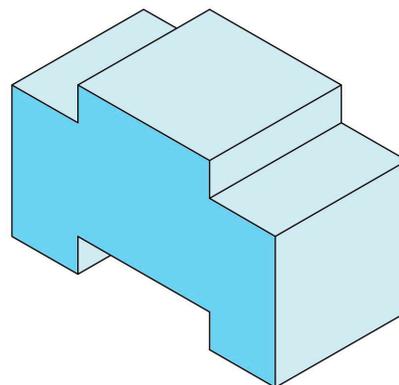


Ilustración 118: Módulo de plástico reciclado. Elaboración propia.

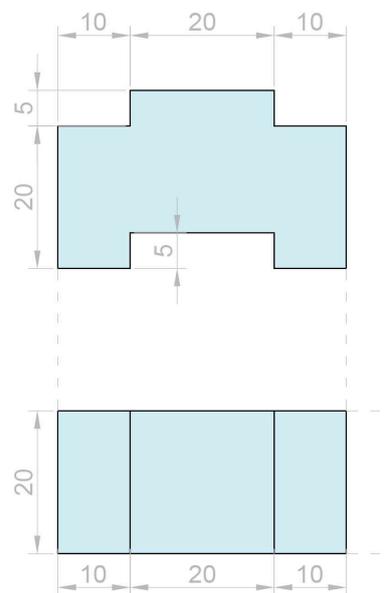


Ilustración 119: Dimensiones módulo de plástico reciclado, alzado frontal y planta. Elaboración propia.

medio de una mascarilla (2,46 g) se obtiene que cada bloque estaría compuesto de unas 6114 mascarillas fundidas. Este bloque sin embargo resultaría demasiado pesado para ser una pieza manejable, lo que complicaría su uso y su puesta en obra.

BLOQUE	LONGITUD	ANCHURA	ESPEJOR	VOLUMEN	DENSIDAD	PESO	MASCARILLAS
MACIZO	40	20	20	16000,00	0,9400	15040	6114
	cm	cm	cm	cm ³	g/cm ³	g	uds

Entonces se calcula cuál sería el peso del bloque si en lugar de macizo se hicieran solamente los contornos de plástico fundido y el hueco interior se rellenase de mascarillas recicladas sin modificar. Considerando un grosor de las paredes del bloque de 1 cm se obtiene un peso del módulo hueco de 3,48 Kg, antes de rellenarlo con las mascarillas.

BLOQUE	SUPERFICIE	ESPEJOR	VOLUMEN	DENSIDAD	PESO	Nº MASCARILLAS
HUECO	3700	1	3700,00	0,9400	3478	1414
	cm ²	cm	cm ³	g/cm ³	g	

Para calcular el número de mascarillas que cabrían en el interior y el peso de las mismas se realiza un ensayo con un cubo de 10 cm de lado, que se llena de todas las mascarillas posibles. El resultado fueron 26 mascarillas en 1000 cm³, con un peso de 63,5 gramos en total. Mediante estos datos se deduce que en el bloque de 16000 cm³ el resultado sería un número de mascarillas 16 veces mayor, con su correspondiente peso. Por lo tanto, cada bloque podría albergar cerca de 416 mascarillas con un peso de 1,02 kg.

MASCARILLAS	LONGITUD	ANCHURA	ESPEJOR	VOLUMEN	PESO	Nº MASCARILLAS
CUBO	10	10	10	1000,00	63,5	26
BLOQUE	40	20	20	16000,00	1016	416
	cm	cm	cm	cm ³	g	

Teniendo en cuenta tanto el relleno del módulo, como sus contornos de polipropileno fundido, el resultado es un bloque de 4,5 kg y un total de 1830 mascarillas recicladas. En este caso el número de mascarillas recicladas por bloque es menor que con el bloque macizo, pero, no solo es más ligero y manejable, sino que también conlleva un menor gasto de energía al fundir solo un pequeño porcentaje del material,



Ilustración 120: Cubo de 10cm de lado lleno de mascarillas recicladas. Elaboración propia.

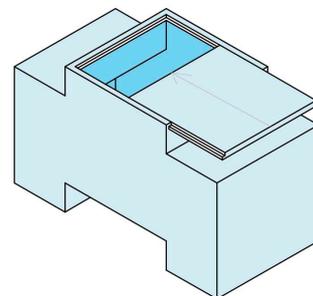
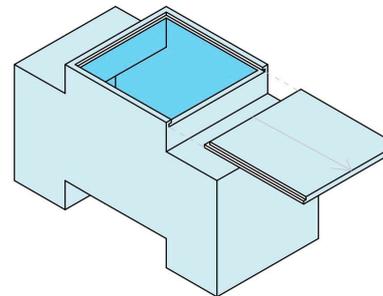
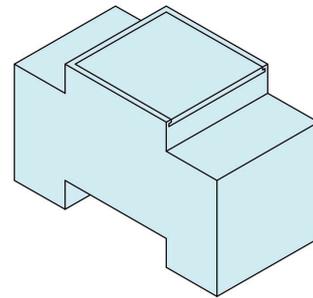


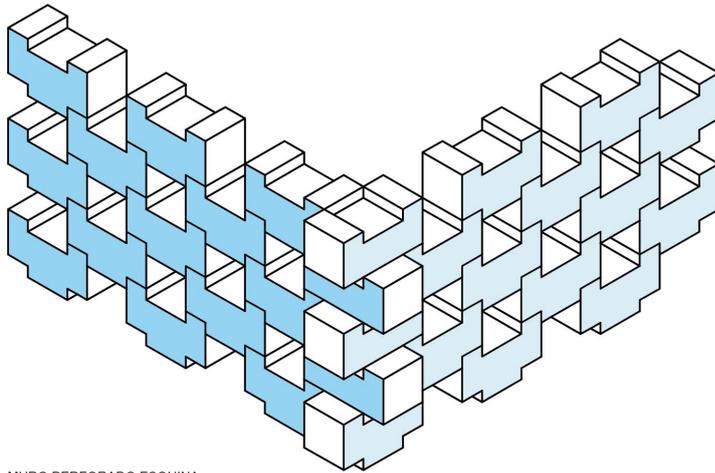
Ilustración 121: Bloque de polipropileno fundido hueco. Sistema de cierre. Elaboración propia.

por lo que tiene menor impacto medioambiental.

BLOQUE TOTAL	PESO	Nº MASCARILLAS
BLOQUE HUECO	3478	1414
RELLENO MASCARILLAS	1016	416
BLOQUE TOTAL	4494	1830
	Kg	mascarillas

COMBINACIONES:

El módulo presenta la ventaja de su versatilidad en cuanto a la variedad de las posibles combinaciones que ofrece. Se diseñan algunos ejemplos de disposiciones para elementos verticales (muros y celosías), y horizontales (mesas, bancos).



MURO PERFORADO ESQUINA

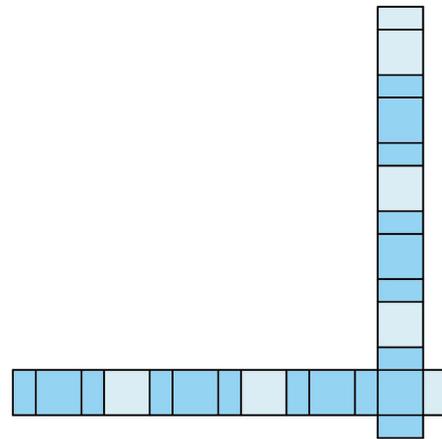
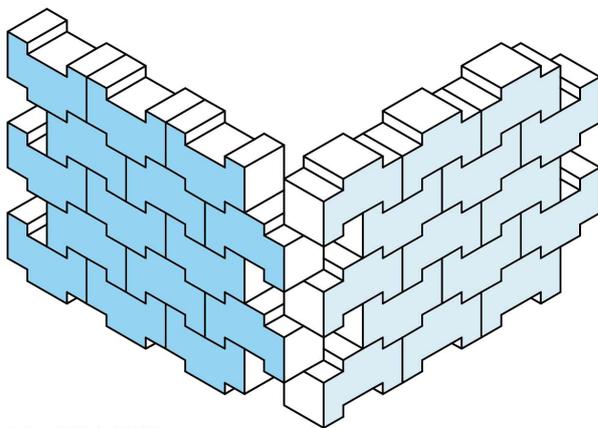


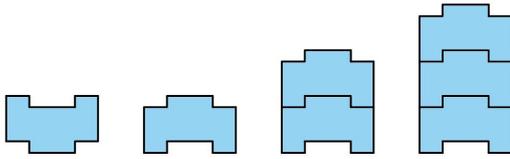
Ilustración 122: Encuentro en esquina de muro perforado. Axonometría y planta. Elaboración propia.



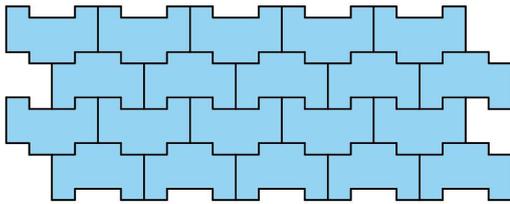
MURO MACIZO ESQUINA



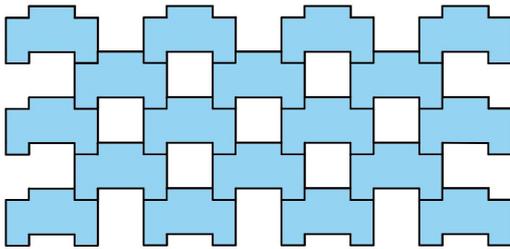
Ilustración 123: Encuentro en esquina de muro macizo de hiladas alternas. Axonometría y planta. Elaboración propia.



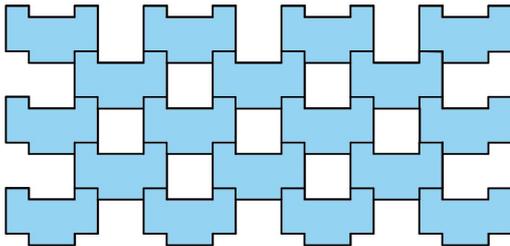
BLOQUES APILABLES EN VERTICAL



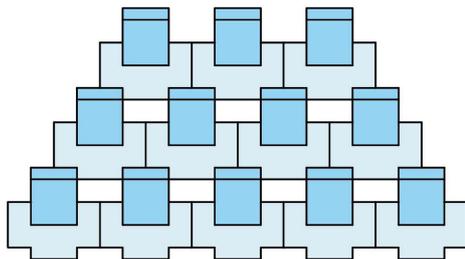
MURO MACIZO



MURO PERFORADO



MURO PERFORADO



MURO PERFORADO COMPUESTO EN LAS DOS DIRECCIONES

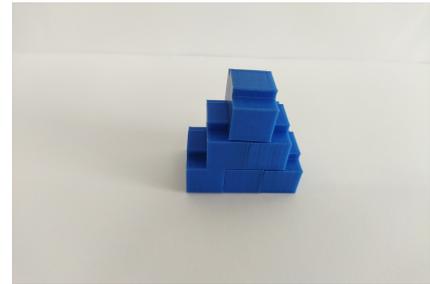


Ilustración 124: Juego de bloques impreso en 3D formando un muro grueso aparejado. Elaboración propia.

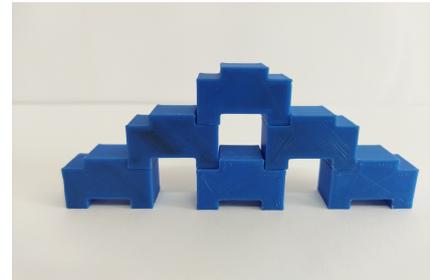


Ilustración 125: Juego de bloques impreso en 3D formando una estructura en celosía. Elaboración propia.



Ilustración 126: Juego de bloques impreso en 3D formando una estructura maciza. Elaboración propia.

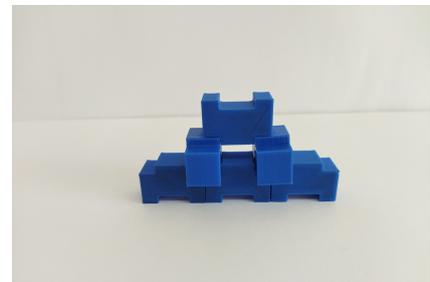


Ilustración 127: Juego de bloques impreso en 3D formando una estructura en las dos direcciones. Elaboración propia.

Ilustración 128: Distintas combinaciones de disposición en vertical. Elaboración propia.

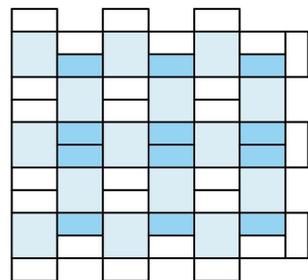
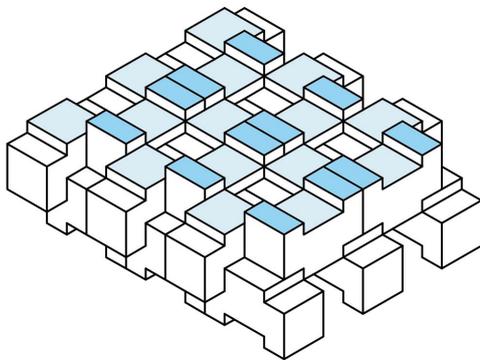
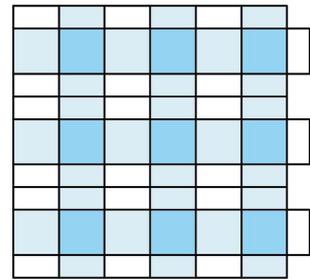
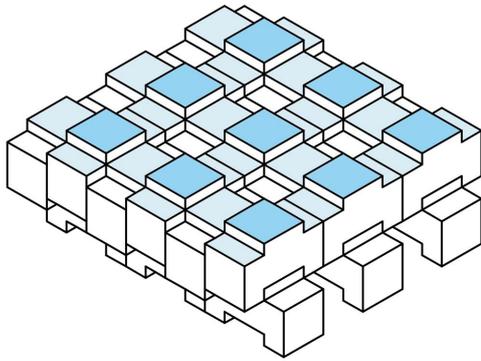
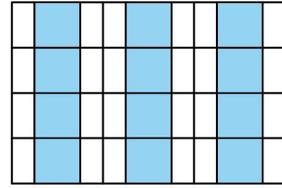
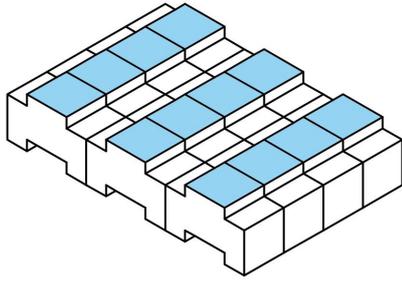


Ilustración 129: Distintas combinaciones de disposición en horizontal. Elaboración propia.

LOCALIZACIÓN:

Se propone un proyecto que ejemplifica el uso de este nuevo material para la construcción de un puesto de recogida de mascarillas. Una posible localización sería la parte de atrás de la Escuela de Arquitectura de Valladolid, ya que cuenta con una zona de hierba infrautilizada, y además, los estudiantes son unos posibles sujetos fáciles de implicar en el proceso de construcción. Posteriormente los estudiantes podrían disfrutar del espacio abierto como zona de comida al aire libre o de descanso e interacción social.

Es una zona abierta durante el día, a menudo atravesada por la gente del barrio, por lo que el puesto podría estar vinculado con el mismo y llegar a un público más amplio, no solamente los estudiantes y profesores. Pero, además, es un área privada que se cierra por la noche lo que solventaría los posibles problemas de vandalismo a lo que se enfrentan este tipo de estructuras efímeras.

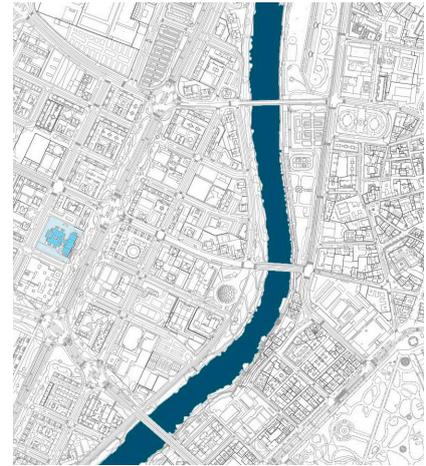
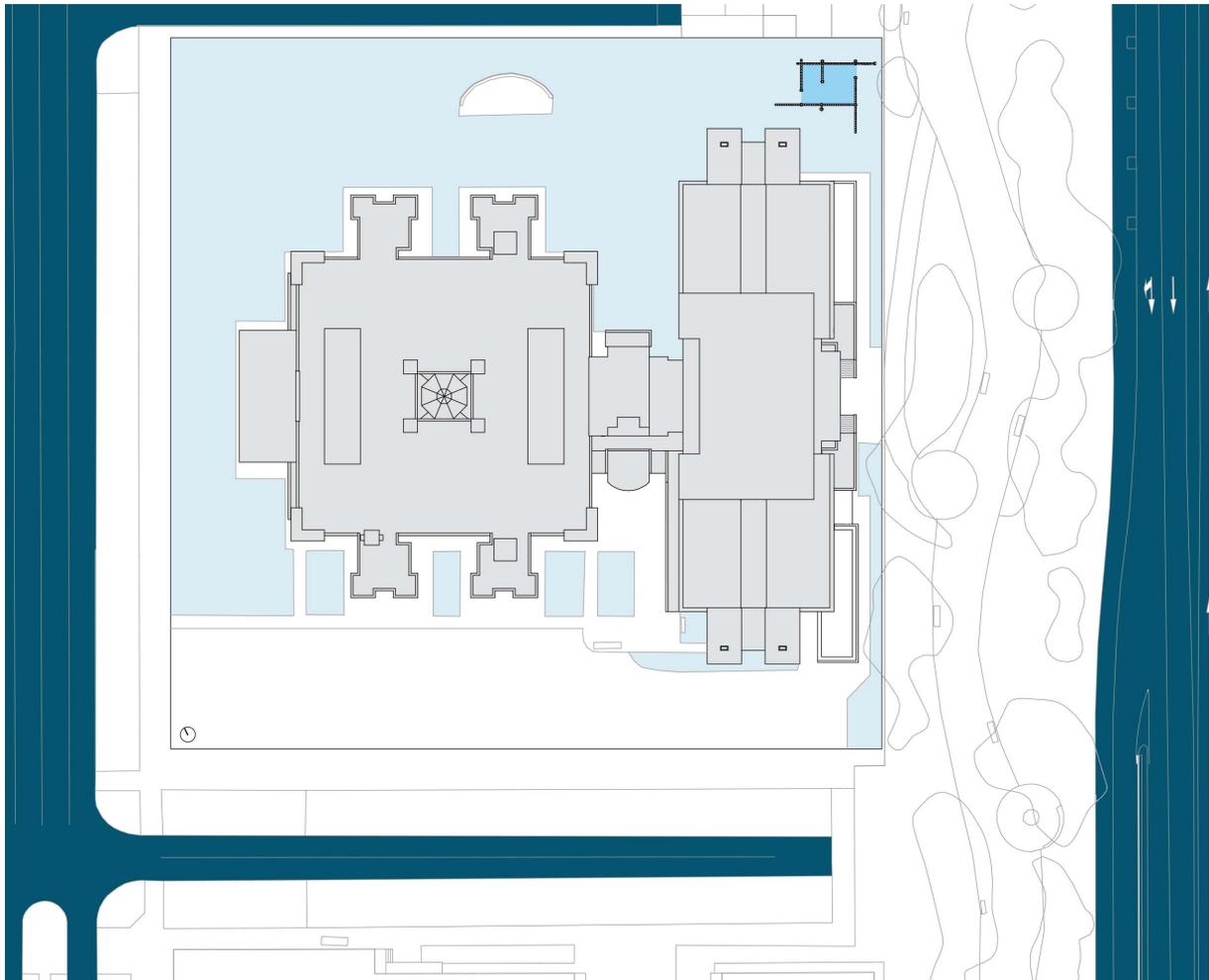


Ilustración 130: Planta de situación ETSAVA, escala 1:20000. Elaboración propia.

Ilustración 131: Planta de situación del stand dentro de la ETSAVA, escala 1:1000. Elaboración propia.



PLANTA:

Se trata de un puesto de recogida de mascarillas usadas, que sea público para toda la ciudad. Dicho puesto estaría conformado por los bloques modulares diseñados y las mascarillas que se recogieran servirían a su vez de materia prima para rellenar nuevos bloques y ponerlos al servicio de los ciudadanos para crear un espacio abierto de juego e interacción social en torno al propio puesto.

En base a estas ideas se diseña una planta que consiste en la intersección de varios muros que articulan 4 zonas de usos diferentes:

- 1. En primer lugar el acceso, visible desde la entrada de la escuela, que recoge al visitante y lo conduce hacia el interior del stand.

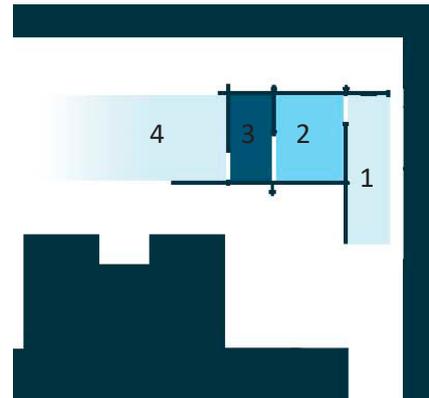
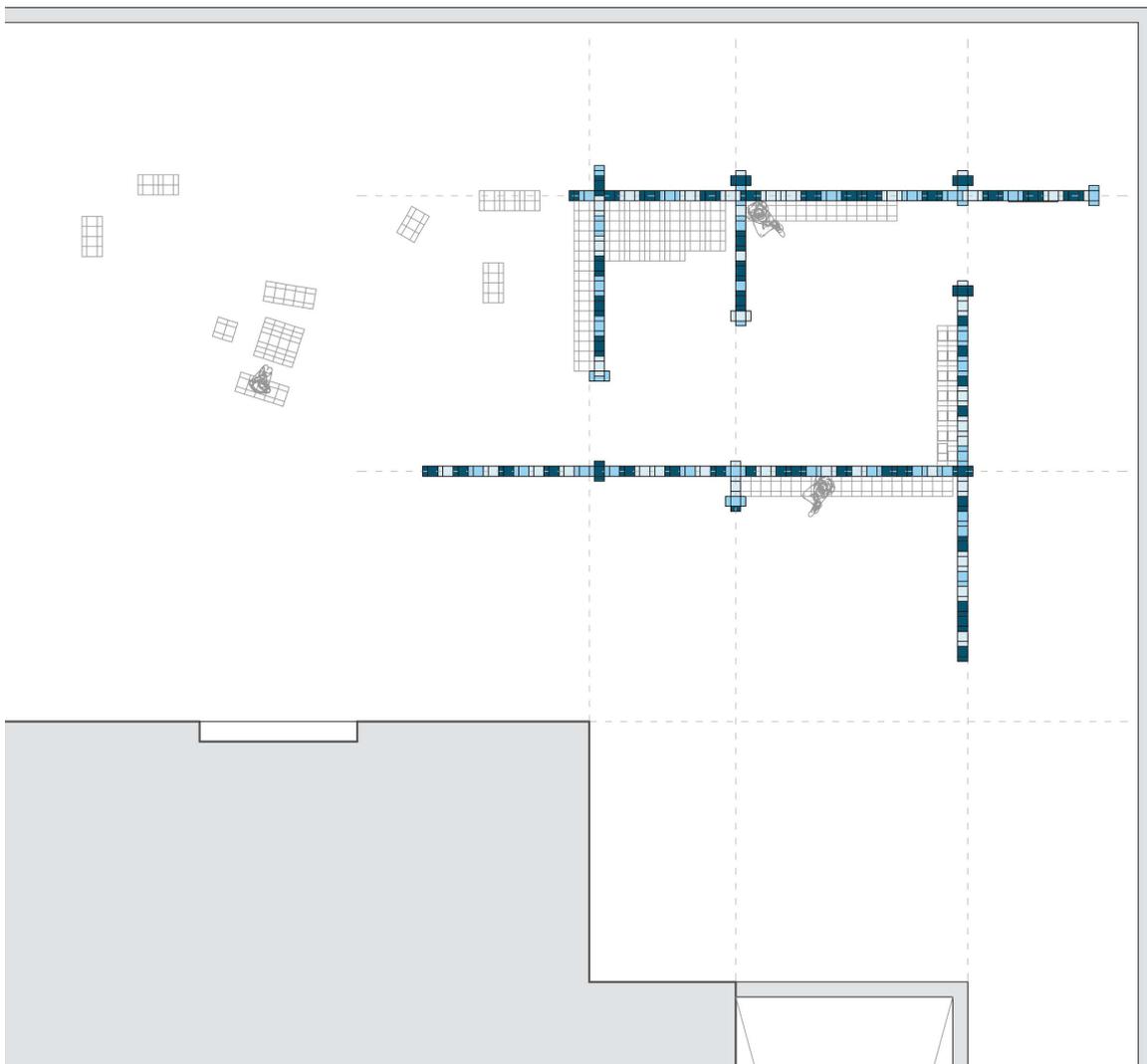


Ilustración 132: Esquema de usos del puesto. Elaboración propia.

Ilustración 133: Planta del stand, escala 1:150. Elaboración propia.



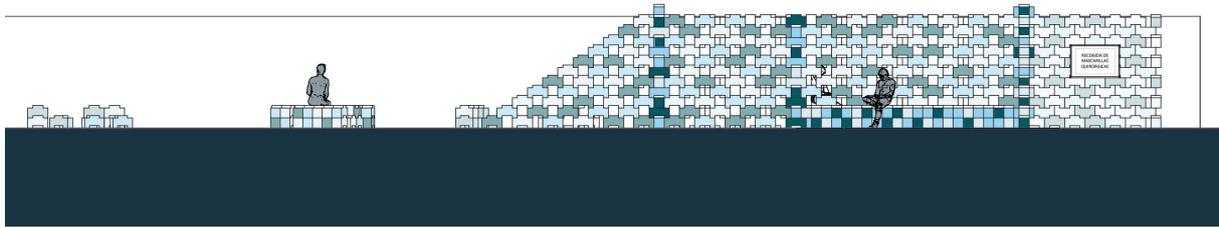


Ilustración 134: Alzado sur, escala 1:150.

Elaboración propia.

- 2. A continuación una primera zona interior donde se sitúan las cajas de recogida de las mascarillas y una pequeña zona estancial con un banco.

- 3. Una zona interior para el almacenaje de los bloques cuando no están en uso.

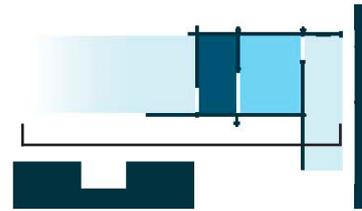


Ilustración 135: Mosca alzado sur.

Elaboración propia.

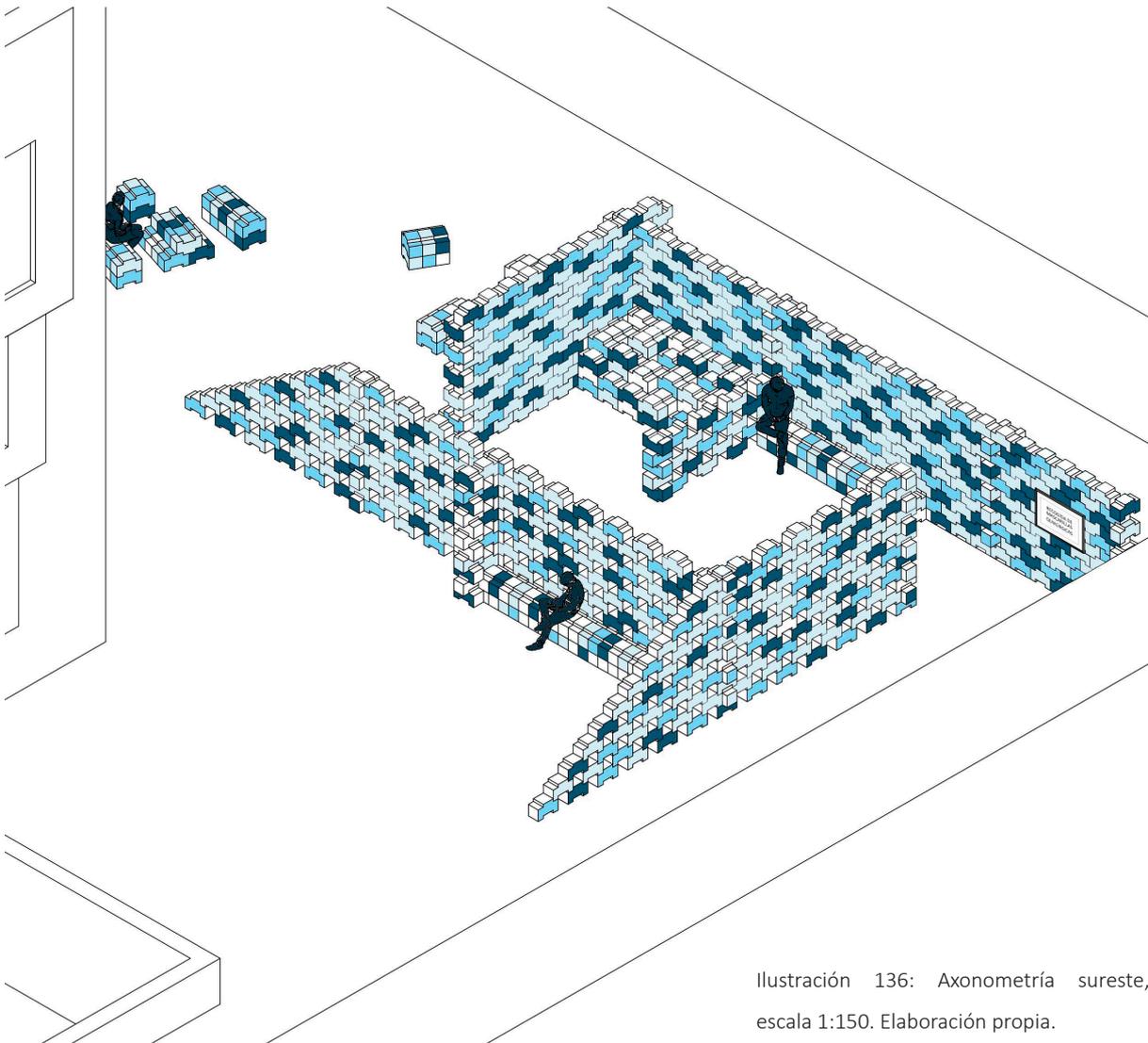


Ilustración 136: Axonometría sureste, escala 1:150. Elaboración propia.

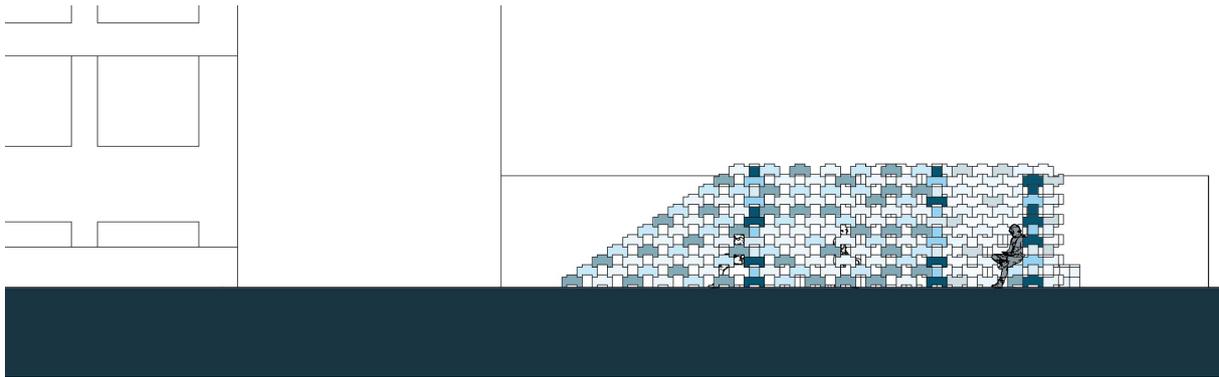


Ilustración 137: Alzado este, escala 1:150.

Elaboración propia.

- 4. Y una zona exterior estancial con un banco anexo al stand y donde los bloques pueden distribuirse libremente y prolongar de este modo el uso del espacio público.

La intervención está situada cerca del acceso de la ETSAVA para una mejor vinculación con el barrio. Se busca de este modo ampliar el alcance del puesto en sí mismo, mediante el reclamo del juego con los módulos, para que más gente se implique a reciclar sus mascarillas y crear así un proyecto con carácter circular.

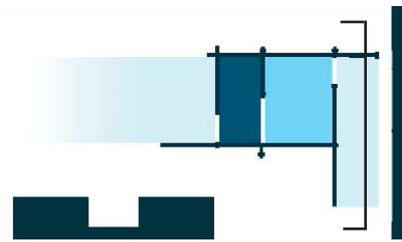
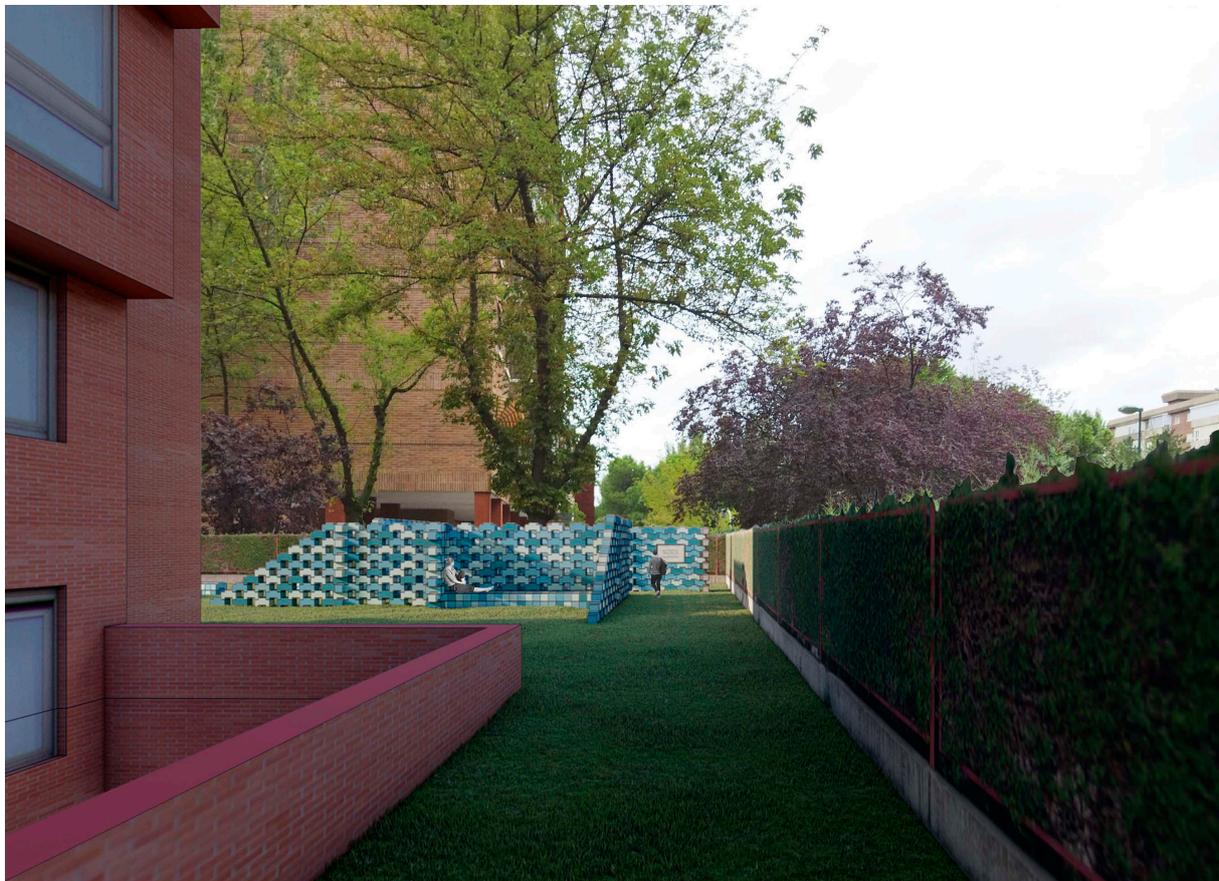


Ilustración 138: Mosca. Elaboración propia.

Ilustración 139: Vista acceso. Elaboración propia.



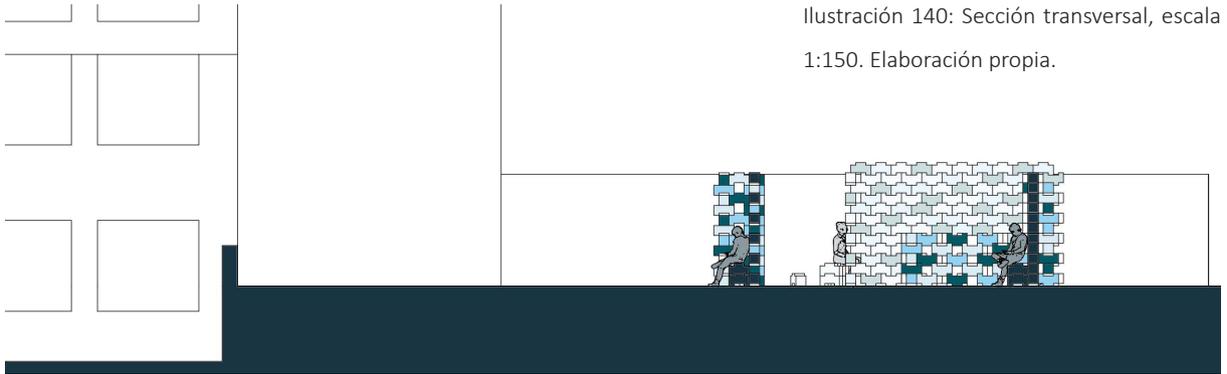


Ilustración 140: Sección transversal, escala 1:150. Elaboración propia.

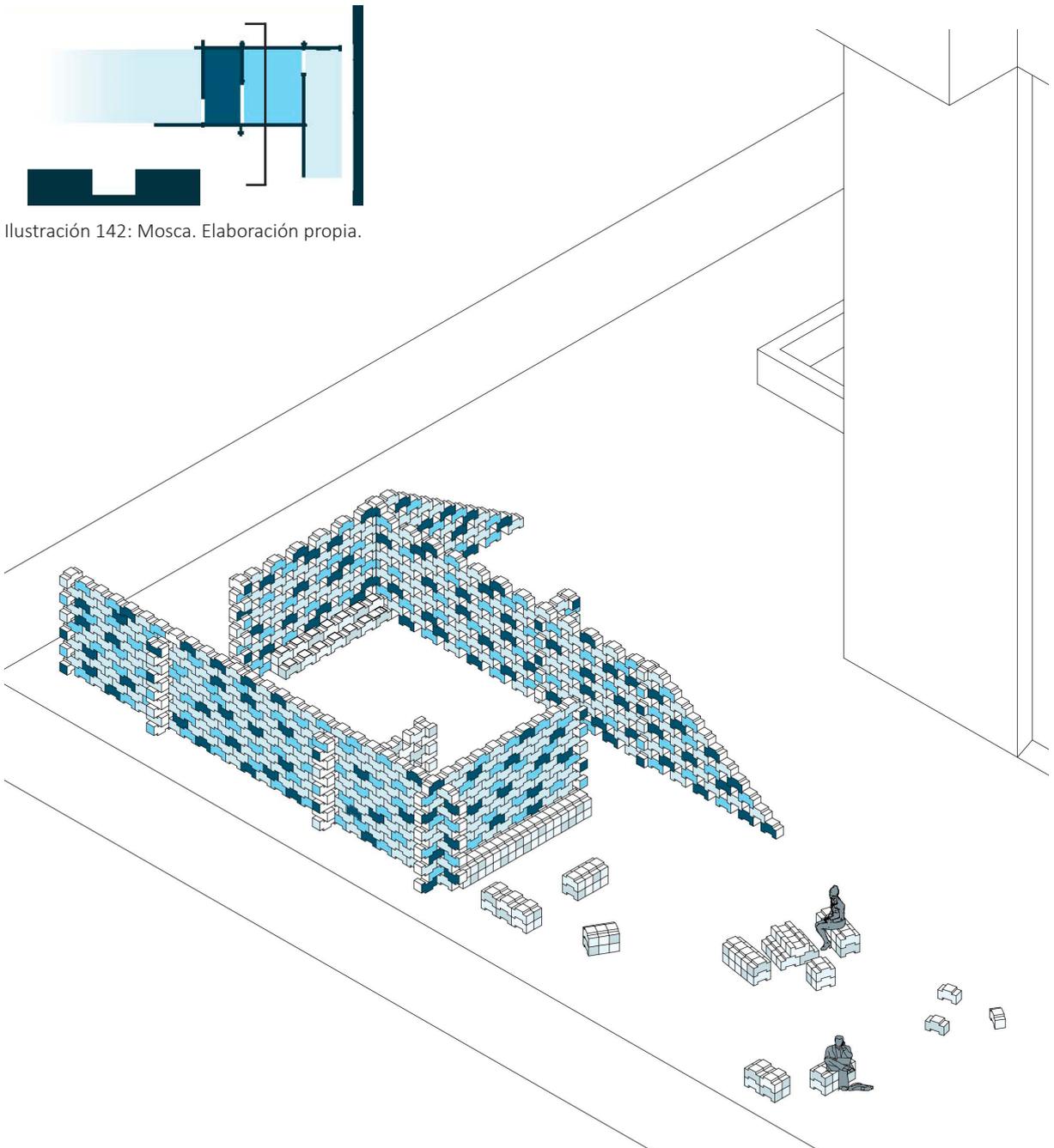


Ilustración 141: Axonometría noroeste, escala 1:150. Elaboración propia.

Ilustración 142: Mosca. Elaboración propia.

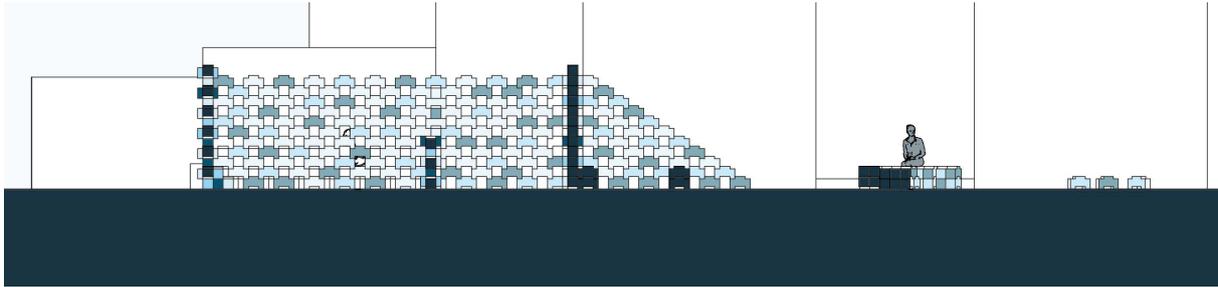


Ilustración 143: Sección longitudinal, escala 1:150. Elaboración propia.

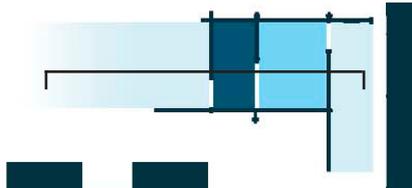


Ilustración 144: Mosca sección longitudinal. Elaboración propia.

PREDIMENSIONADO:

Se realiza un predimensionado para saber qué número de bloques se habrían construido ya si se hubieran empezado a recoger mascarillas desde que se hizo obligatorio su uso en el 21 de mayo de 2020.

	2020	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	TOTAL
DÍAS	365	10	30	31	31	467

Ilustración 145: Vista interior 1. Elaboración propia.





Ilustración 146: Vista interior 2. Elaboración propia.

Se supone un volumen medio de una mascarilla por persona y por día y se cuenta con 467 días desde el 21 de mayo de 2020 hasta el 1 de septiembre de 2021. Según los datos de la página web de la ETSAVA, se estima un número de 924 usuarios potenciales, entre alumnos y profesores. No se tiene en cuenta la posible aportación de miembros del barrio por tratarse de unos datos difíciles de estimar en un primer momento.

PROFESORES	ALUMNOS	USUARIOS	DÍAS	MASCARILLAS	Nº BLOQUES
109	815	924	467	431508	236

Según estos datos, a día 1 de septiembre de 2021 se habrían fabricado 236 bloques, y se habrían reciclado, de este modo, 431508 mascarillas.

5. CONCLUSIONES.

El presente trabajo realiza un recorrido a través de la gestión del plástico como residuo, de lo más general a lo particular. De este modo, se van desgranando temas tan amplios como la triple emergencia medioambiental, para enfocarse en la crisis de los residuos y la contaminación. Se analiza el papel y la responsabilidad que el sector de la construcción tiene en dicha crisis, y la influencia de la pandemia como agravante de esta situación.

A continuación, se analiza el plástico como material, sus tipos y su capacidad para ser reciclado, y se profundiza en los denominados plásticos de pandemia, cuyo uso y producción se ha visto aumentado significativamente durante la crisis del COVID-19. Se expone un catálogo de ejemplos donde el plástico ha sido reciclado y aplicado en la construcción, mediante los cuales se extraen las claves comunes, y se elabora una estrategia para reciclar el material.

Dentro del plástico de pandemia se seleccionan las mascarillas quirúrgicas como principal elemento a estudiar, debido a su cantidad, temporalidad y carácter representativo. Se realizan una serie de ensayos con estas mascarillas, para determinar sus características, así como sus debilidades y fortalezas como material de construcción. Este sector resulta el más indicado para darle una segunda vida al material, ya que su vida útil es la más elevada y prolongará el tiempo que tardan en volverse a convertir en un residuo.

Siguiendo esta idea, se elabora un proyecto arquitectónico que sirve de ejemplo de las posibilidades de las mascarillas quirúrgicas como elemento constructivo. Consiste en la fundición de las mascarillas en bloques de polipropileno modulares, que se articulan para conformar un puesto de

recogida de mascarillas situado en la ETSAVA. Se diseña una zona colectiva de interacción social, a través del juego y la experimentación con los módulos, y que sirva de reclamo para que la población participe y recicle sus mascarillas. Se busca de este modo evitar que miles de mascarillas inunden los vertederos y el medio ambiente, y a su vez, redimir este material, construyendo un símbolo de la vida después de la pandemia.

ANEXOS:

IV. BIBLIOGRAFÍA

Anarpla y Cicloplast. (2017). Cifras y datos clave de los plásticos y su reciclado en España. En Datos. http://www.cicloplast.com/ftp/cifras_datos_clave_plasticos_y_su_reciclado_en_espana.pdf

Anarpla y Cicloplast. (2018). Cifras y datos clave de los plásticos y su reciclado en España. Datos, 17. http://www.cicloplast.com/ftp/cifras_datos_clave_plasticos_y_su_reciclado_en_espana.pdf

Arenas Cabello, F. J. (s. f.). LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y EL MEDIO AMBIENTE. Recuperado 16 de septiembre de 2021, de https://huespedes.cica.es/gimadus/17/03_materiales.html

Barea Luchena, J. (2020, junio 22). 4 objetos de plástico que no necesitamos para protegernos del COVID-19 - ES | Greenpeace España. <https://es.greenpeace.org/es/noticias/4-objetos-de-plastico-que-no-necesitamos-para-protegernos-del-covid-19/>

Bartolini, O. (2021, marzo 15). Desechos plásticos son convertidos en bancas públicas para combatir la contaminación en Hong Kong | Plataforma Arquitectura. https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/958452/desechos-plasticos-son-convertidos-en-bancos-publicos-para-combatir-la-contaminacion-en-hong-kong?ad_source=myarchdaily&ad_medium=bookmark-show&ad_content=current-user

BBVA. (2021, junio 8). La necesidad de reciclar las mascarillas que nos protegen del coronavirus. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/la-necesidad-de-reciclar-las-mascarillas-que-nos-protegen-del-coronavirus/>

Cicloplast. (2019). Crece un 8% el reciclado de envases plásticos del hogar en España, alcanzándose las 616.736 toneladas en 2019. [http://www.cicloplast.com/index.php?accion=notas-de-prensa&subAccion=ver-noticia&id=92&page=1&frm\[keyword\]=&actopc=42](http://www.cicloplast.com/index.php?accion=notas-de-prensa&subAccion=ver-noticia&id=92&page=1&frm[keyword]=&actopc=42)

Cicloplast. (2020). Resultados Reciclado de Envases 2020. [http://www.cicloplast.com/index.php?accion=notas-de-prensa&subAccion=ver-noticia&id=99&page=1&frm\[keyword\]=&actopc=42](http://www.cicloplast.com/index.php?accion=notas-de-prensa&subAccion=ver-noticia&id=99&page=1&frm[keyword]=&actopc=42)

Conceptos Plásticos - Productos. (s. f.). Recuperado 17 de septiembre de 2021, de <http://conceptosplasticos.com/conceptos-plasticos.html>

Continental Renewable Energy Company. (s. f.).

Cramer, N. (2017, octubre 4). The Climate Is Changing. So Must Architecture. | Architect Magazine. https://www.architectmagazine.com/design/editorial/the-climate-is-changing-so-must-architecture_o

Ekojunto. (s. f.). Ekojunto de Costa Rica. Recuperado 17 de septiembre de 2021, de <http://ekojunto.com/>

Ekojunto de Costa Rica. (2018, febrero 8). Descripción del sistema constructivo en plástico reciclado - Ekojunto de Costa Rica - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=t4HR0bLBbkg&t=1s>

Elgizawy, S. M., El-Haggar, S. M., & Nassar, K. (2016). Approaching Sustainability of Construction and Demolition Waste Using Zero Waste Concept. *Low Carbon Economy*, 07(01), 1-11. <https://doi.org/10.4236/LCE.2016.71001>

Euroinnova Business School. (s. f.). QUÉ SON LOS POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS . Recuperado 17 de septiembre de 2021, de <https://www.euroinnova.edu.es/blog/que-son-los-polimeros-termoplasticos>

Gestores de Residuos. (s. f.). La clasificación de los plásticos -. Recuperado 14 de septiembre de 2021, de <https://gestoresderesiduos.org/noticias/la-clasificacion-de-los-plasticos>

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), 25-29. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

Gigault, J., Halle, A. ter, Baudrimont, M., Pascal, P. Y., Gauffre, F., Phi, T. L., El Hadri, H., Grassl, B., & Reynaud, S. (2018). Current opinion: What is a nanoplastic? *Environmental Pollution*, 235, 1030-1034. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2018.01.024>

Gjenge Makers. (s. f.). Gjenge Makers - Plastic Waste to Building Materials. Recuperado 17 de septiembre de 2021, de <https://gjenge.co.ke/>

Greenpeace. (2019). Reciclar no es suficiente. La gestión de residuos de envases plásticos en España, 31. https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2019/03/reciclar_no_es_suficiente.pdf

Greenpeace México. (s. f.). Los graves peligros de la incineración de plásticos. Recuperado 14 de septiembre de 2021, de <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/4047/los-graves-peligros-de-la-incineracion-de-plasticos/>

Idea con ciencia. (s. f.). 3C Idea con ciencia-Productos. Recuperado 17 de septiembre de 2021, de <http://3cideaconciencia.com/tienda/>

JManuel GBernal. (2020). MADERA PLASTICA 3C - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=VQEZM3MWD04>

K24 TV. (2018). Doctor recycles plastics to make fencing posts,tiles and frames- YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=MznfrBJ485s>

Kenya CitizenTV. (2020). Business Now | Kenyan engineers recycling plastics for bricks - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=txlWyUnfqsQ&list=PL1lpQRn2r-1e1fgKnglIOF1KKhrpt6GKV>

KTN News Kenya. (2017). Kenyan who uses plastic bags to make building materials - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=x-pSA-zbESQ&list=PL1lpQRn2r-1e1fgKnglIOF1KKhrpt6GKV&index=5>

Madrid7R- Economía Circular. (s. f.). Madrid7R . Recuperado 16 de septiembre de 2021, de <http://www.madrid7r.es/sobre-nosotros>

monómero | Real Academia de Ingeniería. (s. f.). Recuperado 14 de septiembre de 2021, de <http://diccionario.raing.es/es/lema/monómero>

Naciones Unidas. (2020, julio 27). La marea de plástico causada por el COVID-19 también es un peligro para la economía y la naturaleza | Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2020/07/1478011>

ONU Programa para el medio ambiente. (2018, diciembre 7). El sector de la construcción y los edificios tiene un rol clave en la reducción de emisiones. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/el-sector-de-la-construccion-y-los-edificios-tiene-un>

Plastivida Argentina. (2007). Boletín Técnico Informativo N° 1. Plásticos Ignífugos o No Inflamables.

Powell, A. (2020, agosto 4). Build with ByBlock — Faster, Cleaner and Greener - ByFusion Global Inc. <https://www.byfusion.com/build-with-byblock-faster-cleaner-and-greener/>

Slatter, J. (2021, julio 5). VEIL STOOL on Behance. <https://www.behance.net/gallery/118196653/VEIL-STOOL>

UICN. (2018). Marine plastics | UICN. <https://www.iucn.org/es/node/28701>

UNEP/IUCN. (2020). National guidance for plastic pollution hotspotting and shaping action. En Life Cycle Initiative. <https://www.lifecycleinitiative.org/national-guidance-for-marine-plastic-hotspotting-and-shaping-actions/>

UNEP. (s. f.). BeatPlasticPollution This World Environment Day. Recuperado 14 de septiembre de 2021, de <https://www.unep.org/interactive/beat-plastic-pollution/>

UNEP. (2021, febrero 23). UN Environment Assembly concludes with an urgent call for action to solve planetary emergencies. <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/un-environment-assembly-concludes-urgent-call-action-solve-planetary>

UNEP - UN Environment Programme. (2020, junio 19). COVID-19 Waste management Factsheets . <https://www.unep.org/resources/factsheet/covid-19-waste-management-factsheets>

wareboilers. (2020, septiembre 11). Using Steam to Make ByFusion Plastic Building Blocks - Steam Culture - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=LUk6u2LnY1I>

